

DAFTAR ISI

Judul	Halaman
Effectiveness of Maja Fruit Extract (<i>Aegle Marmelos</i>) as an alternative for pest control living locks (<i>Locusta Migratoria</i>)	171-177
Literatur Review: Pemanfaatan Metabarcoding DNA Lingkungan Untuk Menganalisis Keanekaragaman Hayati Ikan	178-185
Literature Review: Metallothionein Sebagai Protein Pengikat Logam Untuk Bioremediasi Logam Berat	186-193
Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan <i>Escherichia Coli</i> Dari Sampel Es Batu Pada Pedagang Minuman Kaki Lima Di Sekitar Pasar Ciracas Jakarta Timur Menggunakan Metode Most Probable Number (MPN)	194-201
Tinjauan Pustaka Sistematis: Karakterisasi Keanekaragaman Genetik Spesies Jeruk (<i>Citrus Sp.</i>) Menggunakan Penanda Simple Sequence Repeat (SSR)	202-212
Identifikasi Kesulitan Belajar Siswa Saat Pembelajaran Di Kelas Kelas VI MI Waiselang	218-223
penggunaan Ekstrak Tomat Sebagai Inovasi Pakan Alami Untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Badut Merah Marun (<i>Amphiprion Biaculeatus</i> , Bloch 1790)	224-233
Quality Characteristic Of Collagen Extracted From Tuna Loin Production Waste	234-243
analisis Kandungan Protein Dan Lemak Pada Teripang Pasir (<i>Holothuria Scabra</i>) Yang Diperoleh Dari Perairan Desa Suli Dan Aplikasinya Kepada Masyarakat Melalui Penyuluhan	244-247
Persepsi Masyarakat Terhadap Pengajuan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa Di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong	248-258
Keanekaragaman Gastropoda Di Padang Lamun Perairan Pantai Desa Rutong	259-265
Arfan Inventarisasi Etnobotani Tumbuhan Obat Yang Digunakan Masyarakat Kenagarian Sungai Janiah	266-270
analisis Kandungan Protein Dan Lemak Pada Kima Raksasa (<i>Tridacna Gigas</i>) Dari Perairan Pantai Desa Suli Dan Di Informasikan Kepada Masyarakat Melalui Penyuluhan Menggunakan Leaflet	271-275
Komposisi Botani Hijauan Alami Di Areal Perkebunan Kelapa Dalam Sebagai Pakan Ternak Ruminansia Di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat	276-281
Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Sistem Gerak Pada Manusia Di Kelas VIII Smp Negeri 43 Maluku Tengah	282-287
Kajian Ekologi Jenis Algae Laut Bagi Kehidupan Organisme Di Zona Intertidal Perairan Pantai Kecamatan Salahutu Pulau Ambon	288-296
Peningkatan Higher Order Thinking Skills (HOTS) Mahasiswa Dengan Menggunakan Model Self Directed Learning (SDL) Pada Mata Kuliah Pengembangan Profesi Guru	297-301

EFFECTIVENESS OF MAJA FRUIT EXTRACT (*Aegle marmelos*) AS AN ALTERNATIVE FOR PEST CONTROL LIVING LOCKS (*Locusta migratoria*)

Ona Adelci Wuarbanaran^{1*}, Fredy Leiwakabessy², Alwi Smith³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura
Jalan Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka, Ambon, Indonesia

Corresponding: onaadelciwuarbanaran@gmail.com

Abstract

Background: Control of wandering grasshoppers at the farmer level generally uses chemical insecticides which can damage non-target organisms, pest resistance, pest resurgence and cause residual effects

Methods: Laboratory experimental research, although it can also be carried out outside the laboratory, its implementation applies laboratory principles.

Results: The effectiveness of the mortality of maja fruit extract on wandering grasshoppers, in the treatment of giving 40% maja fruit extract, there was an increase in the number of deaths of wandering grasshoppers, where in the 10th minute there was 20% death, there had already been deaths compared to the treatment giving 20% extract with the same amount. wandering grasshoppers died by 100%.

Conclusion: Maja fruit extract (*Aegle marmelos*), has the power to kill wandering grasshoppers (*Locusta migratoria*) because it contains tannins and saponins which are toxic and have a real effect in killing wandering grasshoppers

Keywords: Effectiveness, *Aegle marmelos*, *Locusta migratoria*

Abstrak

Latar Belakang: Pengendalian terhadap belalang kembara pada tingkat petani pada umumnya menggunakan insektisida kimia yang dapat merusak organisme non target, resistensi hama, resurgensi hama dan menimbulkan efek residu.

Metode: Penelitian eksperimen laboratorium, walaupun juga bisa dilakukan diluar laboratorium, tetapi pelaksanaannya menerapkan prinsip-prinsip laboratorium.

Hasil: Efektifitas mortalitas ekstrak buah maja terhadap belalang kembara, pada perlakuan pemberian ekstrak buah maja 40%, adanya penambahan jumlah kematian belalang kembara, yang mana pada menit ke-10 terjadi kematian 20%, suda terjadi kematian dibanding perlakuan pemberian ekstrak 20% dengan jumlah belalang kembara yang mati sebesar 100%.

Kesimpulan: Ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*), memilik daya bunuh terhadap belalang kembara (*Locusta migratoria*) karena mengandung tanin dan saponin yang bersifat toksik dan memberikan pengaruh yang nyata dalam membunuh belalang kembara

Kata kunci : Efektifitas, *Aegle marmelos*, *Locusta migratoria*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, dimana sebagian besar penduduknya merupakan petani. Di tengah harga bahan makanan yang terus meninggi, menanam sayuran dipekarangan rumah dapat menjadi solusi tersendiri bagi petani, dari segi ekonomi, tanaman sayuran dapat dijadikan sumber penghasilan bagi masyarakat adanya arus globalisasi di bidang perdagangan maka orientasi pasar kangkung, karena pemerintah terus meningkatkan dan harga jualnya tinggi, akan lebih baik jika mutu sayuran sesuai dengan standar yang ditetapkan. Kualitas sayuran yang diinginkan oleh produsen adalah sayuran dengan kualitas yang baik, kesesgaran bentuk, warna dan tidak mengandung residu peptisida dan kandungan logam berat (Wijaya, 2012).

Hama dan penyakit tanaman merupakan masalah yang cukup serius yang dihadapi petani akhir-akhir ini disamping permasalahan-permasalahan. Oleh karena itu, tulisan ini berfokus pada pengetahuan petani mengenai hama dan penyakit tanaman kangkung. Pengetahuan petani tentang hama dan penyakit ini sangat besar artinya karena atas pengetahuan yang mereka miliki maka petani dapat bertindak untuk melakukan cara-cara pengendalian. Hal tersebut sangat penting karena hama dan penyakit tanaman merupakan masalah yang cukup menonjol yang dihadapi petani sejak awal masa pertumbuhan kangkung sampai dengan menjelang panen.

Belalang Kembara (*Locusta migratoria*) merupakan salah satu jenis hama terpenting yang menyerang tanaman kangkung, tanaman padi, jagung dan sayur-sayuran di Indonesia. Hama ini sering mengakibatkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen karena, hama ini hidup berkelompok. Gejala serangan yang ditimbulkan adalah terdapat robekan pada daun, dan pada serangan yang hebat dapat terlihat tinggal tulang-tulang daun saja. Gejala serangan belalang tidak spesifik, bergantung pada tipe tanaman yang diserang dan tingkat populasi. Serangan pada daun biasanya bagian daun pertama. Hampir keseluruhan

daun habis termasuk tulang daun, jika serangannya parah. Spesies ini dapat pula memakan batang. Bila tidak segera diatasi maka daun dan sayuran di areal pertanian akan habis (Samsudin, 2008).

Pengendalian terhadap belalang kembara pada tingkat petani pada umumnya masih menggunakan insektisida yang berasal dari senyawa kimia sintesis yang dapat merusak organisme non target, resistensi hama, resurgensi hama dan menimbulkan efek residu pada tanaman dan lingkungan. Untuk meminimalkan penggunaan insektisida perlu dicari pengendalian pengganti yang efektif dan aman terhadap lingkungan (Erlan 2010).

Insektisida alami atau nabati relatif tidak meracuni manusia. Insektisida nabati mudah didapat, mudah terurai di alam sehingga tidak menimbulkan pengaruh samping (Kardinan, 2002). Pada umumnya, pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. US EPA (2002), pestisida nabati dimasukkan ke dalam kelompok pestisida biokimia karena mengandung biotoksin. Pestisida biokimia adalah bahan yang terjadi secara alami dan dapat mengendalikan hama dengan mekanisme non toksik. Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya.

Buah maja mungkin masih sedikit terdengar asing di telinga sebagian penduduk namun mereka hanya sekedar tahu wujudnya saja dan tidak mengetahui kandungan serta manfaatnya bagi kehidupan, meski buah maja sering dijumpai di beberapa tempat namun hanya dibiarkan tumbuh secara liar dan tidak dipelihara karena sebagian mereka beranggapan bahwa buah maja adalah buah yang isinya hanya racun yang dapat mematikan siapa saja yang memakannya dan tak ada manfaatnya sedikit pun bagi kehidupan.

Ternyata nenek moyang kita atau orang tua jaman dahulu sudah memanfaatkan buah maja ini sebagai pestisida atau pengusir hama, namun semakin berkembangnya teknologi pestisida buatan atau kimia, penggunaan buah maja mulai ditinggalkan bahkan

sekarang ini petani malah tidak mengetahui manfaat buah maja ini, petani dulu sebelum menanam padi mereka memberi cincangan halus buah maja untuk kemudian disebar kesawah pada saat kondisi air disawah macak-macak(air disawah tidak terlalu dalam) dan itu dilakukan terus menerus sampai kangkung ditanam, hal ini dilakukan untuk mengusir hama yang dapat merusak tumbuhan dan perakaran tanaman kangkung.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan tanaman maja (*Aegle marmelos* (L.) Correa mempunyai aktivitas hipoglikemik. Ekstrak methanol daun maja memiliki aktifitas hipoglikemik pada kelinci diabetes yang diinduksi oleh streptozotisin (Arumugam et al. 2008), dan tikus galur Wistar diabetes yang diinduksi oleh aloksan (Sabu & Kuttan, 2004). Ekstrak air buah maja dosis 250 mg/Kg pada tikus galur Wistar lebih efektif daripada glibenklamid sebagai obat hipoglikemik (Kamalakkannan & Prince, 2003). Menurut Kesari et al (2006), ekstrak air biji tanaman maja dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus diabetes menggunakan uji toleransi glukosa pada dosis 250 mg/kgBB setelah 6 jam pemberian . Ekstrak alcohol akar maja mempunyai aktivitas hipoglikemik (Dhankar et al. 2011).

Pada buah maja, terdapat banyak zat bermanfaat dari hasil produk alami tanaman maja, diantaranya adalah air, karbohidrat, protein, vitamin C, tiamin, niasin, karoten, lemak, saponin, dan tannin. Kandungan tannin pada buah maja sangatlah besar yaitu mencapai 20% pada kulit buah. Kandungan tannin dan saponin yang tinggi pada buah maja inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif pengendalian dengan pestisida nabati. Kandungan tanin dan saponin inilah yang menyebabkan buah maja memiliki rasa yang pahit, tannin terdapat pada buah yang belum masak dan kandungan tanin akan hilang setelah buah menjadi masak sempurna (Prawesty, 2011.).

Salah satu tanaman yang banyak mengandung metabolit sekunder adalah tanaman maja (*Aegle marmelos* (L.) Corr). Tanaman maja atau disebut juga

dengan mojo, adalah sejenis tumbuhan subtropis yang mudah tumbuh dan berkembang di hampir seluruh wilayah di Indonesia. Buah maja sering digunakan sebagai obat tradisional. Buah yang matang dapat di iris, dikeringkan dan digunakan sebagai obat disentri kronis, diare, dan sembelit. Kulit batangnya digunakan untuk meracuni ikan. Akar maja digunakan sebagai obat penenang debaran jantung, gangguan pencernaan, dan tukak lambung. Daun maja mengandung saponin dan tannin, disamping itu akar dan kulit batangnya mengandung flavonoid, saponin, dan polifenol. Selain itu getah maja juga dapat digunakan sebagai obat pharmaceutical yang berfungsi sebagai perekat untuk obat-obatan tablet (Patil et al. 2010).

Pada penelitian lain juga disebutkan pula kandungan buah maja diantaranya alkaloid, flavonoid, fenol dan tanin (Sridhar 2014). Buah maja mengandung komponen tanin 9%, sedangkan pada kulit buah maja mencapai 20% (Naresh et al. 2012)

Atas dasar tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan judul "Efektifitas Ekstrak buah Maja (*Aegle marmelos* (L.) Corr) Sebagai Alternatif Pengendalian Hama Belalang Kembara (*Locusta migratoria*) Pada Tanaman kangkung".

MATERI DAN METODE

Penelitian eksperimen laboratorium, walaupun juga bisa dilakukan diluar laboratorium, tetapi pelaksanaannya menerapkan prinsip-prinsip laboratorium, terutama dalam pengontrolan terhadap hal-hal yang mempengaruhi jalannya eksperimen terhadap Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos*) dapat dijadikan sebagai Alternatif Pengendalian Hama Belalang Kembara (*Locusta migratoria*) yang menyerang Tanaman kangkung.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah Mortalitas, yaitu jumlah belalang kembara yang mati setelah penyemprotan ekstrak buah maja.

$$\text{Mortalitas Larva} = \frac{\text{Jumlah Larva Mati}}{\text{Jumlah Larva Uji}} \times 100$$

Keterangan :

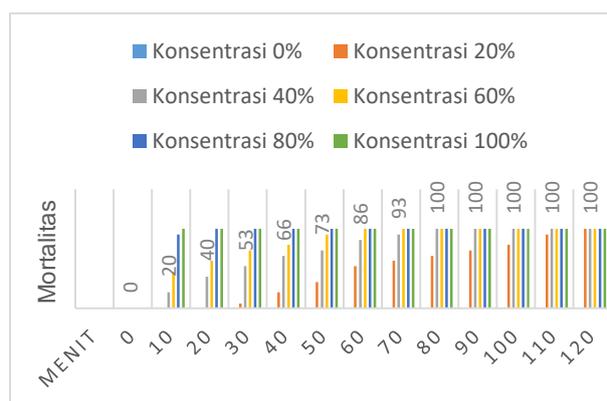
Ki = Persentase mortalitas hama uji

Mi = Jumlah hama yang mati (Agusta A, 2006)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilaksanakan di Laboratorium zoologi, Jurusan Biologi ekstrak buah maja (*Aeglis marmelous*) mempunyai daya bunuh terhadap belalang kembara.

Pada penelitian ini, menggunakan konsentrasi masing-masing 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%, dengan waktu paparan selama 2 jam. Jumlah kematian belalang kembara pada perlakuan pemberian ekstrak buah maja dari konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% setiap jam ke 2 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah Kematian Belalang Kembara Yang Diberi Ekstrak Buah maja

Perlakuan pemberian ekstrak buah maja 0% pada menit ke-0 sampai menit ke-120 atau 2 jam, tidak ada belalang kembara yang mati, hal ini disebabkan karena aquades tidak memiliki kemampuan untuk membunuh belalang kembara. Kemudian, pada perlakuan pemberian 20% ekstrak buah maja pada menit ke-0 sampai menit ke-20, tidak ada belalang kembara yang mati, terjadi kematian pada menit ke 30 rata-rata kematian 6%, menit ke-40 rata-rata kematian 20%, menit ke-50 rata-rata kematian 33%, menit ke-60 rata-rata

kematian 53%, menit ke-70 rata-rata kematian 60%, menit ke-80 rata-rata kematian 66%, menit ke-90 rata-rata kematian 73%, menit ke-100 rata-rata kematian 80%, menit ke-110 rata-rata kematian 93%, menit ke-120 rata-rata kematian 100%. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan ekstrak buah maja pada perlakuan 20%, sehingga berpengaruh terhadap jumlah kematian belalang kembara, pada waktu pengamatan jam ke-2 dengan jumlah kematian belalang kembara 100%.

Dari data yang dihasilkan membuktikan bahwa, daya bunuh ekstrak buah maja terhadap belalang kembara, pada perlakuan pemberian ekstrak buah maja 20%, adanya penambahan jumlah kematian belalang kembara dibanding perlakuan pemberian ekstrak 0%, karena dengan pemberian ekstrak buah maja 20% , jumlah belalang kembara yang mati sebesar 100%.

Pada perlakuan pemberian 40% ekstrak buah maja, pada menit ke-0 tidak ada belalang kembara yang mati, terjadi kematian pada menit ke 10, rata-rata kematian 20%, menit ke-20, rata-rata kematian 40%, menit ke-30, rata-rata kematian 53%, menit ke-40, rata-rata kematian 66%, menit ke-50, rata-rata kematian 73%, menit ke-60, rata-rata kematian 86%, menit ke-70, rata-rata kematian 93%, menit ke-80, rata-rata kematian 100%, menit ke-90, rata-rata kematian 100%, menit ke-100, rata-rata kematian 100%, menit ke-110, rata-rata kematian 100%, menit ke-120, rata-rata kematian 100%.

Dari data yang dihasilkan membuktikan bahwa, daya bunuh ekstrak buah maja terhadap belalang kembara, pada perlakuan pemberian ekstrak buah maja 40%, adanya penambahan jumlah kematian belalang kembara, yang mana pada menit ke-10 terjadi kematian 20%, suda terjadi kematian dibanding perlakuan pemberian ekstrak 20% dengan jumlah belalang kembara yang mati sebesar 100%.

Berdasarkan data yang dihasilkan menunjukkan bahwa, yang berpengaruh dalam penelitian ini adalah waktu dan

konsentrasi, dimana semakin lama waktu dan tinggi konsentrasi yang diberikan, maka semakin tinggi pula mortalitas belalang kembara. Tingkat kematian yang berbeda pada setiap perlakuan, disebabkan oleh adanya kandungan komponen kimia aktif berupa tanin dan saponin, yang mana tanin menimbulkan rasa sepat yang tidak disukai oleh belalang kembara (*Sitophylus oryzae* L.), dan Saponin dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan dari ekstrak buah maja tersebut.

Tanin adalah senyawaan poliflavonoid yang terdiri atas 5-11 unit mono-flavonoid. Tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena, tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan, yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu. Selain itu, tanin memiliki rasa pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada hewan uji. Kemungkinan rasa pahit tersebut menyebabkan hewan uji tidak mau makan, sehingga hewan uji akan kelaparan dan akhirnya mati (Yunita dkk., 2009). Tanin menekan konsumsi makan, tingkat pertumbuhan, dan kemampuan bertahan. Belalang kembara dinyatakan mati apabila dalam keadaan terbalik, disentuh menggunakan spatula atau lidi tidak bergerak.

Dalam unit monoflavonoid, dua cincin fenol dihubungkan oleh cincin heterosklik (Sowunmi *et al.*, 2000). Senyawa katekin, epikatekin, epigallokatekin, dan epikatekin gallat merupakan monomer senyawaan tanin (Rahim *et al.*, 2007) yang bertanggung jawab terhadap aktifitas biologisnya. Perbedaan posisi monomer dalam tanin yang memberikan beragam aktifitas biologisnya. Komponen kimia aktif inilah yang menyebabkan perbedaan jumlah kematian belalang kembara. Tanin berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan.

Saponin mengandung gugus gula terutama glukosa, galaktosa, xylosa, rhamnosa, atau methylpentosa yang

berikatan dengan suatu aglikon hidrofobik (sapogenin) berupa triterpenoid, steroid, atau steroid alkaloid. Aglikon dapat mengandung satu atau lebih ikatan C-C tak jenuh. Rantai oligosakarida umumnya terikat pada posisi C₃ (monodesmosidic), tetapi beberapa saponin mempunyai gugus gula tambahan pada C₂₆ atau C₂₈ (bidesmosidic). Struktur saponin yang sangat kompleks terjadi akibat bervariasinya struktur aglikon, sifat dasar rantai dan posisi penempelan gugus gula pada aglikon. Steroid saponin tersusun atas inti steroid (C₂₇) dengan molekul karbohidrat. Hidrolisis steroid saponin akan memberikan aglikon yang dikenal sebagai sarsaponin. Beberapa contoh steroid saponin adalah Asparagosides, Avenocosides, Disogenin (C₂₃H₂₂O₆), Ecdysterone (C₂₇H₄₄O₇), Tigogenin (C₂₇H₄₄O₃). Saponin triterpenoid tersusun atas suatu triterpen (C₃₀) dengan molekul karbohidrat. Hidrolisis saponin triterpenoid akan memberikan aglikon yang dikenal sebagai sapogenin. Tipe saponin ini merupakan derivat sari β- amyirin--e. Beberapa contoh triterpenoid adalah Asiaticoside (C₄₈H₇₈O₁₈), Bacoside Cyclamin (C₅₈H₉₄O₂₇), Glycyrrhizin (C₄₂H₆₂O₁₆), Panaxadiol and panaxatriol (Suparjo, 2008).

Saponin adalah jenis glikosida yang banyak ditemukan dalam tumbuhan. Saponin memiliki karakteristik berupa buih, sehingga ketika direaksikan dengan air dan dikocok maka akan terbentuk buih yang dapat bertahan lama. Saponin mudah larut dalam air dan tidak larut dalam eter. Saponin memiliki rasa pahit menusuk dan menyebabkan bersin serta iritasi pada selaput lendir. Saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis darah pada serangga. Saponin juga bersifat racun bagi hewan berdarah dingin dan banyak diantaranya digunakan sebagai racun ikan. Saponin yang bersifat keras atau racun biasa disebut sebagai saptoksin (Prihatman, 2001).

Cara kerja senyawa-senyawa ini adalah sebagai racun perut (stomach poisoning) terhadap serangga sehingga mengakibatkan serangga gagal berkembang dan mati. Hal ini tergantung

pada tinggi atau rendahnya senyawa tannin dan saponin pada ekstrak buah maja yang diberikan. Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah maja maka semakin tinggi kematian belalang kembara (*Locusta migratoria*). Senyawa aktif dalam buah maja yakni tanin dan saponin yang bersifat toksik. Senyawa ini dapat masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pencernaan dengan rendaman konsentrasi ekstrak yang termakan. Insektisida ini akan masuk ke organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding usus kemudian beredar bersama darah yang akan mengganggu metabolisme tubuh serangga sehingga akan kekurangan energi untuk aktifitas hidupnya yang akan mengakibatkan serangga tersebut kejang dan mati (Kardinan, 2001). Senyawa ini memiliki kemampuan untuk membunuh belalang kembara sehingga ditemukan dalam pengamatan bahwa adanya kematian belalang kembara dari setiap pemberian konsentrasi ekstrak buah maja yang berbeda pada belalang kembara.

Berdasarkan uji Tukey (lampiran 8) bahwa jumlah rata-rata belalang kembara yang mati antara konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% pada taraf 5% karena nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05 ($P \leq 0,05$) maka untuk konsentrasi 0% menunjukkan bahwa adanya perbedaan mortalitas belalang kembara. Pada konsentrasi 20% berbeda nyata dengan konsentrasi 0%, 40%, 60%, 80% dan 100% pada taraf 5% karena nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05 ($P \leq 0,05$) maka pada konsentrasi 20% menunjukkan adanya perbedaan mortalitas belalang kembara. Jumlah rata-rata belalang kembara yang mati antara konsentrasi 40% dan 60% berbeda nyata dengan konsentrasi yang lain (0%, 20%, 80%, 100%) karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($P \leq 0,05$) maka terdapat perbedaan mortalitas belalang kembara. Jumlah rata-rata belalang kembara yang mati antara konsentrasi 80% dan 100% berbeda tidak nyata, karena nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 ($P \geq 0,05$) maka untuk konsentrasi 80% dan 100% tidak terdapat perbedaan mortalitas belalang kembara.

Data selanjutnya dianalisis menggunakan analisis probit untuk mengetahui nilai toksisitas ekstrak pada (LC50). Berdasarkan output hasil analisis probit (lampiran 9) nilai konsentrasi ekstrak buah maja menyebabkan kematian 50% (LC50) belalang kembara yaitu 28,02% dengan batas bawah (lower) 23,02% dan batas atas (upper) 32,10%. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 28,02% mampu membunuh belalang kembara sebanyak 50%. Dengan demikian maka semakin kecil nilai LC50 suatu senyawa maka akan bersifat toksik. Dalam hal ini ekstrak buah maja mempunyai tingkat toksisitas pada LC50 sebesar 28,02% .

SIMPULAN

Ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*), memiliki daya bunuh terhadap belalang kembara (*Locusta migratoria*) karena mengandung tanin dan saponin yang bersifat toksik dan memberikan pengaruh yang nyata dalam membunuh belalang kembara (*Locusta migratoria*), dimana semakin tinggi senyawa tanin dan saponin pada konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) yang diberikan, maka semakin besar pengaruhnya. Estimasi LC50 hasil analisis probit nilai konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos fructus*) menyebabkan kematian 50% (LC50) belalang kembara (*Locusta migratoria*), yaitu 28,02% dengan batas bawah (lower) 23,02% dan batas atas (upper) 32,10%. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 28,02% mampu membunuh belalang kembara (*Locusta migratoria*) sebanyak 50% dengan kategori super toksik. Estimasi LT50 pada lampiran 10 berada pada menit ke 29, detik ke 34 konsentrasi ekstrak buah maja (*Aegle marmelos*) telah mampu membunuh 50% dari total keseluruhan larva uji.

DAFTAR PUSTAKA

Arumugam S., Kavimani S., Kadalmani B., et al. (2008). *Antidiabetic Activity Of Leaf and Callus Extracts Of Aegle marmelos in Rabbit. Science Asia, 34* : 317-321

- Dhankar S., Ruhil S., Balhara M., Dhankar S and Chhillar A.K. (2011). *Aegle marmelos (Linn.) Correa: A potential Source of Phytomedicine. Journal of Medicinal*
- Teklan (Eupatorium riparium) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Aedes aegypti". *BIOMA*. 11 (1)
- Erlan Ardiana Rismansyah, wordpress.com/2010/01/07/ Pembuangan dan Pemusnahan Insektisida
- Kamalakkanan N and Prince P.S. (2003). *Hypoglycemic of water Extracts of Aegle marmelos Fruits in Streptozotocin Diabetic Rats. J Ethnopharmacol. 87 : 207.*
- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati*. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Kesari A.n., Gupta R.K., Singh S.K., Diwakar S and Watal G. (2006). *Hypoglycemic and Antihyperglycemic seed extract in Normal and Diabetic Rats. J Ethnopharmacol, 107 :374.*
- Naresh, C., Adarsh, M., Mehta, & Dodia. (2012). Primary identification of certain phytochemical constituents of aegle marmelos (L.) Corr. Serr responsible for antimicrobial activity against selected vegetable and clinical pathogen. *International Journal of Physical and Social Sciences*.
- Prihatman. 2001. Saponin untuk Pembasmi Hama Udang. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian
- Sabu M.C. and Kuttan R. (2004). Antidiabetic Activity of Aegle marmelos and Its Relationship With Its Antioxidant Properties. *Indian J Physiol Pharmacol. 48(1) :81-88.*
- Samsudin. 2008. Virus Patogen Serangga: Bio-Insektisida Ramah Lingkungan.
- Suparjo. 2008. Saponin Peran dan Pengaruhnya Bagi Ternak dan Manusia. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi: Jambi.
- US EPA. (2002). Indoor Air and Asthma. [www. Epa.gov./asthma](http://www.epa.gov/asthma). Diakses 20 Mei 2011.
- Wijaya, K.A. 2012. *Pengantar Agronomi Sayuran Jakarta: Prestasi Pustaka.*
- Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yunita, E. A., Nanik H. S. dan Jafron W. H. (2009). "Pengaruh Ekstrak Daun



LITERATUR REVIEW: PEMANFAATAN METABARCODING DNA LINGKUNGAN UNTUK MENGANALISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI IKAN

Diah Arum Anggraeni^{1*}, Yustinus Ulung Anggraito², Ning Setiati³

¹Program Studi Magister Ilmu Pengetahuan Alam, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang

²Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

³Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

Corresponding: diaharum21@students.unnes.ac.id

Abstract

Background: Environmental DNA (eDNA) metabarcoding is a new method for assessing biodiversity in which samples are taken from the environment via water, sediment or air from which DNA is extracted, and then amplified using common or universal primers in a polymerase chain reaction and sequenced using next-generation DNA sequencing to produce thousands to millions of sequences. From this data, the presence of species can be determined, and overall biodiversity can be assessed..

Methods: The method used is a literature review using reputable national and international journals

Results: Based on the results of the literature review, the use of eDNA metabarcoding can be used to analyze fish biodiversity. eDNA metabarcoding can be analyzed with primary data, databases, and bioinformatic pipelines.

Conclusion: eDNA metabarcoding has been widely used to study fish communities in lakes and rivers, as well as coastal fish communities. Despite its considerable ability to detect fish species in large aquatic systems, many methods still need to be understood to improve the quality of primers, databases, and pipelines for analyzing fish biodiversity..

Keywords: Analysis, Fish Biodiversity, eDNA Metabarcoding

Abstrak

Latar Belakang: Metabarcoding DNA Lingkungan (eDNA) adalah metode baru untuk menilai keanekaragaman hayati di mana sampel diambil dari lingkungan melalui air, sedimen atau udara tempat DNA diekstraksi, dan kemudian diamplifikasi menggunakan primer umum atau universal dalam reaksi berantai polimerase dan diurutkan menggunakan generasi berikutnya. pengurutan untuk menghasilkan ribuan hingga jutaan sequens. Dari data ini, keberadaan spesies dapat ditentukan, dan keanekaragaman hayati secara keseluruhan dapat dinilai.

Metode: Metode yang digunakan yaitu literatur review menggunakan jurnal nasional dan internasional bereputasi.

Hasil: Berdasarkan hasil tinjauan literatur, pemanfaatan metabarcoding eDNA dapat digunakan untuk menganalisis keanekaragaman hayati ikan. Metabarcoding eDNA dapat dianalisis dengan data primer, database, dan pipeline bioinformatik

Kesimpulan: Metabarcoding eDNA telah banyak digunakan untuk mempelajari komunitas ikan di danau dan sungai, serta komunitas ikan pesisir. Meskipun kemampuannya cukup besar untuk mendeteksi spesies ikan di sistem perairan besar, masih banyak metode yang harus dipahami untuk meningkatkan kualitas primer, database, dan pipeline untuk menganalisis keanekaragaman hayati ikan.

Kata Kunci: Analisis, Keanekaragaman Hayati Ikan, Metabarcoding eDNA



PENDAHULUAN

Luas daratan dan lautan di bumi ini sekitar 510 juta kilometer persegi. Luas lautan sekitar 361 juta kilometer persegi, mencakup 71% dari total luas dunia. Ikan adalah vertebrata tertua, dan menghuni hampir semua lingkungan perairan di bumi, mulai dari danau, sungai, laut, dan samudera. Hilangnya keanekaragaman hayati ikan merupakan salah satu permasalahan dalam perikanan. Perubahan iklim, polusi, eutrofikasi, penangkapan ikan berlebihan, hilangnya habitat, dan spesies invasif dapat memperparah penurunan keanekaragaman hayati ikan dan menghambat atau mencegah pemulihan. Pemantauan ikan termasuk dalam penilaian status ekologi untuk European Water Framework Directive (WFD). Identifikasi morfologi ikan merupakan prosedur yang memakan waktu dan mahal, teknologi pemantauan yang akurat dan hemat biaya diperlukan oleh WFD (2000/60/EC) di Uni Eropa (Pawlowski et al., 2020).

Baru-baru ini, penggunaan DNA lingkungan (eDNA) yang ada di lingkungan perairan atau darat telah diusulkan sebagai alat yang berpotensi ampuh untuk pemantauan ikan non-invasif yang dilakukan WFD (Hering et al., 2018). Penggunaan eDNA pertama untuk mengidentifikasi keberadaan katak Amerika (*Rana catesbeiana*) pada tahun 2008 (Ficetola et al., 2008), dan pada tahun 2012 analisis metabarcoding eDNA pertama digunakan untuk mencatat keanekaragaman hayati ikan laut (Thomsen et al., 2012). Pendekatan metabarcoding eDNA melibatkan amplifikasi PCR dari rangkaian barcode pendek dari eDNA diikuti dengan penggunaan teknologi High-Throughput Sequencing (HTS). Saat ini, teknologi ini telah menjadi alat yang semakin populer untuk memantau keanekaragaman hayati ikan (Bylemans et al., 2018), dengan penelitian yang diterbitkan yang berfokus pada penerapan metode metabarcoding eDNA untuk pemantauan komposisi komunitas ikan di air tawar, laut (McElroy et al., 2020), dan lingkungan laut dalam (McClenaghan et al., 2020).

Dalam permasalahan terkait berkurangnya keanekaragaman hayati ikan serta adanya salah satu manfaat metabarcoding eDNA untuk memantau keanekaragaman hayati ikan, maka disusunlah tinjauan literatur ini untuk mengevaluasi penggunaan metabarcoding eDNA ikan melalui analisis literatur; meninjau

gen penanda, database, dan jalur bioinformatika.

MATERI DAN METODE

Kajian secara sistematis studi literatur dilakukan pada bulan September sampai dengan November 2023. Sumber pustaka pada artikel ini diambil berdasarkan artikel yang berhubungan dengan judul studi literatur yang akan diulas. Sumber pustaka tersebut berupa artikel-artikel hasil penelitian sebelumnya dari jurnal nasional dan internasional. Sumber pustaka tersebut berupa artikel yang diambil dari jurnal nasional dan internasional yang bereputasi. Pencarian artikel ini menggunakan Google scholar, ProQuest, dan Willey.

Pembuatan *literature review* ini diawali dengan melihat *trend* penelitian berbasis biologi molekuler pada bidang lingkungan, lalu dilanjutkan dengan pembuatan resume dan kerangka studi literatur secara umum yang memuat latar belakang, metode, dan hal-hal penting lain yang akan mendukung terkumpulnya informasi secara komprehensif untuk studi literatur ini. Tahap berikutnya adalah mulai menyusun studi literatur sesuai dengan kerangka yang telah disusun berdasarkan informasi-informasi yang telah diperoleh dari berbagai sumber pustaka yang kemudian dianalisis secara deskriptif dan dievaluasi serta dilanjutkan dengan pembuatan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metabarcoding DNA lingkungan menggunakan primer universal untuk memperkuat barcode genetik dari eDNA dalam sampel lingkungan (misalnya air) menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR). Amplikon kemudian diurutkan menggunakan pengurutan throughput tinggi (misalnya platform Miseq dan Hiseq). Komposisi spesies kemudian dapat direkonstruksi menggunakan urutan DNA yang diambil, yang biasanya dibandingkan dengan database publik atau database referensi dengan komunitas spesies yang diharapkan, sehingga spesies dapat diidentifikasi.

Pilihan primer khusus untuk metabarcoding eDNA ikan.

Setelah dilepaskan ke lingkungan, eDNA makro-organisme dapat bertahan di air selama sehari-hari hingga satu bulan. Suhu air, kondisi hidrologi, pH, radiasi UV, salinitas, substrat, kekeruhan, dan kimia air semuanya

dapat mempengaruhi persistensi eDNA di lapangan. Dengan pemikiran ini, primer khusus untuk pengkodean eDNA metabar ikan harus terlebih dahulu memperkuat fragmen DNA pendek untuk memaksimalkan pemulihan DNA dari sampel lingkungan (Deiner et al., 2017). Kedua, primer khusus yang ideal harus memperkuat barcode dengan perpustakaan referensi taksonomi yang memadai (Collins et al., 2019). Selanjutnya, primer khusus harus spesifik untuk kelompok sasaran untuk menghindari amplifikasi yang tidak spesifik. Selain itu, primer khusus harus memperkuat DNA dari semua spesies yang diteliti dengan efisiensi yang sama untuk meminimalkan bias primer (Bylemans et al., 2018).

Database

Database referensi yang dianotasi secara taksonomi yang tidak lengkap dapat menjadi kendala utama terkait dengan metabarcoding eDNA ikan karena penentuan taksonomi amplicon dibuat dengan membandingkannya dengan database referensi. Deteksi spesies yang menyeluruh dan akurat memerlukan cakupan taksa yang diketahui secara komprehensif dalam database referensi (Andersen et al., 2019). Amplicon dapat dibandingkan dengan database referensi publik atau database lokal. Database referensi publik termasuk GenBank di Pusat Basis Data Informasi Bioteknologi Nasional (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), database Laboratorium Biologi Molekuler Eropa (EMBL) (<http://www.ebi.ac.uk/embl>), database Barcode Kehidupan (BOLD) (<http://v4.boldsystems.org>), dan database online Fish Barcode of Life Initiative (FISH-BOL) (<http://www.fishbol.org>). Jika tidak, urutan barcode juga dapat dipertahankan dari mitogenom lengkap, yang telah berkontribusi pada penambahan penanda eDNA yang berguna seperti area "barcode DNA" COI, 12S, 16S, dan Cytb. Mitogenom ini juga tersedia di database publik, misalnya, total 11,049 sekuens mtDNA lengkap dari 3531 spesies ikan dapat diambil dari database nukleotida GenBank, dan sekuens mtDNA lengkap dari 3,034 spesies tersedia di MITOFISH basis data (<http://mitofish.aori.utokyo.ac.jp/>).

Database lokal yang berisi barcode DNA dari fauna ikan lokal juga dapat digunakan untuk membantu identifikasi taksonomi yang lebih akurat. Basis data lokal dapat diperoleh melalui pengurutan sampel jaringan Sanger

atau dengan memperoleh pengurutan dari database publik menggunakan daftar periksa regional atau hasil awal dengan spesies target. Telah terbukti bahwa database referensi lokal berkualitas tinggi telah meningkatkan penugasan taksonomi secara signifikan.

Database publik dapat memberikan cakupan taksonomi yang lebih tinggi tetapi resolusi taksonomi yang lebih rendah untuk kode batang eDNA pendek, sehingga meningkatkan identifikasi spesies yang ambigu atau positif palsu. Sebaliknya, database lokal dapat meningkatkan efisiensi identifikasi spesies dan memastikan identifikasi spesies pada tingkat spesies, meskipun database tersebut hanya mencakup rangkaian genetik spesies lokal. Namun, spesies invasif pada tahap awal invasi atau spesies samar di suatu wilayah kemungkinan besar tidak akan terdeteksi dalam database lokal. Oleh karena itu, disarankan penggunaan gabungan database lokal dan publik untuk mengidentifikasi barcode eDNA. Hal ini mencakup pemeriksaan daftar spesies bersejarah dengan menggunakan database lokal, kemudian menyaring rangkaian spesies yang tidak teridentifikasi di database publik untuk pemeriksaan lebih lanjut terhadap spesies asing dan/atau spesies samar.

Pipeline Bioinformatika

Pemrosesan data sekuens bioinformatik juga merupakan salah satu dari tiga aspek penting metabarcoding eDNA, karena ketatnya bioinformatik dapat mempengaruhi perkiraan keanekaragaman hayati ikan (Evans et al., 2017). Diketahui bahwa standarisasi bioinformatika dalam "pipeline" dapat menjamin kualitas dan reproduktifitas temuan, namun beberapa tingkat penyesuaian juga diperlukan di seluruh penelitian. Untuk analisis metabarcoding eDNA ikan, mengubah data mentah yang dibaca menjadi daftar taksa melibatkan beberapa langkah jaminan kualitas, beberapa di antaranya diperlukan sementara yang lain bersifat opsional (Deiner et al., 2017). Biasanya, penyesuaian minimum untuk data HTS harus mencakup penggabungan dan pemangkasan urutan, pengaturan filter kualitas setidaknya di atas 20 atau 30, menghapus pembacaan singkat, menghapus chimera dan singleton, dan kemudian dereplikasi dan denoising urutan. Lebih khusus lagi, pembacaan mentah yang diperoleh dari pengurutan generasi berikutnya harus diproses terlebih dahulu dan dianalisis

menggunakan perangkat lunak seperti USEARCH, OBITools, Barque, Anacapa, atau QIIME 2. Pertama, pembacaan R1 dan R2 dirakit. Kedua, urutan primer dihilangkan dari kedua tepi bacaan yang telah dirakit. Ketiga, pembacaan berkualitas rendah dengan tingkat kesalahan yang diharapkan sebesar > 1% dan pembacaan yang terlalu pendek akan dihilangkan dengan pemfilteran kualitas. Keempat, pembacaan yang telah diproses

sebelumnya dihilangkan replikasinya. Kelima, pembacaan yang tidak direplikasi ditolak untuk menghasilkan varian urutan amplicon (ASV) yang menghapus semua urutan yang diduga bersifat chimeric dan salah. Pendekatannya berbeda ketika melakukan penentuan molecular operational taxonomic units (MOTU) dan penugasan taksonomi.

Tabel 1. Penelitian Penggunaan Metabarcoding pada Keanekaragaman Hayati Ikan

Judul	Nama dan Tahun	Hasil
Environmental DNA detection of rare and invasive fish species in two Great Lakes tributaries	Balasingham et al., (2018)	Deteksi spesies langka dan terancam punah atau invasif menggunakan aplikasi metabarcoding eDNA menggunakan penanda COI untuk mendeteksi tiga spesies ikan yang terancam punah, satu spesies ikan invasif, dan 78 spesies ikan asli dari dua anak sungai Great Lakes di AS
Environmental DNA reveals quantitative patterns of fish biodiversity in large rivers despite its downstream transportation	Pont et al., (2018)	Penggunaan eDNA untuk memberikan informasi kualitatif dan kuantitatif yang akurat tentang komunitas ikan di danau-danau besar, melalui perbandingan dengan kumpulan data
Detection of rare and invasive freshwater fish species using eDNA pyrosequencing: Lake Iznik ichthyofauna revised	Keskin et al., (2016)	Deteksi spesies langka dan terancam punah atau invasif menggunakan aplikasi metabarcoding eDNA menggunakan penanda Cytb untuk mendeteksi total dari 23 spesies ikan dari 18 lokasi pengambilan sampel di danau Iznik, Turki, termasuk delapan spesies ikan asli yang penting secara ekonomi, tiga spesies ikan invasif, dan lima spesies ikan yang sebelumnya tidak dilaporkan
Blind assessment of vertebrate taxonomic diversity across spatial scales by clustering environmental DNA metabarcoding sequences.	Marques et al.,(2020)	Pengelompokan MOTU telah terbukti secara efektif memperluas penggunaan metabarcoding eDNA dalam ekologi komunitas dan biogeografi, namun hal ini tidak selalu diperlukan. MOTU bergantung pada kumpulan target taksa, kelengkapan database referensi, dan panjang amplicon berurutan. Langkah ini sering dilakukan sebelum penugasan taksonomi, dimana beberapa pembacaan dikelompokkan berdasarkan kriteria yang mengidentifikasi kesamaan berdasarkan inisial awal
The ecologist's field guide to sequence-based identification of biodiversity	Creer et al., (2016).	Tingkat kriteria kesamaan bergantung pada tingkat keanekaragaman intraspesifik dari kelompok yang diteliti yang dapat diperkirakan dari database referensi yang ada, namun rentang batas yang umum digunakan adalah dari 97% hingga 99%. Beberapa algoritma pengelompokan yang umum digunakan termasuk USEARCH, RESEARCH, Algoritma pengelompokan Bayesian (CROP), dan wawasan kuantitatif tentang ekologi mikroba (QIIME).
MitoFish and mifish pipeline: A mitochondrial genome database of fish with an analysis pipeline for environmental DNA metabarcoding	Sato et al., (2018)	Pipeline MiFish di Server MitoFish adalah saluran yang mudah digunakan untuk menganalisis data metabarcoding mitogenomik ikan (yang mencakup data yang dihasilkan menggunakan primer MiFish) untuk memperkirakan komposisi spesies dan karakteristik ekologi lingkungan alami

PEMA: A flexible Pipeline for Environmental DNA Metabarcoding Analysis of the 16S/18S ribosomal RNA, ITS, and COI marker genes	Zafeiropoulos et al., (2020)	Pipeline for Environmental DNA Metabarcoding Analysis (PEMA) berfokus pada 16S dan 18S rRNA, serta data gen penanda ITS dan COI, dan merupakan kumpulan alat analisis metabarcoding utama dalam container yang memerlukan sedikit usaha untuk menyiapkan, menjalankan, dan menyesuaikannya dengan kebutuhan peneliti. Hal ini dapat melakukan pra-pemrosesan baca, pengelompokan MOTU, inferensi varian urutan amplikon, dan penetapan taksonomi dan memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi algoritma alternatif untuk langkah-langkah spesifik dari pipeline tanpa memerlukan eksekusi ulang yang lengkap, sehingga menghasilkan kinerja yang efisien waktu dan hasil yang akurat untuk analisis metabarcoding eDNA PEMA
Benchmarking bioinformatic tools for fast and accurate eDNA metabarcoding species identification	Mathon et al., (2021)	Sebuah pipeline dikembangkan untuk menganalisis fragmen 12S yang diperkuat oleh pasangan teleo primer, yang dibuat dari kotak peralatan yang ada (OBITools, Barque, dan QIIME 2) dan dapat memperoleh kinerja yang sebanding sebaik Barque untuk semua indeks (termasuk sensitivitas, F-measure, root-mean-square error (RMSE) pada pembacaan kelimpahan relatif, dan waktu eksekusi. Ini direkomendasikan sebagai alternatif yang lebih baik daripada pipeline yang sering digunakan (seperti pipeline berbasis QIIME2 dan pipeline OBITools) untuk menganalisis data metabarcoding eDNA ikan.

Penerapan metabarcoding eDNA ikan dalam sistem perairan

Metabarcoding eDNA bersifat non-invasif, hemat biaya, dan lebih sensitif dibandingkan metode pemantauan konvensional, metabarcoding eDNA telah banyak digunakan dalam pengelolaan perikanan dan pemantauan keanekaragaman ikan di ekosistem air tawar dan laut (Collins et al., 2021). Pemanfaatan ini mencakup pemantauan komposisi spesies ikan, struktur komunitas ikan, dan perubahan spasial dan temporal komunitas ikan di berbagai ekosistem perairan seperti kolam, sungai, danau, sungai, muara, dan teluk (Pont et al., 2018) menggunakan metabarcoding eDNA untuk berhasil menggambarkan pola kumpulan ikan memanjang di sungai besar (Sungai Rhone).

Meskipun metabarcoding eDNA memiliki keterbatasan tertentu dan tidak dapat sepenuhnya menggantikan metode survei ikan tradisional, metabarcoding ini dapat digunakan sebagai alat pelengkap yang penting untuk mengidentifikasi keanekaragaman ikan dan distribusi spasial ikan dengan cepat, mengurangi campur tangan pemantauan tradisional terhadap ekosistem perairan, memperpendek siklus survei, meningkatkan efisiensi deteksi, dan menyediakan data yang andal untuk respons cepat terhadap konservasi ekologi perairan

SIMPULAN

Tinjauan ini menunjukkan bahwa pendekatan metabarcoding eDNA telah banyak digunakan untuk mempelajari komunitas ikan di danau dan sungai, serta komunitas ikan pesisir. Meskipun kemampuannya cukup besar untuk mendeteksi spesies ikan di sistem perairan besar, masih banyak metode yang harus dipahami untuk meningkatkan kualitas primer, database, dan pipeline untuk menganalisis keanekaragaman hayati ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, J. C., Oboyski, P., Davies, N., Charlat, S., Ewing, C., Meyer, C., Krehenwinkel, H., Lim, J. Y., Noriyuki, S., Ramage, T., Gillespie, R. G., & Roderick, G. K. (2019). Categorization of species as native or nonnative using DNA sequence signatures without a complete reference library. *Ecological Applications*, 29(5), 1–11. <https://doi.org/10.1002/eap.1914>
- Balasingham, K. D., Walter, R. P., Mandrak, N. E., & Heath, D. D. (2018). Environmental DNA detection of rare and invasive fish species in two Great Lakes tributaries. *Molecular Ecology*, 27(1), 112–127. <https://doi.org/10.1111/mec.14395>

- Belle, C. C., Stoeckle, B. C., & Geist, J. (2019). Taxonomic and geographical representation of freshwater environmental DNA research in aquatic conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(11), 1996–2009. <https://doi.org/10.1002/aqc.3208>
- Bohmann, K., Evans, A., Gilbert, M. T. P., Carvalho, G. R., Creer, S., Knapp, M., Yu, D. W., & de Bruyn, M. (2014). Environmental DNA for wildlife biology and biodiversity monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, 29(6), 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.04.003>
- Bolyen, E., Rideout, J. R., Dillon, M. R., Bokulich, N. A., Abnet, C. C., Al-Ghalith, G. A., Alexander, H., Alm, E. J., Arumugam, M., Asnicar, F., Bai, Y., Bisanz, J. E., Bittinger, K., Brejnrod, A., Brislawn, C. J., Brown, C. T., Callahan, B. J., Caraballo-Rodríguez, A. M., Chase, J., ... Caporaso, J. G. (2019). Author Correction: Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2 (Nature Biotechnology, (2019), 37, 8, (852-857), 10.1038/s41587-019-0209-9). *Nature Biotechnology*, 37(9), 1091. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0252-6>
- Bylemans, J., Gleeson, D. M., Hardy, C. M., & Furlan, E. (2018). Toward an ecoregion scale evaluation of eDNA metabarcoding primers: A case study for the freshwater fish biodiversity of the Murray–Darling Basin (Australia). *Ecology and Evolution*, 8(17), 8697–8712. <https://doi.org/10.1002/ece3.4387>
- Collins, R. A., Bakker, J., Wangenstein, O. S., Soto, A. Z., Corrigan, L., Sims, D. W., & Mariani, S. (2019). *Methods Ecol Evol - 2019 - Collins - Non-specific amplification compromises environmental DNA metabarcoding with COI.pdf*.
- Collins, R. A., Trauzzi, G., Maltby, K. M., Gibson, T. I., Ratcliffe, F. C., Hallam, J., Rainbird, S., Maclaine, J., Henderson, P. A., Sims, D. W., Mariani, S., & Genner, M. J. (2021). Meta-Fish-Lib: A generalised, dynamic DNA reference library pipeline for metabarcoding of fishes. *Journal of Fish Biology*, 99(4), 1446–1454. <https://doi.org/10.1111/jfb.14852>
- Creer, S., Deiner, K., Frey, S., Porazinska, D., Taberlet, P., Thomas, W. K., Potter, C., & Bik, H. M. (2016). The ecologist's field guide to sequence-based identification of biodiversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(9), 1008–1018. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12574>
- Czeglédi, I., Sály, P., Specziár, A., Preiszner, B., Szalóky, Z., Maroda, Á., Pont, D., Meulenbroek, P., Valentini, A., & Erős, T. (2021). Congruency between two traditional and eDNA-based sampling methods in characterising taxonomic and trait-based structure of fish communities and community-environment relationships in lentic environment. *Ecological Indicators*, 129(July). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107952>
- Deiner, K., Bik, H. M., Mächler, E., Seymour, M., Lacoursière-Roussel, A., Altermatt, F., Creer, S., Bista, I., Lodge, D. M., de Vere, N., Pfrender, M. E., & Bernatchez, L. (2017). Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. *Molecular Ecology*, 26(21), 5872–5895. <https://doi.org/10.1111/mec.14350>
- Deng, J., Zhang, H., Wang, Q., Kong, F., Zhao, H., Zhang, L., & Jiang, W. (2023). An Optimized Environmental DNA Method to Improve Detectability of the Endangered Sichuan Taimen (*Hucho bleekeri*). *Fishes*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/fishes8070339>
- Eren, A. M., Morrison, H. G., Lescault, P. J., Reveillaud, J., Vineis, J. H., & Sogin, M. L. (2015). Minimum entropy decomposition: Unsupervised oligotyping for sensitive partitioning of high-throughput marker gene sequences. *ISME Journal*, 9, 968–979. <https://doi.org/10.1038/ismej.2014.195>
- Evans, N. T., Li, Y., Renshaw, M. A., Olds, B. P., Deiner, K., Turner, C. R., Jerde, C. L., Lodge, D. M., Lamberti, G. A., & Pfrender, M. E. (2017). Fish community assessment with eDNA metabarcoding: Effects of sampling design and bioinformatic filtering. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(9), 1362–1374. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0306>
- Evans, N. T., Olds, B. P., Renshaw, M. A., Turner, C. R., Li, Y., Jerde, C. L., Mahon, A. R., Pfrender, M. E., Lamberti, G. A., & Lodge, D. M. (2016). Quantification of

- mesocosm fish and amphibian species diversity via environmental DNA metabarcoding. *Molecular Ecology Resources*, 16(1), 29–41. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12433>
- Ficetola, G. F., Miaud, C., Pompanon, F., & Taberlet, P. (2008). Species detection using environmental DNA from water samples. *Biology Letters*, 4(4), 423–425. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0118>
- Gweon, H. S., Oliver, A., Taylor, J., Booth, T., Gibbs, M., Read, D. S., Griffiths, R. I., & Schonrogge, K. (2015). PIPITS: An automated pipeline for analyses of fungal internal transcribed spacer sequences from the Illumina sequencing platform. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(8), 973–980. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12399>
- Hänfling, B., Handley, L. L., Read, D. S., Hahn, C., Li, J., Nichols, P., Blackman, R. C., Oliver, A., & Winfield, I. J. (2016). Environmental DNA metabarcoding of lake fish communities reflects long-term data from established survey methods. *Molecular Ecology*, 25(13), 3101–3119. <https://doi.org/10.1111/mec.13660>
- Hering, D., Borja, A., Jones, J. I., Pont, D., Boets, P., Bouchez, A., Bruce, K., Drakare, S., Hänfling, B., Kahlert, M., Leese, F., Meissner, K., Mergen, P., Reyjol, Y., Segurado, P., Vogler, A., & Kelly, M. (2018). Implementation options for DNA-based identification into ecological status assessment under the European Water Framework Directive. *Water Research*, 138, 192–205. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2018.03.003>
- Keskin, E., Unal, E. M., & Atar, H. H. (2016). Detection of rare and invasive freshwater fish species using eDNA pyrosequencing: Lake Iznik ichthyofauna revised. *Biochemical Systematics and Ecology*, 67, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.05.020>
- Marques, V., Guérin, P. É., Rocle, M., Valentini, A., Manel, S., Mouillot, D., & Dejean, T. (2020). Blind assessment of vertebrate taxonomic diversity across spatial scales by clustering environmental DNA metabarcoding sequences. *Ecography*, 43(12), 1779–1790. <https://doi.org/10.1111/ecog.05049>
- Marques, V., Milhau, T., Albouy, C., Dejean, T., Manel, S., Mouillot, D., & Juhel, J. B. (2021). GAPeDNA: Assessing and mapping global species gaps in genetic databases for eDNA metabarcoding. *Diversity and Distributions*, 27(10), 1880–1892. <https://doi.org/10.1111/ddi.13142>
- Mathon, L., Valentini, A., Guérin, P. E., Normandeau, E., Noel, C., Lionnet, C., Boulanger, E., Thuiller, W., Bernatchez, L., Mouillot, D., Dejean, T., & Manel, S. (2021). Benchmarking bioinformatic tools for fast and accurate eDNA metabarcoding species identification. *Molecular Ecology Resources*, 21(7), 2565–2579. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13430>
- McClenaghan, B., Fahner, N., Cote, D., Chawarski, J., McCarthy, A., Rajabi, H., Singer, G., & Hajibabaei, M. (2020). Harnessing the power of eDNA metabarcoding for the detection of deep-sea fishes. *PLoS ONE*, 15(11 November), 4–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236540>
- McElroy, M. E., Dressler, T. L., Titcomb, G. C., Wilson, E. A., Deiner, K., Dudley, T. L., Eliason, E. J., Evans, N. T., Gaines, S. D., Lafferty, K. D., Lambert, G. A., Li, Y., Lodge, D. M., Love, M. S., Mahon, A. R., Pfrender, M. E., Renshaw, M. A., Selkoe, K. A., & Jerde, C. L. (2020). Calibrating Environmental DNA Metabarcoding to Conventional Surveys for Measuring Fish Species Richness. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00276>
- Miya, M., Gotoh, R. O., & Sado, T. (2020). MiFish metabarcoding: a high-throughput approach for simultaneous detection of multiple fish species from environmental DNA and other samples. In *Fisheries Science* (Vol. 86, Issue 6). Springer Japan. <https://doi.org/10.1007/s12562-020-01461-x>
- Pawlowski, J., Apothéoz-Perret-Gentil, L., & Altermatt, F. (2020). Environmental DNA: What's behind the term? Clarifying the terminology and recommendations for its future use in biomonitoring. *Molecular Ecology*, 29(22), 4258–4264. <https://doi.org/10.1111/mec.15643>
- Pont, D., Rocle, M., Valentini, A., Civade, R., Jean, P., Maire, A., Roset, N., Schabuss, M., Zornig, H., & Dejean, T. (2018). Environmental DNA reveals quantitative patterns of fish biodiversity in large rivers

- despite its downstream transportation. *Scientific Reports*, 8(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28424-8>
- Rees, H. C., Gough, K. C., Middleditch, D. J., Patmore, J. R. M., & Maddison, B. C. (2015). Applications and limitations of measuring environmental DNA as indicators of the presence of aquatic animals. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), 827–831. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12467>
- Ruppert, K. M., Kline, R. J., & Rahman, M. S. (2019). Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00547. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00547>
- Sato, Y., Miya, M., Fukunaga, T., Sado, T., & Iwasaki, W. (2018). MitoFish and mifish pipeline: A mitochondrial genome database of fish with an analysis pipeline for environmental DNA metabarcoding. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1553–1555. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy074>
- Shu, L., Ludwig, A., & Peng, Z. (2021). Environmental DNA metabarcoding primers for freshwater fish detection and quantification: In silico and in tanks. *Ecology and Evolution*, 11(12), 8281–8294. <https://doi.org/10.1002/ece3.7658>
- Somervuo, P., Koskela, S., Pennanen, J., Henrik Nilsson, R., & Ovaskainen, O. (2016). Unbiased probabilistic taxonomic classification for DNA barcoding. *Bioinformatics*, 32(19), 2920–2927. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btw346>
- Stoeckle, M. Y., Soboleva, L., & Charlop-Powers, Z. (2017). Aquatic environmental DNA detects seasonal fish abundance and habitat preference in an urban estuary. *PLoS ONE*, 12(4), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175186>
- Thomsen, P. F., Kielgast, J., Iversen, L. L., Møller, P. R., Rasmussen, M., & Willerslev, E. (2012). Detection of a Diverse Marine Fish Fauna Using Environmental DNA from Seawater Samples. *PLoS ONE*, 7(8), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041732>
- Valentini, A., Taberlet, P., Miaud, C., Civade, R., Herder, J., Thomsen, P. F., Besnard, A., Coissac, E., & Boyer, F. (2019). *Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding To cite this version : HAL Id : hal-01419572.*
- Wangensteen, O. S., Palacín, C., Guardiola, M., & Turon, X. (2018). DNA metabarcoding of littoral hardbottom communities: High diversity and database gaps revealed by two molecular markers. *PeerJ*, 2018(5), 1–30. <https://doi.org/10.7717/peerj.4705>
- Zafeiropoulos, H., Viet, H. Q., Vasileiadou, K., Potirakis, A., Arvanitidis, C., Topalis, P., Pavloudi, C., & Pafilis, E. (2020). PEMA: A flexible Pipeline for Environmental DNA Metabarcoding Analysis of the 16S/18S ribosomal RNA, ITS, and COI marker genes. *GigaScience*, 9(3), 1–12. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giaa022>

LITERATURE REVIEW: *ME TALLOTHIONEIN* SEBAGAI PROTEIN PENGIKAT LOGAM UNTUK BIOREMEDIASI LOGAM BERAT

Amriyah Ummi Ma'rifah^{1*}, Yustinus Ulung Anggraito², Ning Setiati³

Program Studi Magister Ilmu Pengetahuan Alam, Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang

Corresponding: amriyah59@students.unnes.ac.id

Abstract

Background: The purpose of bioremediation is to remove or reduce dangerous compounds to improve environmental quality, one of which is heavy metals. Metal-binding proteins can minimize the impact of heavy metal pollution from the environment. This metal binding protein can accumulate metals by microorganisms. One of the known metal-binding proteins is metallothioneins (MTs). This protein can minimize the effects of heavy metals in the environment by creating protein-metal ion complex bonds. This review article provides a comprehensive insight into the role of metallothionein as a metal-binding protein for heavy metal accumulation, and the mechanisms involved in heavy metal bioremediation

Methods: The method used is a literature review using reputable national and international journals.

Results: Based on the results of a literature review, metallothionein can be found in many organisms such as bacteria, humans, plants, invertebrates, and mammals. Metallothionein can accumulate heavy metals that contain highly conserved cysteine residues. These residues allow MTs to bind, transport, and store various essential (Zn and Cu) and non-essential (Cd and Hg) heavy metals via thiolate bonding.

Conclusion: Heavy metals are dangerous for the survival of living things and can cause damage to vital functions. One of the metal-binding proteins is metallothionein, which is involved in the organism's tolerance to heavy metal content and can accumulate it, so that the effects of heavy metals can be minimized.

Keywords: *Bioremediation, Protein, Heavy metal, Metallothionein*

Abstrak

Latar Belakang: Tujuan bioremediasi adalah menghilangkan atau mengurangi senyawa berbahaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan, salah satu bahan berbahaya adalah logam berat. Protein pengikat logam dapat meminimalkan dampak pencemaran logam berat dari lingkungan. Protein pengikat logam ini dapat mengakumulasi logam oleh mikroorganisme. Salah satu protein pengikat logam yang diketahui adalah *metallothionein* (MT). Protein ini dapat meminimalisir efek logam berat pada lingkungan dengan membuat ikatan kompleks protein-ion logam. Tinjauan artikel ini memberikan wawasan komprehensif mengenai peran *metallothionein* sebagai protein pengikat logam untuk akumulasi logam berat, dan mekanisme yang terlibat dalam bioremediasi logam berat.

Metode: Metode yang digunakan yaitu literatur review menggunakan jurnal nasional dan internasional bereputasi.

Hasil: Berdasarkan hasil tinjauan literatur, metallothionein dapat ditemukan pada banyak organisme seperti bakteri, manusia, tumbuhan, hewan invertebrata dan mamalia. Metallothionein dapat mengakumulasi logam berat yang mengandung residu sisteinil yang sangat terkonservasi. Residu ini memungkinkan MT untuk mengikat, mengangkut, dan menyimpan berbagai logam berat esensial (Zn dan Cu) dan non-esensial (Cd dan Hg) melalui ikatan tiolat.

Kesimpulan: Logam berat berbahaya bagi kelangsungan hidup makhluk hidup dan dapat menyebabkan kerusakan fungsi vital. Protein pengikat logam salah satunya ialah *metallothionein* yang terlibat dalam toleransi organisme terhadap kandungan logam berat dan dapat mengakumulasi logam berat, sehingga efek logam berat dapat diminimalisir.

Kata Kunci: *Bioremediasi, Protein, Metallothionein, Heavy metal*

PENDAHULUAN

Saat ini aktivitas manusia semakin meningkat sejalan dengan kebutuhan yang diperlukan dari masa ke masa karena peningkatan populasi penduduk dunia yang menyebabkan lingkungan menjadi semakin tercemar dengan sejumlah besar kontaminan berbahaya dari berbagai sumber (Raghunandan *et al.*, 2018). Kontaminan dan polutan yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan ini tidak hanya berasal dari bahan alami namun juga bahan berbahaya seperti logam, dan zat kimia berbahaya lainnya. Terdapat beberapa konsekuensi industrialisasi di setiap wilayah global yang mempengaruhi lingkungan tempat tinggal manusia sehingga berpengaruh terhadap kesehatan dan dapat membahayakan, akibat yang ditimbulkan ialah sumber daya alam yang berkurang, peningkatan emisi karbon dan polusi (Ahuti, 2015). Pencemaran lingkungan ialah terdapatnya zat yang berbahaya pada lingkungan dan dapat menyebabkan kerusakan dan gangguan pada organisme hidup dan ekosistem (Bala *et al.*, 2022).

Pencemaran ini biasanya terjadi karena adanya industri manufaktur (misalnya deterjen dan pewarna), sektor pertanian (misalnya pupuk dan pestisida), industri pertambangan (misalnya sianida dan asam sulfat) dan perusahaan konstruksi (misalnya semen dan logam). Polutan ini mempunyai dampak buruk terhadap kesehatan tumbuhan, hewan, dan manusia (Ayilara & babalola, 2023).

Bioremediasi adalah teknik yang menggunakan organisme hidup, seperti mikroba, bakteri, jamur, dan tanaman, untuk menghilangkan kontaminan, polutan, dan zat yang bersifat toksik dari tanah, air, dan lingkungan lainnya (Megharaj *et al.*, 2014). Logam berat dan radionuklida merupakan unsur yang tidak dapat terbiodegradasi, namun dapat diubah secara biologis menjadi bentuk yang tidak terlalu aktif. Bioremediasi adalah teknik pembersihan efektif untuk menghilangkan limbah beracun dari lingkungan tercemar yang kini semakin populer (Gogoi *et al.*, 2021).

Bioremediasi dengan teknologi biologi molekuler adalah teknik yang menggunakan pendekatan dan alat-alat biologi molekuler untuk mempelajari mikroorganisme yang terlibat dalam perbaikan lingkungan dengan bioremediasi. Teknik biologi molekuler dapat digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme yang terlibat dalam bioremediasi dan mengevaluasi peran serta

fisiologinya menggunakan kombinasi teknik eksperimental dan pemodelan genom (Hou *et al.*, 2020). Salah satu cara dari teknologi biomelekuler yang dapat diterapkan ialah dengan mengamati ekspresi gen dan penggunaan protein-protein hasil sintesis pada DNA.

MATERI DAN METODE

Kajian secara sistematis studi literatur dilakukan pada bulan September sampai dengan November 2023. Sumber pustaka pada artikel ini diambil berdasarkan artikel yang berhubungan dengan judul studi literatur yang akan diulas. Sumber pustaka tersebut berupa artikel-artikel hasil penelitian sebelumnya dari jurnal nasional dan internasional. Sumber pustaka tersebut berupa artikel yang diambil dari jurnal nasional dan internasional yang bereputasi. Pencarian artikel ini menggunakan Google scholar, Harzing Publish or Perish, dan ProQuest.

Pembuatan literature review ini diawali dengan melihat trend penelitian berbasis biologi molekuler pada bidang lingkungan, lalu dilanjutkan dengan pembuatan resume dan kerangka studi literatur secara umum yang memuat latar belakang, metode, dan hal-hal penting lain yang akan mendukung terkumpulnya informasi secara komprehensif untuk studi literatur ini. Tahap berikutnya adalah mulai menyusun studi literatur sesuai dengan

kerangka yang telah disusun berdasarkan informasi-informasi yang telah diperoleh dari berbagai sumber pustaka yang kemudian dianalisis secara deskriptif dan dievaluasi serta dilanjutkan dengan pembuatan kesimpulan (Mudaningrat, *et al.*, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Bioremediasi

Bioremediasi bukan merupakan konsep baru, melainkan telah mengalami perkembangan dari masa ke masa, terutama setelah dapat dikaitkan dengan peran mikrobiologi dan biologi molekuler, bioremediasi telah mengalami perkembangan pesat. Bioremediasi telah ada dan digunakan sejak sekitar 600 SM oleh orang Romawi kuno untuk mengolah air limbah mereka menggunakan mikroorganisme. Sejarah bioremediasi dimulai pada tahun 1940-an ketika para ilmuwan memahami bahwa hidrokarbon minyak bumi dapat didegradasi oleh bakteri pendegradasi minyak.

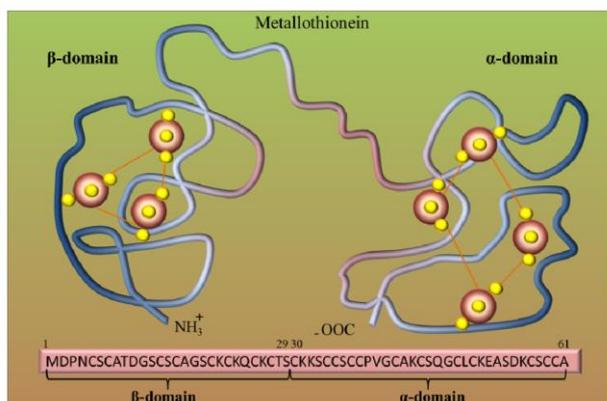
Bioremediasi dapat didefinisikan sebagai proses yang menggunakan entitas biologis apa pun untuk memulihkan polutan dengan bantuan bakteri, jamur, alga, tumbuhan atau bagian makhluk hidup apa pun seperti enzim, atau eksopolisakarida (Guo *et al.*, 2021) Di antara semua organisme hidup, bakteri dikenal luas karena kemanjuran bioremediasinya, fleksibilitas, dan kemampuan beradaptasi bakteri. Bakteri mampu tumbuh dalam kondisi buruk dengan mengembangkan kemampuan beradaptasi mekanisme (Barbato *et al.*, 2019).

Metallothionein sebagai protein pengikat logam berat

Protein pengikat logam merupakan molekul protein yang dikodekan hasil dari proses biosintesis protein pada DNA tepatnya pada fase transkripsi yang memiliki kemampuan berikatan dengan ion logam berat seperti kadmium (Cd), nikel (Ni), arsen (As), dan timbal (Pb). Protein pengikat logam dapat meminimalisir logam berat dari lingkungan sehingga dampak berbahayanya dapat diminimalkan. Protein pengikat logam diteliti dan digunakan untuk meningkatkan aktivitas akumulasi logam oleh mikroorganisme. Beberapa jenis protein pengikat logam dan peptida yang dikenal seperti, metallothionein,

fitokelatin (PCs), CdBP, CP, dan HP. Molekul-molekul protein pengikat logam tersebut dapat menghilangkan logam berat dari lingkungan dengan membuat kompleks protein-ion logam (Khalid *et al.*, 2021). Kajian literatur ini akan berfokus pada protein pengikat logam jenis metallothionein.

Metallothionein adalah keluarga protein kaya sistein karena MT memiliki gugus s yang cukup banyak yakni 30%. MT memiliki berat molekul rendah dan dapat ditemukan pada berbagai kelompok taksonomi dengan heterogenitas tingkat tinggi (Krezel & Maret, 2021). Metallothionein disintesis terutama di organ hati dan ginjal manusia, namun juga ditemukan di sejumlah tempat lain (Jafarian, 2017). Protein pengikat logam jenis metallothionein dapat ditemukan pada bakteri, tumbuhan, invertebrata, dan mamalia dengan panjang masing-masing ialah 56 aa, 65 aa, 66 aa, dan 63 aa protein. Metallothionein memiliki peran penting dalam homeostasis logam dan perlindungan terhadap toksisitas logam berat. Metallothionein terlibat dalam detoksifikasi logam, yang dapat diinduksi oleh banyak logam berat termasuk kadmium (Si, 2018). Protein ini bahkan berperan penting dalam detoksifikasi, transportasi, dan penyimpanan logam dalam darah manusia (Rahman *et al.*, 2017).



Gambar 1. Struktur metallothionein

Metallothionein juga terlibat dalam transportasi, penyimpanan dan detoksifikasi timbal (Benhalima *et al.*, 2020). Produksi metallothionein pada bakteri umumnya ditentukan oleh konsentrasi seberapa berat logam. Bakteri penghasil MT resisten terhadap konsentrasi timbal yang tinggi dan dapat berfungsi sebagai alat terbaik untuk bioremediasi. Satu molekul MT memiliki 20 residu sistein dan dapat mengikat tujuh atom timbal (Chen *et al.*, 2019). Residu ini

memungkinkan MT untuk mengikat, mengangkut, dan menyimpan berbagai logam berat esensial (Zn dan Cu) dan non-esensial (Cd dan Hg) melalui ikatan tiolat.

Produksi MT pada bakteri umumnya ditentukan oleh konsentrasi logam berat pada lingkungan tertentu. Bakteri penghasil MT resisten terhadap timbal konsentrasi tinggi dan dapat berfungsi sebagai alat terbaik untuk bioremediasi (Pooja, 2021).

Terdapat beberapa jenis logam berat yang dapat berikatan dengan protein MT antara lain: (1) Logam berat fisiologis: Metallothionein dapat berikatan dengan logam berat fisiologis seperti seng, tembaga, dan selenium, (2) Logam berat xenobiotik: Metallothionein dapat mengikat logam berat xenobiotik seperti kadmium, merkuri, perak, arsenik, dan timbal, (3) Logam berat beracun: Metallothionein dapat mengikat logam berat beracun seperti kadmium, merkuri, dan arsenik.

Mekanisme Pengikatan Logam oleh Protein MT

Sebuah studi yang dilakukan oleh Jiang et al.(2019) dengan rancangan ikatan metallothionein dengan timbal menjelaskan bahwa situs aktif metallothionein mempunyai bentuk dan struktur mirip piramida dan ikatan dengan timbal menempati posisi teratas, sedangkan atom sulfur berasosiasi lemah dibandingkan timbal.

Pengikatan timbal ke situs aktif dari protein metallothionein mendistorsi seluruh struktur residu sistein yang terdapat pada dalam metallothionein. Metallothionein sebagian besar bertanggung jawab atas secara intraseluler dengan berikatan dengan timbal dimana reaksi setelah penyerapan timbal oleh protein ini ini bersifat ireversibel (Jiang et al., 2019). Stabilitas ikatan tersebut berpengaruh negatif terhadap efisiensi hidrasi logam berat. Maka, timbal dapat diikat oleh metallothionein lebih efisien dibandingkan logam berat lainnya seperti seng, kobalt, dan kadmium (Peshkov & Khursan, 2017).

Penelitian lainnya menguji coba protein fusi metallothionein yang dirancang untuk menghilangkan timbal dari air dan makanan. Hasil penelitian ini terbukti bahwa metallothionein berkontribusi besar terhadap penghilangan timbal sesuai pada Tabel 1 (Xiao et al., 2020). Dengan demikian, bakteri penghasil metallothionein atau metallothionein yang diekstrak dari bakteri dapat digunakan paling efektif untuk bioremediasi jenis timbal.

Singkatnya, pengikatan logam berat ke MT dipengaruhi toksisitas logam berat dengan cara mendetoksifikasi logam berat, melindungi sel dari toksisitas logam berat, mengatur ekspresi metallothionein, dan berfungsi sebagai biomarker pencemaran logam berat di ekosistem (Wong et al., 2017). Metallothionein bertanggungjawab dan berfungsi dalam transportasi logam berat intraseluler dan akumulasinya dalam organel tertentu dikendalikan oleh MT serta molekul pengikat logam berat lainnya, seperti badan polifosfat (Balzano et al., 2020). Meskipun tingkat biosorpsi logam berat dapat ditingkatkan dengan memanipulasi kondisi fisiko-kimia (suhu dan pH) yang terpapar pada logam berat dan substrat mikroalga, untuk meningkatkan bioakumulasi logam berat, para peneliti telah secara rekombinan menggunakan sistem penyimpanan-impor, yang meliputi saluran, pembawa sekunder, serta pengangkut aktif primer (Diep et al., 2018). Beberapa penelitian yang relevan dengan topik ini disajikan secara ringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Penggunaan Protein Pengikat Logam Metallothionein dalam Bioremediasi

Judul	Nama dan Tahun	Organisme yang tereksresi Metallothionein dan logam yang diikat	Metode
In Silico Bioremediation Study to Identify Essential Residues of Metallothionein Enhancing the Bioaccumulation of Heavy Metals in Pseudomonas aeruginosa.	Tasleem , et al.(2023)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> digunakan untuk bioremediasi cemaran Cd dan Pb	Sequence protein metallothionein dari <i>P. aeruginosa</i> . Docking model terbaik dengan logam berat dilakukan untuk memeriksa interaksi intramolekul. Protein target ditemukan termasuk dalam keluarga “ <i>metallothionein_pro</i> ” dan menunjukkan hubungan ortologis yang erat dengan bakteri resisten logam berat lainnya.
Cry Protein Crystal- Immobilized Metallothioneins	Sun, et al. (2019)	<i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) bioremediasi terhadap cemaran cadmium and	Serangkaian konstruksi Cry3Aa-SmtA dihasilkan oleh fusi. Sel-sel tersebut diekspresikan berlebih pada suhu 25 °C selama 72 jam, setelah itu pellet dipanen dan sentrifugasi pada 8000 rpm

for Bioremediation of Heavy Metals from Water		chromium	selama 10 menit. Over expression Bt dalam produksi kristal fusi Cry3Aa-SmtA murni yang menunjukkan ukuran, kristalinitas, dan morfologinya mirip dengan kristal protein Cry3Aa asli. Ketiga konstruksi Cry3Aa-SmtA menunjukkan pengikatan yang efisien terhadap kadmium dan kromium.
Increased copper bioremediation ability of new transgenic and adapted <i>Saccharomyces cerevisiae</i> strains	Geva, et al. (2016)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> bioremediasi terhadap cemaran ion tembaga	Strain baru <i>S. cerevisiae</i> diproduksi melalui konstruksi dan integrasi gen MT2 rekombinan dan GFP-hMT2 ke dalam sel yeast. Strain yMNWTA01 tambahan diperoleh melalui adaptasi strain <i>S. cerevisiae</i> tipe liar BY4743 terhadap konsentrasi tembaga yang tinggi. Strain tersebut menunjukkan peningkatan kemampuan untuk bioremediasi ion tembaga.
Cytosolic expression of synthetic phytochelatin and bacterial metallothionein genes in <i>Deinococcus radiodurans</i> R1 for enhanced tolerance and bioaccumulation of cadmium	Ruchi et al., (2014)	<i>Deinococcus radiodurans</i> bioremediasi terhadap cemaran kadmium	Gen sintetik (EC20) yang mengkode analog fitochelatin dengan dua puluh unit glutamat dan sistein berulang dibuat dengan ekstensi yang tumpang tindih dan diekspresikan dalam DR1. Gen cyanobacterial metallothionein (MT), smtA diklon untuk ekspresi intraseluler pada DR1. Strain DR1 yang membawa EC20 rekombinan menunjukkan toleransi 2,5 kali lipat lebih tinggi terhadap Cd ²⁺ dan mengakumulasi Cd ²⁺ 1,21 kali lipat lebih besar
Mercury resistance and accumulation in <i>Escherichia coli</i> with cell surface expression of fish metallothionein	Lin, et al. (2010)	Recombinant tilapia (<i>Oreochromis mossambicus</i>) bioremediasi terhadap cemaran merkuri	CDNA MT mamalia diklon dari plasmid dari tikus MT1 (mMT). CDNA diamplifikasi dengan pasangan primer spesifik. Setiap strain bakteri ditanam dalam broth Luria-Bertani (LB) dan nutrisi. Ketika Tilapia MT (tMT) digabungkan dengan protein membran luar, protein membran luar C (OmpC), ini memberikan peningkatan resistensi dibandingkan dengan tMT sitoplasma yang diekspresikan dalam sel inang yang sama. TMT yang diekspresikan secara sitoplasma menunjukkan adsorpsi merkuri yang tinggi.
Isolation, molecular characterization and functional analysis of OeMT2, an olive metallothionein with a bioremediation potential	Dundar, et al. (2014)	<i>Olea europaea</i> (zaitun) bioremediasi terhadap cemaran tembaga dan kadmium	CDNA yang mengkode metallothionein tipe 2 dari zaitun diisolasi dari daun, dikarakterisasi dan diberi nama OeMT2. OeMT2 diekspresikan dalam <i>Escherichia coli</i> , dan pita protein tunggal dikonfirmasi dengan analisis protein gel blot. Uji toleransi logam dan pengukuran ICP menunjukkan bahwa OeMT2 secara efektif mengikat Cu dan Cd. Analisis PCR menunjukkan bahwa OeMT2 diekspresikan di semua jaringan pohon zaitun.
Bioremediation potential of Cd by transgenic yeast expressing a metallothionein gene from <i>Populus trichocarpa</i>	De Oliveira, et al., (2020)	<i>Populus trichocarpa</i> bioremediasi terhadap cemaran kadmium, besi dan magnesium	Menransformasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (WT) tipe liar dengan dua versi gen <i>Populus trichocarpa</i> (PtMT2b) yang mengkode metallothionein: satu dengan urutan asli (PtMT2b 'C') dan yang lainnya dengan urutan yang bermutasi, dengan substitusi asam amino (C3Y, dinamai: PtMT2b 'Y'). WT dan kedua yeast yang ditransformasi ditanam di bawah tekanan Cd, dalam agar dan media cair. Ragi mutan yang membawa PtMT2b 'Y' memiliki pertumbuhan yang sedikit lebih tinggi pada media yang Mn dan Fe dibandingkan ragi non-transgenik, hal ini menunjukkan bahwa protein transgenik dapat

<p>Expression of metallothionein of freshwater crab (<i>Sinopotamon henanense</i>) in <i>Escherichia coli</i> enhances tolerance and accumulation of zinc, copper and cadmium</p>	<p>He, et al., (2013)</p>	<p><i>Sinopotamon henanense</i> bioremediasi terhadap zinc</p>
---	---------------------------	--

mengikat logam-logam ini. *S. cerevisiae* yang membawa perubahan gen potensi bioremediasi Cd dari air limbah atau cairan terkontaminasi lainnya.

Gen MT untuk kepiting dimasukkan ke dalam vektor PET-28a-6His-SUMO dan MT rekombinan diekspresikan secara berlebihan sebagai fusi dengan SUMO pada *Escherichia coli*. Berdasarkan konstruksi SUMO-MT, dua mutan, yaitu SUMO MTt1 dan SUMO-MTt2, dibangun untuk mengubah struktur primer SUMO-MT menggunakan teknik mutagenesis terarah. Sel *E. coli* yang mengekspresikan SUMO-MT dan protein mutan tunggal ini menunjukkan peningkatan toleransi logam dan akumulasi ion logam yang lebih tinggi dibandingkan sel kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *E. coli* memiliki toleransi yang rendah dan akumulasi yang tinggi terhadap kadmium dibandingkan dengan seng dan tembaga.

Kelemahan Protein Metallothionein dalam Pengikatan Logam

Telah ditunjukkan pula bahwa MT yang berekspresi berlebihan pada suatu organisme mungkin tidak efektif untuk meningkatkan serapan logam, karena tingginya protein ini dapat memicu agregasi bentuk yang *misfolded forms* pada struktur protein sehingga mengarah pada pembentukan yang tidak efisien atau protein yang tidak stabil dan mengakibatkan tingkat serapan logam yang justru lebih rendah (Diep *et al.*, 2018).

SIMPULAN

Protein metallothionein (MT) dalam kemampuannya dalam bioremediasi dipengaruhi tingkat toksisitas logam berat kemudian protein tersebut mendetoksifikasi logam berat, melindungi sel dari toksisitas logam berat, mengatur ekspresi metallothionein, dan berfungsi sebagai biomarker pencemaran logam berat di ekosistem Logam berat berbahaya bagi kelangsungan hidup makhluk hidup dan dapat menyebabkan kerusakan fungsi vital. Protein pengikat logam salah satunya ialah methallothionein yang terlibat dalam toleransi organisme terhadap kandungan logam berat dan dapat mengakumulasi, sehingga efek logam berat dapat diminimalisir. Logam berat jenis timbal sangat efektif diakumulasi dengan protein pengikat logam Metallothionein. Terlalu banyak ekspresi metallothionein dalam sel akan justru akan membuat penurunan efektifitas pengikatan logam dan membuat struktur protein kelainan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmigid, H.M., 2016. Expression analysis of Type 1 and 2 Metallothionein genes in Rapeseed (*Brassica napus* L.) during short-term stress using sqRT-PCR analysis.
- Ahuti, S., 2015. Industrial growth and environmental degradation. *Int. Educ. Res. J.* 1, 5–7. 413
- Ayilara, M. S., & Babalola, O. O. (2023). Bioremediation of environmental wastes: the role of microorganisms. *Frontiers in Agronomy*, 5, 1183691.
- Bala, S., Garg, D., Thirumalesh, B. V., Sharma, M., Sridhar, K., Inbaraj, B. S., & Tripathi, M. (2022). Recent strategies for bioremediation of emerging pollutants: a review for a green and sustainable environment. *Toxics*, 10(8), 484.
- Balzano, S., Sardo, A., Blasio, M., Chahine, T. B., Dell'Anno, F., Sansone, C., & Brunet, C. (2020). Microalgal metallothioneins and phytochelatins and their potential use in bioremediation. *Frontiers in Microbiology*, 11, 517.
- Barbato, M., Mapelli, F., Crotti, E., Daffonchio, D., & Borin, S. (2019). Cultivable hydrocarbon degrading bacteria have low phylogenetic diversity but highly versatile functional potential. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 142, 43-51.
- Benhalima L, Amri S, Bensouilah M, Ouzrout R (2020) Heavy metal resistance and metallothionein induction in bacteria isolated from Seybouse river Algeria. *Appl Ecol Environ Res* 18(1):1721–1737.

- https://doi.org/10.15666/aeer/1801_17211737
- Chatterjee, S., Kumari, S., Rath, S., Priyadarshane, M., & Das, S. (2020). Diversity, structure and regulation of microbial metallothionein: Metal resistance and possible applications in sequestration of toxic metals. *Metallomics*, 12(11), 1637-1655.
- Chaturvedi, R., & Archana, G. (2014). Cytosolic expression of synthetic phytochelatin and bacterial metallothionein genes in *Deinococcus radiodurans* R1 for enhanced tolerance and bioaccumulation of cadmium. *Biometals*, 27, 471-482.
- Chen B, Fang L, Yan X, Zhang A, Chen P, Luan T, Hu L, Jiang G (2019) A unique Pb-binding fagellin as an effective remediation tool for Pb contamination in aquatic environment. *J Hazard Mater* 363:34–40. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.10.004>
- Dash, D. M., & Osborne, W. J. (2022). A systematic review on the implementation of advanced and evolutionary biotechnological tools for efficient bioremediation of organophosphorus pesticides. *Chemosphere*, 137506.
- De Oliveira, V. H., Ullah, I., Dunwell, J. M., & Tibbett, M. (2020). Bioremediation potential of Cd by transgenic yeast expressing a metallothionein gene from *Populus trichocarpa*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 202, 110917.
- Diep, P., Mahadevan, R., and Yakunin, A. F. (2018). Heavy metal removal by bioaccumulation using genetically engineered microorganisms. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 6:157. doi: 10.3389/fbioe.2018.00157
- Dundar, E., Sonmez, G. D., & Unver, T. (2015). Isolation, molecular characterization and functional analysis of OeMT2, an olive metallothionein with a bioremediation potential. *Molecular genetics and genomics*, 290, 187-199.
- Geva, P., Kahta, R., Nakonechny, F., Aronov, S., & Nisnevitch, M. (2016). Increased copper bioremediation ability of new transgenic and adapted *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 19613-19625.
- Gogoi, N. M., Baroowa, B., & Gogoi, N. (2021). Ecological tools for remediation of soil pollutants. In *Bioremediation Science* (pp. 57-78). *CRC Press*.
- Guo S, Xiao C, Zhou N, Chi R (2021) Speciation, toxicity, microbial remediation and phytoremediation of soil chromium contamination. *Environ Chem Lett* 19(2):1413–1431. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01114-6>
- He, Y., Ma, W., Li, Y., Liu, J., Jing, W., & Wang, L. (2014). Expression of metallothionein of freshwater crab (*Sinopotamon henanense*) in *Escherichia coli* enhances tolerance and accumulation of zinc, copper and cadmium. *Ecotoxicology*, 23, 56-64.
- Hou, D., O'Connor, D., Igalavithana, A. D., Alessi, D. S., Luo, J., Tsang, D. C., ... & Ok, Y. S. (2020). Metal contamination and bioremediation of agricultural soils for food safety and sustainability. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(7), 366-381.
- Koch, N., Islam, N. F., Sonowal, S., Prasad, R., & Sarma, H. (2021). Environmental antibiotics and resistance genes as emerging contaminants: methods of detection and bioremediation. *Current research in microbial sciences*, 2, 100027.
- Khalid, H. S., Akhtar, M. F., Ijaz, M., Iqbal, M., Bukhari, S. A., Mustafa, G., & Shaukat, K. (2021). Role of metal-binding proteins and peptides in bioremediation of toxic metals. In *Handbook of Bioremediation* (pp. 437-444). *Academic Press*.
- Krezel, A., & Maret, W. (2021). The bioinorganic chemistry of mammalian metallothioneins. *Chemical Reviews*, 121(23), 14594-14648.
- Li, X., Ren, Z., Crabbe, M. J. C., Wang, L., & Ma, W. (2021). Genetic modifications of metallothionein enhance the tolerance and bioaccumulation of heavy metals in *Escherichia coli*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 222, 112512.
- Lin, K. H., Chien, M. F., Hsieh, J. L., & Huang, C. C. (2010). Mercury resistance and accumulation in *Escherichia coli* with cell surface expression of fish metallothionein. *Applied microbiology and biotechnology*, 87, 561-569.
- M. Megharaj, K. Venkateswarlu, R. Naidu, *Bioremediation, Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, Academic Press, 2014, Pages 485-489, ISBN 9780123864550, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.01001-0>.
- Mudaningrat, A., Umay, F., Syahriza, F. A. A., Anggraito, Y. U., & Setiati, N. (2023). Literature Review: LITERATURE REVIEW:

- APLIKASI PENANDA MOLEKULER UNTUK ANALISIS KEANEKARAGAMAN GENETIK HEWAN. BIOPENDIX: *Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 10(1), 11-25.
- Sun, Q., Cheng, S. W., Cheung, K., Lee, M. M., & Chan, M. K. (2019). Cry protein crystal-immobilized metallothioneins for bioremediation of heavy metals from water. *Crystals*, 9(6), 287.
- Thirumoorthy N, Shyam Sunder A, Manisenthil Kumar K, Senthil Kumar M, Ganesh G, Chatterjee M. A review of metallothionein isoforms and their role in pathophysiology. *World J Surg Oncol*. 2011. doi: 10.1186/1477-7819-9-54. PMID: 21599891; PMCID: PMC3114003.
- Osman, G. E., Abulreesh, H. H., Elbanna, K., Shaaban, M. R., & Ahmad, I. (2019). Recent Progress in Metal-Microbe Interactions: Prospects in Bioremediation. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 13(1).
- Raghunandan, K., Kumar, A., Kumar, S., Permaul, K., and Singh, S., 2018. Production of gellan gum, an exopolysaccharide, from biodiesel-derived waste glycerol by *Sphingomonas* spp. *Biotech* 8:71. doi: 10.1007/s13205-018-1096-3
- Rahman, M. T., Haque, N., Abu Kasim, N. H., & De Ley, M. (2017). Origin, function, and fate of metallothionein in human blood. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, Vol. 173, 41-62.
- Sevak, P. I., Pushkar, B. K., & Kapadne, P. N. (2021). Lead pollution and bacterial bioremediation: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(6), 4463-4488.
- Si, M., & Lang, J. (2018). The roles of metallothioneins in carcinogenesis. *Journal of hematology & oncology*, 11(1), 1-20.
- Sun, Q., Cheng, S. W., Cheung, K., Lee, M. M., & Chan, M. K. (2019). Cry protein crystal-immobilized metallothioneins for bioremediation of heavy metals from water. *Crystals*, 9(6), 287.
- Tasleem, M., Hussein, W. M., El-Sayed, A. A. A., & Alrehaily, A. (2023). An In Silico Bioremediation Study to Identify Essential Residues of Metallothionein Enhancing the Bioaccumulation of Heavy Metals in *Pseudomonas aeruginosa*. *Microorganisms*, 11(9), 2262.
- Verma, S., & Kula, A. (2019). Bioremediation of heavy metals by microbial process. *Environmental Technology & Innovation*, 14, 100369.
- Wong, D. L., Merrifield-MacRae, M. E., & Stillman, M. J. (2017). Lead (II) binding in metallothioneins. *Lead: Its Effects on Environment and Health*, 17, 241.

ANALISIS CEMARAN BAKTERI *Coliform* DAN *Escherichia coli* DARI SAMPEL ES BATU PADA PEDAGANG MINUMAN KAKI LIMA DI SEKITAR PASAR CIRACAS JAKARTA TIMUR MENGGUNAKAN METODE *MOST PROBABLE NUMBER* (MPN)

Ananda Rizki Dwitami^{1*}, Achmadi², Dian Rachma Wijayanti³

Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Binawan

Corresponding: ananda.dwitami20@gmail.com

Abstract

Background: Water is a basic need of living things. Water is a liquid, when it freezes it turns into ice cubes. People often use ice cubes as a drink additive to give a fresh taste. The process of freezing ice cubes cannot destroy bacteria, many bacteria can live for a long time at low temperatures. This study aims to determine the contamination of *Coliform* and *Escherichia coli* bacteria in ice cubes sold by street vendors around Ciracas Market, East Jakarta.

Methods: The MPN method is used to determine the range of *Coliform* bacteria in ice cube samples. *E.coli* contamination was detected using Eosine Methylene Blue Agar media. This study uses primary data by collecting samples and testing them in the microbiology laboratory. The sampling technique by purposive sampling. The samples used were ice cubes from street vendors around Ciracas Market is 8 samples.

Results: 8 positive samples of *Coliform* bacteria and 5 positive samples of *E.coli* bacteria. In Sample 5 it has the highest value of 2900 MPN/100 mL. Sample 6 has the lowest value, namely 140 MPN/100 mL.

Conclusion: The eight samples exceeded the contamination threshold allowed by Permenkes 416/Men.Kes/Per/IX/1990, that is 0/100 mL. In the EMBA media there were 5 positive samples of *E.coli* bacteria.

Keywords: *Coliform*, *Escherichia coli*, Ice cubes, Most Probable Number (MPN).

Abstrak

Latar Belakang: Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup. Air adalah cairan, ketika membeku berubah menjadi es batu. Masyarakat sering menggunakan es batu sebagai bahan tambahan minuman guna memberikan rasa segar. Proses pembekuan es batu tidak dapat memusnahkan bakteri, banyak bakteri dapat hidup lama pada suhu rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya kontaminasi cemaran bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* pada es batu yang dijual PKL disekitar Pasar Ciracas Jakarta Timur.

Metode: Metode MPN digunakan untuk mengetahui kisaran jumlah bakteri *Coliform* pada sampel es batu. Cemaran *E.coli* dideteksi menggunakan media Eosine Methylene Blue Agar. Penelitian ini menggunakan data primer dengan mengumpulkan sampel dan mengujinya di laboratorium mikrobiologi. Teknik pengambilan sampel melalui *Purposive sampling*. Sampel yang digunakan adalah es batu dari pedagang minuman kaki lima disekitar Pasar Ciracas yaitu 8 sampel.

Hasil: Terdapat 8 sampel positif bakteri *Coliform* dan 5 sampel positif bakteri *E.coli*. Sampel 5 memiliki nilai tertinggi yaitu 2900 MPN/100 mL. Sampel 6 memiliki nilai terendah yaitu 140 MPN/100 mL.

Kesimpulan: Kedelapan sampel melewati ambang batas cemaran yang diperbolehkan Permenkes 416/Men.Kes/Per/IX/1990 yaitu 0/100 mL. Pada media EMBA terdapat 5 sampel positif bakteri *E.coli*.

Kata kunci: *Coliform*, *Escherichia coli*, Es Batu, Most Probable Number (MPN).

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup. Air minum aman bagi kesehatan jika memenuhi syarat air minum baik dari segi fisik, kimia, maupun mikrobiologinya. Menurut Farmakope Indonesia IV bakteri yang diharuskan pengujian atas batas mikrobanya ialah *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella sp* serta *E.coli*. Air minum aman jika tidak mengandung bakteri *Coliform* dan *E.coli*. Syarat mutu mikrobiologi kualitas air minum dengan persyaratan tidak ada cemaran mikrobiologis bakteri *Coliform* dan *E.coli* dengan total nilai 0/100 mL MPN (Kemenkes, 1990).

Air adalah cairan yang ketika membeku berubah menjadi es batu. Masyarakat kerap mempergunakan es batu guna dikonsumsi langsung menjadi tambahan minuman agar memberi sensasi menyegarkan. Akan tetapi, proses pembekuan es batu tidak mampu memusnahkan bakteri, dikarenakan banyak bakteri yang tetap mampu hidup di suhu rendah dalam berjangka waktu yang lama. Padahal sumber air rumah tangga ataupun penampungan air belum tentu aman. Kualitas air tanah di perkotaan seperti Jakarta tercemar limbah domestik maupun non-domestik (pabrik, industri, dan pertanian) yang mencemari sungai-sungai perbatasan Jakarta dengan Jawa Barat serta Banten dengan Teluk Jakarta. Hal itu memungkinkan air bahan baku es batu tercemar (Alifia & Aji, 2021). Sumber air yang tercemar ditandai melalui perubahan suhu air; berubahnya pH serta konsentrasi air; Berubahnya warna, bau, rasa air. Selain itu tanda-tanda lain dari tercemarnya air ialah timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut dan mikroorganisme (Widiyanti & Ristiati, 2004).

Menurut SNI 01-3839-2019 memuat syarat mutu es batu yang diharuskan memenuhi syarat air minum sebagaimana yang diatur Permenkes RI No 496/Men.Kes/Per/IX/1990 (Kemenkes, 1990) Hal tersebut terdiri atas 4 parameter di antaranya fisika, kimia, radioaktivitas, serta mikrobiologi. Akan tetapi banyak penelitian yang mengungkapkan bahwasannya ditemukan bakteri-bakteri penyebab penyakit seperti Bakteri *Coliform* serta *E.coli* pada es batu yang dipergunakan penjual minuman. Hal itu sejalan dengan yang diteliti Dita, C., dkk. (2020) yang mendeteksi bakteri *Coliform* pada es batu di Kecamatan Grogol Petamburan, menyimpulkan kualitas air yang dipergunakan sebagai bahan baku

pembuatan es batu pedagang minuman tercemar bakteri *Coliform* serta *E Coli* (Dita et al., 2020).

Bakteri *Coliform* ialah bakteri indikator atas adanya pencemaran, kotoran, serta keadaan air, minuman, maupun makanan yang tidak sehat (Cahya et al., 2019). Risiko kontaminasi *Coliform* pada makanan maupun minuman bisa menyebabkan diare, demam, mual, muntah, serta gangguan pencernaan lainnya (Sukawaty et al., 2016). Di Indonesia, berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan tahun 2017, banyaknya penderita diare segala usia di faskes mencapai 4.274.790 jiwa, lalu terjadi kenaikan di 2018 menjadi 4.504.524 jiwa (Kemenkes, 2018). Setiap anak terjangkit diare rata-rata 3,3x setiap tahunnya serta $\geq 80\%$ kematian terjadi pada anak dengan usia ≤ 3 tahun (Danal, 2019).

Pasar Ciracas Jakarta Timur ialah satu di antara pasar-pasar yang berada di kawasan Ciracas Jakarta Timur. Pasar tersebut mempunyai 8 pedangan minuman kaki lima. Namun lokasi berjualannya mempunyai tempat terbatas dengan tingkat kebersihan yang buruk. Selain itu pula, keamanan maupun tingkat kemurnian es batu yang kerap dipakai oleh penjual minuman tersebut tidak diketahui. Penelitian ini bermaksud guna melihat cemaran bakteriologis es batu dengan bermetodekan MPN (*Most Probable Number*).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan sejak Maret hingga Agustus 2023 dengan 8 sampel yang diambil dari 15 penjual minuman yang mempergunakan es batu dalam radius 5 Km di sekitar Pasar Ciracas. Sampel tersebut ditentukan melalui *Purposive sampling*. Dari sampel yang didapat selanjutnya diambil serta diujikan pada 13 Juni-1 Juli 2023 di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia Kota Bogor. Penelitian ini sifatnya deskriptif kualitatif dengan berdesain *cross sectional*. Penelitian yang dimaksudkan guna melihat cemaran bakteri *Coliform* dalam es batu pada minuman yang dijual di sekitar Pasar Ciracas menjadikan es batu sebagai variabel bebas, sementara Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* sebagai variabel terikatnya. Sehingga penelitian ini mempergunakan metode MPN melalui 3 tahapan pengujian yakni Uji Penduga, Uji Penegasan. Uji Pelengkap. Tahapan pelaksanaan berisikan tahap prosedur pemeriksaan laboratorium (pra analitik pemeriksaan MPN, analitik pemeriksaan MPN,

paska analitik pemeriksaan MPN). Dari data-data yang dihimpun melalui pengujian tersebut selanjutnya dianalisis melalui mendeskripsikan data yang dihimpunnya lalu disajikan melalui gambar, tabel, serta dinarasikan dengan kepustakaan yang relevan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Uji yang pertama dilakukan ialah uji penduga melalui media LB (*Lactose Broth*). Setelah penginkubasian di suhu 36°C selama 48 jam, didapat hasil yang disajikan di Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Kode sampel	Hasil pengujian			Keterangan
	0,1	0,01	0,001	
Sampel 1	+++	+++	---	Uji Lanjut
Sampel 2	+++	+	---	Uji Lanjut
Sampel 3	++	++	++	Uji Lanjut
Sampel 4	+	+++	---	Uji Lanjut
Sampel 5	+++	++	+++	Uji Lanjut
Sampel 6	++	---	+	Uji Lanjut
Sampel 7	+++	---	+	Uji Lanjut
Sampel 8	+++	+	+	Uji Lanjut

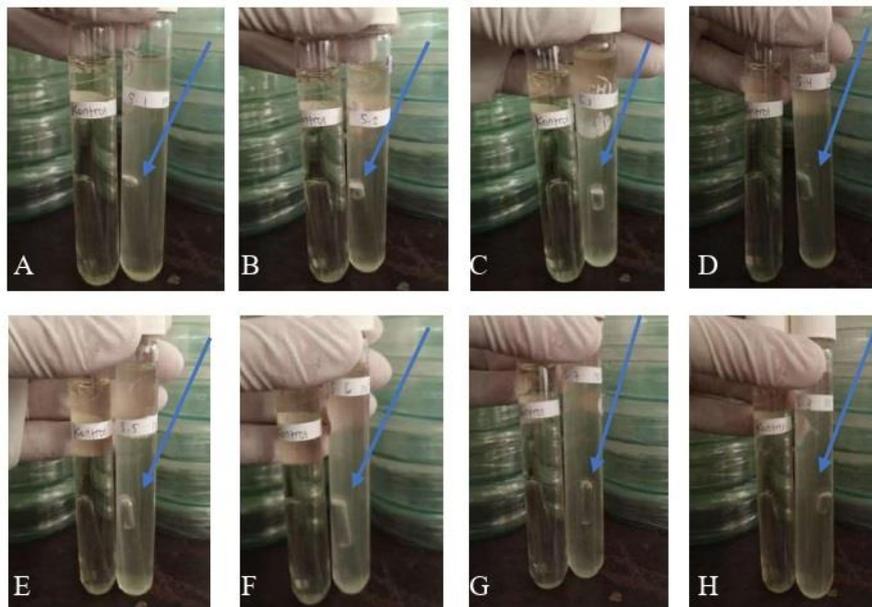
Keterangan:

(+) : Sampel menghasilkan gas dan kekeruhan

(-) : Sampel tidak menghasilkan gas dan kekeruhan.

Data pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa kode sampel 1 sampai sampel 8 yang dibiakkan pada media *Lactose Broth* menghasilkan gas pada tabung dan mengalami kekeruhan. Sampel positif diindikasikan adanya cemaran bakteri *Coliform*,

maka dilanjutkan pada pengujian penegasan yang dibiakkan pada media BGLBB untuk memastikan sampel tersebut tercemar oleh bakteri *Coliform*. Media *Lactose Broth* terdapat gas dan kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji Penduga (*Presumptive Test*)

Hasil Uji Penegasan (*Confirmed Test*)

Sampel yang positif diinokulasi di media BGLBB lalu diinkubasikan di suhu 36°C selama

48 jam. Jumlah tabung yang positif dihitung lalu disesuaikan dengan Tabel MPN guna mengetahui cemaran dari bakteri *Coliform* per

mL sampel dan dikonversikan menjadi per 100 mL sampel menggunakan rumus. Hasilnya bisa dicermati melalui Tabel 4.2 MPN/100 mL dihitung dengan rumus :

$$\text{MPN/100mL} = \frac{\text{MPN dalam tabel} \times 10}{\text{Jumlah mL terbesar dipipet}}$$

Tabel 1. Hasil Uji Penegasan Brilliant Green Lactose 2% Bile Broth

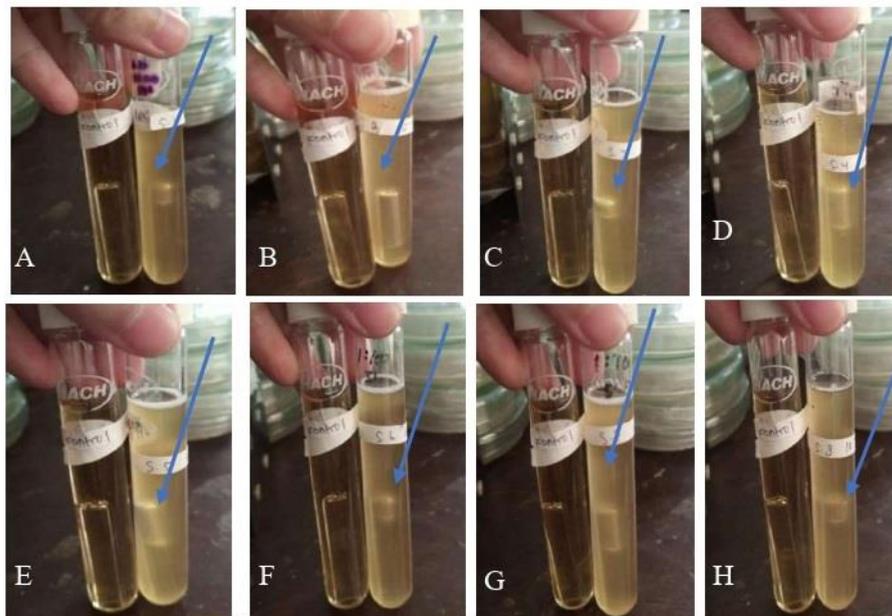
Kode sampel	Hasil pengujian			MPN/ mL	MPN/ 100 mL	Indeks MPN/100mL Permenkes	Keterangan
	0,1	0,01	0,001				
1	3	3	0	240	2400	0	TMS
2	3	1	0	43	430	0	TMS
3	2	2	2	35	350	0	TMS
4	1	3	0	16	160	0	TMS
5	3	2	3	290	2900	0	TMS
6	2	0	1	14	140	0	TMS
7	3	0	1	38	380	0	TMS
8	3	1	1	75	750	0	TMS

Keterangan:

TMS: Tidak Memenuhi Syarat.

Tabel 2 dengan memperlihatkan hasil pada uji penegasan dengan media BGLBB. Dari kedelapan sampel yang diujikan lanjutan seluruhnya tidak memenuhi syarat atau

melampaui kadar maksimum bakteri *Coliform* yang diperbolehkan. Media BGLBB terbentuk gas dan kekeruhan yang dapat dilihat pada Gambar 2 yakni sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Uji Penduga (*Confirmative Test*)

Hasil Uji Penegasan (*Confirmed Test*)

Hasil uji yang positif di pengujian penegasan bermediakan BGLBB dilanjutkan ke tahap uji lengkap melalui menginokulasikan pada media *Eosine Methylen Blue Agar* serta

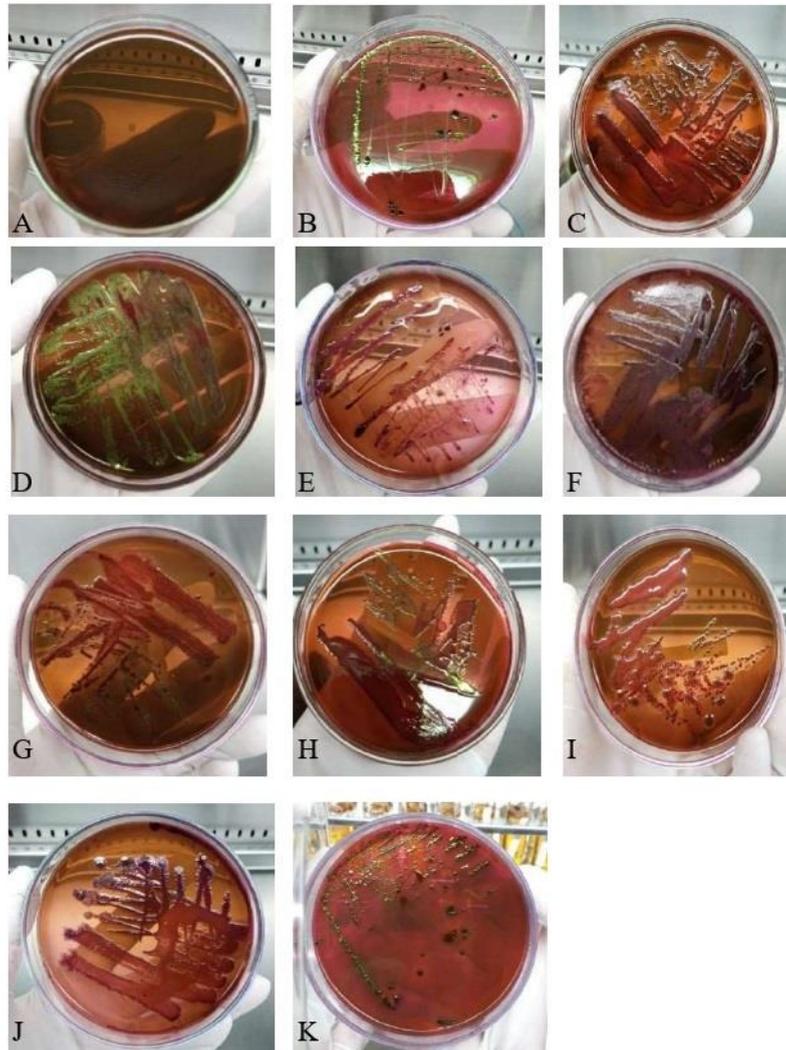
diinkubasi di suhu 35°C selama 24 jam. Hasil tersebut bisa dicermati di Tabel 3 yakni sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Pelengkap (Completed Test)

Kode sampel	Hasil Pengujian	Keterangan
Sampel 1	+	Koloni warna hijau metalik
Sampel 2	-	Koloni warna ungu mukoid
Sampel 3	-	Koloni warna ungu mukoid
Sampel 4	+	Koloni warna hijau metalik
Sampel 5	+	Koloni warna hijau metalik
Sampel 6	+	Koloni warna hijau metalik
Sampel 7	-	Koloni warna ungu mukoid
Sampel 8	+	Koloni warna hijau metalik

(+) : Sampel positif terdapat *E.coli*

(-) : Sampel negatif *E.coli*



Gambar 3. Hasil Uji Pelengkap (Completed Test)

Keterangan:

Gambar 3. A. kontrol negatif media EMBA. B.kontrol positif *E.coli*. C.kontrol negatif *E.coli*. D, G, H, I dan K sampel positif bakteri *E.coli* terbentuk koloni berwarna hijau metalik. E, F, dan J sampel negatif bakteri *E.coli* terbentuk koloni berwarna ungu mukoid.

Pembahasan

Uji Penduga (Presumptive Test)

Penelitian ini mempergunakan 8 sampel es batu dan hasil penelitian dari cemaran bakteri *Coliform* dan *E.coli* dalam es batu pada

penjual minuman kaki lima di sekitar Pasar Ciracas Jakarta Timur melalui uji penduga bermediakan *Lactose Broth* memperlihatkan kedelapan sampel uji positif bakteri *Coliform*. Pada tabung durham terlihat adanya gas serta

terjadi kekeruhan di media Lactose Broth. Tabung positif diduga terdapat bakteri Coliform di dalam sampel.

Media *Lactose Broth* adalah salah satu media yang bisa dipergunakan dalam melihat kehadiran Coliform pada sampel air, makanan, maupun produk susu. Lactose Broth mengandung ekstrak beef 3 gram, pepton 5 gram dan laktosa 5 gram. Ekstak beef dan pepton menjadi penyedia nutrient penting sebagai metabolisme bakteri. Laktosa sebagai sumber karbohidrat bagi bakteri yang dapat memfermentasi laktosa, salah satunya bakteri *Coliform*. Keberadaan *Coliform* ditandai dengan terbentuknya asam yang dapat dilihat dari kekeruhan pada media dan gas di dalam tabung Durham. Pada media *Lactose Broth* tidak selalu terbentuk gas pada tabung Durham untuk menunjukkan bakteri *Coliform*, bakteri asam laktat dapat pula membentuk gas dari fermentasi laktosa. Oleh sebab itu perlu dilakukan uji lanjutan atau uji penegas.

Uji Penegasan (Confirmed Test)

Positifnya hasil uji penduga selanjutnya dilanjutkan dengan melaksanakan uji penegasan. Pada uji penegasan ini mempergunakan media *Brilliant Green Lactose Bile 2% Broth* (BGLBB) guna melihat cemaran bakteri *Coliform*. Pengujian ini mempergunakan seri 3-3-3 tabung. Adanya gas pada tabung yang positif merupakan hasil dari fermentasi dan respirasi oleh bakteri. Hasil dapat berupa karbondioksida, hidrogen, metan, nitrogen, hidrogen sulfida dan amoniak. Tetapi kebanyakan gas yang dihasilkan berupa karbondioksida. Gas yang timbul sebagai hasil dari pernapasan aerob maupun anaerob (Sa'diyah et al., 2021). Pengujian ini memperlihatkan bahwasanya keseluruhan sampel positif bakteri *Coliform*. Hasil dihitung menggunakan tabel MPN berdasarkan Standar Nasional Indonesia 2897-1992 (SNI) serta dikonversikan dengan rumus. Pada Sampel 5 mempunyai nilai tertinggi yakni 2900 MPN/100 mL Sementara sampel 6 mempunyai nilai terendah yakni 140 MPN/100 mL. Hasil tersebut memperlihatkan bahwasanya kedelapan sampel melampaui ambang batas cemaran yang diizinkan Permenkes No 416/Men.Kes/Per/IX/1990 salah satunya yakni parameter mikrobiologi yang tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan yaitu 0/100 mL (Kemenkes, 1990).

Hasil penelitian ini selaras dengan yang diteliti (Khotimah, 2016) mengenai kualitas es batu dari segi mikrobiologis. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa seluruh sampel positif mengandung bakteri Coliform dan *E.coli* yang nilai indeks MPN >1100/100 mL melebihi batas aman. Penelitian lain yang juga selaras yakni penelitian Hadi et al (2014) mengenai uji bakteriologis es batu rumah tangga yang dipergunakan penjual minuman di pasar Lubuk Buaya Kota Padang. Hasilnya memperlihatkan delapan dari sembilan sampel es batu rumah tangga yang dijual di Kota Pasarang, terkontaminasi bakteri *Coliform*. dengan indeks MPN 979/100 mL. Es batu mengandung bakteri *Coliform*, sehingga tidak layak dikonsumsi karena dapat menjadi sumber penyakit (Hadi et al., 2014).

Uji Pelengkap (Completed Test)

Positifnya hasil di uji pendugaan bermediakan BGLBB kemudian dilanjutkan dengan uji pelengkap melalui media EMBA guna semakin memastikan jenis *Coliform* yang tumbuh. Hasil pengujian tersebut memperlihatkan bahwasanya 5 dari 8 sampel yang dilakukan uji lanjutan positif bakteri *Coliform* jenis fekal atau *E.coli*, ditandai dengan tumbuhnya koloni berwarna hijau metalik pada media. Pada media EMBA terdapat eosine dan methylene blue sebagai indikator pH yang menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif, sehingga hanya mendukung pertumbuhan bakteri Gram negatif saja. EMBA mengandung laktosa sebagai sumber karbohidrat, bakteri yang dapat memfermentasikan laktosa akan menghasilkan asam dan mengandung pepton sebagai penyedia nutrient. Pada keadaan asam, eosin dan methylene blue akan menghasilkan koloni berwarna hijau metalik. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang diteliti (Jannah et al., 2018) dan (Dita et al., 2020).

Koloni yang tumbuh pada media EMBA seperti Gambar 4.21 berbentuk bulat, berwarna merah muda keunguan dan berlendir. Bakteri tersebut termasuk bakteri Gram negatif yang dapat tumbuh pada media EMBA, namun lambat dalam memfermentasi laktosa. Sehingga koloni yang terbentuk berwarna merah muda keunguan (Alifia & Aji, 2021).

Berdasarkan ThermoFisher Scientific Oxoid, media EMBA dipergunakan untuk diferensiasi *E.coli* serta *Enterobacteria aerogenes* dan juga untuk mengidentifikasi cepat *Candida albicans*. Koloni akan berwarna ungu dengan hijau metalik mencirikan bakteri *E.coli* dan koloni berwarna ungu mucoid beserta lendir mencirikan bakteri *Enterobacter*

aerogenes.

Kualitas air sebagai bahan baku pembuatan es batu sangat mempengaruhi adanya bakteri Coliform dan *E.coli* dalam es batu. Adanya bakteri *Coliform* menandakan kontaminasi dan keadaan sanitasi yang tidak baik pada bahan makanan ataupun minuman. Bakteri *E.coli* menjadi indikator terhadap kualitas produk makanan dan minuman yang tercemar tinja. Penyebaran tinja tidak hanya melalui air, namun dapat melalui pemindahan pasif dari makanan atau minuman, tangan ke mulut. Keberadaan cemaran ini dapat membahayakan kesehatan dan menyebabkan penyakit diare.

Adanya cemaran bakteri *Coliform* dan *E.coli* dalam es batu dapat disebabkan karena kurangnya higienis dan sanitasi penjual, kebersihan alat, bahan baku es, pengolahan es batu ataupun pendistribusian es batu yang kurang baik. Dari delapan sampel yang diambil, delapan sampel tersebut berasal dari pedagang minuman yang menggunakan es batu yang dibeli dari produk rumahan yang dibungkus dengan plastik. Delapan sampel tersebut dinyatakan positif bakteri *Coliform* dan tiga sampel mengandung bakteri *E.coli*.

Peneliti tidak mengetahui sumber air yang dipergunakan pada pembuatan es batu tersebut, para penjual minuman kaki lima mengungkapkan bahwasanya air yang dipergunakan dalam pembuatan es batu berasal dari air isi ulang. Hasil sesuai dengan penelitian (Askrening & Yunus, 2017) mengenai analisis bakteri *Coliform* pada air minum isi ulang di kota Kendari didapati 6 dari 10 sampel positif bakteri *Coliform*. Hal tersebut menandakan bahwasanya air isi ulang yang tidak higienis bisa tercemar bakteri.

Pembuatan es batu bahan baku harus berasal dari air yang matang atau air yang sudah melewati filtrasi. Mikroba mati terpisah dan tidak ikut menjadi es. Hal itu didukung dengan yang diteliti (Nisviarisa et al., 2018) mengenai keberadaan *E.coli* dalam es batu pada jajanan anak sekolah dasar, didapati 14 sampel es batu uji keseluruhannya dinyatakan negatif bakteri *E.coli*. Hal itu dikarenakan bahan baku pembuatan es berasal dari air PDAM yang dimasak terlebih dahulu dan air isi ulang, serta sanitasi pedagang sudah memenuhi syarat kebersihan. Mengenai hal tersebut, sangat perlu diperhatikan bahan baku yang akan digunakan. Kemungkinan cemaran pada saat pembuatan es batu juga dapat terjadi. Jika pengolahan es batu tidak higienis penjual juga sangat berpengaruh.

Selain itu, perlunya diperhatikan kebersihan tangan saat menyajikan makanan dan minuman, tidak mencuci tangan dapat meningkatkan risiko pencemaran bakteri (Maya, 2015).

Dari penelitian ini didapati keseluruhan sampel sebanyak 8 sampel tersebut positif bakteri *Coliform*, dengan Nilai MPN tertinggi yakni 2900 MPN/100 mL. Terdapat 5 sampel positif bakteri *E.coli* di uji pelengkap yang ditandai dengan adanya koloni berwarna hijau metalik.

SIMPULAN

1. Hasil uji penduga dan penegasan menunjukkan delapan sampel dinyatakan positif bakteri *Coliform* dengan nilai MPN melebihi batas maksimal yang telah ditetapkan Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 416/Men.Kes/Per/IX/1990 yaitu 800 MPN/100 mL.
2. Hasil uji pelengkap dengan media EMBA menunjukkan 5 sampel positif bakteri *E.coli* dari 8 sampel dengan adanya koloni berwarna hijau metalik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifia, E. S., & Aji, O. R. (2021). Analisis Keberadaan Coliform dan Escherichia coli pada Es Batu dari Jajanan Minuman di Pasar Tengah Bandar Lampung. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 13(1), 74–81. <https://doi.org/10.25134/quagga.v13i1.3698>
- Askrening, & Yunus, R. (2017). Analisis Bakteri Coliform Pada Air Minum Isi Ulang Di Wilayah Poasia Kota Kendari. *Jurnal Teknologi Kesehatan (Journal of Health Technology)*, 13(2), 71–76. <https://doi.org/10.29238/jtk.v13i2.9>
- Cahya, T., Amir, M., & Manalu, R. T. (2019). Uji Cemaran Mikroba Es Batu pada Penjual Minuman di Lingkungan Pasar Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 12(2), 78–84. <https://doi.org/10.37277/sfj.v12i2.448>
- Danal, P. H. (2019). Mhealth Berbasis Smartphone Dalam Manajemen Diare Pada Anak Balita. *Jurnal Wawasan Kesehatan*, 4(1), 9–13.
- Dita, C., Pasaribu, D. M., & Layanto, N. (2020).

- Deteksi Bakteri Coliform pada Es Batu yang Disajikan di Tempat Makan Tenda di Kecamatan Grogol Petamburan. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 26(2), 60–65.
<https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v26i2.1840>
- Hadi, B., Bahar, E., & Semiarti, R. (2014). Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga yang digunakan Penjual Minuman di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 3(2), 119–122.
<https://doi.org/10.25077/jka.v3i2.44>
- Jannah, S. M. El, Latifah, I., & Arieza, N. (2018). Uji Bakteriologis Pada Es Batu Produksi Rumah Tangga Di Sekitar Kelurahan Gandaria Selatan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 10(2), 235–240.
<https://doi.org/10.37012/jik.v10i2.60>
- Kemenkes. (1990). *Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*.
- Kemenkes. (2018). *Profil Kesehatan Indonesia 2018 Kemenkes RI. Health Statistics*.
- Khotimah, L. (2016). *Analisis Cemaran Bakteri Coliform dan Identifikasi Escherichia coli pada Es Batu Kristal dan Es Balok di Kelurahan Cibubur Jakarta Timur Tahun 2016*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Maya, D. (2015). *Uji Kandungan Bakteri Coliform Pada Es Batu Yang Digunakan Di Kantin-Kantin dan Rumah Makan Disekitar Kampus UIN Raden Fatah Palembang dan Sumbangsihnya Pada Materi Bakteri Di kelas X SMA/MA*. Universitas Islam Negeri Raden fatah Palembang.
- Nisviarisna, A., Mardotillah, M., & Surtimanah, T. (2018). Keberadaan E. Coli dalam Es Batu pada Jajanan Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 623–630.
<https://doi.org/10.31964/jkl.v15i2.88>
- Sa'diyah, A., Latumahina, F. S., Sutrisno, Birahy, D. C., Yusal, M. S., Raningsih, N. M., Jumiarni, D., Awwanah, M., Purwanti, E. W., Anita, Sari, N. I. P., Meylani, V., Khairina, A., & Meiyasa, F. (2021). *Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya*. CV Widina Media Utama.
- Sukawaty, Y., Kamil, M., & Kusumawati, E. (2016). Uji Cemaran Bakteri Coliform Pada Minuman Air Tebu Ini Disimpulkan Bahwa Sampel Minuman Air Tebu Yang Beredar Di Kelurahan Sempaja Dan Kelurahan Pelita. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2(2), 248–253.
<https://doi.org/10.51352/jim.v2i2.73>
- Widiyanti, N. L. P. M., & Ristiati, N. P. (2004). Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 3(1), 64–73.



TINJAUAN PUSTAKA SISTEMATIS: KARAKTERISASI KEANEKARAGAMAN GENETIK SPESIES JERUK (*Citrus* sp.) MENGGUNAKAN PENANDA SIMPLE SEQUENCE REPEAT (SSR)

Eryka Oktaviana^{1*}, Ning Setiati¹, Yustinus Ulung Anggraito¹

Program Studi Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Corresponding: eryka_oktaviana@students.unnes.ac.id

Abstract

Background: The biodiversity of citrus plants is very abundant and many are cultivated, creating various types. However, the high demand makes orange farmers feel overwhelmed. This is what causes some orange cultivars to become rare. Characterization of the genetic diversity of citrus germplasm at the molecular level is an important and crucial step that can assist in the breeding and conservation process. The aim of this literature review is to provide information regarding molecular markers regarding the application of SSR molecular markers to analyze the genetic diversity of citrus.

Method: The method used is a systematic literature review with the literature sources used coming from articles taken from national journals and international journals indexed by Scopus.

Results: The application of molecular markers using the SSR method is useful for identifying and characterizing the genetic diversity of citrus germplasm so that it can assist in breeding and conservation actions. SSR has many advantages both in terms of its use and the results obtained.

Conclusion: One application of molecular markers is to analyze plant genetic diversity. Simple Sequence Repeat (SSR) molecular markers can help to analyze the characteristics and genetic diversity of oranges so that they can assist in plant breeding and conservation purposes.

Keywords: Plant Genetic Diversity, Molecular Markers, SSR, *Citrus* sp.

Abstrak

Latar Belakang: Keanekaragaman hayati tumbuhan jeruk sangat melimpah dan banyak dibudidayakan sehingga menciptakan berbagai jenis. Namun, tingginya permintaan membuat para petani jeruk merasa kewalahan. Hal inilah yang menyebabkan beberapa kultivar jeruk mulai jarang ditemukan. Karakterisasi keanekaragaman genetik plasma nutfah jeruk pada tingkat molekuler merupakan langkah penting dan krusial yang dapat membantu dalam proses pemuliaan dan konservasi. Tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk memberikan informasi mengenai penanda molekuler mengenai aplikasi penanda molekuler SSR untuk menganalisis keanekaragaman genetik jeruk.

Metode: Metode yang digunakan yaitu tinjauan pustaka sistematis dengan sumber pustaka yang digunakan berasal dari artikel-artikel yang diambil dari jurnal nasional dan jurnal internasional yang terindeks Scopus.

Hasil: Aplikasi penanda molekuler dengan metode SSR berguna untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi keanekaragaman genetik plasma nutfah jeruk sehingga dapat membantu dalam tindakan pemuliaan dan konservasi. SSR memiliki banyak keunggulan baik secara penggunaannya maupun hasil yang diperoleh.

Kesimpulan: Aplikasi penanda molekuler salah satunya adalah untuk menganalisis keanekaragaman genetik tumbuhan. Penanda molekuler Simple Sequence Repeat (SSR) dapat membantu untuk menganalisis karakteristik dan keanekaragaman genetik jeruk sehingga dapat membantu dalam tujuan pemuliaan tanaman dan konservasi.

Kata Kunci: Keanekaragaman Genetik Tumbuhan, Penanda Molekuler, SSR, *Citrus* sp.



PENDAHULUAN

Pemanfaatan keanekaragaman hayati dan non-hayati tidak boleh digunakan secara berlebihan dan harus memperhatikan kondisi populasinya agar dapat memperoleh pemanfaatan secara berkelanjutan (Mudaningrat et al., 2023). Dalam upaya menjaga sumber daya alam serta biodiversitas perlu diadakannya langkah konservasi agar pemanfaatan sumber daya alam dan biodiversitas senantiasa terjaga untuk kesejahteraan masyarakat (Guntur & Slamet, 2019). Menurut WWF (2012), alasan paling utama dari hilangnya biodiversitas adalah: rusaknya habitat, adanya perubahan iklim karena pemanasan global, eksploitasi yang berlebihan, adanya pencemaran lingkungan, ketidaksengajaan atau kecelakaan dan datangnya spesies asing. Apabila penyebab tersebut tidak ditangani dengan serius maka dapat menyebabkan kepunahan satwa baik flora dan fauna yang diantaranya mungkin terancam punah sehingga dapat mempengaruhi kelangsungan hidup makhluk hidup.

Jeruk adalah genus keluarga Rutaceae yang penting secara komersial dan tanaman buah-buahan yang dibudidayakan secara luas di dunia dimana yang dibudidayakan kemungkinan berasal dari tiga spesies leluhur yaitu *Citrus reticulata*, *C. grandis* dan *C. medica* (Biswas et al., 2011). Jeruk (*Rutaceae*) merupakan salah satu budidaya kuno yang paling penting di dunia dengan produksi tahunan sekitar 1,02 ratus juta ton (Ben Romdhane et al., 2016). Meskipun misteri sejarah dan asal usulnya masih belum terpecahkan, budidaya di seluruh dunia dan produksi buah jeruk dengan permintaan tinggi (genus *Citrus* dalam keluarga *Rutaceae*) membuatnya menonjol di antara tanaman buah-buahan (Liu et al., 2012).

Buah jeruk dikonsumsi dan dinikmati di seluruh dunia karena rasanya yang segar dan juiciness (Matheyambath et al., 2016). Jeruk memiliki banyak kandungan didalamnya, sehingga banyak orang menyukai buah satu ini. Mereka terkenal dengan kandungan vitamin C, asam folat, dan karotenoidnya. Selain vitamin dan mineral penting, buah jeruk juga kaya akan banyak senyawa fitokimia bioaktif seperti limonoid dan flavonoid (Matheyambath et al., 2016). Namun,

tingginya permintaan akan produksi jeruk membuat para petani jeruk merasa kewalahan. Hal inilah yang menyebabkan beberapa kultivar jeruk mulai jarang ditemukan. Oleh karena itu, karakterisasi keanekaragaman genetik plasma nutfah jeruk pada tingkat molekuler merupakan langkah penting dan krusial dalam pemanfaatannya dalam pemuliaan dan konservasi (Munankarmi et al., 2023).

Dalam beberapa dekade terakhir, data biokimia elektroforesis protein, dan isozim (Biswas et al., 2011), Mikrosatelit (SSR) (Amar et al., 2011), RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) (Nicolosi et al., 2000), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) (Pang et al., 2014), ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat) (Kumar et al., 2010), IRAP (Inter-Retrotransposon Amplified Polymorphism) (Biswas et al., 2010), RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) (Abkenar et al., 2004), dan analisis genom organel (Cheng et al., 2003), telah digunakan untuk menguji hubungan antara taksa jeruk. SSAP (Sequence-Specific Amplified Polymorphism) dan SAMPL (Selectively Amplified Microsatellite Polymorphic Loci) telah banyak digunakan untuk mempelajari hubungan genetik dan konstruksi peta keterkaitan pada beberapa spesies tanaman (Biswas et al., 2011). Berbagai penanda molekuler seperti Amplifikasi Acak DNA Polimorfik (RAPD), Polimorfisme Teramplifikasi Terkait Sekuens (SRAP), Polimorfisme Panjang Fragmen Teramplifikasi (AFLP), Pengulangan Sekuens Sederhana (SSR), Polimorfisme Nukleotida Tunggal (SNP), ISSR dan lainnya telah digunakan untuk membuat peta keterkaitan genetik (Amiteye, 2021; Yue et al., 2022).

Pilihan teknik penanda mana yang akan diterapkan sangat bergantung pada pemahaman tentang tujuan yang ditetapkan, tingkat antisipasi variasi genetik dan data yang akan dihasilkan dari sampel penelitian, ukuran sampel yang akan digunakan, aksesibilitas probe atau set primer, ketersediaan pengetahuan teknis dan fasilitas yang sesuai, pertimbangan waktu dan keuangan (Anne, 2006). Ciri-ciri penanda DNA yang baik dan sangat berguna adalah penanda tersebut terdapat di berbagai tempat dan tersebar merata di seluruh genom, mudah untuk diuji,

hemat biaya, multipleks dan dapat diotomatisasi (Amiteye, 2021). Karakteristik tambahan dari penanda DNA molekuler yang sangat baik adalah bahwa penanda tersebut tidak menimbulkan efek merugikan pada fenotip, bersifat spesifik genom, dan multifungsi (Kordrostami & Rahimi, 2015). Masalah biasanya muncul adalah ketika memilih penanda DNA yang paling tepat di antara sekian banyak pendekatan penanda yang berbeda. Secara umum, pilihan teknik penanda molekuler harus merupakan kompromi antara keandalan dan kemudahan analisis, kekuatan statistik, dan keyakinan dalam mengungkap polimorfisme (Agarwal et al., 2008).

Mikrosatelit atau yang dikenal dengan penanda SSR adalah bentangan yang mengandung pengulangan unit nukleotida pendek atau dikenal pengulangan tandem pendek (STR) (Cmejlova et al., 2021; Zhang & Min, 2005). Penanda SSR telah banyak digunakan dalam penelitian genetika tanaman. SSR dianggap sebagai penanda molekuler yang ideal dalam penelitian pemuliaan genetik dan banyak digunakan untuk mempelajari keanekaragaman genetik tanaman, asal usul dan analisis hubungan plasma nutfah yang dibudidayakan, identifikasi plasma nutfah keturunan hibrida dan studi stabilitas genetik (Zhu et al., 2023).

SSR dikembangkan berdasarkan data transkriptome terutama berfokus pada gen fungsional (Zhu et al., 2023). Dengan menggunakan serangkaian penanda SSR yang sangat informatif, kemungkinan kesesuaian antara dua individu yang dipilih secara acak dapat diminimalkan, dan keluaran genotipe SSR umumnya dianggap cukup konklusif (Cmejlova et al., 2021). Penanda SSR memiliki kandungan informasi polimorfik (PIC) yang tinggi dengan urutan yang sangat kekal karena reproduktifitasnya yang tinggi, sifatnya yang multi alel sehingga mereka berguna untuk mengintegrasikan peta fisik berbasis urutan pada spesies tanaman dan telah membuka jalan bagi pemula dan ahli genetika dengan alat yang efisien untuk menghubungkan variasi fenotipik dan genotipik (Sabreena et al., 2021; Zhu et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan tinjauan yang lebih mendalam

mengenai aplikasi penanda molekuler khususnya pada penggunaan metode Simple Sequence Repeat (SSR) untuk menganalisis keanekaragaman genetik dari spesies jeruk. Tujuan dari analisis tinjauan pustaka sistematis ini adalah untuk menganalisis aplikasi penanda molekuler SSR yang digunakan untuk menganalisis karakterisasi keanekaragaman genetik spesies jeruk. Dengan adanya tulisan ini, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penanda molekuler dengan metode SSR untuk menganalisis keanekaragaman genetik jeruk sehingga dapat membantu dalam tujuan pemuliaan tanaman dan konservasi.

MATERI DAN METODE

Kajian studi literatur ini dilakukan pada bulan September sampai Desember 2023. Sumber pustaka yang digunakan berasal dari artikel yang diambil dari jurnal nasional serta jurnal internasional yang terindeks Scopus. Pencarian artikel menggunakan mesin pencarian Google Scholar, Sciencedirect dan Springer. Penyusunan tinjauan pustaka sistematis diawali dengan memilih topik yang akan direview dan melakukan pelacakan atau pemilihan artikel yang cocok atau relevan dengan topik. Tahap berikutnya melakukan analisis dan mengorganisasikan artikel. Data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif dan dibahas berdasarkan hasil riset/penelitian dari berbagai sumber yang memiliki hubungan dengan judul tinjauan pustaka (Ningsih et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Deskripsi ringkasan data dari studi yang disertakan

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
Ben Romdhane et al., (2016)	Patterns of genetic structure and evidence of gene flow among Tunisian Citrus species based on informative nSSR markers	Sample 40 aksesi dari 8 spesies jeruk diekstraksi DNA melalui tahap isolasi DNA. Kemudian tahap analisis SSR menggunakan 15 pasangan primer SSR. Selanjutnya tahap PCR menggunakan primer SSR forward dan reverse (TAA15, TAA41, CAC23, ATC09). Pemisahan produk hasil PCR dengan elektroforesis pada gel agarosa 2,6%. Ukuran fragmen yang diamplifikasi dengan DNA ladder 100 base pair. Kemudian data dianalisis menggunakan perangkat lunak GENETIX 4.02, GENETOP, dan DARwin.	Studi ini menyelidiki sejauh mana keragaman genetik, hubungan filogenetik, dan jumlah aliran gen di antara spesies Jeruk Tunisia berdasarkan serangkaian 15 penanda molekuler SSR nuklir yang informatif. Data genotipe menyoroti kekayaan alel di antara spesies Jeruk Tunisia dan telah memungkinkan deteksi 168 alel di antaranya 104,19 efektif. Pembagian keanekaragaman genetik total ($HT = 0,832$) menunjukkan bahwa jumlah variasi tertinggi pada spesies Jeruk adalah $HS = 0,550$, sedangkan jumlah relatif GST keanekaragaman genetik antar spesies tidak melebihi 0,338. Pola struktur genetik tersebut didukung oleh nilai FST berpasangan rendah hingga sedang dan adanya aliran gen (Nm) di antara delapan spesies Jeruk. Diferensiasi genetik terendah terjadi antara spesies <i>Citrus sinensis</i> dan <i>Citrus insitorum</i> ($FST = 0,111$, $Nm = 1,99$), sedangkan diferensiasi genetik tertinggi tercatat antara spesies <i>Citrus aurantifolia</i> dan <i>Citrus paradisi</i> ($FST = 0,367$, $Nm = 0,43$). Analisis Neighbor Joining yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semua genotipe tersebar secara luas dan dikelompokkan secara jelas berdasarkan spesies asal mereka, dengan sedikit pengecualian.
Munankarmi et al., (2023)	Characterization of the genetic diversity of Citrus species of Nepal using simple sequence repeat (SSR) markers	Total 45 sampel daun Citrus spp berbeda. dan DNA diekstraksi sesuai dengan metode ekstraksi CTAB. Sebanyak 60 alel putatif diamplifikasi pada 12 lokus SSR pada 45 aksesi, dengan rata-rata 5 alel per lokus. Ukuran alel yang diperkuat berkisar antara 80 - 270 bp.	Dalam penyelidikan ini, kami bertujuan untuk menggunakan 12 penanda SSR untuk mengkarakterisasi keragaman genetik dari empat puluh lima aksesi Jeruk. Ke-12 pasangan primer SSR yang digunakan dalam penelitian ini berhasil mengamplifikasi seluruh Citrus spp. sampel dan menunjukkan polimorfisme 100%, yaitu, tidak ada pita monomorfik yang diamati untuk semua 12 pasangan primer SSR. Sebanyak 60 alel putatif diamplifikasi pada 12 lokus SSR dengan rata-rata 5 alel per lokus. Nilai PIC berkisar antara 0,497 dengan primer TAA 27 hingga 0,802 dengan primer TAA 41 dengan nilai rata-rata 0,662. Probabilitas identitas (PI) berkisar antara 0,075 hingga 0,383 dengan nilai rata-rata sebesar 0,143. Heterozigositas yang diamati (H_o) berkisar antara 0,460 hingga 0,794 dan Heterozigositas yang diharapkan (H_e) berkisar antara 0,460 hingga 0,794. Indeks Informasi (I) Shannon berkisar antara 0,677 hingga 1,678. Analisis koordinat utama (PCO) menunjukkan sumbu koordinat utama pertama menyumbang 20,35% dan sumbu kedua menyumbang 11,43% dari total variasi. Pengklasteran UPGMA menggunakan koefisien kemiripan Jaccard mengelompokkan 45 aksesi ke dalam empat klaster. Pasangan marka yang digunakan berhasil mengamplifikasi seluruh Citrus spp.

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
Samarina et al., (2021)	Genetic diversity and phylogenetic relationships among citrus germplasm in the Western Caucasus assessed with SSR and organelle DNA markers	Dalam penelitian kami, 130 aksesi jeruk yang berbeda termasuk 24 spesies atau interspesifik diselidiki secara genetis menggunakan 13 penanda biparental (ncSSR) dan 13 uniparental (orgDNA). Setelah analisis struktur, aksesi tunggal dialokasikan ke delapan kelompok genetik dan hubungan mereka dijelaskan. Hubungan filogenetik dikonfirmasi dengan analisis koordinat utama (PCoA) dan analisis ketidaksamaan menggunakan DARwin.	Kekerabatan filogenetik Jeruk dan kerabatnya berhasil diidentifikasi pada plasma nutfah jeruk berdasarkan penanda ncSSR dan orgDNA dan aksesi-aksesi tersebut dikelompokkan dalam 8 cluster genetik yang berbeda. Keanekaragaman genetik berdasarkan penanda DNA organel sangat rendah. Semua 19 haplotipe yang terdeteksi bersifat pribadi. Dalam empat cluster genetik (cluster 1, 3, 4 dan 7) hanya satu haplotipe yang diamati. Hal ini menimbulkan asumsi bahwa semua spesies dalam kelompok tersebut merupakan keturunan dari satu spesies nenek moyang yang sama. Keanekaragaman genetik yang tinggi diamati berdasarkan penanda ncSSR nuklir, sementara deteksi 19 haplotipe berbeda memungkinkan diferensiasi aksesi yang berbeda dalam koleksi kami. Kami mengidentifikasi dua puluh aksesi sebagai salah klasifikasi dan memindahkannya ke spesies yang benar. Penelitian kami menunjukkan bahwa kombinasi ncSSR dan orgDNA adalah alat yang efisien untuk memperkirakan keanekaragaman genetik, struktur genetik dan filogeni dalam koleksi plasma nutfah jeruk FRC SSC RAS. Hasil yang diperoleh sangat berharga untuk pengelolaan koleksi di masa depan dan penggunaan aksesi individu sebagai sumber daya genetik untuk budidaya jeruk dan pemuliaan batang bawah, terutama di daerah yang lebih dingin.
Golein et al., (2012)	Analysis of genetic relationship between 'Bakraee' (Citrus sp.) and some known Citrus genotypes through SSR and PCR-RFLP markers	Sembilan belas aksesi jeruk yang terdiri dari 'Bakraee' dan beberapa varietas yang penting secara komersial menjadi sasaran analisis SSR dan PCR-RFLP. Dari setiap aksesi diambil empat helai daun muda dan diekstraksi total DNA genomnya. Daun digiling menjadi bubuk halus dalam nitrogen cair dan diresuspensi dalam buffer ekstraksi CTAB. Untuk amplifikasi DNA, 18 primer SSR awalnya disaring dan akhirnya 17 primer yang menghasilkan pita polimorfik yang dapat dicetak digunakan untuk analisis lebih lanjut. Data dianalisis dengan paket perangkat lunak NTSYS versi 2.02. Analisis cluster dilakukan dengan metode rata-rata aritmatika	Kekerabatan filogenetik tanaman jeruk dievaluasi menggunakan 19 aksesi dengan primer SSR. Ukuran fragmen yang diamplifikasi berkisar antara 80 hingga 263 bp. Sebanyak 103 alel terdeteksi oleh 17 marka SSR dengan rata-rata 6 alel per lokus. Jumlah alel terendah terdapat pada lokus TAA52 sebanyak 2 alel dan jumlah alel tertinggi terdapat pada lokus TC26 sebanyak 11 alel. Amplifikasi PCR pada daerah rbcL-ORF 106, trnD-trnT dan trnH-trnK menghasilkan pita monomorfik masing-masing 3100, 1600 dan 1900 bp. Dari tujuh enzim restriksi (RE) yang digunakan untuk pencernaan restriksi amplicon PCR, hanya lima (HinfI, MspI, TaqI, BspRI dan ScrFI) yang mampu menghasilkan polimorfisme. Hubungan filogenetik antar genotipe dengan paket software NTSYS versi 2.02. Data SSR membuktikan bahwa 'Bakraee' mempunyai kekerabatan genetik lebih banyak dengan jeruk nipis kasar (0,87) dan jeruk nipis manis (0,65) dibandingkan aksesi lainnya. Mengingat kesamaan ini, ada kemungkinan besar bahwa 'Bakraee' berasal dari <i>C. jambhiri</i> × <i>C. limettioides</i> . Untuk menguji probabilitas dan penentuan keturunan Bakraee, kami menggunakan analisis cpDNA pada genotipe yang diteliti menggunakan PCR-RFLP yang dendrogramnya.

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		kelompok berpasangan tidak tertimbang (UPGMA).	
Chai et al., (2013)	Transferability, polymorphism and effectiveness for genetic mapping of the Pummelo (<i>Citrus grandis</i> Osbeck) EST-SSR markers	Sebanyak 212 CgEMS (<i>Citrus grandis</i> EST MicroSatellite) dikembangkan dari urutan pummelo EST dalam penelitian kami sebelumnya (Biswas et al., 2012) (Tambahan CgEST_seq). Dalam penelitian ini kami menguji transferabilitas in silico dan polimorfisme penanda CgEMS dengan menerapkan strategi e-PCR, di mana pasangan sekuens primer dari <i>C. grandis</i> dipetakan ke sekuens kromosom semu <i>C. sinensis</i> yang dirangkai, perancah sekuens genom <i>C. clementina</i> , <i>C. reticulata</i> dan urutan EST <i>Poncirus trifoliata</i> . Hasil temuan selanjutnya divalidasi secara eksperimental dan hasilnya mengungkapkan bahwa 136 penanda memperkuat pita PCR yang diharapkan pada 8 aksesi pameo.	Dalam penelitian ini, kami mengevaluasi 212 penanda SSR turunan Pummelo EST (CgEMS) untuk kemampuan transfernya antar genera, polimorfisme, kemampuan pemetaan, dan kegunaannya untuk analisis keanekaragaman genetik. Di antara penanda ini, 136 merupakan pita yang diperkuat, 99 dapat ditransfer ke seluruh genera. Daya transfer CgEMS ke <i>Citrus sinensis</i> , <i>Citrus reticulata</i> , <i>Citrus lemon</i> , <i>Fortunella</i> spp. dan <i>Poncirus</i> sp masing-masing sebesar 76%, 76%, 75%, 74% dan 73%. Sebaliknya, 52 (53%) penanda ditemukan bersifat polimorfik dan terpisah dalam populasi pemetaan. Pemisahan penanda dapat dikategorikan menjadi empat kelompok: informatif penuh (8%), informatif laki-laki (15%), informatif perempuan (19%) dan informatif sebagian (59%). Hubungan filogenetik antara jeruk dan kerabatnya yang diperoleh dengan CgEMS sesuai dengan taksonomi dan filogeni jeruk yang sudah ada. CgEMS berpotensi berfungsi sebagai penanda sempurna untuk menentukan variasi fenotip, sidik jari, pemetaan dan studi keragaman genetik pada <i>C. grandis</i> . Tingkat transferabilitas lintas genera yang tinggi terhadap penanda CgEMS telah memungkinkan inferensi filogenetik dalam Rutaceae.
Chen et al., (2011)	Genetic background of the citrus landrace 'Huarongdao Zhoupigan' revealed by simple sequence repeat marker and genomic analyses	Dua puluh aksesi genotipe jeruk yang terdiversifikasi dari genera berbeda digunakan, termasuk jeruk mandarin, jeruk manis, jeruk asam, pomelo, citron, Ichang papada, jeruk trifoliata dan kumkuat. Daun muda segar dikumpulkan, dibekukan dalam nitrogen cair dan disimpan pada suhu -80 ° C untuk ekstraksi DNA genom selanjutnya. Penelitian ini menggunakan penanda SSR (Simple Sequence Repeat) untuk menganalisis genetika 'Huarongdao	Pengamatan morfologi menunjukkan bahwa 'Huarongdao Zhoupigan' memiliki bentuk daun yang mirip jeruk mandarin, daging buah, kulit buahnya mudah dikupas dan kulit buahnya kusut, menyiratkan bahwa varietas ini kemungkinan merupakan hasil persilangan jeruk dan mandarin. Untuk mengungkap latar belakang genetik 'Huarongdao Zhoupigan', 21 aksesi jeruk dievaluasi menggunakan penanda SSR nuklir dan kloroplas serta informasi SNP seluruh genom. 'Huarongdao Zhoupigan' dikelompokkan dengan jeruk mandarin dan dikelompokkan erat dengan 'Yuanjiang Nanju' dalam analisis SSR nuklir dan dikelompokkan dengan jeruk asam 'Goutou', jeruk manis 'Dahong' dan jeruk pusa 'Newhall' dalam analisis SSR kloroplas. Tingkat kesamaan urutan genom 'Huarongdao Zhoupigan' dengan bahasa mandarin sebesar 36,09%, dengan heterozigositas mandarin sebesar 46,50%; perbandingan kasar kedua bagian utama hampir 1:1, kecuali bagian yang tidak diketahui (19,11%) dan pummelo (1,46%). Dengan demikian, 'Huarongdao Zhoupigan' mungkin merupakan hibrida alami dengan jeruk asam

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		<p>Zhoupigan'. Analisis genom dilakukan untuk menggali hubungan filogenetik dan struktur genetik antar spesies jeruk. Analisis genom membantu dalam memahami hubungan genetik antar spesies jeruk dan cara mereka berkembang.</p>	<p>(hibrida seksual pamelon dan mandarin) sebagai induk benih dan mandarin sebagai induk serbuk sari.</p>
<p>Kawano et al., (2021)</p>	<p>Production of doubled-haploid (DH) selfed-progenies in 'Banpeiyu' pummelo [Citrus maxima (Burm.) Merr.] and its genetic analysis with simple sequence repeat markers</p>	<p>Penelitian ini menggunakan 'Banpeiyu' pummelo [Citrus maxima (Burm.) Merr.] lima buah pummelo haploid, yaitu BX1-BX5, dan BX1-DH digunakan untuk penelitian kami. BX1 diperoleh dari biji kecil melalui persilangan antara BP dan jeruk bali 'Ruby Red'. BX1-DH diinduksi dengan pengobatan kolkisin pada tunas aksila BX1. BX2 diperoleh dari benih yang belum berkembang melalui BP yang melakukan penyerbukan terbuka. Analisis genetik lima tanaman haploid (BX1-BX5) 'Banpeiyu' pummelo (BP), [Citrus maxima (Burm.) Merr.] menggunakan 32 marka simple sequence repeat (SSR) yang dilakukan dengan tujuan untuk memastikan asal usul gino genetik dan perbedaan genetik.</p>	<p>Hasilnya, semua tanaman haploid hanya memiliki salah satu alel BP, yang menegaskan bahwa tanaman tersebut berasal dari ginogenetik. Kami juga mengkonfirmasi bahwa BX1 dan haploid gandanya (BX1-DH) memiliki alel SSR yang persis sama. Menariknya, kelima haploid memiliki alel yang sama pada kelompok linkage (LG) 6 dalam kasus tiga penanda. Kemudian, kami melakukan penyerbukan sendiri pada tanaman DH dan persilangan timbal balik antara DH dan BP, yang memiliki ketidakcocokan diri yang kuat. Benih hasil persilangan ini berkecambah secara normal secara in vitro atau ex vitro dan berkembang menjadi bibit diploid, kecuali satu bibit tetraploid. Analisis genetik bibit ini dengan 32 penanda SSR mengungkapkan bahwa rasio segregasi dari 32 lokus pada keturunan 30 BP, 30 BP x DH dan 30 DH x BP sebagian besar sesuai dengan rasio yang diharapkan. Namun, rasio segregasi yang terdistorsi secara signifikan ditemukan pada satu, lima dan tiga penanda SSR untuk keturunan BP, BP x DH dan DH x BP. Semua dari 30 keturunan bawaan DH menunjukkan alel SSR yang persis sama dengan DH asli. Ini adalah contoh pertama di mana keturunan DH persilangan sendiri dan belakang pada tanaman buah-buahan dianalisis secara genetik menggunakan penanda SSR. Tingkat pembuahan pada BP selfing, BP x DH, DH x BP, dan DH selfing berturut-turut adalah 80,0, 30,0, 40,0, dan 30,0 %. Pada BP selfing, DH x BP, dan DH selfing, rata-rata jumlah benih yang berkembang per buah masing-masing adalah 48,8, 48,7, dan 18,2, sedangkan jumlah benih yang belum berkembang per buah masing-masing adalah 98,0, 51,0, dan 26,6. Dengan demikian, DH selfing menunjukkan produksi benih yang dikembangkan dan belum dikembangkan secara signifikan lebih sedikit dibandingkan dengan BP selfing dan DH x BP.</p>
<p>Ramadugu et al., (2015)</p>	<p>Genetic analysis of citron (Citrus medica L.) using simple sequence repeats and single nucleotide polymorphisms</p>	<p>Sebanyak 47 jeruk bersama dengan 7 kontrol non-sitron (masing-masing 2 jeruk pomelo dan papada, masing-masing 1 jeruk, mandarin, dan kumquat) dilibatkan dalam penelitian ini dan taksanya adalah CM1 – CM58. DNA genom</p>	<p>Total 161 alel diduga terdeteksi dalam dataset, dengan rata-rata 7 alel per lokus. Jumlah alel unik yang tercatat adalah 49 untuk semua taksa dan 6 untuk sitron saja (3 pada aksesori sitron hibrida diduga). Lokus mikrosatelit CF-AT13 dan CF-TA03 masing-masing memiliki maksimal 13 alel; lokus CF-ACA01 memiliki 3 alel, jumlah terendah yang tercatat untuk kumpulan data ini. Pengujian awal primer SSR dalam analisis qPCR berguna dalam memilih penanda untuk analisis sitron dan menentukan suhu optimal untuk amplifikasi. Cluster</p>

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		<p>diekstraksi menggunakan protokol setil trimetil amonium bromida (CTAB). Produk dari PCR MDH dan CF-AT13 di elektroforesis pada gel agarosa, amplikon dimurnikan menggunakan kit QiaEX II (Qiagen Inc., Valencia, CA), diklon ke vektor pCR4 Topo (Invitrogen, Carlsbad, CA) dan diurutkan menggunakan vektor-primer berbasis atau internal. Urutannya diselaraskan menggunakan Clustal W dan ditampilkan menggunakan perangkat lunak GeneDoc. Pengulangan urutan sederhana (SSR) atau mikrosatelit diamplifikasi menggunakan primer. Suhu annealing untuk PCR bervariasi dari 45 hingga 58 °C, tergantung pada primernya. Analisis kuantitatif real-time PCR (qPCR) dilakukan menggunakan sampel jeruk yang representatif dalam sistem ABI ViiA 7 qPCR (Applied Biosystems). Data yang dihasilkan untuk 47 aksesori (citron dan hibrida citron) dari 23 penanda mikrosatelit nuklir yang membedakan digunakan untuk melakukan analisis struktur populasi menggunakan Software Struktur 2.3. Untuk analisis gen kloroplas rps16, pohon MP dibuat menggunakan MEGA 6.0 dengan 54 sekuens yang dihasilkan dalam penelitian ini bersama dengan 14 sekuens rps16 lainnya. Amplikon yang dihasilkan</p>	<p>1 terdiri dari banyak citron liar Cina dan hibrida alami tertentu. Semua citron berjeri dan citron Cina tertentu yang tidak berjeri dikelompokkan dalam cluster 2. Sebagian besar citron lain yang dianggap berasal dari cekungan Mediterania dikelompokkan bersama dalam cluster 3. Jarak rata-rata antar individu di setiap cluster adalah: 0,5349 (cluster 1), 0,2192 (cluster 2) dan 0,3178 (klaster 3). Nilai rata-rata Fst (indeks fiksasi) untuk ketiga cluster adalah: 0,0012 (cluster 1), 0,4990 (cluster 2) dan 0,4864 (cluster 3). Pohon konsensus tetangga yang bergabung (NJ) dihasilkan dari data SSR. Semua aksesori dengan keturunan sitron, termasuk hibrida 'Suanmaliu' dan hibrida lemon 'India', membentuk clade yang berbeda dengan nilai bootstrap sebesar 84%. Namun, sebagian besar sub-kelas citron tidak memiliki dukungan bootstrap yang baik. Citron dari Tiongkok membentuk dua clade dan citron jenis etrog membentuk clade terpisah. Heterozigositas yang diamati dengan data mikrosatelit di semua taksa yang termasuk dalam penelitian berkisar antara 0 hingga 86,96%. Secara umum, jeruk sitrun memiliki tingkat heterozigositas yang lebih rendah dibandingkan jeruk papeda, mandarin, atau kumkuat. Pada jeruk sitrun, heterozigositas berkisar antara 0 hingga 52%. Panjang rangkaian MDH pada 54 taksa yang diteliti adalah sekitar 1615 bp. Delapan aksesori non-sitron mempunyai satu atau kedua haplotipe dengan deleksi 10 bp pada daerah intron fragmen gen MDH. Semua citron memiliki produk PCR CF-AT13 yang diperkirakan sekitar 361–379 pasangan basa nukleotida berdasarkan mobilitas pada gel LI-COR. Semua non-sitron yang dimasukkan dalam analisis menghasilkan produk PCR yang diperkirakan sekitar 201–221 bp dan tidak memiliki pita UM yang lebih tinggi (~370 bp). Terdapat 43 lokus dengan basis polimorfik, 20 diantaranya hanya terdapat pada aksesori non-sitron. Analisis gen cp rps16 mengidentifikasi 43 posisi nukleotida dengan basa variabel. Ada 83 alel dalam limau; 42 pada citron Cina (15 pada citron murni dan 27 pada citron hibrida) dan 41 pada citron asal Mediterania. Untuk membangun pohon MP dengan sitron dan sejumlah besar aksesori non-sitron, kami menggunakan 68 rangkaian rps16 yang dihasilkan dari semua aksesori. Jarak udara antara sekuens rps16 dari 68 aksesori dihitung menggunakan perangkat lunak MEGA 6.0. Perbedaan antara aksesori non-citron dan aksesori citron dalam kumpulan data (tidak termasuk 'Assads') adalah antara 0,006 hingga 2,1%. Perbedaan antara aksesori limau dan 'Assad' adalah sekitar 1,2%. Divergensi antara berbagai aksesori jeruk (tidak termasuk 'Assad') berkisar antara 0 hingga 0,6%. Kebanyakan citron tidak memiliki perbedaan satu sama lain dalam urutan rps16.</p>

Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
		menggunakan primer CF-AT13 dimurnikan, dan diklon ke vektor kloning pCR4-TOPO.	

Berdasarkan deskripsi artikel pada Tabel 1., diketahui bahwa semua genotipe jeruk tersebar secara luas. Penanda SSR berhasil mengkarakterisasi keragaman genetik dari beberapa aksesori jeruk. Kekerabatan filogenetik jeruk dan kerabatnya berhasil diidentifikasi pada plasma nutfah jeruk berdasarkan penanda SSR dan aksesori tersebut dikelompokkan dalam kluster genetik yang berbeda. Hubungan kekerabatan filogenetik tanaman jeruk dievaluasi dan melalui tahap amplifikasi yang menggunakan bantuan Enzim Restriksi (RE) untuk proses restriksi ampikon PCR. Penanda SSR memiliki tingkat polimorfisme yang tinggi. Hasil yang diperoleh sangat berharga dan penting untuk pengelolaan koleksi di masa depan dan penggunaan aksesori individu sebagai sumber daya genetik untuk budidaya jeruk dan pemuliaan tanaman jeruk. Penanda SSR adalah memiliki beberapa keunggulan, termasuk pewarisan kodominan, tingkat polimorfisme yang tinggi, reproduktifitas dan kemudahan identifikasi homozigositas dan heterozigositas (Zhao et al., 2017). Penanda SSR menunjukkan banyak manfaat karena distribusi kontennya yang kaya, polimorfisme yang melimpah, netralitas yang dapat diandalkan, pengulangan yang tinggi, dan kodominan (Li et al., 2021). Kerugiannya, analisis SSR adalah proses yang mahal dan memakan waktu sehingga bagi kebanyakan tanaman, membuat peta keterkaitan resolusi tinggi hanya dengan menggunakan penanda SSR memerlukan biaya yang besar, namun biasanya lebih masuk akal jika menggabungkan analisis SSR dan AFLP (Uddin & Cheng, 2015).

SIMPULAN

Salah satu aplikasi penanda molekuler yaitu penggunaannya untuk menganalisis keanekaragaman genetik tumbuhan. Penanda molekuler Simple Sequence Repeat (SSR) dapat membantu untuk menganalisis karakteristik dan keanekaragaman genetik jeruk sehingga dapat membantu dalam tujuan pemuliaan tanaman dan konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abkenar, A. A., Isshiki, S., & Tashiro, Y. (2004). Phylogenetic Relationships in the "True Citrus Fruit Trees" Revealed by PCR-RFLP Analysis of cpDNA. *Scientia Horticulturae*, 102(2), 233–242. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.01.003>
- Agarwal, M., Shrivastava, N., & Padh, H. (2008). Advances in Molecular Marker Techniques and Their Applications in Plant Sciences. *Plant Cell Rep*, 27, 617–631. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00299-008-0507-z>
- Amar, M. H., Biswas, M. K., Zhang, Z., & Guo, W.-W. (2011). Exploitation of SSR, SRAP and CAPS-SNP Markers for Genetic Diversity of Citrus Germplasm Collection. *Scientia Horticulturae*, 128(3), 220–227.
- Amiteye, S. (2021). Basic Concepts And Methodologies Of DNA Marker Systems In Plant Molecular Breeding. *Heliyon*, 7(10), e08093. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08093>
- Anne, C. (2006). Choosing The Right Molecular Genetic Markers for Studying Biodiversity: From Molecular Evolution to Practical Aspects. *Genetica*, 127(1–3), 101–120. <https://doi.org/10.1007/s10709-005-2485-1>
- Ben Romdhane, M., Riahi, L., Selmi, A., & Zoghlami, N. (2016). Patterns of genetic structure and evidence of gene flow among Tunisian Citrus species based on informative nSSR markers. *Comptes Rendus - Biologies*, 339(9–10), 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2016.06.005>
- Biswas, M. K., Baig, M. N. R., Cheng, Y.-J., & Deng, X.-X. (2010). Retro-Transposon Based Genetic Similarity Within the Genus Citrus and Its Relatives. *Genet Resour Crop Evol*, 57, 963–972. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10722-010-9533-0>
- Biswas, M. K., Chai, L., Amar, M. H., Zhang,

- X., & Deng, X. (2011). Comparative Analysis of Genetic Diversity in Citrus Germplasm Collection using AFLP, SSAP, SAMPL and SSR Markers. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 798–803.
- Chai, L., Biswas, M. K., Yi, H., Guo, W., & Deng, X. (2013). Transferability, polymorphism and effectiveness for genetic mapping of the Pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) EST-SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 155, 85–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.024>
- Chen, P., Liu, J., Wang, L., Liu, X., Guo, L., Li, F., Li, D., Chai, L., Xu, Q., Li, X., & Deng, Z. (2011). Genetic background of the citrus landrace ‘Huarongdao Zhoupigan’ revealed by simple sequence repeat marker and genomic analyses. *Scientia Horticulturae*, 289. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110456>
- Cheng, Y.-J., Guo, W.-W., Yi, H.-L., Pang, X.-M., & Deng, X. (2003). An Efficient Protocol for Genomic DNA Extraction From Citrus Species. *Plant Mol Biol Rep*, 21, 177–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02774246>
- Cmejlova, J., Rejlova, M., Paprstein, F., & Cmejla, R. (2021). A new one-tube reaction kit for the SSR genotyping of apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Plant Science*, 303, 110768. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110768>
- Golein, B., Bigonah, M., Azadvar, M., & Golmohammadi, M. (2012). Analysis of genetic relationship between “Bakraee” (*Citrus* sp.) and some known Citrus genotypes through SSR and PCR-RFLP markers. *Scientia Horticulturae*, 148, 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.10.012>
- Guntur, W. S., & Slamet, S. (2019). Kajian Kriminologi Perdagangan Ilegal Satwa Liar. *Recidive*, 8(2), 176–186.
- Kawano, M., Yahata, M., Shimizu, T., Honsho, C., Hirano, T., & Kunitake, H. (2021). Production of doubled-haploid(DH) selfed-progenies in ‘Banpeiyu’ pummelo [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.] and its genetic analysis with simple sequence repeat markers. *Scientia Horticulturae*, 277. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109782>
- Kordrostami, M., & Rahimi, M. (2015). Molecular markers in plants: Concepts and applications. *Genetics in the Third Millennium*, 13(2), 4024–4031.
- Kumar, S., Jena, S. N., & Nair, N. K. (2010). ISSR polymorphism in Indian wild orange (*Citrus indica* Tanaka, Rutaceae) and related wild species in North-east India. *Scientia Horticulturae*, 123(3), 350–359. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.scienta.2009.10.008>
- Li, H., Ma, Y., Pei, F., Zhang, H., Liu, J., & Jiang, M. (2021). Large-scale advances in SSR markers with high-throughput sequencing in *Euphorbia fischeriana* Steud. *Electronic Journal of Biotechnology*, 49, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2020.11.004>
- Liu, Y., Heying, E., & Tanumihardjo, S. A. (2012). Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(6), 530–545. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00201.x>
- Matheyambath, A. C., Padmanabhan, P., & Paliyath, G. (2016). Citrus Fruits. In *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 136–140). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00165-3>
- Mudaningrat, A., Umayana, F., Ayu, F., & Syahriza, A. (2023). *Literature Review: Aplikasi Penanda Molekuler untuk Analisis Keanekaragaman Genetik Hewan*. 10, 11–25.
- Munankarmi, N. N., Rana, N., Joshi, B. K., Bhattarai, T., Chaudhary, S., Baral, B., & Shrestha, S. (2023). Characterization of the Genetic Diversity of Citrus Species of Nepal using Simple Sequence Repeat (SSR) Markers. *South African Journal of Botany*, 156, 192–201.
- Nicolosi, E., Deng, Z. N., Gentile, A., Malfa, S. La, Continella, G., & Tribulato, E. (2000). Citrus Phylogeny and Genetic Origin of Important Species as Investigated by Molecular Markers. *Theor Appl Genet*, 100, 1155–1166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s001220051419>

- Ningsih, O. S., Detha, A. I. R., & Wuri, D. A. (2022). Studi Literatur Metode Diagnosis Anisakiasis. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 5(26), 1–11.
- Pang, Y. X., Wang, W. Q., Zhang, Y. B., Yuan, Y., Yu, J. B., Zhu, M., & Chen, Y. Y. (2014). Genetic Diversity of the Chinese Traditional Herb *Blumea Balsamifera* (Asteraceae) Based on AFLP Markers. *Genetic and Molecular Research*, 13(2), 2718–2726.
- Ramadugu, C., Keremane, M. L., Hu, X., Karp, D., Federici, C. T., Kahn, T., Roose, M. L., & Lee, R. F. (2015). Genetic analysis of citron (*Citrus medica* L.) using simple sequence repeats and single nucleotide polymorphisms. *Scientia Horticulturae*, 195, 124–137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.004>
- Sabreena, Nazir, M., Mahajan, R., Hashim, M. J., Iqbal, J., Alyemeni, M. N., Ganai, B. A., & Zargar, S. M. (2021). Deciphering allelic variability and population structure in buckwheat: An analogy between the efficiency of ISSR and SSR markers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(11), 6050–6056. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.07.061>
- Samarina, L. S., Kulyan, R. V., Koninskaya, N. G., Gorshkov, V. M., Ryndin, A. V., Hanke, M. V., Flachowsky, H., & Reim, S. (2021). Genetic diversity and phylogenetic relationships among citrus germplasm in the Western Caucasus assessed with SSR and organelle DNA markers. *Scientia Horticulturae*, 288(April), 110355. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110355>
- Uddin, M. S., & Cheng, Q. (2015). 12 - Recent Application of Biotechniques for the Improvement of Mango Research. In Y. H. Palmiro Poltronieri (Ed.), *Applied Plant Genomics and Biotechnology* (pp. 195–212). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100068-7.00012-4>
- Yue, Y., Wei, A., Jian-hua, Z., Yan-long, L., Yun-fang, F., Jin-huan, C., You-long, C., & Xiang-qiang, Z. (2022). Constructing the wolfberry (*Lycium* spp.) genetic linkage map using AFLP and SSR markers. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(1), 131–138. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63610-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63610-9)
- Zhang, P., & Min, X. J. (2005). 2 - EST Data Mining and Applications in Fungal Genomics. In R. M. B. Dilip K. Arora (Ed.), *Applied Mycology and Biotechnology* (pp. 33–70). Elsevier. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1874-5334\(05\)80004-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1874-5334(05)80004-8)
- Zhao, X., Zhang, J., Zhang, Z., Wang, Y., & Xie, W. (2017). Hybrid identification and genetic variation of *Elymus sibiricus* hybrid populations using EST-SSR markers. *Hereditas*, 154, 15. <https://doi.org/10.1186/s41065-017-0053-1>
- Zhu, X., Wu, Y., Zhou, J., Lin, J., & Chen, X. (2023). Morphological, palynological and transcriptomic-based SSR assessment of peony varieties adaptive in the Jiangnan region. *Scientia Horticulturae*, 310(December 2022), 111771. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111771>

ANALISIS KEBUTUHAN SISWA DAN GURU TERHADAP E-MODUL TERINTEGRASI NILAI IMTAQ DI MAN 3 KOTA PEKANBARU

Siti Mashitoh Rohmah¹, Siti Robiah² *

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Riau

Corresponding: sitirobiah@edu.uir.ac.id

Abstract

Background: This research aims to obtain information on whether students and teachers need an E-Module integrated with IMTAQ values or not. The integrated E-Module of IMTAQ values is an electronic-based module presented in electronic media, either in the form of a computer or Android, which contains writing, images and even videos that contain elements of IMTAQ values.

Methods: This research was conducted from 11 December 2023 to 21 December 2023 with the research location at MAN 3 Pekanbaru City and used descriptive qualitative research methods with the aim of describing the benefits of E-Modules for increasing students' IMTAQ scores.

Results: Based on the results of interviews conducted by researchers with one of the biology teachers and 10 students in class teach.

Conclusion: Based on data analysis, it was found that they needed an E-Module that integrated IMTAQ values.

Keywords: Needs analysis, E-Module, Imtaq Value

Abstrak

Latar Belakang: Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi apakah siswa dan guru membutuhkan E-Modul terintegrasi nilai imtaq atau tidak. E-Modul terintegrasi nilai imtaq adalah modul berbasis elektronik yang disajikan dalam media elektronik baik berupa komputer maupun android yang di dalamnya terdapat tulisan, gambar bahkan video yang mengandung unsur-unsur nilai imtaq.

Metode: Penelitian ini dilakukan pada 11 Desember 2023 sampai 21 Desember 2023 dengan lokasi penelitian di MAN 3 Kota Pekanbaru dan menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk mendeskripsikan manfaat E-Modul untuk meningkatkan nilai imtaq siswa.

Hasil: Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti kepada salah satu guru biologi dan 10 siswa di kelas XI MAN 3 Kota Pekanbaru didapatkan bahwa guru belum pernah menggunakan E-Modul sebagai media pembelajaran dan belum pernah mengintegrasikan nilai-nilai Islami dalam perangkat pembelajaran yang digunakan sebagai bahan ajar.

Kesimpulan: Berdasarkan dari analisis data didapatkan bahwa mereka membutuhkan E-Modul yang terintegrasi nilai imtaq.

Kata Kunci: Analisis kebutuhan, E-Modul, Nilai Imtaq

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha dasar secara sadar untuk mencapai potensi tiap manusia yang dapat mewujudkan suatu pewarisan budaya dari satu generasi ke generasi lain. Pendidikan dapat menjadikan generasi ini sebagai panutan dari pengajaran generasi sebelumnya. Sampai sekarang ini, pendidikan tidak mempunyai batasan untuk menjelaskan arti pendidikan secara lengkap karena sifatnya yang kompleks dan memiliki arti yang cukup luas seperti sarasannya yaitu manusia. Sifatnya yang kompleks itu sering disebut ilmu pendidikan. Ilmu pendidikan merupakan kelanjutan dari pendidikan. Ilmu pendidikan lebih berhubungan dengan teori pendidikan yang mengutamakan pemikiran ilmiah. Pendidikan dan ilmu pendidikan memiliki keterkaitan dalam artian praktik serta teoritik. Sehingga, dalam proses kehidupan manusia keduanya saling berkolaborasi (Rahman et al., 2022).

Bahan ajar dapat diartikan sebagai bahan ajar atau materi pelajaran yang disusun secara lengkap dan sistematis berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar bersifat sistematis artinya disusun secara urut sehingga memudahkan siswa belajar. Bahan ajar digunakan untuk sasaran tertentu dalam proses pembelajaran, dan spesifik artinya isi bahan ajar dirancang sedemikian rupa untuk mencapai kompetensi tertentu dari sasaran tertentu (Magdalena et al., 2020). Bahan ajar ada yang berbentuk dalam media cetak dan media elektronik. Bahan ajar cetak dapat diartikan sebagai alat atau perangkat bahan yang memuat materi atau isi pelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dituangkan dengan menggunakan teknologi cetak misalnya seperti modul (Isniatun, 2011). Sedangkan bahan ajar dalam media elektronik seperti E-Modul.

E-Modul merupakan modul dengan format elektronik yang disajikan dalam media elektronik baik berupa komputer maupun android. E-Modul dapat menampilkan teks, gambar, animasi, dan video melalui media elektronik tersebut. Kemajuan teknologi sangat bermanfaat untuk mempermudah menampilkan E-Modul melalui android. Kelebihan lainnya E-Modul juga dapat mengurangi penggunaan kertas dalam proses pembelajarannya. Sebuah E-Modul disusun secara sistematis dengan bahasa

yang dapat menyesuaikan dengan kemampuan siswa. Sehingga tidak membingungkan siswa dalam memahami. E-Modul juga merupakan media pembelajaran yang dapat membantu siswa untuk mengukur dan mengontrol kemampuan dan intensitas belajarnya. Penggunaan E-Modul tidak dibatasi tempat dan waktu, karena tergantung kesanggupan siswa dalam menggunakan E-Modul. Dengan demikian E-Modul dapat digunakan kapan saja dan dimana saja menggunakan android yang rata-rata telah dimiliki siswa di era teknologi ini. Sehingga keterbatasan media pembelajaran pada saat guru menjelaskan dapat terbantu serta pada saat praktikum siswa sudah memahami apa yang akan dikerjakan karena siswa sudah mempelajarinya terlebih dahulu (Laili et al., 2019).

Keunggulan penggunaan e-modul yaitu: (1) Mampu menumbuhkan motivasi bagi peserta didik karena desain dari e-modul lebih menarik tidak berupa tulisan saja tetapi memuat gambar bahkan video. (2) Adanya evaluasi untuk memungkinkan guru dan peserta didik agar dapat mengetahui dibagian mana yang belum tuntas atau sudah tuntas. (3) Bahan pelajaran dapat dipecah agar lebih merata dalam satu semester. (4) Bahan belajar disusun sesuai dengan tingkatan akademik. (5) Dapat membuat e-modul lebih interaktif dan dinamis dibanding modul cetak yang lebih statis. (6) Dapat menggunakan video, audio, dan animasi untuk mengurangi unsur verbal modul cetak yang tinggi (Laili et al., 2019).

Pembentukan karakter ini menjadi hal yang sudah marak dibicarakan oleh masyarakat. Serta menjadi nilai utama dalam kehidupan bermasyarakat. Oleh karena itu nilai pembentukan karakter ini sangat penting di sampaikan kepada seluruh khalayak masyarakat bahkan dunia pendidikan agar dapat membentuk manusia yang bermoral, memiliki mental yang kuat serta sikap dan kepribadian yang dapat menyatukan antara akal, hati, dan aksinya secara kasat mata (Qurroti A`yun et al., 2023).

Selain itu dalam proses pembentukan karakter ini, pendidikan agama menjadi salah satu hal yang sangat penting untuk menjadi kepribadian yang memiliki sikap toleran dan menjadi media yang efektif untuk menjalani kehidupan yang sesungguhnya. Khususnya budaya pembentukan karakter Iman dan Takwa kepada Tuhan yang Maha Esa. Seperti nilai kejujuran, keadilan, dan berbudi luhur

yang baik (Qurroti A`yun et al., 2023).

Berdasarkan dari kajian yang telah diuraikan di atas, dapat diketahui bahwa media pembelajaran berupa e-modul yang menarik dapat membantu siswa dalam mempermudah proses pembelajarannya. E-modul ini juga dapat meningkatkan minat belajar siswa. Selain itu e-modul yang terintegrasi nilai imtaq dapat membentuk siswa menjadi seseorang yang bermoral baik. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti dengan salah satu guru biologi di kelas XI mengatakan bahwa guru menggunakan buku cetak kelas XI Erlangga sebagai sumber pembelajaran dan menggunakan powerpoint dan video pembelajaran sebagai media pembelajaran. Dengan adanya sumber dan media pembelajaran yang dibuat, dapat membantu guru memudahkan dalam proses pembelajaran. Guru belum pernah menggunakan E-Modul yang terintegrasi nilai imtaq dalam proses pembelajaran. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui atau memperoleh informasi awal mengenai "Analisis Kebutuhan Siswa Dan Guru Terhadap E-Modul Terintegrasi Nilai Imtaq Di Man 3 Kota Pekanbaru" untuk menjadikan siswa yang memiliki sifat dan perilaku yang baik serta memiliki rasa syukur terhadap Allah SWT melalui pembelajaran biologi dengan media E-Modul yang dapat dilihat di android dan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada 11 Desember 2023 sampai 21 Desember 2023 dengan lokasi penelitian di MAN 3 Kota Pekanbaru dan menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk mendeskripsikan manfaat e-modul untuk meningkatkan nilai imtaq siswa. Penelitian deskriptif kualitatif ditujukan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik bersifat alamiah maupun rekayasa manusia, yang lebih memperhatikan mengenai karakteristik, kualitas, keterkaitan antar kegiatan. Selain itu, Penelitian deskriptif tidak memberikan perlakuan, manipulasi atau perubahan pada variabel - variabel yang diteliti, melainkan menggambarkan suatu kondisi yang apa adanya. Satu-satunya perlakuan yang diberikan hanyalah penelitian itu sendiri, yang

dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi (Sukmadinata, 2011).

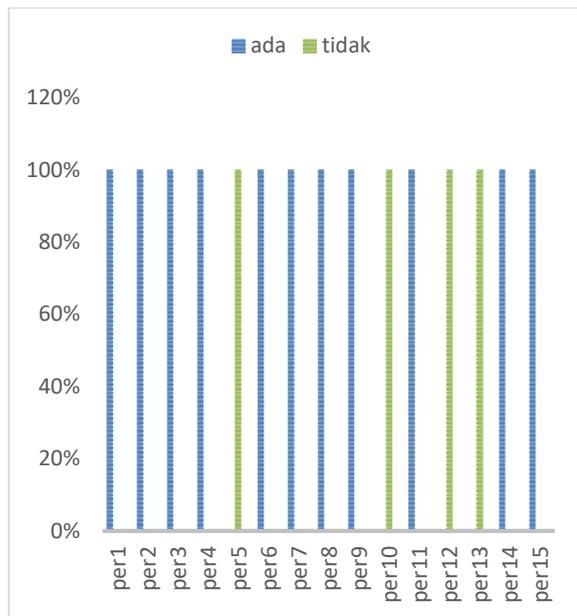
Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kualitatif. Dimana data ini lebih mengutamakan kata-kata atau gambar daripada angka-angka (Bloom & Reenen, 2013). Populasi dalam penelitian ini yaitu jumlah keseluruhan siswa dalam satu kelas pada kelas XI yang berjumlah 37 siswa. Sedangkan sampel untuk penelitian ini yaitu bagian dari populasi tersebut yang berjumlah 10 siswa.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan wawancara dan dokumentasi. Wawancara adalah percakapan dengan maksud tertentu oleh dua pihak, yaitu pewawancara (interview) sebagai pengaju/pemberi pertanyaan dan yang diwawancarai (interviewee) sebagai pemberi jawaban atas pertanyaan yang diberikan. Teknik pengumpulan data selanjutnya yaitu dokumentasi. Teknik ini digunakan untuk mencatat data-data yang tersedia dalam bentuk arsip atau dokumen-dokumen (Bloom & Reenen, 2013).

Setelah data penelitian terkumpul lalu dilakukan analisis data menggunakan data kualitatif yang bersifat induktif, yaitu analisis berdasarkan data yang diperoleh. Teknik analisis data adalah proses pengumpulan data secara sistematis untuk mempermudah peneliti dalam memperoleh kesimpulan. Analisis terdiri dari tiga alur kegiatan yang terjadi secara bersamaan yaitu: reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan/verifikasi (Ajif, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

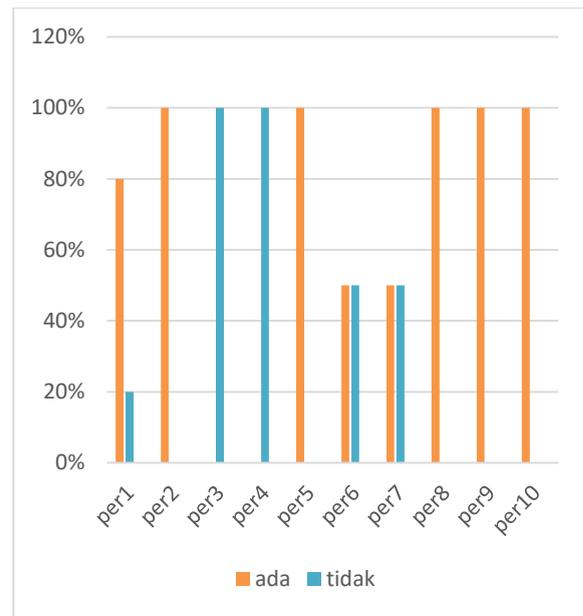
Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti kepada salah satu guru biologi di kelas XI MAN 3 Kota Pekanbaru didapatkan bahwa guru belum pernah menggunakan E-Modul sebagai media pembelajaran dan belum pernah mengintegrasikan nilai-nilai Islami dalam perangkat pembelajaran yang digunakan sebagai bahan ajar.



Gambar 1. Hasil Wawancara Dengan Guru

Berdasarkan dari tabel hasil wawancara di atas yang telah dilakukan oleh peneliti kepada guru biologi kelas XI MAN 3 Kota Pekanbaru yaitu Ibu Cantika, S.Pd, maka didapatkan hasil bahwa guru belum pernah menggunakan e-modul dan belum pernah menggunakan perangkat pembelajaran yang terintegrasi nilai imtaq. Beliau juga mengatakan bahwa perangkat pembelajaran yang dilengkapi dengan nilai karakter yang islami sangat penting karena akan menambah nilai pengetahuan yang tidak secara umum saja.

Berdasarkan paparan di atas, perlu kiranya ditelusuri bagaimana pengembangan nilai Islami peserta didik melalui integrasi Al-Qur'an dan Hadis dalam pembelajaran biologi. Tulisan ini akan membahas tentang posisi Al-Qur'an dan Hadis dalam pembelajaran biologi, Peran Al-Qur'an dan Hadis dalam pengembangan nilai Islami, serta cara-cara pengembangan nilai Islami peserta didik melalui integrasi Al-Qur'an dan Hadis pada pembelajaran biologi yang dapat dilakukan oleh guru-guru di sekolah Islam untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional yakni mengembangkan peserta didik yang beriman dan bertakwa serta berakhlak mulia (Mualimin, 2020).



Gambar 2. Hasil wawancara dengan siswa

Berdasarkan dari tabel hasil wawancara di atas yang telah dilakukan oleh peneliti kepada siswa kelas XI IPS 1 MAN 3 Kota Pekanbaru yang berjumlah 10 siswa dari 37 siswa dalam satu kelas, maka didapatkan hasil bahwa: untuk pertanyaan pertama terdapat 20% siswa yang kurang menyukai pelajaran biologi karena banyak istilah-istilah yang sulit dipahami. Untuk pertanyaan kedua menjelaskan bahwa buku yang digunakan pada saat pembelajaran yaitu buku cetak Erlangga. Untuk pertanyaan ketiga dan keempat siswa tidak pernah menggunakan E-Modul dan LKPD dalam pembelajaran. Pada pertanyaan kelima menjelaskan bahwa dalam proses pembelajaran sudah menggunakan media pembelajaran berupa Power point. Untuk pertanyaan keenam menjelaskan bahwa 50% siswa mengatakan guru telah mengintegrasikan materi pembelajaran dengan nilai-nilai Islami dan begitu pula sebaliknya. Pertanyaan ketujuh dapat dijelaskan bahwa 50% siswa mengatakan bahwa pelajaran biologi sulit untuk dipahami karena terdapat istilah-istilah dalam biologi dan tergantung dengan cara guru menyampaikan materi. Untuk pertanyaan kedelapan menjelaskan bahwa buku pegangan yang digunakan dalam pembelajaran biologi sudah cukup bagus karena materinya lengkap. Untuk pertanyaan kesembilan siswa mengatakan bahwa sudah ada perangkat pembelajaran yang terintegrasi terhadap nilai imtaq dan untuk pertanyaan kesepuluh siswa sangat setuju jika perangkat pembelajaran biologi diintegrasikan dengan

nilai-nilai Islam.

Penerapan pembelajaran biologi berbasis lmtaq ini, diharapkan dapat merubah tingkah laku atau sikap siswa menjadi lebih baik dan dapat berpengaruh untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu proses pembelajaran yang mengintegrasikan nilai-nilai lmtaq juga dapat merubah kesadaran siswa dalam menjaga lingkungan, karena Pembelajaran sendiri merupakan proses perubahan kearah yang lebih baik secara berkesinambungan pada individu yang mengalami proses belajar baik ranah kognitif, afektif, maupun psikomotor (Dewi, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis data didapatkan bahwa mereka membutuhkan E-Modul yang terintegrasi nilai lmtaq.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada keluarga besar prodi Pendidikan Biologi terkhusus dosen pembimbing dan keluarga yang selalu membantu dalam segi emosional dan material dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajif, P. (2013). Pola Jaringan Sosial pada Industri Kecil Rambut Palsu di Desa Karangbanjar, Kecamatan Bojongsari, Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Penelitian*, 31–40. https://eprints.uny.ac.id/18100/5/BAB_III_09.10.033_Aji_p.pdf
- Bloom, N., & Reenen, J. Van. (2013). 濟無No Title No Title No Title. *NBER Working Papers*, 1, 89. <http://www.nber.org/papers/w16019>
- Dewi, F. R. (2014). Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Ipa Sma Negeri 1 Mandirancan Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri (lain) Syekh Nurjati Cirebon 2014 M / 1435 H Institut Agama Islam Negeri (lain) Syekh Nurjati Cirebon 2014 M /.
- Isniatun, M. (2011). Bahan Ajar Cetak. *Readings*, 1–5.
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/download/21840/13513>
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170–187.
- Mualimin, M. (2020). Pengembangan nilai Islami peserta didik melalui integrasi Alquran dan Hadis dalam pembelajaran biologi. *Humanika*, 20(2), 129–146. <https://doi.org/10.21831/hum.v20i2.29299>
- Qurroti A`yun, Zahra `Arih Wicahya, & Kurnia, L. T. (2023). Penerapan Nilai IMTAQ Siswa Melalui Pembiasaan Penguatan Pendidikan Karakter (PPK) di SMPN 21 Malang. *Dirasah : Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam*, 6(1), 153–162. <https://doi.org/10.58401/dirasah.v6i1.795>
- Rahman, A., Munandar, S. A., Fitriani, A., Karlina, Y., & Yumriani. (2022). Pengertian Pendidikan, Ilmu Pendidikan dan Unsur-Unsur Pendidikan. *Al Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*, 2(1), 1–8.
- Sukmadinata, N. S. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosadakarya. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 32–41. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiurcbc4avyAhWLbn0KHXGZDtUQFnoECACQAQ&url=https%2F53A%252F%252Fdspace.uui.ac.id%252Fbitstream%252Fhandle%252F123456789%252F17205%252F05.3%252520bab%2525203.pdf%253Fsequ>

IDENTIFIKASI KESULITAN BELAJAR SISWA SAAT PEMBELAJARAN DI KELAS KELAS VI MI WASELANG

La Amaludin^{1*}, Rawia Awal²

¹Guru MI Waiselang

²Guru SD 91 Waiheru

Corresponding: la.amaludin05@gmail.com

Abstract

Background: Student learning difficulties are a condition where students cannot learn normally, due to threats, obstacles or disruptions in learning.

Methods: This research is a descriptive study which aims to determine students' learning difficulties in class VI MI Waiselang. This research uses a survey where related parties are asked to fill out several questionnaires regarding their experiences conducting online learning during the Covid-19 pandemic. Data analysis uses Likert scale analysis techniques. The instruments used in this research were questionnaires and interviews.

Results: The results of the research show that the maximum respondent score is 30, so a presentation worth 3.00% is obtained, students with a maximum respondent score is 1,935, then a presentation worth 1.71% is obtained.

Conclusion: The research interval data is a score of 0-19.99 with 8 frequencies with strongly disagree criteria, then a score of 60-79.99 with 1 frequency with agree criteria.

Keywords: *Identification, Student Learning Difficulties.*

Abstrak

Latar Belakang: Kesulitan belajar siswa adalah suatu kondisi dimana peserta didik tidak dapat belajar secara wajar, disebabkan adanya ancaman, hambatan ataupun gangguan dalam belajar

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui kesulitan belajar siswa pada pembelajaran di kelas VI MI Waiselang. Penelitian ini menggunakan survey dimana pihak-pihak terkait diminta untuk mengisi beberapa kusioner terkait pengalamannya melakukan pembelajaran daring pada masa pandemi covid-19. Analisis data menggunakan teknis analisis skala likert. Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket dan wawancara.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor maksimal responden sebesar 30, maka diperoleh presentasi senilai 3,00%, peserta didik hasil skor maksimal responden sebesar 1.935, maka diperoleh presentasi senilai 1,71%.

Kesimpulan: Data interval penelitian yaitu skor 0-19,99 sebanyak 8 frekuensi dengan kriteria sangat tidak setuju, kemudian skor 60-79,99 sebanyak 1 frekuensi dengan kriteria setuju.

Kata kunci : Identifikasi, Kesulitan Belajar Siswa

PENDAHULUAN

Kesulitan belajar siswa adalah suatu kondisi dimana peserta didik tidak dapat belajar secara wajar, disebabkan adanya ancaman, hambatan ataupun gangguan dalam belajar (Djamarah, 2011). Kesulitan belajar merupakan suatu kondisi tertentu yang ditandai dengan adanya hambatan dalam mencapai kegiatan tujuan pembelajaran, sehingga memerlukan usaha lebih giat lagi untuk dapat beradaptasi. Kesulitan belajar dapat diartikan suatu kondisi dalam suatu proses belajar yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan tertentu. Kesulitan belajar disekolah biasa bermacam-macam yang dapat dikelompokkan berdasarkan sumber kesulitan belajar, baik dalam hal menerima pelajaran atau dalam menyerap pelajaran disekolah. Jadi kesulitan belajar yang dihadapi siswa yang terjadi pada saat mengikuti pelajaran dan pada saat ditugaskan oleh seorang guru (Idris, 2009).

Dalam proses pembelajaran disekolah, salah satu mata pelajaran yang sulit adalah biologi. Kesulitan belajar dapat mempengaruhi prestasi belajar peserta didik. Selain itu, kesulitan belajar membuat peserta didik kurang termotivasi untuk belajar biologi. Akibatnya, sulit bagi peserta didik untuk mencapai hasil studi mereka (Diki, 2013).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesulitan belajar umumnya dibagi menjadi dua yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah yang berhubungan dengan segala sesuatu yang ada pada diri siswa, seperti inteligensi, bakat, kemampuan motorik dan panca indra. Faktor eksternal adalah yang berhubungan dengan segala sesuatu yang berasal dari luar diri siswa yang mengkondisikannya dalam pembelajaran, seperti pengalaman, lingkungan social, metode belajar-mengajar, strategi belajar-mengajar, dan fasilitas belajar-mengajar, serta tenaga pengajar (Prayitno, 2004 : 23).

Menurut Entang (1983:12) bahwa peserta didik yang secara potensial diharapkan akan mendapatkan nilai yang tinggi, akan tetapi prestasinya biasa-biasa saja atau mungkin lebih rendah dan teman lainnya yang potensinya lebih

kurang darinya, dapat dipandang sebagai indikasi bahwa siswa mengalami masalah dalam aktivitasnya. Kesulitan belajar dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang menghalangi atau memperlambat seorang siswa dalam mempelajari, memahami serta menguasai sesuatu.

Pembelajaran online dalam proses belajar biologi merupakan salah satu solusi dari berbagai masalah yang terkait dengan minat dan motivasi belajar peserta didik. Penggunaan media pembelajaran yang tepat akan meningkatkan perhatian peserta didik pada topik yang akan dipelajari, dengan bantuan media minat dan motivasi peserta didik dapat ditingkatkan, peserta didik akan lebih konsentrasi dan diharapkan proses pembelajaran menjadi lebih baik sehingga pada akhirnya prestasi belajar peserta didik dapat ditingkatkan (Emda, 2011).

Pembelajaran online pada pelaksanaannya membutuhkan dukungan perangkat-perangkat *mobile* seperti telpon pintar, tablet, dan laptop yang digunakan yang digunakan untuk mengakses informasi dimana saja dan kapan saja (Gikas & Grant, 2013). Penggunaan teknologi *mobile* memiliki kontribusi besar di dunia pendidikan, termasuk didalamnya adalah pencapaian tujuan pembelajaran jarak jauh (Korucu & Alkan, 2011). Berbagai media juga dapat digunakan untuk mendukung layanan Google Classroom dan Edmodo (Enriquez, 2014; Sicut, 2015; Iftakhar, 2016), dan dan aplikasi pesan instan seperti WhatsApp (So, 2016). Pembelajaran secara online dapat dilakukan melalui media social seperti Facebook dan Instagram (Kumar & Nanda, 2018).

Untuk mencegah penyebaran Covid-19, WHO memberikan himbauan untuk menghentikan acara-acara yang dapat menyebabkan massa berkerumun. Maka dari itu, pembelajaran tatap muka yang mengumpulkan banyak peserta didik dan mahasiswa di dalam kelas ditinjau ulang pelaksanaannya. Pembelajaran harus diselenggarakan dengan scenario yang mampu mencegah berhubungan secara fisik antara peserta didik dengan guru maupun antara peserta didik dengan peserta didik (Firman, F., & Rahayu, S., 2020). Menurut Milman (2015)

penggunaan teknologi digital dapat memungkinkan peserta didik dan guru melaksanakan proses pembelajaran walaupun mereka di tempat berbeda.

Pembelajaran melalui sistem daring merupakan proses pembelajaran yang dilakukan dalam jaringan, artinya jaringan internet dimanfaatkan untuk penyampaian informasi, interaksi dan fasilitas serta berbagai bentuk layanan belajar lainnya. Tetapi, pembelajaran melalui sistem daring ini masih memiliki banyak kekurangan terlebih jika seorang pendidik tidak mengetahui cara menggunakan handphone, laptop dan lain-lain, dan apabila peserta didik dan pendidik yang berada di desa yang tidak terjangkau oleh jaringan internet.

MATERI DAN METODE

Tipe penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe penelitian deskriptif. Identifikasi kesulitan belajar siswa saat pembelajaran di kelas VI MI Waiselang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesulitan Belajar Siswa

Setelah melakukan pengisian angket dengan 28 orang responden, diketahui bahwa siswa mengalami beberapa kesulitan sebagai berikut.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.1 adalah 22 orang yang menjawab sangat setuju (82,08%), dan 6 orang menjawab setuju (17,91%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.2 adalah 20 orang yang menjawab sangat setuju (76,92%), 7 orang menjawab setuju (21,53%), dan 1 orang menjawab tidak setuju (1,53%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.3 adalah 5 orang yang menjawab sangat setuju (24,75%), 14 orang menjawab setuju (55,44%), 3 orang menjawab kurang setuju (8,91%), 5 orang menjawab tidak setuju (9,90%), dan 1 orang menjawab sangat tidak setuju (0,99%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.4 adalah 8 orang yang menjawab sangat setuju (33,89%), 19 orang menjawab setuju (64,40%), dan

1 orang menjawab tidak setuju (1,69%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.5 adalah 4 orang yang menjawab sangat setuju (19,80%), 15 orang menjawab setuju (55,44%), 5 orang menjawab kurang setuju (17,82%), dan 3 orang menjawab tidak setuju (5,94%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.6 adalah 6 orang yang menjawab sangat setuju (34,43%), 10 orang menjawab setuju (40,54%), 8 orang menjawab kurang setuju (21,62%), dan 4 orang menjawab tidak setuju (5,40%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.7 adalah 1 orang yang menjawab sangat setuju (6,17%), 3 orang menjawab setuju (14,81%), 16 orang menjawab kurang setuju (59,25%), dan 8 orang menjawab tidak setuju (19,7%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.8 adalah 4 orang yang menjawab sangat setuju (18,69%), 17 orang menjawab setuju (63,55%), 5 orang menjawab kurang setuju (14,01%), dan 2 orang menjawab tidak setuju (3,73%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.9 adalah 12 orang yang menjawab setuju (53,55%), 11 orang menjawab kurang setuju (36,66%), 4 orang menjawab tidak setuju (8,88%), dan 1 orang menjawab sangat tidak setuju (1,11%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.10 adalah 4 orang yang menjawab setuju (20,25%), 18 orang menjawab kurang setuju (68,35%), 3 orang menjawab tidak setuju (7,59%), dan 3 orang menjawab sangat tidak setuju (3,79%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.11 adalah 18 orang yang menjawab setuju (75,78%), 5 orang menjawab kurang setuju (15,78%), 3 orang menjawab tidak setuju (6,31%), dan 2 orang menjawab sangat tidak setuju (2,10%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.12 adalah 2 orang yang menjawab sangat setuju

(10,52%), 10 orang menjawab setuju (42,10%), 13 orang menjawab kurang setuju (41,05%), 2 orang menjawab tidak setuju (2,10%), dan 1 orang menjawab sangat tidak setuju (1,05%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.13 adalah 3 orang yang menjawab sangat setuju (17,44%), 10 orang menjawab setuju (46,51%), 3 orang menjawab kurang setuju (10,46%), 10 orang menjawab tidak setuju (23,25%), dan 2 orang menjawab sangat tidak setuju (2,32%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.14 adalah 1 orang yang menjawab sangat setuju (5,61%), 10 orang menjawab setuju (44,94%), 10 orang menjawab kurang setuju (33,70%), dan 7 orang menjawab tidak setuju (15,73%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.15 adalah 4 orang yang menjawab sangat setuju (10,75%), 9 orang menjawab setuju (38,70%), 14 orang menjawab kurang setuju (45,16%), 2 orang menjawab tidak setuju (4,30%), dan 1 orang menjawab sangat tidak setuju (1,07%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.16 adalah 1 orang yang menjawab sangat setuju (5,55%), 8 orang menjawab setuju (35,55%), 15 orang menjawab kurang setuju (50%), dan 4 orang menjawab tidak setuju (8,88%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.17 adalah 5 orang yang menjawab setuju (23,80%), 18 orang menjawab kurang setuju (64,28%), dan 5 orang menjawab tidak setuju (11,90%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.18 adalah 2 orang yang menjawab sangat setuju (11,62%), 12 orang menjawab setuju (55,81%), 5 orang menjawab kurang setuju (17,44%), 4 orang menjawab tidak setuju (9,30%), dan 5 orang menjawab sangat tidak setuju (5,81%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.19 adalah 3 orang yang menjawab setuju (14,81%), 20 orang

menjawab kurang setuju (74,07%), 4 orang menjawab tidak setuju (9,87%), dan 1 orang menjawab sangat tidak setuju (1,23%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.20 adalah 1 orang yang menjawab sangat setuju (5,49%), 9 orang menjawab setuju (39,56%), 15 orang menjawab kurang setuju (49,45%), dan 1 orang menjawab tidak setuju (2,19%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Dari data diatas, skor yang didapat sebesar 740,1, maka data interval yang diperoleh adalah 7,40 %.

Kesulitan Guru

Setelah melakukan pengisian angket dengan 28 orang responden, diketahui bahwa siswa mengalami beberapa kesulitan sebagai berikut.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.1 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%), hasil perhitungan persen total skor = 100%

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.2 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.3 adalah 1 orang yang menjawab setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.4 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.5 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.6 adalah 1 orang yang menjawab tidak setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.7 adalah 1 orang yang menjawab tidak setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.8 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.9 adalah 1 orang yang menjawab setuju (100%) hasil

perhitungan persen total skor = 100%. Tanggapan responden terhadap pertanyaan no.10 adalah 1 orang yang menjawab kurang setuju (100%) hasil perhitungan persen total skor = 100%.

Dari data diatas, skor yang didapat sebesar 740,1, maka data interval yang diperoleh adalah 7,40 %.

SIMPULAN

Data interval penelitian yaitu skor 0-19,99 sebanyak 8 frekuensi dengan kriteria sangat tidak setuju, kemudian skor 60-79,99 sebanyak 1 frekuensi dengan kriteria setuju.

DAFTAR PUSTAKA

- Diki, D. 2013. Creativity for Learning Biologi in Higher Education. LUX: A Journal of Transdisciplinary Writing and Research from Claremont Graduate University: Vol. 3: Iss. 1, Article 3.
- Dikti, D. (2020). Surat Dirjen Dikti Nomor : 302/E.E2/KR/2020 Tentang Masa Belajar Penyelenggaraan Program Pendidikan.
- Emda, A. 2011. Pemnfaatan Media dalam Pembelajaran Biologi di Sekolah. Jurnal Ilmiah DIDAKTIKA. Vol.12(10,149-162)
- Enriquez, M. A. S. (2014). Students ' Preception on the Effectiveness of the Use of Edmodo as a Supplementary Tool for Learning. Dlsu research congress. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Firman, F., & Rahayu, s. (2020). Pembelajaran Online di Tengan Pandemi Covid-19. Indonesia Journal of Educational Science (IJES), 2(2), 81-89.
- Gebre, Leake. 2008. Choosing Educational Toys For Children With Learning Disability. Diakses: 2 Desember 2015. Online: <http://ezinearticels.com/?Choosing-Educational-Toys-For-Childern-With-Learning-Disability&id=144929>.
- Gikas, J., & Grant, M. M. (2013). Mobile computing devises in higher education: Student prespectives on learning with callphones, smartphone & social media. Interten and higher education. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2013.06.002>
- Hasanah, dkk 2020. Analisis Aktivitas Belajar Daring Mahasiswa Pada Pandemi COVID-19. Jurnal Pendidikan. Volume 1 No.1.
- Iftakhar, S. (2016). GOOGLE CLASSROOM: WHAT WORKS AND HOW? Journal of Education and Social Sciences.
- Istamar Syamsuri, dkk. 2004. BIOLOGI UNTUK SMA KELAS X, Penerbit Erlangga
- Kumar, V. ., & Nanda, P. (2018). Social Media in Higher Education. Internayional Journal of Information and Communication Technology Education. <https://doi.org/10.4018/ijcte.2019010107>
- Kuntarto, E. (2017). Keefektifan Model Pembelajaran Daring Dalam Perkuliahan Bahasa Indonesia di Perguruan Tinggi. Indonesia Lengague Education and Literature, 3(1), 99-110. 10.24235/ileal.v3i1.1820
- Korucu, A. T., & Alkan, A. (2011). Differences between m-learning (mobile learning) and e- learning basic terminology and usage of m-learning and education. Procedia – Social and Behavioral sciences. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.029>
- Kusniyah & Hakim,L . (2019). Efektifitas Pembelajaran Berbasis Daring: Sebuah Bukti pada Pembelajaran Bahasa Inggris. Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan, Vol. 17 No.1.
- Martins, M. de L. (2015). How to Effectively Integrate Technologynin the Foreign Language Classroom for Learning and Collaboration. Procedia – social and Behavioral Science, Vol. 174, Halm. 77-84
- Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). Qualitative Data Analysis Second Edition. SAGE Publication.
- Milman, N. b. (2015). Distance Education. In International encyclopedia pf the Social & Behavioral Science: Second Edition. <https://doi.org/10.106/B978-0-08-097086-8.92001-4>
- Moch Ansori dan Djoko Martono, 2009. BIOLOGI, Jakarta : Pusat Perbukuan

- Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K (2011). E-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *Internet and Higher education*. <https://doi.org/10.106/jiheduc.2010.10.001>.
- Oknisi, n., & Suyoto, S. (2019). PENGGUNAAN APLEN (APLIKASI ONLINE) SEBAGAI UPAYA KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA. In SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN DASAR (Vol. 1, no. 01)
- Prasojo, Lantip Diat, & Riyanto. (2011). *Teknologi Informasi Pendidikan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Prayitno. (2004). *Dasar-dasar Bimbingan dan Konseling Islam*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rusmawan. 2012. Faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar IPS siswa sekolah dasar. Diakses: 18 November 2015.
- Rustiani, R., Djafar, S., Rusnim, R., Nadar, N., Arwan, A., & Elihami, E. (2019), October). Measuring Usable Knowledge: Teacher's Analyses of Mathematics for Teaching Quality and Student Learning. In *International Conference on Natural and Social Sciences (ICONSS) Proceeding Series* (pp. 239-245).
- Sicat, A. S. (2015). Enaching College Students' Proficiency in Business Writing Via Scholoogy. *International Journal of Education and Research*
- Smith, A. W., & Freedman, D. O. (2020). Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivolt role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCov) outbreak. *Journal of Travel Medicine*, 27 (2).
- So, S. (2016). Mobile Instant messaging support for teaching and learning in higher education. *Internet and Higher education*. <https://doi.org/10.1016/j.ihrduc.2016.06.001>
- Sofyan & Abdul. 2019. Pembelajaran Daring Kombinasi Berbasis Whatsapp Pada Kelas Karyawan Prodi Teknik Informatika Universitas PGRI Madiun. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*. Volume 8 Nomor 1, Halm. 81-86
- Suharsimi Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian*. Jakarta. PT Rineka Cipta.
- Sulaiman, dkk. 2008. *The level of cognitive Ability among Learning Disabilities Children in Malacca Malaysia*. Diakses 18 Oktober 2015. Online: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijps/articels/download/10747/7596>
- Sun, S. Y. H. (2014). Learner prespectives on fully online language learning. *Distance Education*. <https://doi.org/10.1080/01587919.2014.891428>
- Van Steenburge, H. 2010. *Mathematics Learning Difficulties In Primary Education: Teachers' Professional Knowledge And The Use Of Commercially Available Learning Packages*. Diakses: 1 November 2015. Online: http://users.ugent.be/~mvalcke/CV/CALP_ed_studies.pdf.
- Yaumi, Muhammad. 2018. *MEDIA DAN TEKNOLOGI PEMBELAJARAN*. Jakarta : PRENADAMEDIA GROUP.
- Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L., & Nunamaker, J. F. (2004). Can e-learning replace classroom learning? *Communications of the ACM*. <https://doi.org/10.1145/986213.986216>

PENGUNAAN EKSTRAK TOMAT SEBAGAI INOVASI PAKAN ALAMI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS WARNA IKAN BADUT MERAH MARUN (*Amphiprion biaculeatus*, Bloch 1790)

Juliana Ester Kilmanun¹, Tiara Marlina Beruatwarin¹, Jenni Paulin Loraene Rahawarin¹,
Helena Afia Sahusilawane^{1*}

Program Studi Budidaya Perikanan Politeknik Perikanan Negeri Tual

Corresponding: helena.afia@polikant.ac.id

Abstract

Background: *Amphiprion biaculeatus*, Bloch 1790 is one of the exported marine ornamental fish commodities. To meet export demand, must be from cultivation fish. However, the problem faced in cultivation conditions is that the color of the fish is not as attractive as in nature. This is due to uniform feeding. Therefore, alternative solutions are needed to enrich feed with natural pigment sources. One of them is red ripe tomato extract with high carotene content.

Methods: The study used a completely randomized design with extract concentration treatments (0, 25%, 50%, 75%). Natural feed is made by coating, then applied to non-breeder sized fish obtained from BPBL Ambon. Extract efficiency parameters were measured through color characteristics, carotene content in the skin and fins, total length and body weight. The data obtained were analyzed using ANOVA and continued with the DMRT test at a significance level of 95%.

Results: The results showed that tomato extract had a significant effect on color characteristics, carotenoid content, total length and body weight in maroon clownfish. The concentration of tomato extract which had the highest value for all parameters measured was in treatment 75% : 75 mL tomato extract + 10 mL binder + 15 g commercial feed).

Conclusion: Tomato extract has the potential as a natural feed that can improve the color quality of *A. biaculeatus* with a usable concentration of 75%.

Keywords: *Amphiprion biaculeatus*, color quality, natural feed innovation, tomato extract

Abstrak

Latar belakang: *Amphiprion biaculeatus*, Bloch 1790 termasuk salah satu komoditas ikan hias laut yang diekspor. Untuk memenuhi permintaan ekspor, diharuskan ikan dari hasil budidaya. Namun, kendala yang dihadapi pada kondisi budidaya yakni warna ikan yang kurang menarik seperti dari alam. Hal ini disebabkan pemberian pakan yang seragam. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif inovasi pakan dengan sumber pigmen alami. Salah satunya adalah ekstrak tomat matang yang berwarna merah dengan kadar karoten tinggi.

Metode: Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi ekstrak (0, 25%, 50%, 75%). Pakan alami dibuat dengan cara *coating*, selanjutnya diaplikasikan ke ikan berukuran *non breeder* yang diperoleh dari BPBL Ambon. Parameter efisiensi ekstrak diukur melalui karakter warna, kadar karoten pada kulit dan sirip, pertambahan panjang dan bobot tubuh. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf signifikan 95%.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tomat berpengaruh signifikan terhadap karakter warna, kadar karotenoid, pertambahan panjang dan bobot tubuh pada ikan badut merah marun. Konsentrasi ekstrak tomat yang memiliki nilai tertinggi pada semua parameter yang diukur terdapat pada perlakuan 75%: ekstrak tomat 75 mL + binder 10 mL + pakan komersil 15 g).

Kesimpulan: Ekstrak tomat berpotensi sebagai pakan alami yang dapat meningkatkan kualitas warna *A. biaculeatus* dengan konsentrasi yang dapat digunakan sebesar 75%.

Kata kunci: *Amphiprion biaculeatus*, ekstrak tomat, inovasi pakan alami, kualitas warna

PENDAHULUAN

Ikan badut merupakan salah satu komoditas unggulan ikan hias air laut dengan nilai ekonomi yang tinggi dalam ekspor perdagangan dunia (Pratiwi *et al.* 2022; Sartikawati *et al.* 2020). Menurut BSN (2020), ekspor ikan hias di Indonesia meningkat secara signifikan sejak tahun 2012 mencapai USD 33 juta. Salah satu spesies ikan badut yang diekspor adalah ikan badut merah marun (*Amphiprion biaculeatus*, Bloch 1790) (Sahusilawane *et al.* 2023). Jenis ini memiliki ukuran tubuh yang lebih besar yakni 12-15 cm untuk induk betina dan 5,5-7,0 cm untuk induk jantan dan berwarna dominan merah marun dengan pola pita putih dan garis tipis hitam pada bagian kepala, perut, dan pangkal ekor (Madhu *et al.* 2012).

Untuk memenuhi permintaan ekspor ikan hias, diharuskan dari hasil budidaya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi penangkapan di alam. Namun, kendala yang dihadapi pada kondisi budidaya adalah sulitnya mendapatkan benih dengan kualitas memenuhi kriteria ekspor, yakni warna yang menarik. Sahusilawane *et al.* (2023) menyebutkan bahwa *A. biaculeatus* yang dipelihara pada kondisi budidaya memiliki kualitas warna yang rendah. Hal ini juga sejalan dengan Setiawati *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa *A. percula* hasil budidaya memiliki warna yang lebih pucat. Beberapa penelitian tentang karakterisasi dan variasi warna ikan badut khususnya pada spesies *A. percula* dan *A. ocellaris* telah dilakukan oleh Kusumah *et al.* (2016); Klann *et al.* (2021); Salis *et al.* (2018). Namun karakterisasi warna untuk *A. biaculeatus* belum pernah dilaporkan.

Penurunan kualitas warna dapat disebabkan oleh stres akibat lingkungan, kurangnya sinar matahari, penyakit, kurangnya pakan, dan terutama kurangnya komponen warna pada pakan (Pratiwi *et al.* 2022). To'bungan (2019) menyebutkan bahwa cara untuk meningkatkan kualitas warna ikan hias adalah dengan penambahan karoten (astaxantin) pada pakan. Namun, harga astaxantin cukup mahal. Oleh karena itu, dapat menggunakan sumber pigmen alami. Beberapa penelitian terkait penggunaan pakan alami seperti tepung wortel (Bani *et al.* 2022), tepung labu (Baros *et al.* 2023), tepung kulit buah naga (Sartikawati *et al.* 2020), ekstrak kulit manggis (Luciana 2023), ekstrak buah pepaya (Seran *et al.* 2022) telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas warna

pada spesies *A. percula* dan *A. ocellaris* yang berwarna oranye; dan tepung wortel, labu, dan ubi jalar (Nor *et al.* 2023) pada *Premnas biaculeatus*.

Sejauh ini, penelitian terkait peningkatan kualitas warna pada *A. biaculeatus* yang memiliki warna dominan merah marun masih kurang dikaji, padahal terdapat banyak jenis pigmen alami berwarna merah. Salah satu buah yang memiliki kandungan warna merah yang banyak adalah tomat. Selain mudah didapatkan, harga tomat juga cukup murah sehingga baik untuk diteliti lebih lanjut. Kadar karotenoid dalam buah tomat masak sebesar 113.05 mg/100 g (Novita *et al.* 2015). Nor *et al.* (2023) menyebutkan bahwa tepung wortel 15 g menyebabkan peningkatan kecerahan warna yang lebih tinggi pada *P. biaculeatus*. Dengan demikian, buah tomat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan pakan alami yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas warna pada ikan *A. biaculeatus*. Hal ini sangat penting sebagai bentuk inovasi pengembangan pakan yang harus terus ditingkatkan dalam upaya budidaya ikan hias, mengingat harga bahannya relatif murah dan mudah didapat, serta ramah lingkungan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2023 sampai Januari 2024 di Laboratorium Budidaya Ikan Hias Jl. Un Taar Kota Tual. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan berupa konsentrasi ekstrak tomat yang terdiri atas 0%, 25%, 50%, dan 75% yang diulang sebanyak tiga kali. Prosedur penelitian terdiri atas:

- a. Pembuatan pakan dengan modifikasi metode Nor *et al.* (2023). Pakan alami dari ekstrak tomat dibuat dengan cara *coating* dengan komposisi bahan pada tiap perlakuan sebagai berikut:
Perlakuan 0% (kontrol negatif): pakan komersil
Perlakuan 25%: ekstrak tomat 25 mL + binder 10 mL + pakan komersil 65 g
Perlakuan 50%: ekstrak tomat 50 mL + binder 10 mL + pakan komersil 40 g
Perlakuan 75%: ekstrak tomat 75 mL + binder 10 mL + pakan komersil 15 g

Sebanyak 1 kg buah tomat biasa masak dari desa Abean Kabupaten Maluku Tenggara disortir dan dicuci bersih. Kemudian buah tomat diiris dan diblender halus. Ukur volume ekstrak tomat sesuai perlakuan dan larutkan

dalam binder. Campuran ekstrak dengan binder dimasukkan dalam botol *spray* dan disemprotkan secara merata pada pakan komersil dan dikeringanginkan pada nampun. Pakan dikemas dan siap digunakan.

b. Koleksi sampel ikan

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ikan *non breeder A. biaculeatus* hasil budidaya dari BPBL Ambon. Ikan *non breeder* berukuran 5-6 cm diambil sebanyak 60 ekor.

c. Pemeliharaan dan pemberian pakan alami

Ikan dipelihara dalam wadah akuarium berukuran 40x40x30 cm, volume air 50 L dan dilengkapi aerasi. Sebanyak 5 ekor ikan ditempatkan dalam akuarium perlakuan. Pemberian pakan alami dilakukan secara *at satiation* (08.00; 12.00; 16.00). Penyiponan dilakukan setiap hari dan pengontrolan kualitas air dilakukan secara berkala meliputi suhu, pH, salinitas, DO, kadar nitrat, nitrit, fosfat, dan amoniak. Ikan dipelihara selama 1 bulan.

d. Pengamatan karakter warna

Pengamatan karakter warna meliputi pola dan jenis (profil) warna digital (Kusumah *et al.* 2016). Profil warna kulit dan sirip diukur dengan persentase nilai *red* menggunakan RGB Measure pada software ImageJ versi 1,48f.

e. Analisis kadar karotenoid

Kadar karotenoid kulit dan sirip dianalisis menggunakan metode spektrofotometri dengan sedikit modifikasi (Sartikawati *et al.* 2020).

f. Pengukuran pertambahan panjang dan bobot

Pengamatan pertambahan ukuran dilakukan dengan mengukur panjang total dan bobot tubuh. Panjang total dan bobot tubuh diukur pada awal dan akhir pemeliharaan.

Panjang total diukur dengan menggunakan jarang sorong (ketelitian 0,01 cm). Bobot tubuh menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g.

g. Analisis data

Data pola warna dianalisis secara deskriptif. Data pertambahan panjang dan bobt tubuh, profil warna dan kadar karoten dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf signifikan 95% pada program SPSS versi 22.0. Analisis korelasi antara persentase nilai *red* dan kadar karoten pada sirip dan kulit dianalisis menggunakan analisis korelasi Pearson pada program SPSS versi 22.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

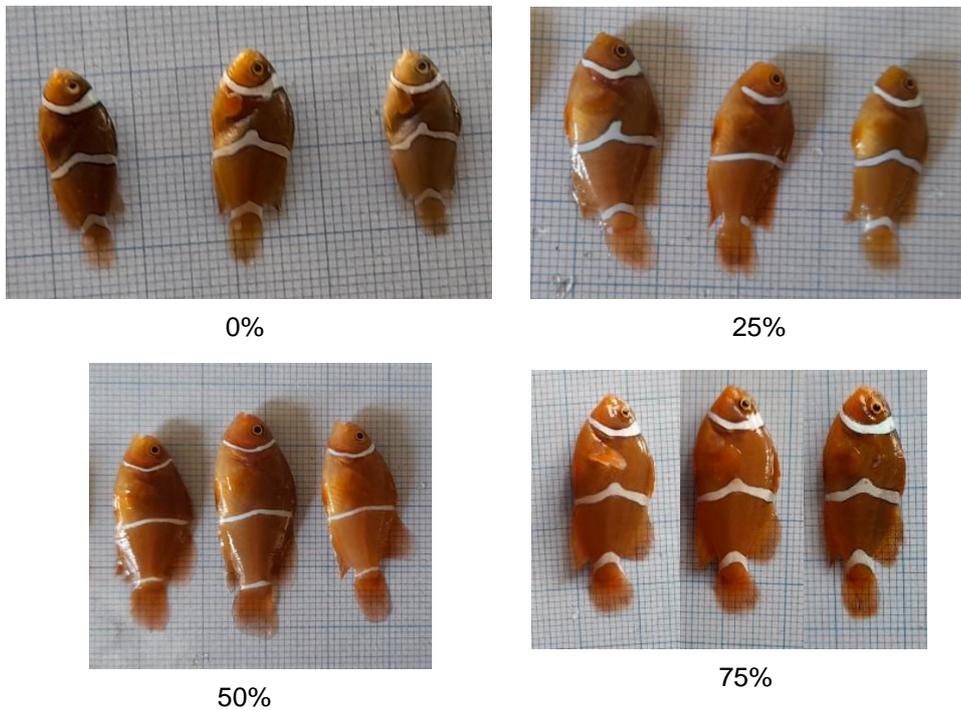
a. Karakter warna setelah pemberian ekstrak tomat

Secara visual terlihat perbedaan warna ikan setelah pemberian ekstrak tomat pada kontrol maupun perlakuan. Ikan pada kontrol memiliki tampilan warna merah marun pucat pada kulit dan sirip sama seperti sebelum diberi perlakuan ekstrak. Sebaliknya, ikan pada tiap perlakuan memiliki tampilan yang berbeda (Gambar 1). Ikan pada perlakuan konsentrasi ekstrak tomat 75% memiliki tampilan warna yang lebih cerah dibandingkan dengan perlakuan lainnya baik pada kulit maupun sirip.

Selain itu, karakter pola warna setelah pemberian ekstrak tomat ditunjukkan seperti pada Tabel 1. Secara umum, terlihat bahwa ikan pada kontrol dan perlakuan memiliki bentuk bar putih, bentuk strip hitam dan warna dasar tubuh yang sama. Sebaliknya ukuran dan kualitas warna pada kontrol dan perlakuan konsentrasi ekstrak tomat terlihat berbeda.

Tabel 1. Rerata pola warna *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat

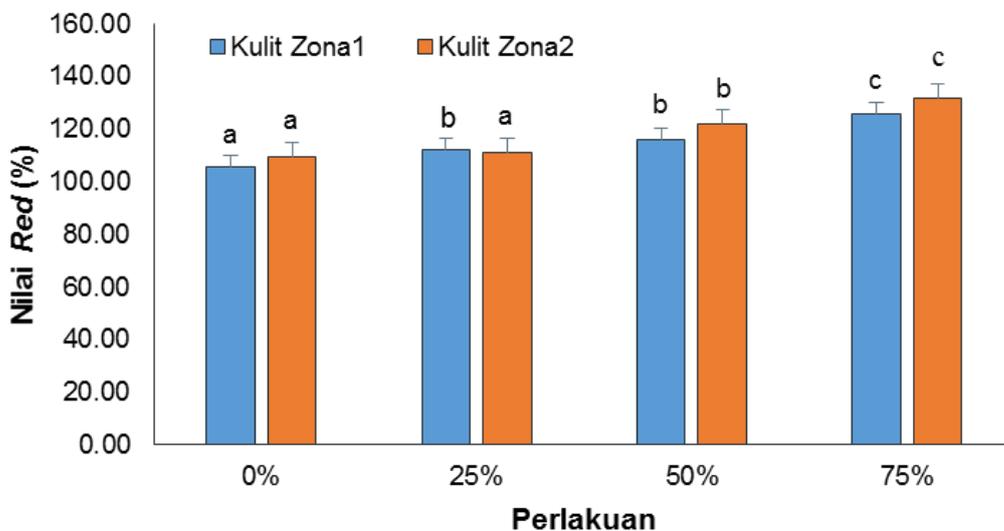
Karakter	Konsentrasi ekstrak tomat			
	0%	25%	50%	75%
Ukuran warna	Tipis	Tipis	Netral	Tebal
Kualitas warna	Pudar	Netral	Netral	Netral
Bentuk bar putih	Gabung	Gabung	Gabung	Gabung
Bentuk strip hitam	Gabung	Gabung	Gabung	Gabung
Warna dasar tubuh	Merah	Merah	Merah	Merah



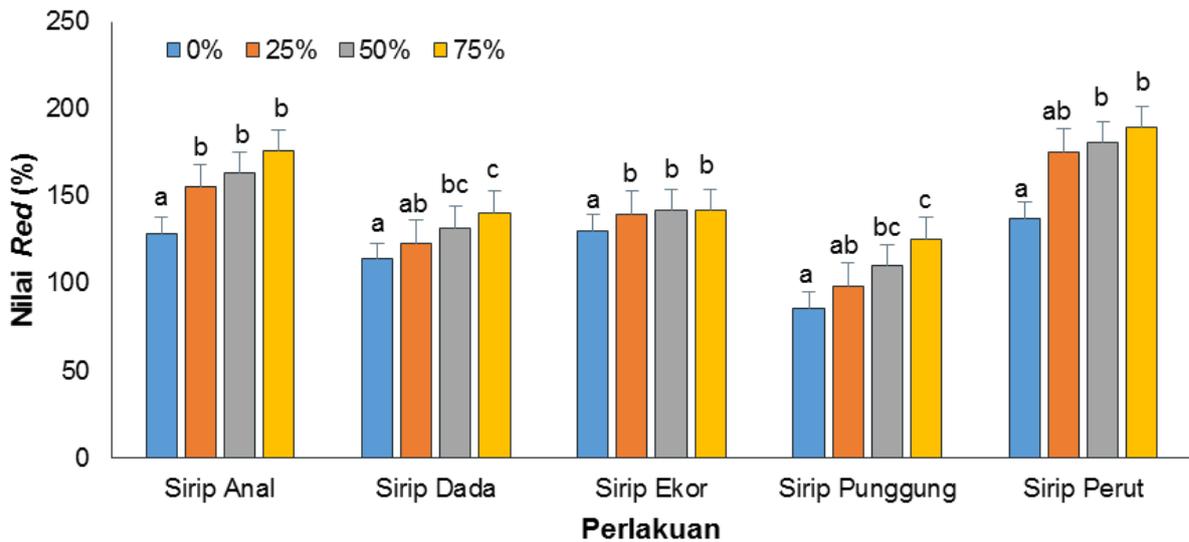
Gambar 1. Tampilan warna *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat

Selanjutnya profil warna ditunjukkan dengan persentase nilai *red*. Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan pemberian ekstrak tomat berpengaruh terhadap persentase nilai *red* warna kulit dan sirip ($P < 0,05$). *A. biaculeatus* memiliki warna dominan adalah

merah marun cerah pada perlakuan konsentrasi ekstrak tomat 75% sehingga persentase nilai *red* kulit zona 1, kulit zona 2 dan sirip pada perlakuan tersebut ditemukan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 2. Persentase nilai *red* kulit *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$).

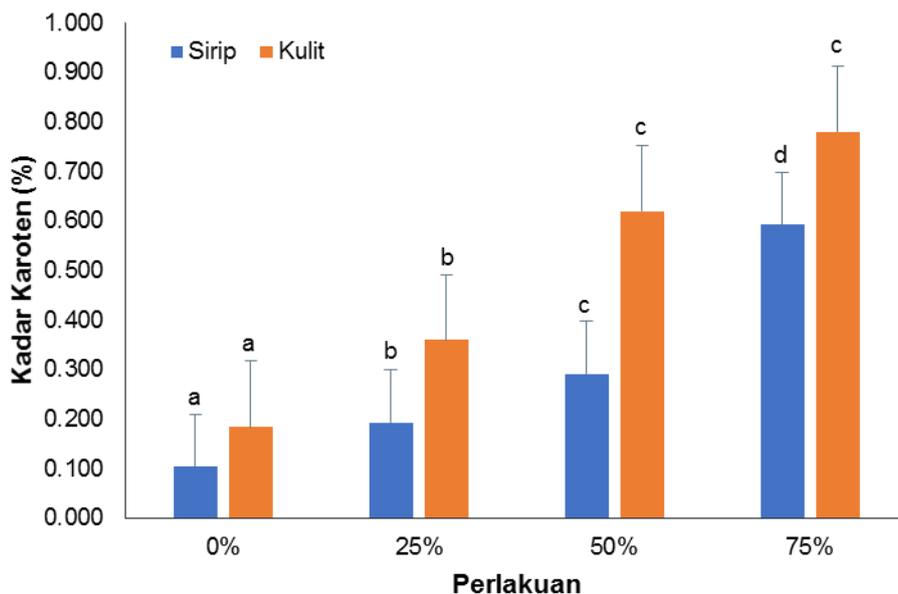


Gambar 3. Persentase nilai *red* sirip *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$).

b. Kadar karoten setelah pemberian ekstrak tomat

Berdasarkan hasil uji ANOVA, perlakuan pemberian ekstrak tomat berpengaruh terhadap kadar karoten pada kulit dan sirip ($P < 0,05$). Perlakuan konsentrasi

ekstrak tomat 75% memiliki nilai yang berbeda sangat nyata dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Perlakuan konsentrasi ekstrak tomat 75% memiliki kadar karoten yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya pada kulit dan sirip (Gambar 4).



Gambar 4. Kadar karoten *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$).

c. Korelasi persentase nilai *red* dan kadar karoten

Hasil analisis korelasi menunjukkan terdapat korelasi secara positif yang signifikan antara kadar karoten kulit dengan persentase nilai *red* semua sirip dan kulit. Nilai korelasi

tertinggi ditemukan pada kadar karoten kulit dengan persentase nilai *red* kulit baik zona 1 dan zona 2 ($r = 0.881$ dan $r = 0.870$). Korelasi positif secara signifikan juga ditemukan antara kadar karoten sirip dengan persentase nilai *red* sirip kecuali sirip ekor dan sirip perut. Nilai

korelasi tertinggi ditemukan antara kadar karoten sirip dengan persentase nilai *red* kulit zona 1 dan kulit zona 2 ($r = 9.48$ dan $r = 0.896$).

Hasil analisis korelasi ditunjukkan pada Tabel 2.

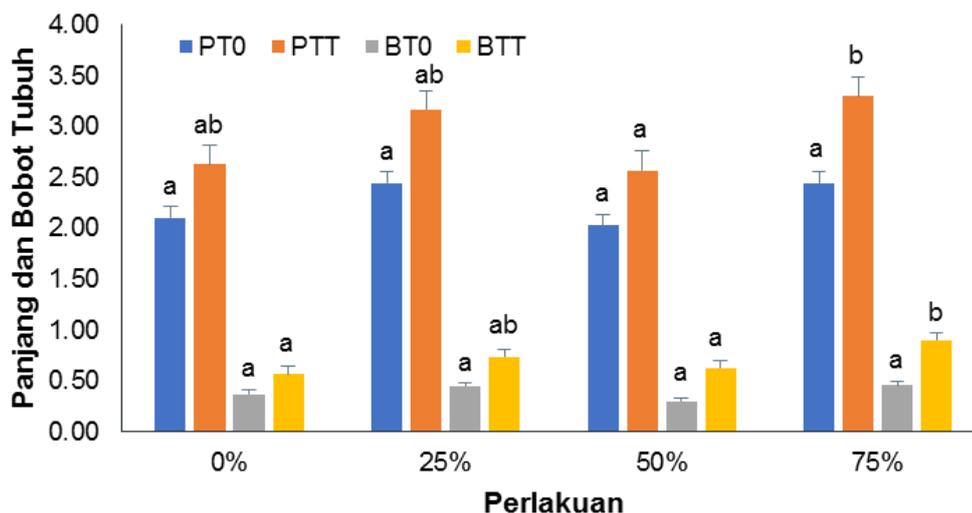
Tabel 2. Korelasi antara kadar karoten dan persentase nilai *red* pada sirip dan kulit

	SA	SD	SE	SPg	SPT	KZ1	KZ2	KS	KK
SA	1.000								
SD	0.836**	1.000							
SE	0.616*	0.768**	1.000						
SPg	0.710**	0.954**	0.690*	1.000					
SPT	0.953**	0.727**	0.607*	0.571	1.000				
KZ1	0.773**	0.842**	0.546	0.892**	0.654*	1.000			
KZ2	0.791**	0.831**	0.441	0.813**	0.670*	0.913**	1.000		
KS	0.689*	0.830**	0.540	0.871**	0.532	0.948**	0.896**	1.000	
KK	0.745**	0.865**	0.718**	0.871**	0.616*	0.881**	0.870**	0.898**	1.000

Keterangan: SA: sirip anal; SD: sirip dada; SE: sirip ekor; SPg: sirip punggung; SPT: sirip perut; KZ1: kulit zona 1; KZ2: kulit zona 2

d. Pertambahan panjang dan bobot tubuh Ikan uji mengalami pertambahan panjang total dan bobot tubuh selama pemeliharaan. Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemberian ekstrak tomat

berpengaruh terhadap panjang total dan bobot tubuh ikan *non breeder* ($P < 0,05$). Perlakuan konsentrasi ekstrak tomat 75% memiliki panjang total dan bobot tubuh lebih tinggi dari perlakuan lainnya (Gambar 5).



Gambar 5. Pertambahan panjang total dan bobot tubuh *A. biaculeatus* berdasarkan konsentrasi ekstrak tomat. PT0 = panjang total awal; PTT = panjang total akhir; BT0 = bobot tubuh awal; BTT = bobot tubuh akhir. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan ($P < 0,05$).

e. Kualitas air setelah pemberian ekstrak Rerata hasil pengukuran kualitas air selama pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 3. Umumnya suhu pemeliharaan pada 30 °C dengan pH tertinggi 7 pada

perlakuan konsentrasi ekstrak tomat 25%. Selanjutnya salinitas, DO, kadar nitrat, nitrit, fosfat dan amoniak sama pada semua perlakuan

Tabel 3. Kualitas air selama pemeliharaan

Konsentrasi ekstrak tomat	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Amoniak (mg/L)
0%	30	6,38	31	6,5	> 0	> 2	> 0,1	> 0
25%	30	6,7	31	6,6	> 0	> 2	> 0,6	> 2
50%	29	6,62	31	6,6	> 0	> 2	> 0,6	> 2
75%	30	6,58	31	6,6	> 0	> 2	> 0,6	> 2

Pembahasan

Warna adalah komponen ornamental pada ikan hias (Klann *et al.* 2022). Merah marun merupakan warna yang paling dominan pada *A. biaculeatus*. Sahusilawane *et al.* (2023) menyebutkan bahwa pada kondisi budidaya, *A. biaculeatus* memiliki kualitas warna yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan kualitas warna. Karotenoid merupakan sumber pigmentasi warna merah marun yang dibutuhkan oleh *A. biaculeatus* pada kondisi budidaya. Maiti *et al.* (2017) menyebutkan bahwa ketersediaan karotenoid pada kondisi budidaya berbeda dengan kondisi alamiah. Ninwichian *et al.* (2019) menyatakan bahwa suplementasi karotenoid mempertahankan atau memperbaiki kemerahan kulit. Selanjutnya, Pérez -Escalante *et al.* (2012) dan Liu *et al.* (2014) telah melaporkan bahwa suplementasi karotenoid dapat merangsang produksi kromatofor dan meningkatkan butiran pigmen pada kromatofor, sehingga pada akhirnya meningkatkan pewarnaan. Salah satu sumber karotenoid alami adalah dari ekstrak tomat. Menurut Novita *et al.* (2015), kadar karotenoid yang terdapat dalam buah tomat masak sebesar 113.05 mg/100 g.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak tomat berpengaruh terhadap kualitas warna *A. biaculeatus* baik pola warna, profil warna, dan kadar karotenoid. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak mengakibatkan kualitas warna dan kadar karotenoid semakin tinggi. Ekstrak tomat dengan konsentrasi 75% memiliki pola warna yang menarik, profil warna dengan persentase nilai *red* yang tinggi serta kadar karotenoid lebih tinggi. Balamurugan *et al.* (2016) menyebutkan bahwa peningkatan karakter warna berkaitan dengan asupan pakan yang diterimanya. Kualitas warna yang tinggi pada perlakuan konsentrasi 75% disebabkan ikan mampu beradaptasi dengan pakan yang diberikan secara cepat dan mampu menyerap pigmen warna lebih baik dibanding perlakuan

lainnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukarman dan Chumaidi (2010) yang menyatakan bahwa warna yang tampak pada tubuh ikan dipengaruhi oleh daya serap ikan terhadap sumber pigmen yang diberikan.

Amin *et al.* (2012), menjelaskan bahwa perbedaan tingkat penyerapan karotenoid akibat perbedaan dosis yang diberikan dapat mempengaruhi peningkatan kualitas warna pada ikan. Simamora (2019) menyebutkan bahwa pemberian pakan yang berlebihan akan mengakibatkan penurunan nilai warna sehingga berpengaruh pada hasil peningkatan kecerahan warna. Selain itu, Hulu (2004) menjelaskan bahwa jumlah komposisi bahan warna dalam pakan sangat menentukan perubahan warna pada ikan sehingga diperlukan konsentrasi yang tepat. Tingginya kualitas warna pada ikan uji diduga kadar karotenoid yang terdapat dalam ekstrak tomat 75% sesuai dengan kebutuhan ikan.

Dalam penelitian ini terlihat juga bahwa kadar karotenoid dan persentase warna merah pada kulit lebih tinggi dibandingkan sirip. Karotenoid lebih banyak disimpan di kulit dan juga lebih banyak di zona merah dibandingkan di zona putih. Hal ini sejalan dengan pendapat Ho *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa konsentrasi total karotenoid lebih banyak disimpan dalam butiran kromatofor pada kulit sehingga menyebabkan warna lebih merah. Dengan demikian, kadar karotenoid dalam ekstrak tomat 75% lebih banyak terakumulasi pada kulit sehingga menyebabkan *A. biaculeatus* memiliki warna yang lebih cerah. Hasil ini senada dengan Liang *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa karotenoid pada ikan mas hias lebih banyak disimpan di kulit. Pérez Escalante *et al.* (2012); Liu *et al.* (2014); Yi *et al.* (2014) menyatakan karotenoid mengendap secara efisien pada jaringan, organ dan kulit ditentukan oleh spesies ikan, sumber karotenoid, jumlah kromatofor, dan pola distribusi serta kapasitas pengendapan karotenoid.

Dalam penelitian ini juga terjadi pertambahan panjang dan bobot tubuh pada ikan uji akibat pemberian ekstrak tomat. Hal ini sejalan dengan Maiti *et al.* (2017) dan Keisbic *et al.* (2022) bahwa suplementasi produk ekstrak tomat berpengaruh signifikan pada pertumbuhan dan konversi pakan pada ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Hal ini disebabkan oleh perbedaan spesies ikan, periode pemberian makan, kondisi percobaan, status fisiologis ikan, dan spesifiknya formula pakan. Mutiarasari (2017) menyatakan bahwa pertambahan panjang dipengaruhi oleh pakan yang diberikan memiliki kandungan nutrisi dan gizi yang cukup. Apabila ikan uji mengonsumsi pakan yang kandungannya rendah maka pertumbuhannya terhambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Saputri (2017) bahwa karotenoid yang terkandung dalam pakan dapat meningkatkan pertumbuhan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi ekstrak tomat berpengaruh signifikan terhadap, persentase nilai *red*, kadar karotenoid, pertambahan panjang dan bobot tubuh pada *A. biaculeatus*. Konsentrasi ekstrak tomat yang memiliki nilai signifikan adalah konsentrasi 75% (ekstrak tomat 75 mL + binder 10 mL + pakan komersil 15 g). Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi ekstrak tomat yang digunakan, semakin signifikan terhadap kualitas warna, kadar karoten, pertambahan panjang dan bobot tubuh pada *A. biaculeatus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Perikanan Negeri Tual yang telah membiayai penelitian ini. Juga disampaikan terima kasih kepada Divisi Ikan Hias Balai Perikanan dan Budidaya Laut Ambon yang telah menyediakan stok benih *A. biaculeatus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M.I., Rosidah., & Lili, W. 2012. Peningkatan kecerahan warna udang red cherry (*Neocaridina heteropoda*) jantan melalui pemberian astaxanthin dan canthaxanthin dalam pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4): 243-252.
- Balamurugan, J., Kumar, A.T.T., Kathiresan, K., & Meenakumari, B. 2016. Determination of growth, colour and other traits in F1 hybrid of *Amphiprion percula* (male) × *A. ocellaris* (female). *Aquac Res*. 48(6): 1–15.
- Bani, Y.B., Tobuku, R., & Salosso, Y. 2022. Penggunaan tepung wortel, daucus carota dalam pakan komersial untuk meningkatkan kecerahan warna dan kelangsungan hidup ikan badut (*Amphiprion percula*). *Jurnal Aquatik*. 5(1): 83-88.
- Barros, F.A., Oedjoe, M.Dj.R., & Liufeto, F.Ch. 2023. Pengaruh dosis tepung kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang berbeda terhadap peningkatan warna. *Jurnal Aquatik*. 6(1): 135-141.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2020. Peningkatan Potensi Ekspor Ikan Hias Indonesia Melalui Standardisasi. Peningkatan Potensi Ekspor Ikan Hias Indonesia Melalui Standardisasi - BSN – Badan Standardisasi Nasional - National Standardization Agency of Indonesia - Setting the Standard in Indonesia ISO SNI WTO. [Diakses Tanggal 23 November 2023].
- Ho, A.L.F.C., Bertran, O.N.M., & Lin, J. 2013. Dietary esterified astaxanthin concentration effect on dermal coloration and chromatophore physiology in spinecheek anemonefish, *Premnas biaculeatus*. *J World Aquacult Soc*. 44(1): 76–85.
- Hulu, E.A. S., Usman., & Nurmatias. 2004. Penambahan Berbagai Sumber Betakaroten Alami Dalam Pakan Terhadap Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). Universitas Sumatra Utara: Medan.
- Kesbiç, O.S., Acar, U., Hassaan M.S., Yılmaz, S., Guerrero, M.S., Fazio, F. 2022. Effects of tomato paste by-product extract on growth performance and blood parameters in common carp (*Cyprinus carpio*). *Animals*. 12: 3387.
- Klann, M., Mercader, M., Salis, P., Reynaud, M., Roux, N., Laudet, V., & Besseau, L. 2021. *Anemonefishes*. Di dalam: Boutet A, Schierwater B, editor. Handbook of Marine Model Organism in Experimental Biology. CRC Pr. New York.
- Kusumah, R.V., Prasetyo, A.B., Kusri, E., Hayuningtyas, E.P., & Cindelaras, S.
- Juliana Ester Kilmanun, Tiara Marlina Beruwarin, Jenni Paulin Loraene Rahawarin, Helena Afia Sahusilawane. Penggunaan Ekstrak Tomat...231

2016. Keragaan warna dan genotipe calon induk (F-0) ikan clown (*Amphiprion* sp.) strain black percula. *J. Ris Akuakult.* 11(1): 47-58.
- Liang, Y., Bai, D., Yang, G., Wei, D., Guo, M., Yan, S., Wu, X. & Ning, B. 2012. Effect of astacin on growth and color formation of juvenile Red-White ornamental carp (*Cyprinus carpio* var. Koi L). *The Israeli J Aquac Bamidgeh.* 64: 748-753.
- Liu, X., Wang, H. & Chen, Z., 2014. Effect of carotenoids on body colour of discus fish (*Symphysodon aequifasciatus axelrodi* Schultz, 1960). *Aqua Res.* 47(4). 1309-1314.
- Luciana, G.E. 2023. Efektivitas penambahan sumber β -karoten ekstrak kulit buah naga merah, kulit mangga, kunyit dan kulit manggis pada pakan buatan terhadap peningkatan kecerahan warna ikan badut (*Amphiprion percula*). Skripsi. Universitas Sriwijaya, Riau.
- Madhu, K., Madhu, R., & Retheesh. 2012. Broodstock development, breeding, embryonic development and larviculture of spine-cheek anemonefish, *Premnas biaculeatus* (Bloch, 1790). *Indian J Fish.* 59(1): 65–75.
- Maiti, M.K., Bora, D., Nandeesh, T.L., Sahoo, S., Adarsh, B.K., & Kumar. S. 2017. Effect of dietary natural carotenoid sources on colour enhancement of Koi carp, *Cyprinus carpio* L. *Int J Fish Aquatic Studies.*5(4): 340-345.
- Ninwichian, P., Chookird, D., & Phuwan, N. 2019. Effects of dietary supplementation with natural carotenoid sources on growth performance and skin coloration of fancy carp, *Cyprinus carpio* L. *Iranian J Fish Sci.* 19(1): 167-181.
- Nor, R., Syahputra, D., Yulianto, T., & Irawan, H. 2023. *Manipulasi Kecerahan Warna Ikan Badut.* Umrah Press. Riau.
- Novita, M., Satriana, Hasmarita, E. 2015. Kandungan likopen dan karotenoid buah tomat (*Lycopersicum pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan: pengaruh pelapisan dengan kitosan dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia.* 7(1): 35-39.
- Pérez-Escalante, V., AguirreGuzmán, G., Vanegas-Espinoza, P. & del Villar-Martínez A., 2012. Effect of anthocyanin's extract from flour of Roselle calyx (*Hibiscus sabdariffa*) on growth and pigmentation of goldfish (*Carassius auratus*). *Thai J Veterinary Medicine.* 42(1): 107-111.
- Pratiwi, R., Mulyono, M., Saputra, S., Farkan, M., Samsuharapan, S.B., & Panjaitan, A.S. 2022. Enhancement of color brightness on clown fish (*Amphiprion percula*) with addition of tomato powder extract. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research.* 20(16): 117-124.
- Sahusilawane, H.A., Sudrajat, A.O., Suprayudi, M.A., Soelistyowati, D.T., Tumbelaka, L.I.T.A., & Effendi, I. 2023. Kajian fisiologis seksualitas dan reproduksi ikan badut merah marun (*Amphiprion biaculeatus* Bloch 1790) dalam wadah budidaya. Disertasi. FPIK IPB University, Bogor.
- Salis, P., Roux, N., Soulat, O., Lecchini, D., Laudet, V., & Frédérick, B. 2018. Ontogenetic and phylogenetic simplification during white stripe evolution in clownfishes. *BMC Biol.* 16: 90.
- Sartikawati, Junaidi, M., & Damayanti, A.A. 2020. Efektivitas penambahan tepung buah labu kuning pada pakan ikan terhadap peningkatan kecerahan dan pertumbuhan ikan badut (*Amphiprion ocellaris*). *Jurnal Kelautan.* 13(1): 24.
- Setiawati, K.M., Gunawan, Yudha, H.T., Hutapea, J.H., & Suarsana, K. 2011. Pengaruh shelter pada pemeliharaan benih ikan klon biak (*Amphiprion percula*) di keramba jaring apung. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.* 79.
- Seran, M.F.A., Sunadji, Tobuku, R. 2022. Penambahan ekstrak buah pepaya pada pakan buatan terhadap peningkatan kecerahan warna ikan badut (*Amphiprion ocellaris*). *Jurnal Aquatik.* 5(2): 151-159.
- Simamora D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Tepung Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Pada Pakan Terhadap Peningkatan Warna Dan Pertumbuhan Ikan Badut (*Amphiprion ocellaris*). Program Studi Akuakultur. Skripsi. Universitas Borneo Takaran.
- To'bungan, N. 2019. Modified toca colour finder (M-TCF) dan spektrofotometri sebagai penduga tingkat kecerahan warna ikan guppy (*Poecilia reticulata*) yang diberi tambahan pakan tepung tomat. Skripsi. UAJY.

Yi, X., Xu, W., Zhou, H., Zhang, Y., Luo, Y., Zhang, W., & Mai, K. 2014. Effects of dietary astaxanthin and xanthophylls on the growth and skin pigmentation of large yellow croaker *Larimichthys croceus*. *Aquaculture*. 433: 377-383.

QUALITY CHARACTERISTIC OF COLLAGEN EXTRACTED FROM TUNA LOIN PRODUCTION WASTE

Mahlidah Rahantan¹, Vonda Milca N Lalopua^{2*}, Imelda K.E Savitri³

Fakultas perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura Jl. Mr. Chr. Soplanit, Poka Ambon

Corresponding: milcanite39@gmail.com

Abstract

Background: Frozen tuna loin industrial waste produces solid waste in the form of pieces of head, tail, fins and innards .By-products of tuna loin production produce around 15% bone, around 30% head, and around 10% remaining skin and scales . Solid waste from tuna loin production can be used as raw material for collagen production. Collagen characteristics vary according to the type of fish, fish body part, extracting material, and extraction technique .

Methods: The research method was experimental by applying two collagen source treatments , namely skin waste (A1) and a combination of head, bone and tail waste (A2).

Results: The results of the research show that **The collagen yield** value obtained from leather waste (A1) was 4.02% with a water content of 11.89%, ash 1.26%, protein 52.58% and a pH value of 3.74. Meanwhile, the yield of collagen obtained from mixed head, bone and tail waste (A2) was 1.256% with a water content (9.61%), ash 1.49%, protein 53.94% and a pH value of 3.23% .

Conclusion: The water and ash content of collagen from skin waste (A1) and the combined tuna loin head, bone and tail waste (A2) meet the quality of SNI 8076:2014.

Keywords: *Acetic acid, collagen quality, tuna loin waste*

Abstrak

Latar Belakang : Limbah industri tuna loin beku menghasilkan limbah padat berupa potongan kepala, ekor, sirip, dan jeroan. Hasil samping produksi tuna loin menghasilkan tulang sekitar 15%, kepala sekitar 30%, sisa kulit dan sisik sekitar 10% . Limbah padat produksi tuna loin dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi kolagen. Karakteristik kolagen bervariasi sesuai jenis ikan, bagian tubuh ikan, bahan pengekstrak, dan teknik ekstraksi. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik mutu kolagen dari limbah tuna loin yang diekstrak menggunakan asam asetat.

Metode : Metode penelitian adalah eksperimen dengan menerapkan dua perlakuan sumber kolagen yaitu limbah kulit (A1) dan gabungan limbah kepala, tulang dan ekor (A2).

Hasil : Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen kolagen yang diperoleh dari limbah kulit (A1) sebesar 4,02% dengan kandungan air 11,89%, abu 1,26%, protein 52,58% dan nilai pH 3,74. Sedangkan rendemen kolagen yang diperoleh dari limbah campuran kepala, tulang dan ekor (A2) sebesar 1,256% dengan kandungan air (9,61%), abu1,49%, protein 53,94% dan nilai pH 3,23%.

Kesimpulan: Nilai kadar air dan abu kolagen dari limbah kulit (A1) dan gabungan limbah kepala, tulang, dan ekor tuna loin (A2) telah memenuhi mutu SNI 8076:2014.

Kata kunci: Asam asetat, mutu kolagen, limbah tuna loin

PENDAHULUAN

Seiring Tuna (*Thunnus sp*) merupakan ikan dengan nilai ekonomis tinggi baik dalam komoditas ekspor maupun konsumsi lokal. Ikan tuna terdiri dari ikan tuna besar dan ikan tuna kecil. Jenis Ikan tuna besar meliputi tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*), tuna albakora (*Thunnus alalunga*), tuna mata besar (*Thunnus obesus*), dan tuna sirip biru (*Thunnus macoyii*). Sedangkan jenis ikan tuna kecil yaitu *Euthynnus alletteratus* (Triharyuni dan Prisantoso 2012). Nilai ekspor ikan tuna mengalami peningkatan setiap tahunnya. Total ekspor ikan tuna sepanjang tahun 2020 mencapai 7.735 ton dengan nilai Rp 630,6 miliar atau meningkat 261 persen dari tahun sebelumnya. (Muhammad Choirul Anwar, 2021).

Peningkatan produksi hasil tangkapan ikan tuna, berkembang pula industri pengolahan dan penanganan komoditas ikan tuna yang sejalan dengan kebijakan penanganan pasca panen hasil perikanan yaitu pengembangan nilai tambah (value added) suatu produk. Salah satu bentuk diversifikasi atau pengembangan nilai tambah produk tuna adalah penanganan ikan tuna menjadi tuna loin.

Limbah industri perikanan penanganan ikan tuna segar menjadi ikan tuna loin beku menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa potongan kepala, ekor, sirip, dan jeroan yang merupakan hasil dari pembuatan loin. Sedangkan limbah cair berasal dari proses pencucian yang dilakukan di awal proses pengolahan. (Sofiaty dan Wahab, 2014). Ikan tuna yang diolah menjadi produk loin, akan menghasilkan hasil samping berupa tulang sekitar 15%, kepala sekitar 30%, sisa kulit dan sisik sekitar 10% (Jusmawanti, 2016).

Limbah perikanan tuna loin dapat dimanfaatkan karena banyak mengandung protein kolagen. Kolagen terdapat di kulit, tendon, tulang keras, tulang rawan dan jaringan ikat. Limbah pengolahan perikanan berupa kulit, tulang, dan sisik ikan dilaporkan mengandung kolagen dengan nilai rendemen yang bervariasi antara 11– 63% tergantung dari jenis ikan, bagian tubuh ikan, bahan pengekstrak, dan teknik ekstraksi kolagen (Peranginangin, 2009).

Kulit dan tulang ikan adalah sumber kolagen terbaik. Hasil riset membuktikan bahwa isolasi kolagen dari kulit ikan buntal pisang memiliki rendemen kolagen

sebesar 8,65% (Faizal, 2014)). Kolagen dari kulit ikan nila hitam diperoleh rendemen 5,97% (Liu et al, 2010) dan pada tulang ikan tuna diperoleh rendemen 5,93% (Herdianta et al, 2010). Kolagen ikan baik dari tulang maupun kulit berbeda struktur molekul yakni lebih kecil dari kolagen sapi atau babi sehingga lebih mudah diserap (Kumar dan Poonam, 2011).

Kolagen diketahui mempunyai banyak manfaat pada dunia medis dan farmasi. Pemanfaatan dan aplikasi kolagen antara lain untuk penanganan penderita hipertensi, permasalahan urinari, sakit yang berkaitan dengan osteoarthritis, rekayasa jaringan untuk implantasi pada manusia, dan penghambatan penyakit angiogenic, seperti komplikasi diabetes, obesitas, dan arthritis (Rehn et al., 2001). Kolagen juga dapat diaplikasikan dalam bidang pangan (edible casing), kosmetik (krim kulit, shampo, produk-produk perawatan rambut, cat kuku) dan medis (perbanyakkan plasma/pemekar, aden hemostatik, material benang bedah, perbaikan katup prostensis, perbaikan selaput mata, hemodialisis, tulang buatan, pembentukan oksigen sel membran, dan pemulihan operasi organ-organ yang rusak (esofagus, trakea) (Chvapil, 1979).

Karakteristik kolagen merupakan sifat penting untuk mengetahui potensi yang terdapat pada kolagen. Karakterisasi sifat kimia maupun fisik kolagen meliputi nilai rendemen, proksimat, jenis asam amino, gugus fungsi dengan FTIR, analisis warna, analisis termal dan pH. (Suptijah et al., 2018). Kolagen menurut SNI 8076:2014 memiliki persyaratan mutu yaitu tidak berwarna sampai kekuningan, kadar protein diatas 75%, kekuatan gel dari 50-300 bloom, pH 6,5-8, kadar air tidak lebih dari 16% serta memiliki kadar abu tidak lebih dari 3,25% (Standar Nasional Indonesia, 2014).

Kolagen dapat diekstraksi secara konvensional menggunakan pelarut asam. Penggunaan pelarut asam dapat mengubah serat kolagen yang triple helix menjadi rantai tunggal dan proses pelunakan berlangsung lebih cepat sehingga kolagen yang terekstrak lebih banyak (Ward dan Courts, 1977). Pelarut asam yang biasa digunakan antara lain asam .asetat, asam sitrat, asam klorida, dan asam fosfat (Hariyanto dan Sambudi, 2010). Umumnya kolagen larut dalam pelarut asam tetapi pada pH yang sangat asam kelarutan menjadi sedikit menurun (Kittiphattanabawon et al.,

2005). Oleh karena itu, ekstraksi kolagen dilakukan dengan menggunakan asam lemah dengan konsentrasi rendah seperti asam asetat. Asam asetat memiliki gugus karboksil (-COOH) yang dapat berikatan dengan gugus amina (-NH₂) dari protein kolagen sehingga memudahkan proses ekstraksi kolagen. Asam asetat banyak dipilih sebagai pelarut dalam ekstraksi kolagen karena dapat mengekstrak lebih baik dibandingkan pelarut yang lain (Pipit pasaribu, 2014).

Kasim (2013) meneliti tentang ekstraksi kolagen kulit ikan tuna (*Thunnus sp*) menggunakan variasi jenis larutan asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen kolagen basah kulit ikan tuna menggunakan asam asetat, asam sitrat, dan asam klorida adalah 1,2 %, 0,7 % dan 0,2 %, yang membuktikan bahwa rendemen kolagen kulit ikan tuna lebih tinggi menggunakan asam asetat. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik mutu kolagen dari limbah tuna loin yang diekstrak menggunakan asam asetat

MATERI DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tuna loin meliputi: kulit, kepala, tulang dan ekor yang dikumpulkan dari pelabuhan perikanan Tantai. Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi kolagen meliputi: CH₃COOH 1,5 M, NaCl 0,9 M, dan Aquades 100 ml. Bahan kimia yang digunakan untuk isolasi kolagen meliputi: Asam klorida (HCL) 3% dan 5%, Aquades 1000 ml, sodium hidrogen karbonat (NaHCO₃) 1,25 gram, Natrium hidroksida (NaOH) 0,5 M Bahan kimia yang digunakan untuk analisa laboratorium adalah Aquades 10 ml, selenium setengah butir, H₂SO₄ 10 ml, NaOH 40% 10 ml, Asam borat (H₃BO₃) 25 ml, HCl 0,04 N, dan 3 tetes indikator (campuran metil 0,2%).

Peralatan yang digunakan untuk proses preparasi meliputi: sendok, gelas ukur, erlenmeyer (Pyrex), timbangan (Newtech), dan kain saring. Alat yang digunakan untuk ekstraksi dan isolasi kolagen berupa erlenmeyer, gelas ukur (Pyrex), kaca arloji, spatula, tangki termometer, timbangan, dan kertas saring. Alat yang digunakan untuk analisa adalah cawan porselen (Haldenwanger), oven, desikator Ohaus), tanur, pH meter (Hanna) labu kjeldahl, alat pemanas, dan erlenmeyer 125 ml.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan ekstraksi kolagen dari limbah padat tuna loin menggunakan asam asetat. Perlakuan yang diterapkan adalah limbah tuna loin sebagai sumber kolagen dari

A1. Kulit.

A2. Gabungan kepala, tulang dan ekor

Parameter yang diuji pada penelitian adalah rendemen, kadar air, kadar abu, pH dan kadar protein

Prosedur ekstraksi kolagen dari kulit (A1) dan Gabungan (kepala, tulang dan ekor (A2) melalui tahap :

Preparasi

Siapkan limbah (kulit dan gabungan kepala tulang dan ekor) ikan tuna yang akan digunakan. Bersihkan dari sisik dan daging yang menempel kemudian cuci dengan air mengalir hingga bersih. Sebelum digunakan, kulit ikan dan bagian lain dipotong-potong kecil dengan ukuran 2-4 cm.

Isolasi

a. Demineralisasi (Muyonga *et al.*, 2004)

Proses demineralisasi menggunakan larutan HCL 3% pada suhu 25°C selama 48 jam. Perbandingan antara sampel dan larutan HCL sebanyak 1:10 (w/v)

b. Defatting (Badii dan Howell, 2006)

Sampel sebanyak 250 gram diekstrak dengan 1000 ml air destilasi yang mengandung 1,25 g sodium hidrogen karbonat (NaHCO₃) dan kemudian diaduk dan disimpan dalam lemari pendingin selama 30 menit.

c. Deproteinisasi (Ahmad dan Benjakul, 2011)

Sampel direndam dalam larutan alkali 0,5 M NaOH sebanyak 1:4 (w/v) pada suhu ruang selama 2 jam dengan pengadukan menggunakan *stirrer*. Larutan NaOH diganti setiap 1 jam.

Ekstraksi

a. Ekstraksi Kolagen (Galang dan Ariani, 2016)

1. Sampel direndam dengan asam asetat 1,5 M, Perbandingan berat kulit ikan dengan volume asam asetat yaitu 1:8 (w/v) pada suhu 4°C selama 7 jam.

2. Larutan ekstrak yang didapatkan ditambahkan garam NaCl 0,9 M.
3. larutan diaduk hingga homogen dan akan terbentuk gumpalan putih dalam larutan
4. Diamkan sampai tidak terbentuk gumpalan lagi.
5. Gumpalan yang terbentuk tersebut merupakan kolagen basah.
6. Kolagen basah didapatkan dengan disaring menggunakan kertas saring.
7. Kolagen basah dicuci menggunakan aquades 100 ml, Prosedur mencuci dengan aquades dilakukan sebanyak 3x hingga pH netral.
8. Proses pengeringan menggunakan oven dengan suhu 50° c dengan waktu selama 24 jam.

Analisa Mutu Kolagen

a. Rendemen kolagen (Hartono, 2015)

Rendemen kolagen diperoleh dari perbandingan berat kering kolagen yang dihasilkan dengan berat bahan baku. Rendemen kolagen dapat dihitung menggunakan Rumus:

$$\text{Rendemen kolagen} = \frac{\text{berat kering kolagen (g)}}{\text{berat bahan baku (g)}} \times 100$$

- b. Kadar air (AOAC, 2005)
- c. Kadar abu (AOAC, 2005)
- d. Kadar Keasaman (pH) (Apriyantono, dkk., 1989)
- e. Protein (AOAC, 2007).

Analisa Data

Data diperoleh dari 2 kali ulangan analisa dan hasilnya diinterpretasi secara deskriptif dengan pembandingan SNI kolagen dan hasil penelitian terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen menunjukkan bagian bahan baku yang dapat dimanfaatkan dan merupakan parameter penting untuk mengetahui nilai ekonomis, serta keefektifan bahan atau produk (Suptijah *et al.*(2018). Nilai Rendemen kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit (A1) dan gabungan tulang, kepala dan ekor (A2) ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rendemen kolagen hasil ekstraksi dari kulit dan gabungan tulang, kepala dan ekor ikan tuna.

Sampel	Nilai Rendemen
Kulit ikan Tuna	4.02 %
Gabungan kepala, tulang dan ekor ikan Tuna	1.26%

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa kandungan kolagen pada sampel kulit lebih tinggi dibanding bagian lain yang dijadikan sampel. Kolagen yang terdapat pada kulit ikan jauh lebih tinggi mencapai 80-89%, dari kolagen pada tulang hanya 24% (Suptijah *et al.* 2018). Rendemen berkaitan dengan efektifitas suatu perlakuan. Rendemen tinggi menunjukkan tingginya nilai efektifitas perlakuan tersebut (Maulida, 2011). Rendemen yang diperoleh dari pengolahan kolagen tuna loin merupakan salah satu parameter penting dalam menilai tingkat efektivitas produksi kolagen yang melalui beberapa tahap yaitu preparasi (pemisahan/pemotongan kulit ikan, dan pencucian), isolasi (deminalisasi, hidrolisis) dan ekstraksi hingga proses pengeringan.

Menurut Suptijah *et al.* (2018) bahwa faktor yang dapat mempengaruhi nilai rendemen kolagen adalah jenis bahan yang digunakan. Rendemen yang diperoleh

tergolong kecil diakibatkan banyaknya kolagen yang terbuang selama proses pencucian, maupun proses hidrolisis dan ekstraksi yang kurang sempurna yang menyebabkan hilangnya massa kolagen.. Menurut Naro *et al.* (2013) bahwa karakteristik dan komposisi molekul maupun rendemen kolagen sangat dipengaruhi oleh perbedaan spesies, habitat dan perlakuan pada proses ekstraksi.

Rendemen kolagen dapat dipengaruhi oleh proses pembersihan pada tahap preparasi sampel. Pembersihan yang tidak sempurna dapat mengganggu proses isolasi kolagen. Daging yang masih melekat pada sampel dikhawatirkan mengganggu proses ekstraksi kolagen, karena bukan kolagen yang diekstraksi melainkan senyawa lain yang terkandung dalam daging. Selanjutnya sampel yang telah bersih harus dikeringkan dengan baik. Pengeringan dapat dilakukan dengan

dijemur dibawah sinar matahari hingga kering atau didalam oven yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam sampel sehingga lebih mudah dilakukan pengecilan ukuran. Pengecilan ukuran pada sampel bertujuan untuk memperluas permukaan kepala, tulang, dan ekor sehingga reaksi berlangsung lebih cepat dan sempurna (Wijaya *et al.*, 2015).

Persentase rendemen yang diperoleh pada sampel kulit (A1) dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan Kolanus *et al.*, (2019), menggunakan kulit ikan tuna dengan kombinasi metode hidro-ekstraksi selama 1 jam dan perendaman asam asetat 0,05 dan 0,1 M berturut-turut menghasilkan rendemen 1,95% dan 2,57%. Persentasi rendemen pada sampel kulit dalam penelitian ini juga lebih tinggi dari Kusa *et al.*, (2022), dari kolagen kulit tuna sirip kuning (*thunnus albacares*) dengan waktu hidro-ekstraksi berbeda dan potensinya dalam bentuk sediaan nanokolagen. Ekstraksi menggunakan aquades dengan waktu selama 1 jam

memperoleh rendemen sebesar 3,64%. Persentasi rendemen pada sampel gabungan kepala, tulang, dan ekor (A2) lebih tinggi dari Lestari, (2007), dengan isolasi dan karakterisasi kolagen dari tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) menggunakan asam asetat 0,5 M menghasilkan rendemen sebesar 0,102%.

Kadar Air

Kadar air berpengaruh terhadap daya simpan. Kadar air erat kaitannya dengan aktivitas metabolisme yang terjadi selama kolagen disimpan meliputi baik aktivitas enzim, aktivitas mikroba dan aktivitas kimiawi, reaksi non enzimatik yang menimbulkan perubahan terhadap sifat organoleptik hingga penurunan nilai mutu. Semakin tinggi kadar air kolagen maka umur simpan kolagen akan relatif pendek, namun sebaliknya apabila kadar air rendah maka umur simpan semakin lama (Adi, 2016). Nilai kadar air kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit (A1) dan gabungan tulang, kepala dan ekor (A2) ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kadar air kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit dan gabungan tulang, kepala dan ekor ikan tuna.

Sampel	Nilai Kadar Air	SNI 8076:2014
Kulit ikan Tuna	11.89 %	Maksimum 16%
Gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan Tuna	9.61%	

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa kadar air kolagen dari sampel gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna (A2) yaitu 9,61% lebih rendah dibandingkan kadar air kolagen dari kulit ikan tuna (A1) yaitu 11,89%. Kadar air sangat dipengaruhi oleh metode pengeringan. Pengeringan dengan oven dapat mengontrol suhu dan waktu pengeringan sehingga pengeringan berlangsung lebih cepat. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat terjadi penguapan, kandungan air dalam bahan.(Winarno,1995). Muller et al (2006) menyatakan bahwa pengeringan oven dapat mengurangi kadar air dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat. Menurut Rahmawati (2020), air dalam kolagen akan mudah menguap dengan pengeringan menggunakan oven. Pengeringan

dipengaruhi oleh sifat bahan yaitu ukuran dan kadar air. Semakin kecil ukuran dan kadar air bahan maka semakin cepat penguapan air mencapai kadar setimbang.

Rendahnya kadar air kolagen dari gabungan kepala tulang dan ekor terkait dengan struktur kolagen, dimana struktur tulang lebih kuat dan rapat dibanding kulit sehingga terdapat kecenderungan asam asetat diduga kurang kuat untuk menghidrolisis kolagen. Hidrolisis kolagen dapat menyebabkan air terperangkap di dalam kolagen (Romadhon *et al.*, 2019). Devi *et al.* (2017) menjelaskan bahwa hidrolisis kolagen dapat menyebabkan terjadinya rantai-rantai peptida pada kolagen lebih pendek, sehingga menyebabkan penyerapan air. Oleh karena itu tulang sebagai sumber kolagen cenderung memiliki

kadar air yang lebih rendah dari kulit..

Kadar air kolagen kulit dan gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan kandungan air kolagen dari kulit ikan kakap putih 17,8% (Hardiyanti, 2017). Kadar air kolagen dari kulit dan gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna telah memenuhi standar mutu kolagen dari SNI 8076:2014 yaitu maksimum 16%. Kadar air turut berpengaruh terhadap rendemen kolagen.

Jika kadar air tinggi maka rendemen dapat meningkat.

Kadar Abu

Nilai kadar abu dari suatu bahan pangan menunjukkan besarnya nilai mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Prihatiningsih *et al.*, 2014). Nilai kadar abu kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit (A1) dan gabungan tulang, kepala dan ekor (A2) ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Nilai kadar abu kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit dan gabungan tulang, kepala dan ekor ikan tuna

Sampel	Nilai Kadar Abu	SNI 8076:2014
Kulit ikan Tuna	1.26 %	Maksimum 3,25 %
Gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan Tuna	1.49 %	

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa kadar abu kolagen dari sampel gabungan kepala, tulang (1,49) lebih tinggi dibandingkan kadar abu kolagen dari sampel kulit ikan tuna (A1) yaitu 1,26 9%. Kadar abu kolagen kulit dan gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna dapat memenuhi syarat mutu kolagen SNI 8076:2014 yaitu maksimum 3,25%.

Kadar abu ditentukan oleh proses demineralisasi, semakin banyak mineral yang luruh maka nilai kadar abu semakin rendah. Rendahnya kadar abu kolagen tulang ikan tuna karena banyaknya jumlah mineral yang ikut larut dalam proses perendaman dan pencucian. Proses Demineralisasi dikenal sebagai proses perendaman dalam larutan asam yang mengakibatkan terjadinya swelling (penggembungan), akan menghilangkan garam kalsium dan garam-garam lainnya maupun sejumlah material-material yang tidak diinginkan, seperti lemak dan protein non-kolagen baik dari sampel kulit (A1) maupun gabungan kepala, tulang, dan ekor (A2) sehingga diperoleh *ossein* (tulang lumer) (Suwardi *et al.*, 2010).

Kolagen kering mengandung abu berupa beberapa mineral yaitu kalsium fosfat, kalsium karbonat, dan magnesium fosfat. Mineral tersebut sebagian ikut larut bersama kolagen pada saat ekstraksi.

Kandungan mineral kolagen kering menyebabkan peningkatan rendemen (Purnomo, 1991). Pada proses pengeringan kolagen, kadar air akan turun dan cenderung meningkatkan komponen seperti abu/mineral.

Kadar abu kolagen kulit dan gabungan kepala, kulit, dan ekor pada penelitian ini lebih rendah dari kadar abu kolagen kering dari sisik ikan bandeng sebesar 21,9% dan kolagen sisik ikan nila sebesar 20,15%. Kolagen kering yang dihasilkan mengandung mineral karena sebelum deproteinisasi tidak dilakukan pemisahan mineral, mineral yang terkandung di dalam kolagen ketika di uji kadar abu tidak akan hilang tetapi ikut menjadi abu sehingga memperbanyak jumlah abu (Astawan dan Aviana, 2002).

pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kualitas kolagen. Dengan mengetahui pH kolagen, dapat menentukan aplikasi yang sesuai dengan kolagen untuk digunakan dalam bidang pangan, medis, dan kosmetik. (Sembiring *et al.* 2020). Nilai derajat keasaman (pH) kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit (A1) dan gabungan tulang, kepala dan ekor (A2) ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Nilai derajat keasaman (pH) kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit dan gabungan tulang, kepala dan ekor ikan tuna

Sampel	Nilai pH	SNI 8076:2014
Kulit ikan Tuna	4.74	6,5-8
Gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan Tuna	4.23	

Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa derajat keasaman (pH) kolagen dari sampel kulit ikan tuna (A1) yaitu 3,74 lebih tinggi dibandingkan kolagen dari sampel gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna (A2) yaitu 3,23. Hasil Derajat keasaman (pH) kolagen dari kulit dan gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna tidak memenuhi bahkan lebih rendah dari standar mutu pH kolagen menurut SNI 8076:2014 yaitu 6,5-8.

Secara umum pH kulit relatif sedikit lebih tinggi dibanding pH tulang. Lamanya waktu ekstraksi dan semakin tingginya suhu ekstraksi mengakibatkan terjadinya peningkatan terhadap pH kolagen. Peng *et al.* (2004) melaporkan bahwa beberapa merk kolagen untuk kosmetik memiliki pH berkisar antara 3,8-4,7. Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan oleh Devi *et al.* (2017), yaitu kolagen kulit ikan patin yang diekstraksi menggunakan asam asetat, memiliki pH asam, yaitu 5,53. Nilai pH kolagen yang rendah diduga karena proses netralisasi yang tidak sempurna. proses Alhana *et al.* (2015) menyatakan bahwa dalam proses penetralan setelah ekstraksi kolagen menggunakan asam, contohnya CH₃ COOH, dapat mempengaruhi pH akhir kolagen yang dihasilkan. Proses penetralan yang sempurna dapat mengurangi residu

asam, sehingga kolagen memiliki pH mendekati netral.

Proses penetralan yang dilakukan akan berpengaruh pada pH akhir kolagen, karena selain dapat mengurangi sisa-sisa larutan asam atau basa akibat perendaman. Pengaruh lain ditimbulkan dari air yang digunakan untuk menetralkan kolagen. Air yang digunakan bersifat kurang mendekati netral, sehingga mengakibatkan nilai pH akhir kolagen yang dihasilkan kurang mendekati pH netral (Tangkaa *et al.*, 2020).

Kadar Protein

Kolagen merupakan komponen struktural utama jaringan ikat putih yang meliputi hampir 30 % dari total protein tubuh. Kolagen adalah protein yang paling banyak terdapat di dalam tubuh dan merupakan komponen yang membentuk bagian tubuh di tendon, ligamen, kulit, dan otot. (<https://doktersehat.com/gaya-hidup/gizi-dan-nutrisi/kolagen>). Protein kolagen memiliki struktur tripel helix terdiri dari 25 % glisin dan 25 % prolin (Nagai dan Suzuki, 2000). Nilai kadar protein kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit (A1) dan gabungan tulang, kepala dan ekor (A2) ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Nilai kadar protein kolagen hasil ekstraksi dari sampel kulit dan gabungan tulang, kepala dan ekor ikan tuna

Sampel	Nilai Kadar Protein	SNI 8076:2014
Kulit ikan Tuna	52.58 %	Diatas 75 %
Gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan Tuna	53.94 %	

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa kadar protein kolagen dari sampel kulit ikan tuna (A1) yaitu 52,58 % lebih rendah dibandingkan kolagen dari sampel gabungan kepala, tulang, dan ekor ikan tuna (A2) yaitu 53,94 % dan tidak memenuhi syarat mutu kolagen SNI 8076:2014 yaitu diatas 75%.

Fernández-Díaz *et al.* (2003) menyatakan bahwa penurunan kandungan protein kolagen dapat disebabkan oleh rusaknya jaringan kulit ikan akibat proses kristalisasi es yang terbentuk selama proses pembekuan. Hal tersebut yang memungkinkan kadar protein pada kulit ikan tuna (A1) lebih rendah dari gabungan

kepala, tulang, dan ekor ikan tuna.

Menurut Chamidah dan Elita (2002), protein kolagen pada ekstraksi asam asetat akan lebih sedikit karena asam asetat akan menghidrolisis ikatan peptida lebih kuat sehingga akan terjadi kehilangan protein pada saat pencucian bahan baku. Perendaman dalam larutan asam asetat menyebabkan protein struktural terutama kolagen akan mengalami pengembangan (swelling) sehingga struktur koil terbuka. Konsentrasi larutan asam asetat yang tinggi menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan hidrogen dan pembukaan struktur koil kolagen secara berlebih sehingga sebagian

asam amino terekstrak dan terlepas dari kolagen dan terbawa ke air cucian, akibatnya kadar protein kolagen yang diperoleh lebih rendah.

Konsentrasi larutan asam asetat yang lebih tinggi dapat menyebabkan penurunan kadar protein, konsentrasi asam yang tinggi disebabkan asam asetat akan menghidrolisis ikatan peptida lebih kuat sehingga akan terjadi kehilangan protein (Ulfah,2011). Kadar protein juga dapat dipengaruhi oleh makanan, suhu, umur ikan, serta habitat ikan (Azara 2017) selain metode yang dipakai untuk analisa kadar protein.

SIMPULAN

Karakteristik mutu kolagen dari kulit (A1) dan gabungan kepala, tulang, dan ekor (A2) gabungan berbeda. Kolagen dari kulit ikan tuna lebih tinggi nilai rendemen, kadar air dan pH. Kolagen dari gabungan kepala tulang dan ekor tinggi nilai kadar abu dan protein. Karakteristik mutu kadar air dan abu kolagen dari kulit (A1) dan gabungan kepala, tulang, dan ekor (A2) tuna loin telah memenuhi SNI 8076:2014. Perlu melakukan analisa kekuatan gel dari kolagen limbah produksi tuna loin.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, Noorman. 2016. Perbandingan Produksi Kolagen dari Sisik dan Tulang Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) secara Kimia dan Enzimatis. Artikel Tugas Akhir. Bandung : Universitas Pasundan.
- Ahmad, M., Benjakul, S., Prodpran, T., dan Agustini, T. W. 2012. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. *Food Hydrocolloids*, 28(1):189–199.
- Alhana, Suptijah P, Tarman K. 2015. Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dari daging teripang gamma. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(2): 150-161.
- [AOAC], 2005 Official Method of Analysis of The Association at Official Analytical Chemist. Benjamin Franklin Station, Washington D.C
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., Sedamawati, dan Buduyanto, S.

1989. *Analisis Bahan Pangan*. Bogor: IPB Pres.
- Association of Official Analytical and Chemistry. 2007. Official Methods of Analysis. 18th ed. Marylan: Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Astawan, M. Dan T. Aviana. 2002. Pengaruh jenis larutan perendaman serta metode pengeringan terhadap sifat fisik, kimia, dan fungsional gelatin dari kulit cucut. *J. Teknologi dan Industri Pangan*. 14 (1):7-13
- Azara R. 2017. Pembuatan dan analisis sifat fisikokimia gelatin dari limbah kulit ikan kerapu. *Jurnal Rekapangan*. 11(1): 62-69..
- Badii, F. dan N.K. Howell. 2006. Fish Gelatin: Structure, Gelling Properties and Interaction with Egg Albumen protein. *J. Food Hydrocolloids*, 20(5):630-640
- Chamidah, A. dan Elita. 2002. Pengaruh pengolahan terhadap kualitas gelatin kulit ikan hiu. Seminar Nasional PATPI. ISBN : 979-95249-6-2, Malang.
- Devi HLNA, Suptijah P, Nurilmala M. 2017. Efektifitas alkali dan asam terhadap mutu kolagen dari kulit ikan patin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 255-265.
- Faizal, Fiqi. 2014. Isolasi dan Karakteristik Kolagen dari Kulit Ikan Buntal Pisang (*Tetraodon lunaris*). Skripsi. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Ferna´ndez-Di´az MD, Montero P, Go´mez-

- Guille'n MC. 2003. Effect of freezing fish skins on molecular and rheological properties of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids* 17:281–286.
- Hariyanto, dan Sambudi, Y.J. 2010. Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Air Tawar (Anabantidae). Tugas Akhir. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Surakarta
- Hardiyanti STK. 2014. Isolasi kolagen dari kulit ikan patin (*Pangasius sp.*) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Herdianta, Priyanto, dan Sri Harsodjo. 2010. Efektifitas Senyawa Kolagen dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*) Terhadap Penyembuhan Luka Terbuka Pada Tikus Putih (*Rattus Novergicus*). Skripsi. Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta
- Jusmawanti. (2016). *Ekstraksi Gelatin Tulang Kepala Ikan Tuna (Thunnus Albacores) Dengan Metode Asam. August.*
- Kasim, S. 2013. Ekstraksi Kolagen Tulang Rawan Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) dan Kulit Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menggunakan Variasi Jenis Larutan Asam. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, Vol. 17, No.2 – Juli 2013. Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Katilli, A.S. 2009. Struktur dan Fungsi Protein Kolagen. *J. Pelangi Ilmu*, 2(5):10-29.
- Kittiphattanabawon P, Benjakul S, Visessanguan W, Nagai T, Tanaka M. 2005. *Characterization of Acid-Soluble Collagen from Skin and Bone of Bigeye Snapper (Priacanthustayenus)*. *Food Chem.* 221: 363-372
- Kolanus, J. P., Hadinoto, S., & Idrus, S. (2019). Karakteristik Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Tuna (*THUNNUS albacores.*) dengan Metode Hidroekstraksi. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 13(1), 99. <https://doi.org/10.26578/jrti.v13i1.4994>
- Kumar MH & Poonam VST. 2011. Extraction and determination of collagen peptide and its clinical importance from tilapia fish scales (*Oreochromis niloticus*). *International Research Journal of Pharmacy* 2(10): 97-99
- Kusa, R. S., Silvana Naiu, A., Yusuf Universitas Negeri Gorontalo JI Jend Sudirman No, N., Tim, D., & Kota Tengah, K. (2022). karakteristik kolagen kulit tuna sirip kuning (*thunnus albacares*) pada waktu hidro-ekstraksi berbeda dan potensinya dalam bentuk sediaan nanokolagen. *Sinta* 4, 107–116.
- Lestari, T. (2007). Isolasi dan karakterisasi kolagen dari tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*) sebagai bahan baku industri farmasi. *Universitas Indonesia*, 20176748.
- Liu, H.Y., Li, D., Gouo, S.D . 2007 “Studies on collagen from the skin of channel catfish (*Ictalurus punctatus*)”. *Food Chemistry*, Vol. 101, pp. 621-625.
- Maulida, R., 2011. Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Variasi Konsentrasi HCl, Universitas Tanjungpura, Pontianak, (Skripsi).
- Muhammad Choirul Anwar. (2021, April 25). 53,6 Ton Tuna dari Ambon Diekspor ke AS hingga Jepang. *KOMPAS.Com*. <https://money.kompas.com/read/2021/02/07/131728826/536-ton-tuna-dari-ambon-diekspor-ke-as-hingga-jepang?page=all>
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole dan K.G. Duodu. 2004. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *J. Food Hydrocolloids*. 18(5): 81-592.
- Nagai, T. and Suzuki, N. 2000. Isolation of collagen from fish waste materialskin, bone, and fins. *Food Chemistry*. (68): 277–281.
- Naro A.B., Sahubawa L. dan Ekantari N., 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen dari Kulit Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tekno Sains. Universitas Gadjah Mada Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian*. Vol 10. Hal : 172.
- Ockerman, H. W. and C. L. 2000. *Animal By-Product Processing and Utilization*. CRC-Press, New York.
- Peng Y, Glauttauer V, Werkmeister JA, Ramshaw J. 2004. Evaluation for

- collagen products for cosmetic application. *Journal of Cosmetic Science*. 55(4): 327-341.
- Peranginangin, R. nurhayati (2009). *Prospek pemanfaatan limbah perikanan sebagai sumber kolagen*. Squale.,2009, Vol.4 No.3
- Pihlajaniemi, K. Alitalo, and K. Vuori. 2001. Interaction of Endostatin with Integrins implicated in Angiogenesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 98: 1024-1029
- Pipit pasaribu. (2014). Rendemen Kolagen Yang Diekstrak Dari Cangkang Kijing (Pilsbryoconcha Sp.) Dari Perairan Sungai Dan Kolam. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Purnomo, E. 1991. Penyamakan Kulit Kaki Ayam. Kanisius.Yogyakarta
- Rahmawati D. 2020. Pengaruh Variasi Jenis Asam Terhadap Produksi Kolagen Berbahan Dasar Tulang Ikan Tongkol (*Euthynus affinis*). [Skripsi]. Jurusan Kimia. Fakultas Sais dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rizal, Halid, dan Hariyadi. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta: Penerbit Arcan.
- Romadhon, R., Darmanto, Y. S., & Kurniasih, R. A. (2019). The Difference Characteristicsof Collagen from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Bone, Skin, and Scales. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 403–410.
- Sembiring, T. E. S., Reo, A. R., Onibala, H., Montolalu, R. I., Taher, N., Mentang, F., & Damongilala, L. J. (2020). Ekstraksi Kolagen Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) DENGAN ASAM KLOORIDA. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 107. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Sofiati, T., Iswandi Wahab, S. N. D. (2014). Sanitasi Dan Hygiene Pada Pengolahan Tuna Loin Beku Di Pt. Harta Samudra Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 5(2), 113–121.
- Standar Nasional Indonesia 8076:2014. 2014. *Kolagen Kasar dari Sisik Ikan Syarat Mutu dan Pengolahan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Suptijah P, Indriani D, Wardoyo SE. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Kolagen Kulit Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Sains Natural Nusa Bangsa*. Vol 8 (1): 8–23.
- Suwardi, Y., Atmaja, L., Martak, F. 2010. Pengaruh variasi larutan asam pada isolasi gelatin kulit ikan patin (*Pangasius hypothalmus*) terhadap sifat-sifat kimia dan fisik. Thesis, Institut Teknologi Surabaya.
- Tangkaa, R., Mentang, F., Agustin, A. T., Onibala, H., Kaseger, B. E., Makapedua, D. M., & Sanger, G. (2020). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Asam Asetat dan Lama Ekstraksi Kolagen dari Kulit Ikan Situhuk Hitam (*Makaira indica*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2), 44. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.2.2020.27326>
- Ulfah, M. 2011. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam.Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, INSTIPER, Yogyakarta.
- Wijaya, O.A., Surti, T., Sumardianto, 2015. Pengaruh lama perendaman NaOH pada proses penghilangan lemak terhadap kualitas gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *J. Pengolah. dan Biotekno. Has. Perikan.* 4, 25–32.
- Winarno FG. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta .

ANALISIS KANDUNGAN PROTEIN DAN LEMAK PADA TERIPANG PASIR (*Holothuria scabra*) YANG DIPEROLEH DARI PERAIRAN DESA SULI DAN APLIKASINYA KEPADA MASYARAKAT MELALUI PENYULUHAN

Agelica.J.F.Renyaan¹, Hasan Tuaputty^{2*}, Dominggus Rumahlatu³

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura, Ambon

Correspondensi : tuaputtyhasan123@gmail.com

Abstract

Background: One kind of animals with spines are sea cucumbers. Sandy waters, rocky or muddy beaches, and coral reefs are common habitats for these species. Clear, clean waters with a fine sandy bottom, away from pounding waves, are ideal for the growth of sand sea cucumbers. Sea cucumbers are found in great number across Maluku. One such location is the waters surrounding Suli village, where sand sea cucumbers, or *Holothuria scabra*, are particularly common.

Methods: Descriptive approaches are used in this study. The laboratory study findings served as the basis for the data sources.

Results: In samples of sand sea cucumbers (*Holothuria scabra*), the protein yield was greater than the fat content.

Conclusion: The protein content is 15.3544 and the fat content is 0.1816. This protein level figure is still below the maximum protein threshold of 72.93%.

Keywords: *Protein, Fat, Holothuria scabra*

Abstrak

Latar Belakang: Teripang merupakan salah satu anggota hewan yang berduri, hewan ini banyak terdapat di paparan terumbu karang, pantai berbatu atau yang berlumpur, dan perairan berpasir. Teripang pasir dapat hidup di perairan yang jernih dan bersih, dengan dasar perairan yang berpasir halus, jauh dari hampasan ombak. Pada beberapa tempat di Maluku terdapat kelimpahan teripang yang banyak, contohnya teripang pasir (*holothuria scabra*) yang sangat berlimpah di perairan desa Suli.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Adapun sumber data yang digunakan diambil dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium.

Hasil: Hasil protein pada sampel teripang pasir (*Holothuria scabra*) lebih tinggi dari pada kandungan lemak.

Kesimpulan: Kadar protein sebesar 15,3544 dan kadar lemak sebesar 0,1816. Angka kadar protein tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum protein 72,93 %.

Kata kunci: Protein, Lemak, *Holothuria scabra*

PENDAHULUAN

Teripang merupakan salah satu anggota hewan berkulit duri (Echinodermata). Menurut Dahuri (2005), Departemen Kelautan dan Perikanan menjadikan bioteknologi kelautan sebagai program unggulan sejak tahun 2002. Teripang memiliki nilai estetika yang rendah dilihat dari bentuk fisiknya terkesan menjijikan dan harga jual yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan protein teripang dalam kondisi basah adalah 44-55% (Dewi,2008), dan pada kondisi kering 82% (Martoyo,Nugroho dan tjahjo.2007) Teripang termasuk komponen penting dalam rantai makanan karena peranannya sebagai pemakan endapan (deposit feeder) dan pemakan materi tersuspensi (suspension feeder).

Bordbar et al., (2011) melaporkan bahwa ekstrak dari *Holothuria scabra* di Asia menunjukkan aktivitas antimikroba, antibakteri, dan antijamur alami yang dapat ditemukan dalam tubuh teripang tersebut selain sebagai bahan pangan teripang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri,teripang dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan intermediet untuk industri farmasi. Teripang diketahui bermanfaat sebagai bahan baku obat James (1994),

Massin (1999) dan Agudo (2006) mengamati bahwa teripang menyukai hidup pada perairan dangkal, biasanya kurang dari 20 m, pada daerah-daerah yang terlindungi, dengan kandungan nutrisi yang tinggi, dan dapat hidup beradaptasi pada berbagai habitat yang meliputi habitat berlumpur, berpasir, berbatu, koral, padang lamun dan daerah pertumbuhan algae.

Data produksi teripang menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia tahun 2010 sebesar 4.599 ton dan meningkat hingga 5.768 ton pada tahun 2011 (Cahyono & Rieuwpassa 2017). Sekitar 650 jenis teripang yang telah teridentifikasi di dunia, sekitar 10% berada di Indonesia dan dari jumlah tersebut dipastikan ada 7 jenis teripang yang memiliki nilai ekonomis penting yakni teripang pasir (*Holothuria scabra*), teripang hitam (*Holothuroidea edulis*), teripang coklat (*Holothuroidea marmorata*), teripang merah (*Holothuroidea vatiensis*), teripang

koro (*Holothuroidea nobilis*), teripang nanas (*Holothuroidea anana*) dan teripang gama (*Stichopus variegatus*) (Ernawati 2013).

Pada beberapa tempat dimaluku pemanfaatan teripang cukup tinggi karena memiliki nilai jual yang tinggi dan mudah diperoleh serta sangat meilmpah berdasarkan habitat teripang maka bisa dikatakan bahwa desa suli memiliki substrat pantai yang sesuai dengan habitat teripang tetapi karena adanya tekanan lingkungan dan sebagian besar masyarakat memiliki mata pencarian masih berpusat didarat sehingga pantai hanya dijadikan sebagai objek wisata dan kegiatan bameti(mencari kerang dan siput laut ketika air surut)dengan cara tradisional (manuputty dan noya,2017).

Masyarakat umumnya mengolah dan menjual teripang dalam bentuk kering.salah satunya teripang golongan *Holothuria* yaitu (*Holothuria scabra*) yang dikenal oleh penduduk setempat dengan sebutan teripang pasir.pengolahan teripang secara tradisional menggunakan pengasapan dilanjutkan pengeringan dengan sinar matahari atau hanya dengan pengeringan saja.proses pengolahan tersebut akan mempengaruhi profil asam amino dan lemak teripang. maka penelitian ini bertujuan untuk menguji Kandungan protein dan lemak pada spesies (*holothuria scabra*) yang di peroleh dari perairan Desa Suli.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian deskriptif kuantitatif untuk melihat kadar protein dan lemak pada teripang pasir (*holothuria scabra*) pada desa suli. Tempat pengambilan sampel di Pulau Ambon, Desa Suli Kabupaten Maluku Tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kadar protein pada teripang pasir (*Holothuria scabra*) menggunakan metode kjadhal dimana di dalam pengujian terdapat dua kali pengulangan untuk mendapatkan akurasi data yang tepat.Hasil analisis kadar protein teripang pasir (*Holothuria scabra*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis pada teripang pasir (*holothuria scabra*)

Ulangan	Berta sampel	MI HCl 0,1 N	Kadar protein
U1	1,2426	22,5	15,8437
U2	1,2420	21,1	14,8651
Rata – rata			15,3544

Analisis kadar protein pada teripang pasir (*Holothuria scabra*) menggunakan metode soklet, dimana di dalam pengujian terdapat dua kali

pengulangan untuk mendapatkan akurasi data yang tepat. Hasil analisis kadar protein teripang pasir (*Holothuria scabra*) dapat dilihat pada Table 2.

Tabel 2. Hasil analisis pada teripang pasir (*holothuria scabra*)

Ulangan	Berta sampel	Berat lemak	Kadar Lemak
U1	10,4174	0,0188	0,1804
U2	10,3873	0,0190	0,1829
Rata – rata			0,1816

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahwa hasil protein pada sampel teripang pasir (*Holothuria scabra*) lebih tinggi dari pada kandungan lemak bisa dilihat pada Tabel 1. Menurut Subroto (2007), kandungan pada teripang yang paling tinggi adalah protein, yang mencapai 82% dari tubuhnya. Sedangkan pada sampel kontrol menunjukkan bahwa rata-rata kadar protein pada teripang (*Holothuria scabra*) adalah 15,3544%. yang cukup besar memberikan nilai gizi yang cukup baik. Protein di dalam tubuh dapat berupa cadangan makanan, zat pembangun dan zat pengatur (enzim, antibodi, dan lain-lain). Protein pada teripang mempunyai asam amino yang lengkap, baik asam amino essensial maupun asam amino non essensial. Pemanasan sangat berpengaruh terhadap mutu protein. Bagian penting dari pemanasan salah satunya yaitu perebusan. Panas menyebabkan denaturasi protein daging atau ikan (Tejasari, 2005). Denaturasi protein menyebabkan menurunkan nilai gizi suatu protein. Protein dengan nilai gizi yang rendah menyebabkan seseorang mengalami KKP (Kurang Kalori Protein). Dan kekurangan protein tersebut sering ditemukan bersamaan dengan kekurangan energi yang menyebabkan kondisi yang dinamakan marasmus. Teripang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti yang dijelaskan pada penelitian Bordbar et al., (2011). Didukung oleh Barbarino dan Sergio (2009) bahwa protein, lemak dan

mineral merupakan komponen utama penyusun tubuh organisme. selain itu lemak pada teripang pasir (*Holothuria scabra*) berkurang karena adanya proses pengeringan di dalam analisis kandungan lemak. Tentunya ada factor lain yang menyebabkan mengapa kandungan lemak dari setiap spesies itu berbeda. Faktor-faktor tersebut yaitu kondisi perairan, musim, sumber makanan yang dikonsumsi dan tingkah laku dari teripang itu sendiri (Oedjoe, 2017), sehingga dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa, kandungan lemak pada teripang pasir (*Holothuria scabra*) mengalami penurunan yang signifikan yaitu protein sebesar 15,3544 dan lemak 0,1817 dan bisa dikatakan bahwa kandungan teripang pasir pada desa suli memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan lemak.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan analisis kandungan protein teripang (*holothuria scabra*) pada Desa suli memperoleh kandungan protein rata-rata sebesar 15,3544 dan analisis lemak teripang (*holothuria scabra*) di desa suli memperoleh kandungan lemak rata-rata sebesar 0,1816 dimana bisa disimpulkan bahwa kandungan protein teripang didesa suli termasuk dalam kandungan protein yang sangat tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agudo, N. 2006. *Sendfish Hetchery techniques* Australian Centre for Internasional Agricultural Reserch (ACIAR),the Secretariat of the pacific community (SPC) and the Worldfish Ceter
- Barbarino, E., Sergio O. L. 2009. A Comparison of CHN Elemental Composition and Hach Acid Digestion to Quantify Total Nitrogen in Marine Organisms. *Limnol. Oceanogr. Met.* 7:751-760.
- Bordbar, S., Farooq Anwar, and Nazamid Saari. 2011. High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods—A Review. www.mdpi.com/journal/marinedrugs (28 Januari 2012).
- Cahyono, E., & Rieuwpassa, F. J. 2017. Analisis asam amino beberapa jenis teripang olahan kering di Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 3(1), 36-42.
- cucumbers for functional foods—a review. *Marine Drugs*. 9: 1761-1805
- Dahuri R. 2005. *Menggalai Bahan Baku Obat di dalam Laut*. Departemen Perikanan dan Kelautan. <http://www/dkp.go.id> (28 Januari 2012).
- Dewi, K.H. (2008). *Kajian ekstraksi teripang pasir (holothurian scabra.J) sebagai sumber testosterone alami [disertasi]*. Bogor. Sekolah Pascasarjana, Institut pertanian Bogor.
- Ernawati, E. 2013. *Studi Perendaman Dalam Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Pada Konsentrasi Yang Berbeda Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Teripang (Holothuria scabra) Kering*. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 5(1).
- James, D.B. 1994. *Ecology of Commercially Important Holothurians of India*. *Bulletin Central Marine Fisheries Research Institution* 46:37-38
- Massin, C. 1999. Reef-dwelling Holothuriodea (Echinodermata) of spermonde Archipelago (South-West Sulawesi, Indonesia), *Zool. Verh. Leiden*. 329:1-114
- Mannuputy, G. D. dan M. M. Pattinasarany. 2017. *Keanekaragaman Jenis dan Kelimpahan Sumberdaya Teripang di Ekosistem Padang Lamun Perairan Desa Suli*. LPMM Universitas Pattimura :Penelitian Dosen Pemula 2017.
- Martoyo, J., Nugroho, A., Tjhajo, W. (2007) *Budidaya Teripang*. Jakarta: Penebar swadaya
- Oedjoe, M. D. R. 2017. *Composition of Nutritional Content of Sea Cucumber (Holothuroidea) in Mania Waters, Sabu Raijua Regency, East Nusa Tenggara*, *Journal of Aquakulture*. 8(7):1-3
- Tejasari, 2005, *Nilai-Gizi Pangan*, Yogyakarta, Graha Ilmu

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PENGAJUAN PERHUTANAN SOSIAL SKEMA HUTAN DESA DI KAMPUNG KUADAS KECAMATAN MAKBON KABUPATEN SORONG

Yetty Serkadifat¹, Yerrynaldo Loppies^{1*}, Ningsih Damaris M. Patty¹, Lolita Tuhumena²,
Daniel Z.K.Wambrau³

¹Program Studi Kehutanan, Universitas Victory Sorong

²Program Studi Ilmu Perikanan, FMIPA, Universitas Cenderawasih

³Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Cenderawasih

Corresponding: Jhay.loppies@gmail.com

Abstract

Background : Kuadas Village, located in Sorong Regency, is one of the villages selected by the Forest Area Management (KPH) of Sorong Regency through the Social Forestry Indicative Map (PIAPS) created by the Social Forestry and Environmental Partnership Center (BPSKL). It is proposed under the social forestry program with a village forest scheme and is currently facilitated by the NGO (Non-Governmental Organization) Fauna Flora Indonesia Program in the submission of the Social Forestry Village Forest Scheme. However, the issues faced by the surrounding village communities are usually related to social and economic aspects in managing the forest.

Methods: The researcher used 46 respondents as samples and conducted the study from June to July 2023 in Kuadas Village, Makbon District, Sorong Regency, using the Saturated Sampling technique. The data obtained were analyzed using the Likert Scale.

Results: Three perception aspects were assessed, namely the Utilization and Level of Dependence on Forest Resources, Forest Sustainability, and Perception of Social Forestry. After calculating with the Likert Scale formula, it was found that the aspect of Social Forestry Perception received the highest score with a total of 1.175 and a percentage of 87.7%.

Conclusion: The development of knowledge about community perceptions regarding the submission of the Social Forestry Village Forest Scheme can provide valuable information for readers, such as the village or others.

Keywords: Perception, Communities, Social Forestry, Kuadas Village.

Abstrak

Latar Belakang: Kampung Kuadas yang terletak di Kabupaten Sorong adalah salah satu kampung yang telah dipilih oleh KPH (Kawasan Penguasaan Hutan) Kabupaten Sorong melalui PIAPS (Peta Indikatif Areal Perhutanan Sosial) yang dibuat oleh BPSKL (Balai Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan) untuk diajukan pada program perhutanan sosial dengan skema hutan desa, dan sekarang difasilitasi oleh NGO (*non Governmental Organization*) Fauna Flora Indonesia Program, dalam pengajuan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa. Namun, permasalahan masyarakat desa sekitar hutan biasanya mengenai sosial dan ekonomi dalam mengelola hutan.

Metode: Peneliti menggunakan 46 responden sebagai sampel dan dilaksanakan pada bulan juni hingga bulan juli 2023 di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong menggunakan teknik sampel Sampling Jenuh, data yang telah diperoleh dianalisa menggunakan Skala Likert.

Hasil : Terdapat tiga aspek persepsi yang dinilai yaitu aspek Pemanfaatan dan Tingkat Ketergantungan Sumber Daya Hutan, Menjaga Kelestarian Hutan dan Persepsi Tentang Perhutanan Sosial. Setelah dihitung dengan rumus Skala Likert diketahui bahwa aspek Persepsi Perhutanan Sosial yang mendapatkan nilai tertinggi dengan jumlah 1.175 dan presentase 87,7%.

Kesimpulan. Pengembangan ilmu pengetahuan tentang persepsi masyarakat terhadap pengajuan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa dapat memberikan informasi yang berguna bagi yang membacanya, baik itu masyarakat di Kampung atau yang lain-nya.

Kata kunci : Persepsi, Masyarakat, Perhutanan Sosial, Kampung Kuadas.

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumberdaya alam yang tidak ternilai manfaatnya karena didalamnya terdapat keanekaragaman hayati sebagai sumber plasma nutfah, sumber hasil hutan kayu dan non-kayu, pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi serta kesuburan tanah, perlindungan alam hayati untuk kepentingan ilmu pengetahuan, kebudayaan dan rekreasi (Nura Isa, 2015). Hutan juga disusun dengan tujuan tertentu atau berdasarkan sudut pandang tertentu, seperti: perspektif ekologi, kepentingan kegiatan pengelolaan hutan dan kegiatan lainnya (Puspitojati, 2011). Pemanfaatan hutan dan perlindungan telah diatur dalam UU Nomor 18 tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan, PP Nomor 23 tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Kehutanan, PP Nomor 6 tahun 2007 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan serta Pemanfaatan Hutan, PP Nomor 24 tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan mencangkup kerusakan ekologis, keanekaragaman hayati, merosotnya nilai ekonomi hutan dan produktivitas tanah serta perubahan iklim mikro maupun global (Nura Isa, 2015).

Dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pengelolaan hutan, saat ini pemerintah telah mengadakan Program Perhutanan Sosial yang diatur dalam UU Nomor 11 Tahun 2020 tentang cipta kerja. Perhutanan Sosial adalah sistem pengelolaan hutan lestari yang dilaksanakan dalam kawasan hutan negara atau hutan hak / hutan adat oleh masyarakat sekitar hutan atau masyarakat hukum adat sebagai pelaku utama untuk tujuan kesejahteraan, keseimbangan lingkungan dan dinamika sosial budaya demi mewujudkan Hutan Desa, Hutan Tanaman Rakyat, Hutan Kemasyarakatan, Hutan Rakyat, Hutan Adat dan Kemitraan Kehutanan (Firdaus, 2018). Adanya program perhutanan sosial dilatarbelakangi oleh dua agenda besar dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, yaitu peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan dan menciptakan model

pelestarian hutan yang efektif (KLHK,2020). Kelompok Perhutanan Sosial yang selanjutnya disingkat KPS adalah kelompok tani hutan, gabungan kelompok tani hutan, dan/atau kelompok masyarakat dan/ atau koperasi pemegang Persetujuan Pengelolaan Perhutanan Sosial serta masyarakat hukum adat termasuk pembudidaya, kelompok tani dan/atau kelompok masyarakat pengelola hutan rakyat (Peraturan Presiden RI No.28 Tahun 2023 tentang Perencanaan Terpadu Percepatan Pengelolaan Perhutanan Sosial). Untuk mencapai dua target tersebut, pemerintah melalui KLHK membuat suatu program agar kesejahteraan masyarakat dan pelestarian hutan melalui program perhutanan sosial. Program ini adalah legal dan membuat masyarakat dapat turut mengelola hutan dan memperoleh manfaat ekonomi. Perhutanan sosial menepis anggapan masyarakat mengenai sulitnya memanfaatkan kawasan hutan di sekitar mereka.

Kampung Kuadas yang terletak di Kabupaten Sorong adalah salah satu kampung yang telah dipilih oleh KPH (Kawasan Penguasaan Hutan) Kabupaten Sorong melalui PIAPS (Peta Indikatif Areal Perhutanan Sosial) yang dibuat oleh BPSKL (Balai Perhutanan Sosial dan Kemitraan Lingkungan) untuk diajukan pada program perhutanan sosial dengan skema hutan desa, dan sekarang difasilitasi oleh NGO (non Governmental Organization) Fauna Flora Indonesia Programe, dalam pengajuan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa. Selain Kampung Kuadas ada beberapa kampung di wilayah Provinsi Papua Barat Daya, Kabupaten Sorong yang diajukan dalam Perhutanan Sosial Skema hutan Desa, yaitu Kampung Malakobutu, Kampung Klabili, Kampung Megame, Kampung Malayauw.

Menurut Forestry Studi Club (2018) masyarakat desa sekitar hutan biasanya memiliki masalah mengenai sosial dan ekonomi dalam mengelola hutan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya wawasan pengetahuan mengenai pengelolaan hutan yang baik, sulitnya akses transportasi yang dilalui, sederhananya peralatan kehutanan yang

dimiliki, konflik antara masyarakat dan sebagainya. Terdapat pilar pembangunan berkelanjutan mencakup tiga lingkup kebijakan: pembangunan ekonomi, pembangunan sosial dan perlindungan lingkungan. Ketiga pilar tersebut merupakan pilar pendorong bagi pembangunan berkelanjutan dan saling terkait (Sudrajat, 2018 ; Munashinge, 1993).

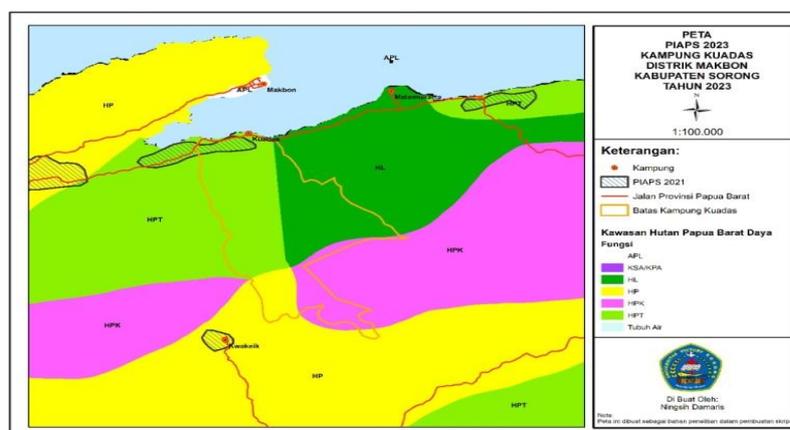
Menurut Haryanto, (2016) dalam penelitiannya tentang Pengelolaan dan Pemanfaatan Hutan Desa menjadi landasan utama pengelolaan hutan desa, beberapa unsur kunci terkait perlindungan Hutan Desa terkait dengan patroli pengawasan hutan dan pembatasan pembukaan hutan, telah diterapkan oleh masyarakat dan didukung oleh pemerintah desa. Adanya izin pengelolaan hutan desa pada beberapa kawasan di Papua yang telah berjalan menunjukkan bahwa adanya dukungan dari masyarakat desa tersebut. Oleh karena itu, berkaitan dengan pengajuan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa di Kampung Kuadas maka perlu diketahui juga tentang Persepsi Masyarakat pada kawasan tersebut agar diperoleh informasi tentang permohonan mereka terhadap pengelolaan Hutan Desa.

MATERI DAN METODE

Lokasi dalam penelitian ini ialah Kampung Kuadas Kecamatan Makbon

Kabupaten Sorong (Gambar 1). Waktu pelaksanaan penelitian selama dua bulan dimulai dari bulan Juni hingga Juli 2023. Penguumpulan data secara primer melalui pengisian kuisisioner oleh responden tentang program Perhutanan Sosial sekma Hutan Desa di Kampung Kuadas Distrik Makbon Kabupaten Sorong, serta pengambilan gambar atau dokumentasi di lokasi penelitian . Sedangkan pengumpulan data secara sekunder yang dikumpulkan terdiri dari data kondisi umum lokasi penelitian meliputi keadaan fisik lokasi, sosial ekonomi,kependudukan, pendidikan, kesehatan, tempat ibadah, dan mata pencaharian penduduk, serta diperoleh dari karya-karya ilmiah lainnya berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

Teknik penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik Sampling Jenuh, yaitu pengambilan sampel secara keseluruhan dari jumlah populasi. Jumlah KK (populasi) yang ada di lokasi penelitian ada 46 KK (Kepala Keluarga) dan semuanya digunakan sebagai sampel penelitian. Pada penelitian ini teknik analisis data dari kuesioner yang dikumpulkan menggunakan skala likert. Penggagas dan pencipta Skala Likert adalah Rensis Likert asal Amerika Serikat yang mengembangkan skala ini untuk mengukur sikap masyarakat di tahun 1932 (Nazir,2017).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN Karateristik Responden

Karateristik responden yang di teliti meliputi jenis kelamin, umur, pekerjaan, pendapatan dan lama tinggal responden di Kampung Kuadas, Kabupaten Sorong. Karateristik responden dapat mendiskripsikan keadaan sosial masyarakat yang mengelolah Hutan Desa di Kampung Kuadas, Kabupaten Sorong.

1) Karateristik Jenis Kelamin Responden

Karakteristik jenis kelamin responden dalam pengambilan kuisoner agar dapat diketahui wanita atau pria yang dominan menjadi pemimpin kepala keluarga di Kampung Kuadas. Responden yang menjadi subjek dalam penelitian ini berdasarkan jenis kelamin.

Tabel 1. Klasifikasi jenis kelamin responden di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong

Jenis Kelamin	Jumlah (Orang)	Presentase
Perempuan	16	35%
Laki - laki	30	65%
Total	46	100%

Sumber : Data yang diolah (2023)

Pada Tabel 1, di atas dapat dilihat bahwa responden dengan jenis kelamin laki-laki yang memiliki jumlah lebih banyak dengan jumlah 30 orang dan presentasi 65%, sedangkan responden dengan jenis kelamin perempuan yang paling sedikit dengan jumlah 16 orang dan presentasi 35%. Hal ini disebabkan karena pimpinan kepala keluarga di Kampung Kuadas seharusnya laki-laki namun beberapa

keluarga dipimpin oleh wanita karena bapak/suami telah meninggal dunia.

2) Karateristik Sebaran Umur Responden

Umur seseorang biasanya menentukan kemampuan dalam beraktifitas serta kematangan dalam perbuatan. Berikut ini dapat dilihat sebaran umur responden disekitar Hutan Desa Kampung Kuadas.

Tabel 2. Klasifikasi umur responden di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong.

Klasifikasi Umur	Jumlah (Orang)	Presentase
21 – 30	7	15%
31 – 40	17	37%
41 – 50	10	22%
>50	12	26%
Total	46	100%

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 46 responden kebanyakan berada pada klasifikasi umur 31 sampai 40 tahun dengan jumlah 17 orang dan umur 21 sampai 30 tahun merupakan responden paling kecil dengan jumlah 7 orang. Hal ini dikarenakan masyarakat pada jenjang usia 31-40 tahun yang paling banyak memilih untuk tetap tinggal di Kampung Kuadas dan memilih bekerja sebagai petani.

3) Karateristik Pekerjaan Responden

Karateristik pekerjaan responden dapat diketahui tingkat ketergantungan responden dengan hutan dalam mengelolah sumber daya hutan untuk dijadikan mata pencaharian. Responden yang menjadi subjek dalam penelitian ini berdasarkan pekerjaan.

Tabel 3. Klasifikasi pekerjaan responden di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong

Karakteristik Pekerjaan	(Jumlah Orang)	Presentase
PNS/Guru	3	7%
TNI/POLRI	0	0%
Petani	30	65%
Nelayan	2	4%
Wiraswasta	11	24%
Total	46	100%

Sumber: Data yang diolah olah (2023)

Distribusi frekuensi responden berdasarkan pekerjaan, sebagian besar responden penelitian ini bekerja sebagai petani yaitu sebesar 65%, dan yang paling sedikit responden dengan pekerjaan nelayan dengan presentasi 4%. Hal ini disebabkan karena mata pencaharian utama responden adalah sebagai petani. Dengan demikian untuk persepsi responden tentang hutan desa dirasakan sangat sesuai dengan pekerjaan responden.

4) Karakteristik Pendapatan Responden

Pada dasarnya untuk mengetahui besar kecilnya pendapatan responden dapat diketahui tingkat ketergantungan responden dengan sumber daya hutan yang ada untuk menambah nilai perekonomian responden. Responden yang menjadi subjek dalam penelitian ini berdasarkan Pendapatan.

Tabel 4. Klasifikasi pendapatan responden di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong

Pendapatan	Banyak	Pernyataan
1 Juta	16	35%
1,500	10	22%
2 Juta	6	13%
2,500 ke atas	14	30%
Total	46	100%

Sumber : Data yang diolah (2023)

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dari 46 responden dengan karakteristik pendapatan dengan jumlah 1 juta yang memiliki jumlah responden lebih banyak dengan jumlah 16 orang dan karakteristik pendapatan dengan jumlah 2 juta yang paling sedikit dengan jumlah 6 orang. Hal ini disebabkan karena upah yang diterima dari mata pencaharian responden yang tidak menentu, namun responden mendapatkan bantuan dari dana kampung yang dapat mencapai Rp. 1.000 (satu juta rupiah) per KK tiap bulan. Dengan demikian diketahui bahwa tingkat ketergantungan responden dalam mengelola sumber daya hutan untuk

dijadikan tambahan nilai perekonomian sangatlah besar, maka persepsi responden tentang hutan desa dirasakan sangat sesuai dengan pendapatn responden.

5) Karakteristik lama tinggal responden

Lama tinggal responden di Kampung Kuadas juga menjadi perkiraan sudah berapa lama ketergantungan responden dengan sumber daya hutan yang ada. Responden yang menjadi subjek dalam penelitian ini berdasarkan lama tinggal selama di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong.

Tabel 5. Karakteristik lama tinggal responden di Kampung Kuadas Kecamatan Makbon Kabupaten Sorong

Lama Tinggal	Banyak	Presentase
< 1 Tahun	2	4%
1- 3 Tahun	3	7%
4 - 6 Tahun	7	15%
> 6 Tahun	34	74%
Total	46	100%

Sumber : Sumber data yang di olah (2023)

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa responden yang telah tinggal selama lebih dari 6 tahun berjumlah 34 orang, dan yang paling sedikit adalah responden dengan waktu lama tinggal kurang dari 1 tahun berjumlah 2 orang. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata responden adalah masyarakat yang telah tinggal lebih dari 6 tahun di Kampung Kuadas dan memilih untuk tetap tinggal di Kampung Kuadas sampai sekarang.

Persepsi Masyarakat terhadap keberadaan Hutan Desa

Hutan Desa merupakan skema pengelolaan hutan yang melibatkan masyarakat yang ada disekitar hutan. Hal mendasar untuk memberdayakan masyarakat lokal yang ada di Kampung Kuadas atau masyarakat disekitar Hutan Desa dengan membangun kerja sama antar masyarakat yang mengelola Hutan Desa dengan masyarakat umum dan pemerintah setempat. Apabila masyarakat umum bisa bekerja sama masyarakat yang mengelola Hutan Desa maka Hutan Desa di Kampung Kuadas akan baik dan lestari.

Pembahasan tentang Persepsi Masyarakat ini akan dibagi menjadi beberapa bagian indikator :

1) Pemanfaatan dan Tingkat Ketergantungan Sumber Daya Hutan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap pemanfaatan dan tingkat ketergantungan sumber daya hutan di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong masyarakat setempat cukup sering melakukan kegiatan pemanfaatan sumber daya yang ada di hutan Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong karena berdasarkan data jenis pekerjaan responden (Tabel 3). Sebenarnya masyarakat mulai mengerti bahwa pengambilan atau pemanfaatan sumber daya yang ada di hutan mereka secara berlebih dan tidak teratur dapat membuat kerusakan bagi hutan mereka namun, karena sebagian besar mata pencaharian masyarakat adalah bertani dan mereka membuat kebun tanaman mereka didalam hutan, sehingga pemanfaatan dan tingkat ketergantungan sumber daya hutan masyarakat Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong masuk ke dalam kategori cukup. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengelolaan data kuisioner pada Tabel 6.

Tabel 6. Pemanfaatan dan tingkat ketergantungan sumber daya hutan

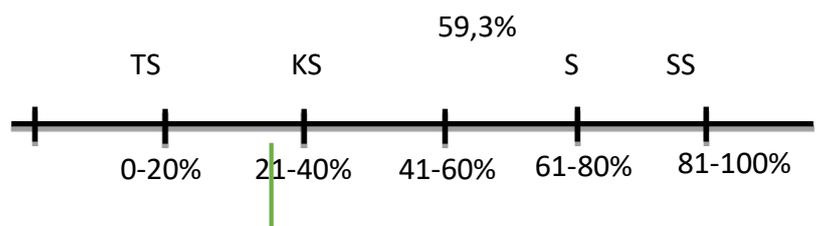
No Kuesioner	Jumlah Kategori ikap (Orang)					Jumlah
	TS	KS	CS	S	SS	
1	4	8	11	21	2	46
2	1	4	29	7	5	46
3	1	2	5	6	32	46
4	21	10	8	3	4	46

5	23	12	7	3	1	46
Jumlah	50	36	60	40	44	230
Skor skala liker	1	2	3	4	5	
Skor penelitian	50	72	180	160	220	682
Skor maksimal	Skor maksimal skala likert x jumlah soal					25
Skor ideal	Skor maksimal x jumlah responden					1150
Presentasie	Jumlah skor penelitain/jumlah skor idela x 100					59.304

Sumber : Data yang diolah (2023)

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa jawaban terbanyak pada kategori cukup setuju sebanyak 60 responden dan diikuti dengan kategori tidak setuju sebanyak 50 responden. Dari 5 pernyataan yang diajukan, diperoleh total skor hasil penelitian sebesar 682. Oleh sebab itu, presentase tingkat persetujuan dari

jawaban respoden adalah sebesar 59,3% dan berada pada kategori cukup setuju yang dapat dilihat pada *Rating score*. Artinya bahwa dari 46 responden yang dijadikan sebagai sampel 59,3% diantaranya memanfaatkan dan menggantungkan kehidupan mereka pada sumber daya hutan yang ada.



Gambar 2. *Rating Score* Pemanfaatan dan tingkat ketergantungan sumber daya hutan
 Sumber : Data yang diolah (2023)

2) Menjaga Kelestarian Hutan

Berdasarkan hasil penelitian pada masyarakat di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong. Diketahui bahwa responden cukup setuju menyadari tentang kelestarian hutan merupakan tanggung jawab bersama. Oleh karena itu, peran serta masyarakat sebagai bentuk kepedulian terhadap hutan tersebut sangat diperlukan. Perilaku kepedulian seharusnya ditunjukkan dengan tidak menebang pohon di hutan secara sembarangan, tidak melakukan pembukaan areal untuk perkebunan dalam hutan, mengawasi perilaku warga lain yang dapat menimbulkan kerusakan hutan.

Menjaga kelestarian hutan sangat penting, hal ini karena di dalam hutan terdapat banyak tumbuhan dan juga

hewan. Apabila kita terus menjaga kelestarian hutan maka kita akan tetap bisa memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia di dalam hutan tersebut. Namun, pemanfaatan sumber daya alam tidak boleh dilakukan secara terus menerus pelestarian hutan menjadi tanggung jawab kita bersama (Nature ilustrasi, 2021).

Kesadaran menjaga kelestarian hutan perlahan semakin membaik itu dikarenakan dukungan instansi pemerintah dan LSM (Lembaga swadaya masyarakat) seperti BBKSDA (Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam) dan Fauna Flora Progame Indonesia terkait pemberian sosialisasi tentang pentingnya menjaga kelestarian hutan. Namun masi ada beberapa orang yang belum mengerti tentang pentingnya menjaga kelestarian hutan dengan alasan

bahwa mereka tidak pernah mendapatkan sosialisasi hal ini dapat dibuktikan dengan

hasil pengolahan data kuisioner pada Tabel 6.

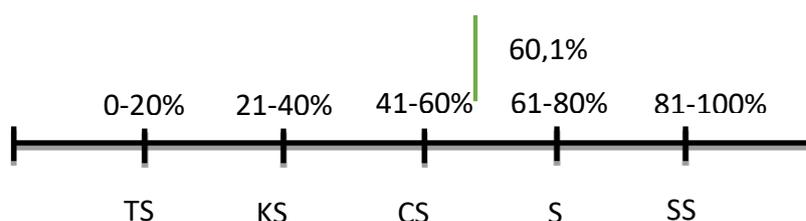
Tabel 7. Menjaga Kelestarian Hutan

	Jumlah kategori sikap (orang)					Jumlah
	TS	KS	CS	S	SS	
	6	8	16	14	2	46
	0	2	9	26	9	46
	14	17	11	2	2	46
Jumlah	20	27	36	42	13	
Skor skala likert	1	2	3	4	5	
Skor penelitian	20	54	108	168	65	415
Skor maksimal	Skor maksimal skala likert x jumlah soal					15
Skor ideal	Skor maksimal x jumlah responden					690
Presentase	Jumlah skor penelitain/jumlah skor idela x 100					60.1

Sumber: Data yang diolah (2023)

Berdasarkan 3 pernyataan yang diajukan, diperoleh skor hasil penelitian sebesar 415. Dengan demikian, presentase tingkat persetujuan dari jawaban responden adalah sebesar 60,1 % dan berada pada kategori cukup setuju yang dapat dilihat pada *Rating Score*. Artinya bahwa dari 46 responden yang dijadikan sampel sebesar 60,1% diantaranya menyadari bahwa perannya

dalam upaya menjaga kelestarian hutan. Hal tersebut tentu saja tidak bisa dilakukan sendiri oleh masyarakat sekitar hutan. Bantuan dan dukungan dari seluruh masyarakat dan pemerintah akan lebih memudahkan pengontrolan terhadap pihak-pihak yang tidak bertanggungjawab dalam melakukan kegiatan yang dapat menyebabkan kerusakan hutan.



Gambar 3. Rating Score Menjaga Kelestarian Hutan
Sumber : Data Primer YANG diolah 2023

3) Persepsi Tentang Perhutanan Sosial

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong yang merupakan salah satu kampung memperoleh izin Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa dan dibantu

pengajuanya oleh NGO (*Non Government Organization*) *Fauna Flora Indonesia Progame*. Dengan tujuan untuk mengelola Hutan Desa dengan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat secara berkelanjutan dan menjamin kelestarian lingkungan. Pengelolaan hutan desa berorientasi ekonomi perlu

juga mempertimbangkan aspek lainnya yang merupakan satu-kesatuan yang tidak terpisahkan.

Masyarakat menyadari dampak positif dari keberadaan Hutan Desa di Kampung mereka. Terbukti dari pernyataan yang dijawab pada Tabel 7. Dikarenakan sebelum mengajukan Perhutanan Sosial Skema Hutan Desa di Kampung Kuadas terlebih dahulu telah disosialisasikan dan dijelaskan tujuan dan maksud dibuatnya Hutan Desa tersebut kepada masyarakat di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong. Itu semua juga didukung dengan keinginan masyarakat setempat untuk mendapatkan hak tempat mereka dengan tujuan mengelola tetapi tetap menjaga dan melestarikan hutan mereka. Sebelumnya

telah ada sosialisasi dari salah satu NGO namun dengan skema yang berbeda dan masyarakat kurang setuju dengan skema tersebut. Sementara ini pengajuan Perhutanan sosial Skema Hutan Desa sedang diajukan dan dalam proses verifikasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Untuk mendukung verifikasi dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, masyarakat setempat melakukan kegiatan identifikasi biodiversitas dibantu dan difasilitasi oleh NGO (non government organization) Fauna Flora Indonesia Progame untuk mengidentifikasi kekayaan berupa tumbuhan dan satwa yang ada di hutan mereka, hal tersebut adalah salah satu syarat sebagai penunjang pengajuan Hutan Desa.

Tabel 8. Persepsi tentang Perhutanan Sosial

No Kuesioner	Jumlah kategori sikap (orang)					Jumlah
	TS	KS	CS	S	SS	
9	2	2	5	26	11	46
10	2	0	4	8	32	46
11	0	2	3	31	10	46
12	0	0	3	8	35	46
13	0	0	2	33	11	46
14	0	1	8	21	16	46
15	0	0	3	14	29	46
16	0	0	0	13	33	46
17	0	0	0	6	40	46
18	0	0	8	20	18	46
Jumlah	4	10	36	180	235	
Skor skala likert	1	2	3	4	5	
Skor penelitian	4	20	108	720	1175	2027
Skor maksimal	Skor maksimal skala likert x jumlah soal					50
Skor ideal	Skor maksimal x jumlah responden					2300
Presentase	Jumlah skor penelitian/jumlah skor ideal x 100					88.13

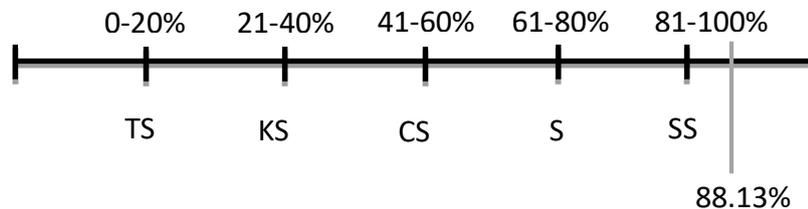
Sumber : Data Primer yang diolah (2023)

Berdasarkan Tabel 8 , dapat dilihat bahwa dari 46 responden kategori setuju yang paling banyak dipilih dengan jumlah 20 responden dan diikuti dengan kategori sangat setuju sebanyak 18 responden. Perolehan skor hasil penelitian sebanyak 2027, sehingga presentase tingkat

persetujuan dari jawaban responden adalah sebesar 88.13% dan berada pada kategori sangat setuju yang dapat dilihat pada *Rating Score*. Artinya bahwa dari 46 orang yang dijadikan sampel 88.13% diantaranya memiliki persepsi yang besar dan mengerti tentang apa itu

perhutanan sosial dengan skema hutan desa di Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong namun, hal tersebut tentu saja tidak bisa dilakukan sendiri oleh masyarakat sekitar tetap perlu ada

bantuan, pendampingan secara tidak langsung dan dukungan dari seluruh masyarakat juga agar pengeloalan LPHD di Kampung Kuadas tetap terarah dan teratur sebagaimana mestinya.



Gambar 4. Rating Score Tentang Perhutanan Sosial
Sumber : Data Primer Setelah diolah

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa, persepsi masyarakat terhadap pengeloalan Hutan Desa, Kampung Kuadas, Distrik Makbon, Kabupaten sorong memiliki reting nilai tertinggi pada persepsi tentang perhutanan sosial dengan jumlah nilai 2027 dan presentase sebesar 88,13% yang berarti setuju. Dikuti dengan persepsi masyarakat tentang menjaga kelestarian hutan dengan jumlah 415 dan presentasi 60,1% yang berarti kurang setuju. Dan yang memiliki nilai paling rendah adalah persepsi tentang pemanfaatan dan tingkat ketergantungan sumber daya hutan dengan skor penelitian 682 dengan presentase 59,30% yang artinya masuk dalam golongan kurang setuju.

DAFTAR PUSTAKA

Firdaus, A.Y.2018. Panduan Praktis Penerapan Kebijakan Perhutanan Sosial Kerangka Pencepatan Reformasi Tenurial Hutan. Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR).

Forestry Studi Club (FSC). 1 Juli 2018. Perhutanan Sosial Untuk Kesejahteraan Masyarakat Desa Hutan <https://fsc.fkt.ugm.ac.id/perhutanan-sosial-untuk-kesejahteraan-masyarakat-desa-hutan/> (Diakses tanggal 28 Jnauari 2024).

Kementerian Lingkungan Hidup dan

Kehutanan.2020.Rencana Strategis Tahun 2020-2024.

Munasinghe, M. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. World Bank Environment Paper Number 3. The World Bank. Washington D.C.

Nature Ilustrasi 2021 <https://www.kompasiana.com/618c6deaf> (Diakses tanggal 30 Januari 2024)

Nura Isa. 2015. Persepsi Masyarakat Terhadap Hutan Kemasyarakatan di Desa Gunung Silanu Kecamatan Bangkala Kabupaten Jeneponto. Skripsi. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar

Peraturan Presiden RI Nomor 28 Tahun 2023 tentang Perencanaan Terpadu Percepatan Pengelolaan Perhutanan Sosial.

Puspitojati, T.2011. Persoalan Definisi Hutan dan Hasil Hutan dalam Hubungannya dengan Pengembangan HHBK Melalui Hutan Tanaman. Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan. Vol. 8 No. 3 ; 210-227.

Sudrajat,A.S.E.2018. Pilar Pembangunan Berkelanjutan : Kajian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Kampung Batik Rejomulyo Semarang Timur. Jurnal Riptek Vol. 12, No. 1; 83-88.

Undang-Undang Republik Indonesia

Nomor 19 Tahun 2004 Tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2004 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan Menjadi Undang-Undang.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja.

KEANEKARAGAMAN JENIS GASTROPODA DI PADANG LAMUN PERAIRAN PANTAI DESA RUTONG

Welmina Tetiwar^{1*}, Alwi Smith², Sintje Liline²

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi

²Dosen program Studi Pendidikan Biologi

Email: welminatetiwar@gmail.com

Abstract

Background: Gastropods are included in the mollusk phylum which is one of the non-fish biological resources that has quite high biodiversity. The gastropod community is an important component in the food chain in seagrass beds, where gastropods are detritus feeders.

Methods: This research was conducted in seagrass beds in the waters of Rutong Village Beach in June-July 2022, using the quadrant linear transect method. The distance between transects is 25 meters with a total of 5 transect lines, each transect line has 10 plots and the distance between plots is 10 meters. Diversity of gastropods using index formula, Evenness and Richness.

Results: The results of measurements of environmental factors, namely temperature 29; pH 7.8; Salinity 34‰; DO 7.9 µg/l; Gastropod research results obtained 987 individuals consisting of 10 orders, 18 families, 22 general and 34 species. The index value of Diversity (H') is 1,394, the evenness index (E) is 0,395, and the wealth index is 4,786.

Conclusion: Environmental factors in the seagrass bed of the coastal waters of Rutong Village are good for sustaining the life of gastropods; The types of gastropods found were 34 species; The Diversity Index (H') is moderate, the Evenness Index (E) is low, and the Wealth Index (DMg) is moderate.

Keywords: *Gastropods, Diversity, Rutong*

Abstrak

Pendahuluan: Gastropoda termasuk filum moluska yang merupakan salah satu sumber daya hayati non ikan yang mempunyai keanekaragaman cukup tinggi. Komunitas gastropoda merupakan komponen yang penting dalam rantai makanan di padang lamun, dimana gastropoda merupakan hewan dasar pemakan detritus (*Detritus feeder*).

Metode: Penelitian ini dilakukan di padang lamun perairan Pantai Desa Rutong pada bulan juni-juli 2022, dengan menggunakan metode transek linier kuadran. Jarak antar transek 25 meter dengan jumlah transek 5 garis transek, setiap garis transek terdapat 10 plot dan jarak antar plot 10 meter. Analisis Keanekaragaman gastropoda menggunakan rumus indeks keanekaragaman, Kemerataan dan Kekayaan.

Hasil: Hasil pengukuran faktor lingkungan yaitu suhu 29°; pH 7.8; Salinitas 34‰; DO 7,9 µg/l; Hasil penelitian gastropoda diperoleh 987 individu yang terdiri dari 10 ordo, 18 family, 22 genus dan 34 spesies. Nilai indeks Keanekaragaman (H') yaitu 1,394, indeks kemerataan (E) 0,395, dan indeks kekayaan 4,786.

Kesimpulan: Faktor lingkungan di Padang Lamun Perairan Pantai Desa Rutong tergolong baik bagi kelangsungan hidup gastropoda; Jenis gastropoda yang di temukan yaitu 34 spesie; Indeks Keanekaragaman (H') tergolong sedang, Indeks kemerataan (E) tergolong rendah, dan Indeks Kekayaan (DMg) tergolong sedang.

Kata kunci: Gastropoda, Keanekaragaman, Rutong

PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia serta di antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Indonesia juga terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil yang jumlahnya kurang lebih 17.548 pulau, dengan panjang garis pantai 81.000 km, yang merupakan kepulauan terbesar di dunia (Surtikanti, 2015). Indonesia memiliki kekayaan yang beranekaragam jenisnya. Hal tersebut dibuktikan dengan berbagai jenis flora dan fauna yang ada di dalam lautan yang luasnya lebih dari dua pertiga luas wilayahnya. Indonesia memiliki banyak pantai yang dalamnya terdapat beranekaragam jenis kekayaan laut termasuk di dalamnya yaitu biota laut.

Lamun (Seagrass) adalah tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang tumbuh bergerombol membentuk rumpun, dan sering merupakan komponen utama yang dominan di lingkungan perairan pesisir (Setyobudiandi et al., 2009). Lamun biasanya membentuk padang yang disebut ekosistem padang lamun (Seagrass bed) terutama di daerah tropis dan subtropik. Padang lamun merupakan ekosistem yang tinggi produktifitas organiknya, dengan keanekaragaman biota yang cukup tinggi.

Gastropoda termasuk filum moluska yang merupakan salah satu sumber daya hayati non ikan yang mempunyai keanekaragaman cukup tinggi. Komunitas gastropoda merupakan komponen yang penting dalam rantai makanan di padang lamun, dimana gastropoda merupakan hewan dasar pemakan detritus/Detritus feeder (Tomascik et al., 1997). Gastropoda ditemukan di seluruh perairan pesisir Indonesia pada substrat berbatu, berpasir maupun perairan pasir berlumpur dan juga di padang lamun baik yang menempel di daun lamun atau berada di dasar substrat perairan yang kaya bahan organikanik. Gastropoda juga mempunyai nilai ekonomis tinggi karena cangkangnya bisa dijadikan bahan perhiasan/cendramata serta dagingnya dapat dikonsumsi (Roring et al., 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor lingkungan, jenis-jenis Gastropoda, dan indeks keanekaragaman

Gastropoda di padang lamun perairan Pantai Desa Rutong.

MATERI DAN METODE

Jenis Penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif yang digunakan untuk mendeskripsikan indeks keanekaragaman gastropoda. Pengambilan sampel secara insitu diperairan Pantai Desa Rutong. Identifikasi sampel di Laboratorium Balai Riset Dan Inovasi Nasional (BRIN) Kota Ambon. Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan dimulai dari tanggal 28 Juni-28 Juli 2022.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jenis gastropoda yang terdapat di padang lamun perairan pantai Desa Rutong. Sampel dalam penelitian ini adalah semua spesies gastropoda yang menempel di daun lamun, di atas sedimen, dan di dasar substrat, yang ditemukan pada setiap kuadran/plot.

Untuk mengukur parameter lingkungan yang berhubungan dengan penelitian serta mendapatkan data yang dibutuhkan digunakan alat dan bahan seperti Meteran kuadran 1x1m, kamera, alat tulis, plastik sampel, tali rafia, pH meter, DO meter, Thermometer, refraktometer, rol meter, buku identifikasi, kertas label, aquades, alkohol 70%.

Tahapan Penelitian:

1. Penarikan transek yang tegak lurus terhadap pantai dengan luas 100x100 meter yang diukur menggunakan rol meter, dipasang patok dan tali rafia sebagai penanda. Terdapat 5 garis transek dengan jarak 25 meter, pada setiap transek terdapat 10 kuadran/plot dengan jarak antar plot 10 meter.
2. Pada setiap kuadran diambil sampel gastropoda, baik yang menempel di daun lamun, di atas sedimen, dan yang ada di dasar substrat kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel yg sudah diisi alkohol 70% dan diberi label.
3. Identifikasi sampel gastropoda menggunakan buku Fosil Indonesia Shell (Dharma, 2005) dan Siput dan Karang Indonesia (Indonesia shell 1)
4. Pengukuran faktor lingkungan diukur sebelum pengambilan sampel gastropoda, yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut.

Penghitungan indeks keanekaragaman menggunakan indeks keanekaragaman Shannon (Khouw 2016):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dimana:

H': Indeks Shannon

N: Total jumlah individu semua spesies

Perhitungan indeks keseragaman menggunakan rumus indeks keseragaman Fachrul (2007):

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2(S)}$$

Dimana:

E = Indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H' maks = Indeks keanekaragaman maksimum (ln S, dimana S adalah jumlah jenis) Indeks keseragaman berkisar antara 0-1.

Dengan Nilai:

E < 0,4 : Keseragaman rendah

0,4 < E < 0,6 : Keseragaman sedang

E > 0,6 : Keseragaman tinggi

Perhitungan Indeks kekayaan jenis mengacu pada indeks kekayaan jenis Margalef (DMg) (Clifford & Stephenson 1975):

$$DMg = (S-1) / \ln N$$

ni: Jumlah individu spesies ke –i

ln: Logaritma natural (2.302585 log10 = 0.693147

Dengan nilai :

Nilai H' > 3 Keanekaragaman spesies tinggi

Nilai H' 1 ≤ H' ≤ 3 Keanekaragaman spesies sedang

Nilai H' < 1 Keanekaragaman spesies rendah

Dimana:

DMg = indeks margalef

S = jumlah spesies

N = jumlah individu

Dengan nilai :

DMg < 3,5 Kekayaan jenis rendah

3,5 < DMg < 5 Kekayaan jenis sedang

DMg > 5 Kekayaan jenis tinggi

Analisis Data secara deskriptif dan data yang telah didapat disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografi, Negeri Rutong terletak pada koordinat 03041' 20,6"-03042' 32,07" LS dan 1280 15' 8,99"-128016' 9,6" BT dengan luas wilayah 1.070,5 ha.

a. Pengukuran faktor lingkungan
Tabel 1. Hasil Pengukuran Faktor Lingkungan di Padang Perairan Pantai Desa Rutong

Faktor Lingkungan	Hasil
Suhu	29°C
Derajat keasaman (pH)	7,8
Salinitas	34‰
Oksigen terlarut (DO)	7,9

Suhu merupakan faktor yang sangat penting dalam mengatur kehidupan organisme perairan. Dewiyanti (2004) menyatakan bahwa keberadaan suatu spesies dan keadaan seluruh kehidupan suatu komunitas cenderung bervariasi dengan berubahnya suhu. Kisaran suhu di pantai Desa Rutong yaitu 29°C yang mana masih tergolong baik bagi kehidupan molusca. Berdasarkan kriteria baku mutu air laut, nilai suhu yang diperoleh pada

perairan ini masih dalam kondisi baik untuk biota laut yaitu 28-30 °C (KLMH, 2004).

Salinitas di pantai Desar Rutong yaitu 34‰. Jika dibandingkan dengan baku mutu menurut KEPMEN-LH nomor 51 tahun 2004 sudah sesuai standar baku mutu yaitu berkisar 33-34‰. Maka dapat disimpulkan salinitas di perairan pantai Desa Rutong tergolong baik dan bisa mendukung aktivitas setiap organisme laut terutama gastropoda.

Persulesy & Arini (2019) menyatakan bahwa kadar optimum pH perairan yang baik bagi kelangsungan hidup dan reproduksi gastropoda ialah pada kisaran pH 6,5-8,5. Hal ini membuktikan bahwa kadar pH pada perairan Panatai Desa Rutong dalam kondisi baik bagi kelangsungan hidup gastropoda yaitu 7,8.

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut di padang lamun perairan pantai

Desa Rutong 7,9 mg/L. Nilai oksigen terlarut yang diukur masih sesuai dengan nilai baku mutu air KEPMEN LH No 5 tahun 2014 yaitu untuk biota yaitu > 5 mg/L.

b. Jenis gastropoda

Gastropoda yang ditemukan di perairan Pantai desa Rutong kemudian diidentifikasi untuk mengetahui jenis-jenis.

Tabel 2. Jenis-jenis Gastropoda Yang Ditemukan Dilokasi Penelitian

Ordo	Famili	Spesies	
eogastropoda	Nassaridae	<i>Herba corticata</i> A.Adams, 1852	
		<i>Nassarius globosus</i> Quoy & Gaimard, 1833	
		<i>Nassarius reeveanus</i> Dunker, 1847	
		<i>Nassarius albescens</i> Dunker, 1846	
		<i>Nassarius livescens</i> Philippi, 1849	
Seguenzioidea	Chilodontidae	<i>Euchelus Atratus</i> Gmelin, 1791	
5Trochida	Trochidae	<i>Stomatia phymotis</i> Hebling, 1779	
		<i>Microtis tuberculata</i> Adams, 1850	
	Tegulidae	<i>Trectus fenestratus</i> Gmelin, 1791	
		Turbinidae	<i>Astraea calcar</i> Linnaeus, 1758
Littorinimorpha	Strombidae	<i>Strombus labiatus</i> Roding, 1789	
		<i>Strombus gibberulus</i> Linnaeus, 1758	
		<i>Strombus mutabilis</i> Swainso, 1821	
		<i>Lambis-lambis</i> Linnaeus, 1758	
		<i>Vexillum virgo</i> Linnaeus, 1767	
Neogastropoda	Costellariidae	<i>Vexillum rugosum</i> Gmelin, 1791	
		<i>Morula funiculus</i> Wood, 1828	
	Muricidae	<i>Morula margaritcola</i> Broderip, 1833	
		Columbellidae	<i>Columbella scripta</i> Lamarck, 1822
		Conidae	<i>Conus magus</i> Linnaeus, 1758
	<i>Conus mormoreus</i> Linnaeus, 1758		
	Buccinidae	<i>Conus sponsalis</i> Hwass, 1792	
		<i>Cantharus fumosus</i> Dillwyn, 1817	
		Cycloneritidae	<i>Nerita albicilla</i> Linnaeus, 1758
	<i>Nerita patula</i> Reclus, 1841		
<i>Nerita polita</i> Linnaeus, 1758			
Littorinimorpha	Naticidae	<i>Natica fasciata</i> Roding, 1798	
		<i>Polinices melanostomus</i> Gmelin 1791	
	Cypridae	<i>Cyprae annulus</i> Linnaeus, 1758	
Cephalaspidae	Bullidae	<i>Bulla vernicosa</i> Gould, 1859	
Vetigastropoda	Angaridae	<i>Angaria Delphinus</i> Linnaeus, 1758	
Caenogastropoda	Modulidae	<i>Modulus modulus</i> Linnaeus, 1758	
		Cerithidae	<i>Ceritium</i> sp

Sumber: Peneliti, 2022.

Hasil identifikasi jenis gastropoda di padang lamun perairan Pantai Desa Rutong dilakukan dengan memperhatikan morfologi, ukuran, corak dan warna cangkang serta ciri khusus yang dimiliki. Lamun berperan sebagai satu tempat menempelnya berbagai flora dan fauna.

Menurut Dahuri (2003) dari segi ekologi padang lamun berfungsi sebagai penghasil bahan organik, habitat berbagai satwa laut, sebagai substrat bagi banyak biota laut. Dapat diketahui bahwa jenis Gastropoda yang ditemukan di Padang lamun perairan pantai Rutong terdiri dari 34 spesies yang

terdiri dari 10 ordo, 18 family, 22 genus. Spesies gastropoda yang paling banyak di temukan yaitu *Herba corticata* sebanyak 675 spesies yang menempel pada daun lamun. Sedangkan spesies yang paling sedikit ada dua yaitu *Nassarius livescens* dan *Ceritium sp* masing-masing satu spesies dari total jumlah gastropoda.

c. Indeks Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan

Analisis nilai indeks keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis gastropoda dari perairan desa Rutong.

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan

Indeks	Nilai	Kategori
Keanekaragaman	1,394	Sedang
Keseragaman	0,395	Rendah
Kekayaan	4,786	Sedang

Indeks keanekaragaman (H') menunjukkan nilai keanekaragaman sedang yaitu 1,394. Nilai indeks keanekaragaman tergolong kategori sedang karena jumlah spesies yang ditemukan sebanyak 34 spesies. Menurut kriteria Shannon (Khouw, 2016) yang menyatakan bila $1 = H' = 3$, maka nilai indeks keanekaragaman jenis dalam kategori sedang. Suprpto dalam Leiwakabessy (1999), mengungkapkan bahwa apabila indeks keanekaragaman Shannon suatu komunitas mendekati angka 4, maka komunitas tersebut dikatakan beragam. Menurut Rachmawati (2011) keanekaragaman jenis suatu daerah dipengaruhi oleh faktor substrat yang tercemar, kelimpahan sumber makanan, kompetisi antar spesies, gangguan dan kondisi dari lingkungan sekitarnya sehingga jenis-jenis yang mempunyai daya toleransi yang tinggi akan semakin bertambah sedangkan yang memiliki daya toleransi rendah akan semakin menurun.

Pantai Rutong yang merupakan lokasi penelitian yang karakteristik pantainya merupakan pertemuan sungai-sungai kecil dan berdekatan dengan daerah pemukiman penduduk. Kurangnya keanekaragaman diakibatkan karena selain kurangnya bahan makanan untuk berkembang biak, dapat juga disebabkan dari pencemaran lingkungan yang berasal dari beberapa sumber pencemar yang terdapat di sekitar lokasi penelitian sehingga perairan tercemar. Kondisi ini diduga karena pada perairan pantai desa Rutong dijumpai banyak sampah-sampah dosmetik dari rumah penduduk. Menurut

Sastrawijaya (1991) banyaknya bahan pencemar dapat memberikan dua pengaruh terhadap organisme perairan yaitu membunuh spesies tertentu dan sebaliknya dapat mendukung perkembangan spesies lain. Penurunan keanekaragaman spesies juga dapat dianggap sebagai suatu pencemaran. Jika air tercemar, maka kemungkinan terjadi pergeseran dari jumlah yang banyak dengan populasi yang sedang menjadi jumlah spesies yang sedikit tapi populasinya tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian Adapun penyebab kurangnya gastropoda yaitu adanya pemanfaatan atau pengambilan gastropoda oleh masyarakat secara terus menerus pada saat air surut di sepanjang pantai Desa Rutong, dimana gastropoda tersebut digunakan untuk dikonsumsi. Hasil penelitian ini, terdapat spesies tertentu yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan spesies yang lain yaitu *Hebra Corticata* dan *Euchelus Atratus* yang menyebabkan nilai indeks keanekaragaman gastropoda di pantai Rutong sedang.

Indeks kemerataan menggambarkan keadaan jumlah spesies pada suatu area bervariasi atau didominasi oleh spesies tertentu. Menurut kriteria Fachrul (2007) yang menyatakan jika nilai indeks kemerataan $< 0,4$ adalah rendah, indeks kemerataan $0,4 < E < 0,6$ adalah sedang, dan jika $E > 6$ tingkat kemerataannya tinggi. Nilai indeks kemerataan pada penelitian ini yaitu 0,395 yang menunjukkan nilai indeks kemerataan

jenis gastropoda di padang lamun perairan pantai desa Rutong berada pada kondisi yang rendah. Menurut Natan dan Khouw (2002) nilai keserasian spesies yang rendah menunjukkan adanya ketidakstabilan komunitas akibat tekanan faktor-faktor lingkungan seperti makanan dan adaptasi. Komunitas yang tidak stabil artinya penyebaran individu relatif tidak sama atau jenisnya beranekaragaman. Adanya kondisi lingkungan yang relatif beranekaragaman memungkinkan ketidakseimbangannya penyebaran spesies gastropoda di perairan pantai desa Rutong. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks kemerataan mendekati nilai 0 (nol) dibandingkan yang mendekati nilai 1 (satu) hal ini diduga karena kurang padatnya lamun yang menyebabkan berkurangnya jenis Gastropoda yang didapat.

Hasil penghitungan indeks kekayaan (DMg) yaitu 4,78. Sesuai dengan kriteria persamaan Magalef yang menjelaskan bahwa dengan nilai DMg <3,5 maka kekayaan jenis pada daerah itu rendah, jika $3,5 < DMg < 5$ maka Kekayaan jenisnya sedang, dan jika $DMg > 5$ Kekayaan jenis pada daerah tersebut tinggi. Dari hasil penelitian berdasarkan tabel 3, kekayaan jenis pada perairan pantai desa Rutong 4,78, maka dapat dinyatakan bahwa kekayaan gastropoda di padang lamun perairan pantai desa Rutong tergolong sedang. Leksono (2007) menjelaskan bahwa suatu komunitas dikatakan memiliki kekayaan yang tinggi apabila pada komunitas tersebut terdapat jumlah jenis yang banyak.

KESIMPULAN

Faktor lingkungan di Padang Lamun Perairan Pantai Desa Rutong yaitu suhu 29°C, Salinitas 34‰, Derajat keasaman (pH) 7,8 dan Oksigen terlarut (DO) 7,9 mg/L tergolong baik bagi kelangsungan hidup gastropoda.

Jenis gastropoda yang di temukan di padang lamun perairan pantai desa Rutong yaitu 34 spesie yaitu *Herba corticata*, *Nassarius globosus*, *Nassarius reeveanus*, *Nassarius albescens*, *Nassarius livescens*, *Euchelus Atratus*, *Stomatia phymotis*, *Microtis tuberculata*, *Trectus fenestratus*, *Astraea calcar*, *Strombus labiatus*, *Strombus gibberulus*,

Strombus mutabilis, *Lambis-lambis*, *Vexillum virgo*, *Vexillum rugosum*, *Morula funiculus*, *Morula margariticola*, *Columbella scripta*, *Conus magus*, *Conus mormoreus*, *Conus sponsalis*, *Cantharus fimosus*, *Nerita albicilla*, *Nerita patula*, *Nerita polita*, *Natica fasciata*, *Polinices melanostomus*, *Cyprae annulus*, *Bulla vernicosa*, *Angaria Delphinus*, *Modulus modulus* dan *Cerithium sp.*

Indeks Keanekaragaman (H') di padang lamun perairan pantai desa Rutong yaitu 1,394 memiliki keanekaragaman tergolong sedang, Indeks kemerataan (E) yaitu 0,395 memiliki kemerataan yang tergolong rendah, dan Indeks Kekayaan (DMg) yaitu 4,78 memiliki kekayaan yang tergolong sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati laut: Aset pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Dharma, Bunjamin, (1988). *Siput dan Kerang Indonesia*. Jakarta. PT. Sarana Graha
- Dewiyanti, I. 2004. *Struktur Komunitas Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) Serta Asosiasinya pada Ekosistem mangrove di kawasan Pantai Ulee-Lheue Banda Aceh*. Skripsi. IPB Bogor
- Fachrul, M.F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*, Bumi Askara, Jakarta
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5. 2014. Baku Mutu Air Laut. Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta: UI Press
- Leiwakabessy. 1999. *Gastropoda di Perairan Pasang Surut Pantai Pulau Ambon Analisis Keanekaragaman dan Penyusunan Penuntun Praktikum Identifikasi Dikotomis Atas Dasar Cangkang*. Tesis. Tidak diterbitkan. Malang. IKIP Malang.
- Michael, P. 1984. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan lapangan dan Laboratorium*. Jakarta: UI Press
- Nybakken, J. W., 1992, *Biolog Laut Suatu Pendekatan Ekologis*, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Persulesy, M. & Arini, I. 2019. *Keanekaragaman Jenis dan*

Kepadatan gastropoda di Berbagai Substrat Berkarang di Perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*

Roring, R.O., J.K. Rangan., A.D. Kambey., R.Ch. Kepel., S.V. Mandagi & C. Sondak. 2020. Struktur Komunitas Gastropoda di Hampanan Padang Lamun Perairan Pantai Waleo Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 8(1):102-109.

Setyobudiandi *et al.*, 2009. *Rumput Laut Indonesia Jenis dan Upaya Pemanfaatan*. Unhala Press. (E-jurnal).

INVENTARISASI ETNOBOTANI TUMBUHAN OBAT YANG DIGUNAKAN MASYARAKAT KENAGARIAN SUNGAI JANIAH

Arfan Yuza^{1*}, Rahmadhani Fitri²

¹Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Padang

²Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Padang

Corresponding: arfanyuza228@gmail.com

Abstract

Background: Ethnobotany is a field of science that studies the reciprocal relationship between humans and plants, medicinal plants are a branch of science from ethnobotany, since ancient times the people of West Sumatra have still used plants as a medium for treatment, one of which is the Kenagarian Sungai Jariah community, Gunung Talang District, Solok Regency, Sumatra Province West.

Methods: methods and community interviews about medicinal plants that are often used by the community. This research was conducted in the period November-December 2023.

Results: Hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah tumbuhan yang sering digunakan masyarakat Kenagarian Sungai Jariah sebanyak 16 spesies yang termasuk ke dalam 11 familia. Bagian tumbuhan yang paling sering digunakan masyarakat adalah daun.

Conclusion: From the results of the research that has been carried out, it can be concluded that the Kenagarian Sungai Jariah community uses plants as a medium for traditional medicine. The plants commonly used by the community consist of 16 species belonging to 11 families. The parts of plants that people often use are leaves and there are also some who use plant parts in the form of stems, roots, rhizomes and fruit.

Keywords: *Inventory, Ethnobotany, Medicinal Plants.*

Abstrak

Latar Belakang: Etnobotani adalah bidang ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara manusia dan tumbuhan, tumbuhan obat adalah cabang ilmu dari etnobotani, sejak zaman dahulu masyarakat Sumatera Barat masih menggunakan tumbuhan sebagai media pengobatan salah satunya masyarakat Kenagarian Sungai Jariah, Kecamatan Gunung Talang, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode observasi langsung dan wawancara masyarakat tentang tumbuhan obat yang sering digunakan masyarakat. Penelitian ini dilakukan pada rentang bulan November-Desember 2023.

Hasil: Hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah tumbuhan yang sering digunakan masyarakat Kenagarian Sungai Jariah sebanyak 16 spesies yang termasuk ke dalam 11 familia. Bagian tumbuhan yang paling sering digunakan masyarakat adalah daun.

Kesimpulan: Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa masyarakat Kenagarian Sungai Jariah memanfaatkan tumbuhan-tumbuhan sebagai media pengobatan tradisional. Tumbuhan yang biasa digunakan masyarakat terdiri dari 16 spesies yang termasuk kedalam 11 familia. Bagian tumbuhan yang sering digunakan masyarakat adalah daun dan ada juga beberapa yang menggunakan bagian tumbuhan berupa batang, akar, rimpang, dan buah.

Kata Kunci: Inventarisasi, Etnobotani, Tumbuhan obat

PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah termasuk kekayaan flora yang bermanfaat sebagai obat maka dari itu Indonesia disebut sebagai *Live Laboratory* (Rezki Dkk, 2017).

Etnobotani adalah bidang ilmu yang mempelajari interaksi luas antara komunitas lokal dan lingkungan alamnya. Penelitian etnografi melibatkan sistem pengetahuan masyarakat lokal mengenai pemanfaatan sumber daya alam tumbuhan. Oleh karena itu, pendekatan etnobotani partisipatif (PEA) memerlukan partisipasi masyarakat untuk mempertanggungjawabkan pengolahan dan penggunaan obat di lapangan (M. Alie, 2016). Menurut Whitney (2016), etnobiologi dan etnobotani adalah studi dengan pengambilan data dari penduduk lokal, informan dipilih langsung oleh peneliti, misalnya kajian tentang ilmu pengobatan tradisional.

Menurut martin (1995), Selama ribuan tahun, manusia telah memanfaatkan tanaman yang disebut tanaman obat untuk menjaga kesehatan. Beberapa pendekatan yang biasa digunakan oleh berbagai ahli dalam penemuan senyawa obat antara lain: (1) Seleksi acak berbagai metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman, (2) Seleksi berdasarkan kekerabatan (filogenetika), (3) Etnobotani atau etnomedis.

Latar belakang sejarah pengobatan tradisional dengan menggunakan tumbuhan obat atau herbal menunjukkan bahwa penggunaan bahan dari alam sudah dilakukan sejak zaman nenek moyang selama berabad-abad yang lalu. Sejarah ini tertulis pada naskah lama, dan relief pada candi borobudur menggambarkan orang yang sedang meracik obat dengan tumbuhan sebagai bahan utamanya (Lusia, 2006).

Pengobatan tradisional sering menjadi pertolongan terakhir jika pengobatan modern sudah dilakukan dan tidak menemukan hasil (Erliyanti, 2010). Namun sayangnya masyarakat yang umumnya tinggal di perkotaan sudah banyak yang tidak memandang kepada pengobatan tradisional dan bergantung dengan pengobatan modern.

Tidak dapat dipungkiri bahwa pengobatan tradisional tidak bisa dilepaskan dari kehidupan masyarakat khususnya masyarakat Indonesia (Indriati,

2017). WHO mengungkapkan bahwa 60% negara maju 80% negara berkembang menggunakan tumbuhan sebagai media pengobatan tradisional (Mirza, 2010).

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang masih mempertahankan adat istiadat seperti budaya pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tradisional. Menurut BPS (2019), Sumatera Barat terdiri dari 12 kabupaten dan 9 kota. Luas wilayahnya kurang lebih 42,2 ribu kilometer persegi atau 2,27% luas wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Berdasarkan data tersebut, Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak hutan dan keanekaragaman hayati.

Masyarakat Kenagarian Sungai Janiah Kabupaten Solok Sumatera barat telah memanfaatkan tumbuhan sebagai media pengobatan sejak zaman dahulu. Masyarakat tersebut meyakini bahwa tumbuhan obat dapat mencegah berbagai macam penyakit. Pengetahuan masyarakat terhadap tumbuhan obat ini didapatkan secara turun temurun.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara bersama masyarakat Kenagarian Sungai Janiah tumbuhan obat masih menjadi pilihan pertama ketika mengalami sakit, salah satu tumbuhan yang secara umum digunakan masyarakat Kenagarian Sungai Janiah adalah tumbuhan Sitawa (*Costusspesciosus* (Koeing.) Sith.) dengan khasiat dapat menurunkan panas demam dan mengobati luka pada kulit.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kenagarian Sungai Janiah pada rentang bulan November-Desember tahun 2023. Data diperoleh dari hasil wawancara bersama masyarakat Kenagarian Sungai Janiah. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis dan kamera DLSR.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survey deskriptif yaitu dengan cara observasi langsung ke lapangan. Hasil wawancara yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui jenis-jenis tanaman obat, bagian tanaman yang digunakan, dan jenis penyakit yang diobati dengan tujuan inventarisasi dan identifikasi tumbuhan obat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang

dilakukan di Kenagarian Sungai janiah, Kabupaten Solok, Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil inventarisasi tumbuhan obat.

Suku	Jenis	Nama Daerah	Bagian yang Digunakan
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Jatropha curcas</i>	Paku Limbek	Daun
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus dubius</i>	Bayam tanah	Daun
	<i>Mart. ex Thell</i>		
<i>Araliaceae</i>	<i>Nothopanax scutellarium Merr</i>	Tapak leman	Daun
<i>Clusiaceae</i>	<i>Garcinia mangostana L</i>	Manggih	Batang/ Buah/ Daaun
			Batang
<i>Gramineae / Poaceae</i>	<i>Cymbopogon citrates (DC) Stapf.</i>	Sarai	Batang
	<i>Elymus repens (L.) Gould.</i>	Cikumpai	Batang/ Daun
	<i>Leersia hexandra Sw</i>	Rumpuik Banto	Batang/ Daun
<i>Lamiaceae</i>	<i>Coleus scutellarioides L.</i>	Piladang sirah	Daun
	<i>Hyptis suaveolens Jacq</i>	Bungo subang	Daun
	<i>Orthosiphon stamineus Benth</i>	Kumis kucing	Daun
	<i>Ocinum sanctum L</i>	Ruku-ruku	Daun
<i>Lauraceae</i>	<i>Cinnamomum burmani</i>	Kulik manis	Daun
	(Ness.)		
<i>Liliaceae</i>	<i>Aloe vera L</i>	Lidah buayo	Daun
<i>Piperaceae</i>	<i>Piper betle L</i>	Siriah	Daun
	<i>Clausena excavata</i>	Sicerek	Daun
<i>Rutaceae</i>	<i>Burm. F.</i>		
<i>Zingiberaceae</i>	<i>Costus speciosus</i>	Sitawa	Daun
	(Koeing.) Sith.		

Berdasarkan hasil penelitian yang telah peneliti lakukan di Kenagarian Suangai Janiar, Kecamatan Gunung Talang, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat terdapat 16 jenis spesies yang termasuk ke dalam 11 familia yang sering digunakan oleh masyarakat Kenagarian Sungai janiah.

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil wawancara dengan masyarakat Kenagarian Sungai Janiah bagian tumbuhan yang paling banyak digunakan sebagai obat adalah daun. Menurut Handayani (2005), menjelaskan bahwa bagian tumbuhan yang paling banyak digunakan sebagai obat adalah daun hal ini disebabkan daun adalah tempat terjadinya fotosintesis yang diduga memiliki kandungan senyawa yang berfungsi sebagai obat. Sedangkan menurut Farhatul (2012), Daun paling sering digunakan masyarakat sebagai pengobatan dikarenakan kemudahan dalam mengolah bagian tumbuhan dibanding dengan bagian yang lain.

Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ananto et al., (2015), yang menemukan bahwa adanya aktivitas antimikroba pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella*

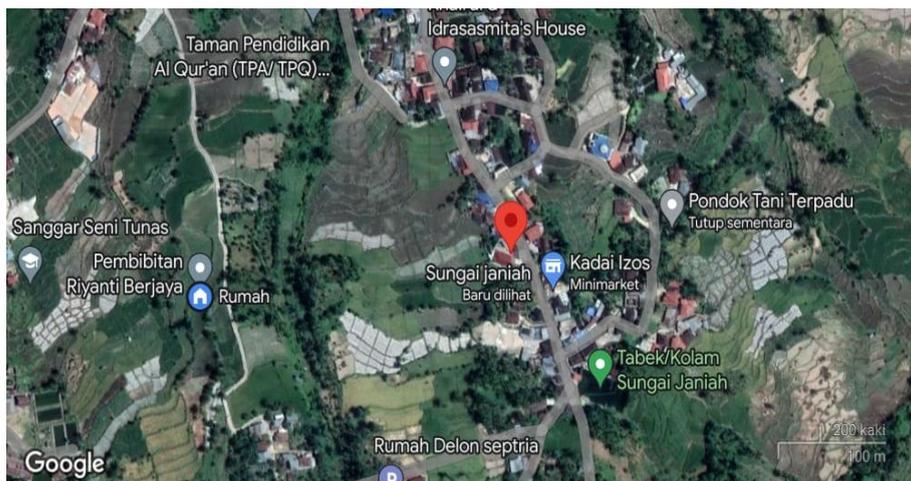
enteriditis pada daun. Beberapa senyawa yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri ini dianggap memiliki peran untuk kesehatan.

Menurut penelitian F mehran (2015) Masyarakat mempercayai bahwa daun sirsak berfungsi sebagai anti kanker. Ekstrak dari daun sirsak dapat menurunkan persentase viabilitas cell line payudara T47D. Dikarenakan di dalam ekstrak daun sirsak memiliki kandungan acetogenin.

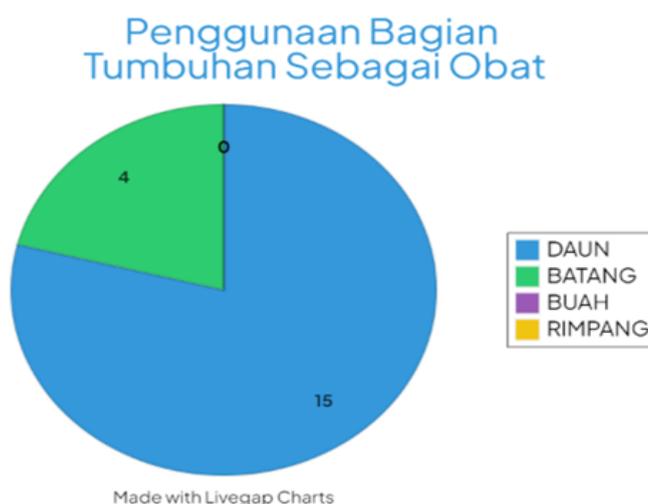
Pada hasil penelitian didapatkan tanaman jarak sebagai tanaman yang paling sering digunakan masyarakat Kenagarian Sungai janiah. Menurut (Riani, 2018) Pengolahan daun jarak untuk obat dengan cara merebus atau merendam daun jarak dengan air hangat selama 3 menit lalu daun di tempelkan di bagian tubuh yang sakit, misalnya pada penyakit demam maka daun di tempelkan di bagian kening penderita.

Tumbuhan selanjutnya yang sering digunakan sebagai tumbuhan obat oleh masyarakat Kenagarian Sungai Janiah adalah lidah buaya. Menurut (Kartika sari, 2016) Didalam daun lidah buaya memiliki kandungan Vitamin A, C, asam amino, Cu, Inositol, Enzim mineral, dan lain-lain. Zat-zat yang terkandung didalam Lidah buaya

bermanfaat untuk kesehatan rambut.



Gambar 1. Peta Kenagarian Sungai Janiah.



Gambar 2. Grafik penggunaan bagian tumbuhan sebagai obat

SIMPULAN

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa masyarakat Kenagarian Sungai Janiah memanfaatkan tumbuhan-tumbuhan sebagai media pengobatan tradisional.
2. Tumbuhan yang biasa digunakan masyarakat terdiri dari 16 spesies

DAFTAR PUSTAKA

Ananto, F. J., Herwanto, E. S., Nugrahandhini, N. B., Chizma, Y., Abidin, M. Z., & Suswati, I. (2015). *ELEVATION (KELOR LEAVES As ANTIBIOTICS For*

- yang termasuk kedalam 11 familia.
3. Bagian tumbuhan yang sering digunakan masyarakat adalah daun dan ada juga beberapa yang menggunakan bagian tumbuhan berupa batang, akar, rimpang, dan buah.

PSEUDOMONAS): IN VIVO METHOD TO DETERMINE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF MORINGA LEAVES GEL AS NATURAL ANTIBIOTICS AGAINST Pseudomonas aeruginosa. Pharmacy, 12(01).

- Badan Pusat Statistik. 2019. Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka 2019. Padang.
- Indriati, G., Sakerengan, S., & STKIP PGRI Sumatera Barat, B. (2017). INVENTARISASI TUMBUHAN OBAT DI DESA MUARA SIBERUT KECAMATAN SIBERUT SELATAN KABUPATEN KEPULAUAN MENTAWAI INVENTORY OF DRUG PLANT IN ESTUARY VILLAGE SIBERUT DISTRICT SIBERUT SOUTHREGENCY OF MENTAWAI ISLANDS. *BioScience*, 1(2).
<https://doi.org/10.24036/bsc.v1i2.8062>
- Erliyanti. 2010. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Obat dan Pemanfaatannya oleh Masyarakat Kawasan Gunung Sebayung Desa Bagak Syahwa Singkawang. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Farhatul Wahidah Dosen Pada Jurusan Biologi, B., Sains dan Teknologi, F., & Alauddin Makassar, U. (n.d.). *POTENSI TUMBUHAN OBAT DI AREA KAMPUS II UIN ALAUDDIN SAMATA GOWA*.
- Moghadamtousi SZ, Fadaeinasab M, Nikzad S, Mohan G, Ali HM, Kadir HA. *Annona muricata* (Annonaceae): A Review of Its Traditional Uses, Isolated Acetogenins and Biological Activities. *Int J Mol Sci*. 2015 Jul 10;16(7):15625-58. doi: 10.3390/ijms160715625. PMID: 26184167; PMCID: PMC4519917.
- Handayani. L. 2003. *Membedah Rahasia Ramuan Madura*. Jakarta : Agromedia Pustaka
- Kartika Sari, D. (2016). Perawatan Herbal Pada Rambut Rontok. *Majority*, 5(5), 129–134. Retrieved From [Http://Juke.Kedokteran.Unila.Ac.Id/Index.Php/Majority/Article/View/937](http://Juke.Kedokteran.Unila.Ac.Id/Index.Php/Majority/Article/View/937)
- Lusia, ORKS. (2006). *Pemanfaatan Obat Tradisional dengan Pertimbangan Manfaat dan Keamanannya*. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vo.III. No.1. p. 01-07
- Martin, G. J. (1995). *Ethnobotany: A methods manual*. Boston: Springer.
- Mirza, Zailani. (2010). *Inventarisasi Pemanfaatan Tumbuhan Obat Secara Tradisional Oleh Suku Osing Banyuwangi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- M. Alie Humaedi, *Etnografi Pengobatan*, (Yogyakarta: PT. LKiS Pelangi Aksara, 2016). hlm. 20.
- Riani. (2018). Perbandingan Efektivitas Daun Jarak+Minyak Kayu Putih Dengan Daun Jarak Tanpa Minyak Kayu Putih Terhadap Kesembuhan Perut Kembung Pada Bayi 0 – 2Tahun Di Wilayah Kerja Puskesmas Bangkinang Kota Tahun 2017/2018. *Ners*, 2(2), 71 81. Retrieved From <https://Journal.Universitaspahlawan.Ac.Id/Index.Php/Ners/Article/View/228>
- Rezki, S. C., Munir, A. & Parakkasi. (2016). Inventarisasi Tumbuhan Berkhasiat Obat Bagi Masyarakat Kelurahan Lapuko Kecamatan Moramo Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal AMPIBI*, 1(1): 33-40.
- Whitney, Cory William, et al. "Learning with Elders: Human Ecology and Ethnobotany Explorations in Northern and Central Vietnam." *Human Organization*, vol. 75, no. 1, 2016, pp. 71–86. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/44127064> . Accessed 17 Feb. 2024.

ANALISIS KANDUNGAN PROTEIN DAN LEMAK PADA KIMA RAKSASA (*Tridacna gigas*) DARI PERAIRAN PANTAI DESA SULI DAN DIINFORMASIKAN KEPADA MASYARAKAT MELALUI PENYULUHAN MENGGUNAKAN LEAFLET

Patresya. S. Walsen^{1*}, Hasan Tuaputty², Sriyanti Imelda A. Salmanu²

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi

²Dosen program Studi Pendidikan Biologi

Corresponding: patresyawalsen2@gmail.com

Abstract

Background: Giant Kima (*Tridacna gigas*) are a type of bivalve that is often found in the waters of shellfish ecosystems. Shellfish can be developed as a fishery resource with high nutritional value to meet people's food needs. The main problem in this research is the protein and fat content of giant clams (*Tridacna gigas*) from the waters of Suli Village.

Methods: The aim of this research is to determine the protein and fat content of giant clams (*Tridacna gigas*) from the waters of Suli Village. The method used in this research is descriptive to see the presence of protein and fat in Bivalves, giant clams (*Tridacna gigas*).

Results: Data from analysis of protein content in giant clams (*Tridacna gigas*) showed an average protein content of 11.0671 in the first repetition, 10.8958 in the second repetition, with an average protein content of 10.9814. Meanwhile, the results of the analysis of the fat content of giant clams (*Tridacna gigas*) showed that the fat content was 0.7238 in the first repetition, 0.7005 in the second repetition, with an average fat content of 0.7121.

Conclusion: Protein content in giant clams (*Tridacna gigas*) averages 10.9814%. Fat content in giant clams (*Tridacna gigas*) has an average of 0.7121

Keywords: *Tridacna gigas*, Protein Content, Fat Content.

Abstrak

Latar Belakang: Giant Kima (*Tridacna gigas*) merupakan salah satu jenis bivalvia yang sering ditemukan pada perairan ekosistem kerang. Kerang dapat di kembangkan sebagai sumber daya perikanan yang bernilai gizi tinggi untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Masalah utama dalam penelitian ini adalah berapa kandungan protein dan lemak pada Kima raksasa (*Tridacna gigas*) dari perairan Desa Suli.

Metode: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kandungan protein dan lemak pada Kima raksasa (*Tridacna gigas*) dari perairan Desa Suli. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif untuk melihat adanya protein dan lemak pada Bivalvia, kima raksasa (*Tridacna gigas*).

Hasil: Data hasil penelitian analisis kandungan protein pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) didapat hasil kandungan protein sebesar 11,0671 pada pengulangan yang pertama, 10,8958 pada pengulangan kedua, dengan hasil kandungan protein rata-rata sebesar 10,9814. Sedangkan hasil analisis kandungan lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) didapat hasil kandungan lemak sebesar 0,7238 pada pengulangan yang pertama, 0,7005 pada pengulangan kedua, dengan hasil kandungan lemak rata-rata sebesar 0,7121.

Kesimpulan: Kadar Protein pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) rata-rata sebesar 10,9814%. Kadar Lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) memiliki rata-rata sebesar 0,7121

Kata kunci: *Tridacna gigas*, Kandungan Protein, Kandungan Lemak.

PENDAHULUAN

Kima atau kerang raksasa (*Giant Clam*) merupakan salah satu jenis bivalvia yang sering ditemukan pada perairan ekosistem kerang (Niarthiningshi, 2012). Kima termasuk dalam famili *Cardidae* dan Sub famili *Tridacninae*, terdiri dari dua genus yaitu *Hippopus* dan *Tridacna* dan terbagi dalam 10 spesies (bin Otham dkk., 2010). Genus *Hippopus* terbagi menjadi dua spesies yaitu *H.hippopus* dan *H.porcellanus*. sedangkan untuk genus *Tridacna* terbagi menjadi 8 spesies, antara lain *T.gigas*, *T.maxima*, *T.crocea*, *T.squamo*, *T.derasa*, *T. rosewatari*, *T.tevoroa*, dan *T.costata*. secara geografis, kerang ini memiliki distribusi terbatas di wilayah tropis indo-pasifik, dari Red sea (laut merah) sampai ke kepulauan Pasifik Tuamotu (Yusuf dkk., 2009). Kima memiliki siklus reproduksi sepanjang tahun (Heslinga dkk., 1984). Masyarakat pesisir memanfaatkan kerang sebagai sumber makanan, obat tradisional dan bahan hiasan dekorasi (Soeharmoko, 2010).

Kerang dapat di kembangkan sebagai sumber daya perikanan yang bernilai gizi tinggi untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, baik dikonsumsi secara langsung dalam kondisi segar maupun dalam bentuk olahan. Kerang di beberapa Negara merupakan sumber makanan bergizi dan kandungan protein yang tinggi. Kerang dapat menjadi salah satu hewan indikator terhadap kualitas perairan (Putri *et al.*, 2012). *Tridacna gigas* atau lebih dikenal dengan bia garu oleh masyarakat desa Suli, Kecamatan Salahutu, kabupaten Maluku Tengah, pulau Ambon merupakan kelompok molusca bercangkang ganda yang sering di temukan pada perairan ekosistem kerang dan biota ini menjadi salah satu biota laut yang dilindungi oleh pemerintah (Lesman dan Wahyuin, 2016). *Tridacna gigas* hidup berasosiasi dengan terumbu karang dengan cara menenggelamkan diri pada substrat (mengebor) serta memiliki pigmen pada mantel yang berasal dari asosiasinya dengan alga. Kima banyak digunakan untuk kebutuhan konsumsi. Selain itu, cangkang kima dijadikan sebagai bahan dekorasi dan perhiasan.

Masyarakat setempat mengolahnya dengan cara merebus, juga menggoreng atau dimasak dengan rempah-rempah, Masyarakat di Kabupaten Maluku Barat Daya khususnya di kepulauan Babar, masyarakat setempat mengolahnya menjadi bakasang kima. Hasil analisis kadungan gizi yang berbeda-beda dari berbagai ahli mungkin komoditi yang terdapat diperairan Desa Suli dijadikan objek untuk dianalisis kandungan nutrisinya. Protein adalah senyawa kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptide (Abrams, 2004). Lemak yang berada di dalam tubuh di peroleh dari dua Sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang bisa di simpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi (Madja, 2007).

Protein merupakan salah satu senyawa yang dibutuhkan dalam tubuh manusia sebagai zat pendukung pertumbuhan dan perkembangan. Dalam protein terdapat sumber energi dan zat pengatur jaringan tubuh (Muchtadi, 2010). Protein juga berguna sebagai biokatalisator enzim dalam proses kimia. Protein biasanya didapat dari makanan yang kita konsumsi, baik dari hewan maupun tumbuhan. Protein yang berasal dari hewan disebut dengan protein hewani misalnya telur, daging, susu dan ikan. Protein yang berasal dari tumbuhan disebut protein nabati meliputi kacang, jagung, gandum, jamur dan buah-buahan.

Sumber makanan yang berasal dari hewan memiliki kadar kalori lebih tinggi dibanding sumber makanan dari tumbuhan. Kalori yang terlalu berlebihan dapat menyebabkan kolestrol dalam tubuh. Protein yang dibutuhkan bagi tubuh manusia yaitu sekitar 0,75 gram protein perhari, jadi laki-laki perlu memakan 55 gram protein dan perempuan 45 gr protein setiap hari. Lemak merupakan salah satu kandungan utama dalam makanan, dan penting dalam diet karena beberapa alasan. Lemak merupakan salah satu sumber utama energi dan sangat dibutuhkan dalam membangun tubuh serta memelihara tubuh. Namun konsumsi lemak berlebihan juga dapat merugikan

kesehatan, kebutuhan lemak tidak dinyatakan secara muutlak. WHO menganjurkan konsumsi lemak sebanyak 15 - 30% kebutuhan energy total di anggap baik untuk kesehatan jumlah ini memenuhi memenuhi kebutuhan akan lemak essensial dan untuk membantu penyerapan vitamin larut lemak. Diantara konsumsi lemak sehari dianjurkan paling banyak 100% dari kebutuhan energy total berasal dari lemak jenuh, dan 3-7% dari lemak tidak jenuh.

Leaflet merupakan selebaran kertas yang berisi tentang sesuatu masalah khusus untuk suatu sasaran dan tujuan tertentu dengan kalimat-kalimat singkat, padat, mudah dipahami dan gambar-gambar yang sederhana. Yang khas dari leaflet adalah adanya lipatan yang membentuk beberapa bagian selebaran seolah-olah merupakan halaman tersendiri, dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa leaflet adalah selebaran tercetak dengan ukuran kecil yang dilipat berisikan informasi yang disebarkan kepada umum secara gratis.

Pendidikan non-formal adalah jalur pendidikan diluar pendidikan formal yang dapat dilaksanakan secara terstruktur dan berjenjang. Hasil pendidikan nonformal dapat dihargai setara dengan hasil program pendidikan formal setelah melalui proses penilaian penyetaraan oleh lembaga yang ditunjuk oleh pemerintah atau pemerintah daerah dengan mengacu pada standar nasional pendidikan, pendidikan non-formal diselenggarakan bagi warga masyarakat yang memerlukan layanan pendidikan yang berfungsi sebagai pengganti, penambah, dan pelengkap pendidikan formal dalam rangka mendukung pendidikan ormal dalam rangka mendukung pendidikan sepanjang hayat.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian

deskriptif untuk menganalisis kandungan protein dan lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*). Tempat pengambilan sampel kima raksasa (*Tridacna gigas*) diambil dari perairan pantai Desa Suli Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah. Proses analisis kandungan protein dan lemak daging kima raksasa (*Tridacna gigas*) dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Universitas Pattimura. Waktu penelitian mulai dari tanggal 7 juli sampai dengan tanggal 7 agustus 2023.

Objek pada penelitian ini adalah : Daging *Tridacna gigas* (kima raksasa) yang diambil dari perairan pantai Desa Suli Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah. Penentuan lokasi berdasarkan hasil survey pendahuluan di kawasan perairan yang berada di Desa Suli Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah. Tahapan awal dalam pengambilan sampel yaitu persiapan alat-alat yang akan di gunakan pada saat penelitian. Sampel kima raksasa (*Tridacna gigas*) diambil secara manual dengan menggunakan alat bantu sederhana. Sampel yang berhasil dikoleksi kemudian dimasukkan kedalam wadah plastik bersamaan dengan pengambilan sampel. Sampel kemudian di masukkan ke dalam wadah plasti, kemudian di bawa ke Laboratorium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kandungan Protein dan Kandungan Lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan protein dan kandungan lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) yang terdapat diperairan Desa Suli Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. Hasil analisis kadar protein pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) dapat dilihat pada Tabel 1. dan Hasil analisis kandungan lemak pada Tabel 2.

Tabel 1. Kadar Protein Pada Kima Raksasa (*Tridasna gigas*)

Berat Sampel	ml HCL 0,1 N	Kadar Protein
0,8776	11,1	11,0671
0,8673	10,8	10,8958
Rata-rata		10,9814

Tabel 2. Kadar lemak Pada Kima Raksasa (*Tridasna gigas*)

Berat Sampel	Berat Lemak	Kadar Lemak
10,1132	0,0732	0,7238
10,4913	0,0734	0,7005
Rata-rata		0,7121

Pada penelitian ini sampel berupa kima raksasa (*Tridasna gigas*) dikeringkan dengan cara dengan cara dimasukan kedalam oven pengering. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air pada sampel. Proses pengeringan harus dihindari dari sinar matahari langsung, hal ini disebabkan karena cahaya matahari dapat menyebabkan terjadinya perubahan komponen kimia pada sampel. Selain itu senyawa-senyawa yang terdapat pada sampel akan mengalami kerusakan akibat panas yang bersumber dari matahari langsung. Sampel yang sudah kering dihaluskan dengan cara daging kima raksasa (*Tridasna gigas*) yang sudah kering di blender hingga membentuk serbuk. Proses ini dimaksudkan agar pada tahap maserasi senyawa-senyawa yang terdapat pada serbuk daging kima raksasa (*Tridasna gigas*) muda terdistribusi kedalam pelarut (Lenny, 2010).

Sampel yang telah menjadi serbuk kemudian ditimbang sebanyak satu sampai dua gram kemudian dimasukan kedalam labu Kjedhal, tambahkan 5 gram katlis (Natrium Sulfat : Mercury Oksida 20 : 1) dan 1-15 ml asam sulfat pekat. panaskan labu kjedhal pada suhu 100-1500C sampai labu kjedhal tidak mengeluarkan asap/gas lagi, lanjutkan pemanasan pada suhu 200 – 2500C sampai larutan menjadi jernih. Bilas labu kjedhal dengan sedikit aquades dan dilakukan pemanasan sampai larutan menjadi jernih, dinginkan labu Kjedhal sampai mencapai suhu kamar, tambahkan aquades secukupnya pindahkan larutan dalam labu Kjedhal kedalam labu destilasi, bilas labu Kjedhal dua sampai tiga kali dengan sedikit aquades dan masukan larutan dalam labu destilasi. Tambahkan kedalam labu destilasi larutan NaOH 4% sampai larutan bersifat Alkalis/basa. Lakukan destilasi sampai 2/3 volume larutan dalam labu destilasi terdestilasi atau larutan hasil destilasi tidak bersifat basa lagi (diuji dengan kertas lakmus) sebagai

larutan penampung masukan 30 – 50 ml larutan asam boric 5% dengan indikator tashiro. Lepaskan Erlenmeyer hasil penampungan destilasi dan lakukan titrasi dengan larutan HCL 0,1 sampai larutan berwarna keabu-abuan. Dan catat jumlag ml HCL yang terpakai untuk titrasi hasil destilasi. Dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 kadar kandungan protein pada kima raksasa (*Tridasna gigas*) (Nurhaela, 2010).

Analisis kadar protein pada kima raksasa (*Tridasna gigas*) dilakukan menggunakan metode kjedhal. Dimana pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali pengulangan untuk akurasi data. Berdasarkan Table 1 kadar protein pada kima raksasa (*Tridasna gigas*) pada pengulangan pertama menghasilkan kadar protein sebanyak 11,0671. Pada pengulangan kedua menghasilkan kadar protein sebanyak 10,8958, jadi jumlah rata-rata kadar protein pada kima raksasa (*Tridasna gigas*) adalah 10,9814.

Sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 5=10 gram, masukan dalam timbel (selongsong ekstrak). Tempatkan sampel di dalam labu ekstrak soklet, tambahkan pelarut lemak sebanyak 200 ml kedalam labu soklet, tutup soklet dengan kondensor (yang telah dialiri air sebagai pendingin) dan lakukan pemanasan selama 4-5 jam. Hasil ekstraksi lemak masukan kedalam gelas kimia yang telah diketahui beratnya, lakukan pemanasan didalam oven pengering sampai semua pelarut hilang menguap). Dinginkan gelas didalam desikator selama 20-30 menit dan lakukan penimbangan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 kadar kandungan lemak pada kima raksasa (*Tridasna gigas*).

Analisis kadar lemak kima raksasa (*Tridasna gigas*) dilakukan menggunakan metode soklet. Dimana pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali pengulangan, berdasarkan Table 2 kadar lemak kima raksasa (*Tridasna gigas*) pada pengulangan pertama menghasilkan

sebanyak 0,7238. pada pengulangan kedua sebanyak 0,7005. jadi jumlah rata-rata kadar lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) adalah 0,7121.

SIMPULAN

Kadar Protein pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) rata-rata sebesar 10,9814%. Kadar Lemak pada kima raksasa (*Tridacna gigas*) memiliki rata-rata sebesar 0,7121.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, 2004. *The Social Identifikasi Perspective Intergroup Relations, Self, Conception, And*
- Bin Othmam, 2010. *The Distribution And Status Of Giant Clams (Famili Tridacnidae), A Short Review*. Raffles Bull Zool.
- Dwiono, S.A.P. 1994 *Dasar - Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta 214 Hal.
- Kastoro, 1979. Kerang Raksasa. *Pewata Oseana V (3) : 1-6*

- Lesman dan Wahyudin, (2016). *Abstrak Adaptasi Lintas Budaya Modifikasi Kuisisioner Disabilitas Untuk Nyeri Punggung Bawah. Versi Indonesia : universitas Esaunggul*
- Madja, 2007. *Ilmu Meracik Obat*, Gadjah Mata University Press, Yogyakarta.
- Niarthiningsi, 2012. *Kima, Biota Laut Langka : Budidaya Dan Konservasinya, Identitas*
- Nurhala, 2010. *Identifikasi Jenis Hijauan Makanan Ternak Dilhan Persawahan Desa Babakan Kecamatan Dramaga Kabupaten Bogor*. *Jitro.1(1) ; 5-62*.
- Putri, 2012. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Tekstur Dan Warna Keripik Pisang Kapok (Masa Parasidiaca Famatupica)*. Program Paska Sarjan. Universitas Hasannudin. Makasar
- Yusuf, (2009). *Guru Dan Pembelajaran Bermutu*. Bandung : Rizti Press.



KOMPOSISI BOTANI HIJAUAN ALAMI DI AREAL PERKEBUNAN KELAPA DALAM SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA DI KECAMATAN TANIWEL KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

Marna Eoh^{1*}, Lea Marylin Rehatta²

Program Studi Peternakan, Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura

Corresponding: Marnaeh9@gmail.com

Abstract

Background: The need for and provision of forage is achieved by considering the continuous provision of forage in both quantity and quality. One of the efforts to develop animal husbandry that can be carried out is to utilize forage for livestock in deep coconut plantations. This research aims to determine the botanical composition of natural forage in coconut plantation areas as feed for ruminants in Taniwel District, West Seram Regency.

Methods: This research uses a purposive sampling method. The data used in this research is based on secondary data and primary data.

Results: The research results showed that the botanical composition results were 63.18% grass, 26.30% weeds and 10.52% legumes.

Conclusion: Based on the research results, it is necessary to eradicate pest plants (weeds) for forage and plant superior forage to increase the need for feed for ruminant livestock. The availability of forage can still meet the need for animal feed in Taniwel District, West Seram Regency.

Keywords: *Botanical Composition, Animal Feed.*

Abstrak

Latar Belakang: Kebutuhan dan penyediaan hijauan pakan dicapai harus memikirkan penyediaan hijauan pakan yang kontinyu baik kuantitas maupun kualitasnya. Salah satu upaya pengembangan peternakan yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan hijauan pakan ternak diperkebunan kelapa dalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi Botani hijauan alami di areal perkebunan kelapa dalam sebagai pakan ternak ruminansia di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. Data yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan data sekunder dan data primer.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hasil komposisi botani, sebesar 63,18% rumput, 26,30% gulma, dan 10,52% leguminosa.

Kesimpulan: Berdasarkan hasil penelitian perlu dilakukan pemberantasan tumbuhan pengganggu (gulma) hijauan pakan dan menanam hijauan unggul untuk menambah kebutuhan pakan bagi ternak ruminansia. Ketersediaan hijauan pakan masih dapat memenuhi kebutuhan pakan ternak di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat.

Kata kunci: Komposisi Botani, Pakan Ternak.



PENDAHULUAN

Bidang peternakan merupakan salah satu sektor yang cukup penting di dalam proses pemenuhan kebutuhan pangan bagi masyarakat di Indonesia. Hal ini dikarenakan produk peternakan merupakan sumber protein hewani. Kesadaran terhadap pemenuhan kebutuhan protein tersebut juga meningkatkan kebutuhan komoditas peternak seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Ketersediaan produk peternakan di Indonesia khususnya di Maluku belum mampu memenuhi kebutuhan permintaan masyarakat terhadap hasil produk peternakan, sehingga produk peternakan yang disediakan di Maluku masih merupakan hasil import dari luar daerah Maluku. Kondisi ini merupakan peluang yang cukup besar bagi masyarakat yang ingin mengembangkan usaha peternakannya sehingga mampu memenuhi kebutuhan gizi masyarakat khususnya di Maluku.

Salah satu masalah yang sering dihadapi di bidang peternakan yaitu mengenai pakan. Terbatasnya sumber hijauan yang dapat dijadikan sebagai pakan ternak akan mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, maupun produktivitas ternak tersebut. Pakan yang diberikan kepada ternak harus dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tersebut. Pakan berfungsi sebagai pembangunan dan pemeliharaan tubuh, sumber energi, produksi, dan pengatur proses-proses dalam tubuh. Kandungan zat gizi yang harus ada dalam pakan adalah protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin dan air (Subekti, 2009).

Kebutuhan dan penyediaan hijauan pakan dicapai harus memikirkan penyediaan hijauan pakan yang kontinyu baik kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu upaya pengembangan peternakan yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan hijauan pakan ternak di perkebunan kelapa dalam. Hal ini sesuai dengan pendapat Salendu (2012) yang menyatakan bahwa salah satu cara yang merupakan alternatif yang dapat dipilih untuk mencukupi kebutuhan pakan adalah

penggembalaan tanaman di daerah perkebunan kelapa.

Pemanfaatan areal perkebunan pohon kelapa dalam dapat mempermudah petani-peternak dalam pemanfaatan hijauan di bawah pohon kelapa sebagai pakan ternak sapi sehingga dapat memberikan dampak sosial budaya dan ekonomi yang positif. Selain itu ternak dapat memanfaatkan rumput dan hijauan pakan yang tumbuh di areal perkebunan kelapa sebaliknya ternak dapat menghasilkan kotoran ternak sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah. Menurut Tiwow et al., (2016) bahwa suatu wilayah dikatakan mampu apabila pakan yang tersedia di wilayah tersebut lebih besar dari kebutuhan hidup ternak.

Kecamatan Taniwel merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Seram Bagian Barat, dengan jumlah desa sebanyak 19 desa dengan luas wilayah sebesar 1.181,32 Km², serta luas area perkebunan kelapa sebesar 1.456 Ha. Ketersediaan lahan perkebunan kelapa yang cukup luas membuat para peternak di kecamatan Taniwel Sebagian besar memilih untuk menggembalakan ternaknya pada areal perkebunan kelapa, dengan jumlah populasi ternak ruminansia yang tercatat pada kecamatan Taniwel sebesar 1.085 ekor (BPS Taniwel 2022). Berdasarkan data tersebut, sangatlah relevan untuk mengetahui bagaimana komposisi botani terhadap pengembangan peternakan serta penempatan ternak harus mempertimbangkan kualitas dan kuantitas hijauan diantaranya ketersediaan hijauan pakan ternak.

Berdasarkan data tersebut sangatlah relevan untuk mengetahui komposisi Botani hijau alami di areal perkebunan kelapa dalam sebagai pakan ternak ruminansia di Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat berdasarkan ketersediaan hijauan.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis-jenis hijauan

pakan ternak di areal padang penggembalaan dibawah perkebunan kelapa.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat tulis menulis, meteran, kuadran berbentuk persegi ukuran 1 m², gunting rumput dan timbangan digital, koran, buku gambar, selotip, kamera, dan oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis-jenis hijauan pakan ternak di areal padang penggembalaan dibawah perkebunan kelapa.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Survey melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan pada padang penggembalaan dibawah pohon kelapa sebagai lokasi penelitian. Pengambilan data dibagi atas dua bagian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa spesies

hijauan yang tumbuh dipadang penggembalaan di bawah pohon kelapa, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait dengan penelitian ini. Penentuan lokasi pengambilan sampel digunakan cara *purposive sampling*, pemilihan desa berdasarkan luas desa dan jumlah ternak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Botani

Komposisi hijauan suatu padang penggembalaan turut menentukan kualitas hijauan pakan. Analisis komposisi botani merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan adanya spesies-spesies tumbuhan tertentu serta proporsinya di dalam suatu ekosistem padang penggembalaan (Yoku O, dkk 2015).

Tabel 1. Komposisi Botani (Rumput)

Species	Ranking			Komposisi Botani (%)	Klasifikasi
	1	2	3		
Rumput					
Rumput benggala (<i>Panicum maximum</i>)	22,03	1,04	6,45	16,65	Rumput
Rumput jari air (<i>Paspalum distichum</i>)	9,32	5,21	6,45	8,37	Rumput
Rumput jukut pendul (<i>Cyperus brevifolius</i>)	5,08	8,33	7,53	6,06	Rumput
Rumput kerbau (<i>Paspalum conjugatum</i>)	5,08	6,25	6,45	5,54	Rumput
Teki Ladang (<i>Cyperus rotundus</i>)	5,08	5,21	6,45	5	Rumput
Rumput Baltic rush (<i>Juncus balticus</i>)	5,08	4,17	1,08	4,63	Rumput
Rumput jari (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	4,24	5,21	3,23	4,43	Rumput
Smut grass (<i>Sporobolus indicus</i>)	3,39	6,25	4,30	4,13	Rumput
Rumput paitan (<i>Axonopus compressus</i>)	3,39	6,25	3,23	4,04	Rumput
Rumput Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>)	5,93	4,17	5,38	4,00	Rumput
Total				63,18	

Sumber: Hasil penelitian 2022

Pentingnya mengidentifikasi spesies hijauan pakan yaitu untuk mengetahui potensi nutrisi sebagai pakan ternak ruminansia (Hambakodu dkk., 2021). Komposisi suatu padangan tidak konstan, hal ini disebabkan karena adanya perubahan susunan akibat adanya pengaruh iklim, kondisi tanah dan juga pemanfaatannya oleh ternak (Susetyo, 1980).

Hasil analisis komposisi botani di areal penggembalaan pada perkebunan kelapa dalam di Kecamatan Taniwel diperoleh komposisi jenis hijauan pakan ternak sebagai berikut: Rumput benggala (*Panicum maximum*) 16,65 %, Rumput jari air (*Paspalum disticum*) 8,37 %, Rumput jukut pendul (*Cyperus brevifolius*) 6,06%, Rumput kerbau (*Paspalum conjugatum*) 5,54%, Teki Ladang (*Cyperus rotundus*) (5%), Rumput Baltic rush (*Juncus balticu*)

4,63%, Rumput jari (*Digitaria sanguinalis*) 4,43%, smut grass (*Sporobolus indicus*) 4,13%, Rumput paitan (*Axonopus compressus*) 4,04% dan Rumput Bermuda (*Cynodon dactylon*) 4,00%.

Berdasarkan hasil perhitungan pada padang penggembalaan di areal perkebunan kelapa dalam Kecamatan Taniwel, didominasi oleh Rumput Benggala (*Panicum maximum*) (16,65%). Hal ini dikarenakan rumput benggala mudah beradaptasi di semua jenis tanah, dan tahan terhadap kekeringan sehingga dapat membuat rumput ini mudah tumbuh dimana saja (Anonymous, 2021). Rumput Benggala juga ditunjang oleh perakaran yang kuat dan dalam di tanah sehingga membuatnya sangat tegar dan tidak mudah dicabut begitu saja dari akarnya (Anonymous, 2022).

Hasil perhitungan tersebut juga terlihat bahwa hijauan jenis hijauan rumput alam yang merupakan makanan ternak

sebesar 64,48%. Tingginya persentasi disebabkan karena rumput tersebut mudah sekali tumbuh dan berkembang pada hampir semua jenis tanah yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan pada berbagai jenis iklim. Menurut Reksohadiprodjo, (1985) bahwa jenis-jenis rumput suatu padang penggembalaan alam ditentukan antara lain oleh tingkat kesuburan tanah, iklim dan curah hujan dan tinggi tempat serta ternak yang digembalakan. Selain itu menurut (Sitindaon, 2013), bahwa tingginya jenis hijauan padang rumput alam disebabkan karena jenis rumput umumnya tumbuh dengan sistem perakaran yang kuat sehingga tahan injakan dan renggutan ternak, dan perkembangannya melalui perakaran yang merayap untuk membentuk tanaman baru dan cepat menyebar jika mengalami pemotongan baik oleh ternak maupun defoliasi.

Tabel 2. Komposisi Botani (leguminosa)

Species	Ranking			Komposisi Botani (%)	Klasifikasi
	1	2	3		
Leguminosa					
Kalopo (<i>Calopogonium mucunoides</i>)	3,39	2,08	7,53	3,54	Legum
Sena (<i>Senna toral</i>)	1,69	8,33	6,45	3,54	Legum
Sentro (<i>Sentrocema</i>)	3,39	2,08	6,45	3,44	Legum
Total				10,52	

Sumber: Hasil penelitian 2022

Hasil analisis komposisi botani di areal penggembalaan pada perkebunan kelapa dalam di Kecamatan Taniwel juga terdapat beberapa komposisi jenis leguminosa dapat dilihat pada tabel 2. Seperti Kalopo (*Calopogonium mucunoides*) sebesar 3,54%, sena (*Senna toral*) sebesar 3,54%, Centro (*Centrosema pubescens*) 3,44%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa jenis-jenis leguminosa mempunyai persentase produksi bahan kering rendah. Hal ini disebabkan karena leguminosa mempunyai pertumbuhan lambat dan tidak tahan injakan setelah direngut oleh ternak jika dibandingkan dengan rumput. Menurut pendapat Junaidi

dan Susetyo, (1980) menyatakan bahwa hijauan padangan yang secara terus menerus digunakan tanpa dilakukan peristirahatan mengakibatkan pertumbuhan tanaman hijauan menjadi terhambat, tanaman yang tergolong ini yaitu jenis tanaman leguminosa. Rentannya tanaman leguminosa yang diakibatkan dari penggembalaan yang berat karena leguminosa memiliki perakaran yang kurang kuat dan tidak tahan terhadap injakan.

Perbandingan antara rumput dan legume sebesar 64,48% berbanding 10,52. Menurut Infitria *et al.*, (2021) menyatakan bahwa padang rumput yang baik memiliki perbandingan rumput alam dengan

leguminosa adalah 60% dan 40%. Belum tercapainya standar perbandingan rumput dan leguminosa pada areal penggembalaan di areal perkebunan kelapa disebabkan karena padang penggembalaan yang ada

masih merupakan padang penggembalaan alami dimana jenis rumput dan leguminosa dan tanaman pengganggu tumbuh secara alami tanpa adanya campur tangan manusia atau usaha pembudidayaan.

Tabel.3 Komposisi Botani (gulma)

Gulma					
Alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i>)	7,63	7,29	2,15	7,22	Gulma
Balinggang (<i>Galinsoga parviflora</i>)	4,24	6,25	3,23	4,52	Gulma
Pecut kuda (<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>)	3,39	2,08	7,53	3,54	Gulma
Putri malu (<i>Mimosa pudica</i>)	3,39	7,29	6,45	4,50	Gulma
Pakis (<i>Cyclosorus aridus</i>)	2,54	6,25	3,23	3,43	Gulma
Galunggung (<i>Sida acuta</i>)	1,69	6,25	6,45	3,10	Gulma
Total					26,30

Sumber : Penelitian 2022

Hasil analisis komposisi botani di areal penggembalaan pada perkebunan kelapa dalam di Kecamatan Taniwel diperoleh komposisi jenis gulma dilihat pada tabel 3. seperti Alang-alang (*Imperata cylindrica*) 7,22%, Balinggang (*Galinsoga parviflora*) 4,52%, Putri malu (*Mimosa pudica*) 4,50%, Pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*) 3,54%, Pakis (*Cyclosorus aridus*) 3,43%, Galunggung (*Sida acuta*) 3,10% Walaupun persentase gulma sangat kecil jika dibandingkan dengan rumput, tapi kalau tidak diperhatikan dengan baik maka beberapa waktu kemudian perkembangannya akan melebihi rumput karena pertumbuhannya sangat cepat. Gulma yang banyak tumbuh di suatu lahan padang penggembalaan akan mengurangi produktivitas padang penggembalaan karena keberadaan gulma akan menyaingi dan menekan produksi tanaman rumput dan leguminosa (Prawiradwiputra, 2007). Infitria *et al.*, (2021) juga menyatakan bahwa persentase gulma menjadi tinggi dikarenakan tingkat pertumbuhan rumput dan legum tidak mampu menekan pertumbuhan gulma.

Susetyo, (1980) juga mengemukakan bahwa peningkatan pertumbuhan gulma dalam padang penggembalaan harus diwaspadai karena mengarahkan kondisi padang rumput kepada terbentuknya klimaks padang gulma. Selanjutnya,

dikatakan bahwa jika padang rumput berubah arah klimaksnya menjadi padang gulma.

Selain itu gulma dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah dan akan tumbuh lebih baik di tempat-tempat terbuka seperti padang rumput, tanah terlantar dan pinggir-pinggir jalan yang tidak terawat. Rismunandar, (1989) menyatakan bahwa keberadaan gulma yang dibiarkan tumbuh subur pada suatu pertanaman dapat menurunkan hasil produksi sebesar 20-80 %.

SIMPULAN

1. Komposisi botani tumbuhan di areal perkebunan kelapa dalam untuk hijauan pakan ternak sebesar 63,18%, leguminosa 10,52%, dan tanaman pengganggu (gulma) sebesar 26,30%.
2. Perlu dilakukan pemberantasan gulma hijauan pakan dan menanam hijauan unggul untuk memenuhi kebutuhan pakan bagi ternak ruminansia

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2021. "Rumput Benggala." <https://nonatani.id/rumput-benggala/>.
- Anonymous. 2022. "Rumput Benggala ,Pakan Hijauan Ternak Sapi Idaman.

- <https://cybex.pertanian.go.id/artikel/99011/rumput-benggala-pakan-hijauan-ternak-sapi-idaman/>.
- BPS Kecamatan Taniwel. 2022. Kecamatan Taniwel Dalam Angka 2019.
- Infitria, I, P Anwar, and J Jiyanto. 2021. "Komposisi Botanis Hijauan Pakan Di Kabupaten Kuantan Singingi Riau." *Jurnal Peternakan (Jurnal of ... 5(1): 1-4.* <https://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/peternakan/article/view/3082>.
- Onesimus, Yoku, Andoyo Supriyantono, Trisiwi Widayati, and Iriani Sumpe. 2015. "Komposisi Botani Dan Persebaran Jenis-Jenis Hijauan Lokal Padang Pengembalaan Alam Di Papua Barat." *Pastura 4(2): 62-65.*
- Pakan, Ketahanan et al. 2009. "Endah Subekti KETAHANAN PAKAN TERNAK INDONESIA." *Mediagro 63(2): 63-71.*
- Reksohadiprodjo, S. 1985. "Produksi Hijauan Makanan Ternak Tropik. Fakultas Ekonomi UGM."
- Rinyuh, K I et al. 2007. "Gulma Padang Rumput Yang Merugikan. Wartazoa." 17(1): 46-52.
- Rismundandar. 1989. "Mendayagunakan Tananman Rumput Sinar Baru.Bandung."
- Sitindaon, S H. 2013. "Inventarisasi Potensi Bahan Pakan Ternak Ruminansia Di Provinsi Riau." *Jurnal Peternakan Vol Februari 10(1): 18-23.*
- Salendu A. H. S, Maryunani, Soemarno, dan Polii. 2012. "Integration of Cattle-Coconut Farming in South Minahasa Regency. Proceeding of the 2nd International Seminar on Animal Industry. 5-6 July 2012, Jakarta,
- Susetyo, S. 1980. "Pengelolaan Dan Potensi Hijauan Makanan Terak Untuk Produksi Ternak Daging. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor."
- Tarapanjang, Alfonsus Hina, Marselinus Hambakodu, and Denisius Umbu Pati. 2022. "Produksi, Komposisi Botani Dan Kapasitas Tampung Padang Pengembalaan Alam Desa Lai Ndeha Kecamatan Pandawai Kabupaten Sumba Timur." *Jurnal Peternakan Sabana 1(2): 54.*
- Tiwow, H. A.L, V. V.J Panelewen, and Arie Dp. Mirah. 2016. "Analisis Potensi Daya Dukung Lahan Untuk Pengembangan Sapi Potong Di Kawasan Pakakaan Kabupaten Minahasa." *Zootec 36(2): 476.*

PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN PENINGKATAN HASIL BELAJAR KOGNITIF SISWA PADA MATERI SISTEM GERAK PADA MANUSIA DI KELAS VIII SMP NEGERI 43 MALUKU TENGAH

Preilly Marsell Tuapattinaya^{1*}, Ine Arini², Theofany Romuty³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura.

Corresponding : pmjtuapattinaya@gmail.com

Abstract

Background: Problem Based Learning (PBL) is a teaching approach that provides challenges for students to find solutions to real world (open) problems individually and in groups. Problem Based Learning (PBL) was developed to help students solve problems and intellectual skills and give students the opportunity to be responsible for the independent learning process while developing their ability to solve problems and requiring students to have curiosity and make students more active in the learning process..

Methods: The data analysis used is normality, homogeneity and hypothesis testing.

Results: The results showed that the average posttest score in the experimental class was 70,00 with a standard deviation of 11,79, the average posttest score in the control class was 63,56 with a standard deviation of 7,83.

Conclusion: The problem based learning (PBL) model influences critical thinking skills and student learning outcomes.

Keywords: *Problem Based Learning, Critical Thinking, Learning Outcomes*

Abstrak

Latar Belakang: Problem Based Learning (PBL) adalah pendekatan pengajaran yang memberikan tantangan bagi siswa untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata (terbuka) secara individu maupun kelompok. Problem Based Learning (PBL) dikembangkan untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah dan keterampilan intelektual dan memberi kesempatan pada siswa untuk bertanggung jawab pada proses pembelajaran mandiri sekaligus mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah serta menuntut siswa memiliki rasa ingin tahu dan siswa lebih aktif lagi dalam proses pembelajaran.

Metode: Analisis data yang digunakan adalah uji normalitas, homogenitas dan pengujian hipotesis.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai posttest pada kelas eksperimen adalah 70,00 dengan standar deviasi 11,79, rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol adalah 63,56 dengan standar deviasi 7,83.

Kesimpulan: Model *problem based learning* (PBL) berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa.

Kata Kunci : *Problem Based Learning, Berpikir Kritis, Hasil Belajar*

PENDAHULUAN

Belajar merupakan suatu proses yang dilakukan seseorang untuk memperoleh pengetahuan yang berakibat pada terjadinya perubahan tingkah laku ke arah yang lebih baik (Ernata, 2017). Dalam proses pembelajaran di sekolah, kegiatan belajar harus dapat membuat siswa memahami konsep dan pengertian dengan mudah. Oleh karena itu materi yang akan dipelajari harus memiliki struktur dan penyajian yang sederhana. Belajar juga harus dapat mengembangkan kapasitas tertentu sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Tujuan dari dilaksanakannya kegiatan belajar yakni untuk membantu siswa memahami konsep bukan sekadar mengingat fakta yang terpisah-pisah (Izza., 2020).

Salah satu mata pelajaran yang menekankan pada pemahaman konsep yakni mata pelajaran biologi. Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup dan lingkungannya (Khoirudin, 2019; Tammu, 2018). Pembelajaran biologi disekolah menuntut siswa dapat memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan konseptual dan prosedural, serta menerapkannya untuk memecahkan masalah (Aqil, 2017; Aripin, 2018). Hal ini sejalan dengan tuntutan kurikulum 2013, yang menyatakan bahwa pembelajaran biologi lebih ditekankan pada peningkatan peran aktif siswa dalam mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan menyusunnya kembali (Setiawan, 2019). Pembelajaran biologi harus mencapai empat kompetensi tujuan Kurikulum 2013, yang mencakup kompetensi sikap spritual, sikap sosial, pengetahuan, dan keterampilan.

Biologi merupakan pelajaran yang cenderung bersifat hafalan (Suryanti et al., 2019). Hal itu dapat menjadi penyebab siswa sulit memahami pelajaran biologi, karena pada dasarnya mempelajari biologi tidaklah dengan menghafal segala aspek materi, melainkan memahami konsep yang ada di dalamnya (Yusup, 2018). Dari segi materi yang dipelajari, materi biologi tidak hanya berhubungan dengan konsep dari fakta-fakta ilmiah yang konkret, namun juga konsep dari objek-objek abstrak (Aisyiyah & Amrizal, 2020; Pratiwi et al., 2019). Konsep-konsep materi tersebut

merupakan landasan untuk memahami materi yang dipelajari. Siswa dimungkinkan mengalami kesulitan dalam mempelajari biologi karena adanya konsep dan istilah yang kompleks, selain itu biologi menantang siswa untuk membentuk pemahaman yang terintegrasi dari skala mikroskopis hingga makroskopis (Noviati, 2020).

Dalam proses pembelajaran guru merupakan faktor yang paling penting dalam proses pembelajaran. Upaya yang dapat dilakukan oleh guru untuk memperbaiki aktivitas dan hasil belajar siswa adalah dengan menerapkan berbagai macam model pembelajaran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan proses pembelajaran tersebut adalah melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran.

Hasil observasi yang dilakukan peneliti dalam melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran biologi di SMP Negeri 43 Maluku Tengah, ditemukan bahwa pembelajaran disekolah belum sepenuhnya optimal, karena masih ada siswa yang memperoleh hasil belajar yang rendah, masalah ini dapat dilihat dari perolehan hasil belajar siswa pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022, dimana siswa yang mencapai ghasil belajar pada KKM adalah 80% dan siswa yang tidak mencapai KKM adalah 20%, KKM yang ditetapkan di SMP Negeri 43 Maluku Tengah adalah 69.

Hal disebabkan karena proses pembelajaran masih cenderung monoton dan masih berpusat pada guru, karena itu sebagian besar dari siswa kurang aktif saat proses pembelajaran berlangsung, diduga hal ini terjadi karena kurangnya penerapan model-model pembelajaran yang membuat peran siswa pada saat pembelajaran masih kurang dan membuat hasil siswa rendah.

Problem Based Learning (PBL) adalah pendekatan pengajaran yang memberikan tantangan bagi siswa untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata (terbuka) secara individu maupun kelompok. Problem Based Learning (PBL) dikembangkan untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah dan

keterampilan intelektual dan memberi kesempatan pada siswa untuk bertanggung jawab pada proses pembelajaran mandiri sekaligus mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah serta menuntut siswa memiliki rasa ingin tahu dan siswa lebih aktif lagi dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengangkat model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan nilai KKM sesuai dengan pembelajaran Biologi.

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (quasi eksperiment) dengan rancangan penelitian. Sampel dalam penelitian ini diambil secara *purposive sampling*. Analisis data menggunakan uji statistic *Analysis of variance* (ANOVA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Uji *N-Gain*

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai *N-Gain* dengan nilai tertinggi pada kelas eksperimen adalh 94 dan kontrol adalah 75, sedangkan nilai terendah pada kelas eksperimen adalah 50 dan komtrol adalah 50. Ukuran tendensi sentral yang meliputi rata-rata (mean)

untuk kelas eksperimen sebesar dan kelas keontrol sebesar , sementara nilai tengah pada kelas eksperimen adalah 41.33 dan kelas kontrol sebesar 39.56. ukuran variansi kelompok yang meliputi jangkauan atau rentang untuk kelas eksperimen 82.05 dan kelas kontrol 55.68 sedangkan standar deviasi kelas eksperimen sebesar 23.68 dan kontrol 14.40.

Penggambaran distribusi skor *pretest* siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat diklasifiikasikan dalam bentuk interval. Penentuan jarak interval didapat dengan cara mengurangkan skor maksimum (skor ideal) dengan skor minimum dan kemudian dibagi dengan jumlah kelas interval (Widoyoko, 2012). Berdasarkan skor hasil belajar IPA, nilai kelompok sampel dapat dikategorikan dalam tiga kelompok yaitu tinggi, sedang dan rendah. Skor untuk masing-masing kategori pada saat *pretest* didapatkan dari hasil pengolahan data berikut :

Jarak interval *pretest* : 55 dikurangi 20 = 35

Interval tiap kategori : 35 dibagi 3 = 11,67 = 11

Kategori Tinggi : 44 ≤ skor ≤ 55
 Kategori Sedang : 32 ≤ skor ≤ 43
 Kategori Rendah : 20 ≤ skor ≤ 31

Hasil pengukuran hasil belajar IPA siswa terhadap data penelitian pada saat *pretest* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Pretest* Hasil Belajar IPA

Kategori	Kelas eksperimen		Kelas kontrol	
	F	%	F	%
Tinggi	8	50,00	3	18,75
Sedang	3	18,75	4	25,00
Rendah	5	31,25	9	56,25
Total	16	100,00	16	100,00

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil *pretest* pada kelas eksperimen 8 siswa (50,00%) berada pada kategori tinggi, 3 siswa (18,75%) berada kategori sedang dan 5 siswa (31,25%) berada pada kategori rendah.

Penggambaran distribusi skor *posttest* siswa kelas eksperimen dan kelas

kontrol dapat diklasifiikasikan dalam bentuk interval. Penentuan jarak interval didapat dengan cara mengurangkan skor maksimum (skor ideal) dengan skor minimum dan kemudian dibagi dengan jumlah kelas interval (Widoyoko, 2012). Berdasarkan skor hasil belajar IPA, nilai kelompok sampel dapat dikategorikan

dalam tiga kelompok yaitu tinggi, sedang dan rendah. Skor untuk masing-masing kategori pada saat *posttest* didapatkan dari hasil pengolahan data berikut
 Jarak interval *pretest* : 94 dikurangi 46 = 48
 Interval tiap kategori : 43 dibagi 3 = 16

Kategori Tinggi: $78 \leq \text{skor} \leq 94$
 Kategori Sedang: $61 \leq \text{skor} \leq 77$
 Kategori Rendah: $44 \leq \text{skor} \leq 60$
 Hasil pengukuran hasil belajar siswa pada saat *posttest* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Posttest* hasil belajar siswa

Kategori	Kelas eksperimen		Kelas kontrol	
	F	%	F	%
Tinggi	4	25,00	-	-
Sedang	9	56,25	8	50,00
Rendah	3	18,75	8	50,00
Total	16	100,00	16	100,00

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa hasil *posttest* pada kelas eksperimen 4 siswa (25,00%) berada pada kategori tinggi, 9 siswa (56,25%) berada pada kategori sedang dan 3 siswa (18,75%) berada pada kategori rendah. Pada kelas kontrol untuk kategori tinggi tidak ada, 8 siswa (50,00%) berada pada kategori sedang dan 8 siswa (50,00%) berada pada kategori rendah

Setelah kedua kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal dan homogeny, maka dilakukan uji hipotesis. Analisis yang digunakan adalah uji-F dengan bantuan SPSS.

Didapatkan nilai signifikansi *posttest* hasil belajar siswa adalah 0,079 yang berarti lebih besar dari 0,050 ($0,079 < 0,050$). Hal ini berarti pada kondisi akhir (setelah diberikan perlakuan) kedua kelompok sampel memiliki kemampuan IPA yang seimbang.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian N-Gain dengan nilai tertinggi pada kelas eksperimen adalah 94 dan kontrol adalah 75, sedangkan nilai terendah pada kelas eksperimen adalah 50 dan kontrol adalah 50. Ukuran tendensi sentral yang meliputi rata-rata (mean) untuk kelas eksperimen sebesar dan kelas kontrol sebesar , sementara nilai tengah pada kelas eksperimen adalah 41.33 dan kelas kontrol sebesar 39.56. ukuran variansi kelompok yang meliputi jangkauan atau rentang untuk kelas eksperimen 82.05 dan kelas kontrol 55.68 sedangkan standar deviasi kelas eksperimen sebesar 23.68 dan kontrol 14.40.

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan One Way Anova antara hasil belajar *posttest* kelas eksperimen dengan hasil belajar *posttest* kelas kontrol, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen adalah sebesar 70,00 dengan standar deviasi 11,79. Sementara itu rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol adalah sebesar 63,58 dengan standar deviasi 7,83. Terdapat perbedaan rerata sebesar 6,42. Nilai probabilitas atau sig. (2-Tailed) sebesar 0,079 yang berarti lebih dari 0,050 ($0,079 > 0,050$). Berdasarkan hal tersebut, maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar pada data *posttest* dikelas eksperimen dengan data *posttest* dikelas kontrol. Hal ini membuktikan bahwa ada pengaruh yang signifikan setelah dilakukan perlakuan dengan model Problem Based Learning terhadap hasil belajar kognitif siswa kelas VIII SMP Negeri 43 Maluku Tengah. Berdasarkan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh model Problem Based Learning terhadap hasil belajar kognitif siswa kelas VIII SMP Negeri 43 Maluku Tengah.

SIMPULAN

Penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem gerak berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis dan peningkatan hasil belajar kognitif siswa kelas VIII SMP Negeri 43 Maluku Tengah. Dapat dilihat dari perolehan nilai rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen sebesar 70,00

sedangkan pada kelas kontrol sebesar 63,68.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyiyah, A. T. P., & Amrizal, A. (2020). Penerapan Pendekatan Saintifik (Scientific Approach) Dalam Pembelajaran Biologi SMA. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(4).
- Ananda, R., & Fadhilaturrahmi, F. (2018). Analisis Kemampuan Guru Sekolah Dasar Dalam Implementasi Pembelajaran Tematik Di Sd. *Jurnal Basicedu*, 2(2),11-21.
- Arianti. (2019). Urgensi Lingkungan Belajar Yang Kondusif Dalam Mendorong Siswa Belajar Aktif. *Didaktika*, 11(1),4.
- Aripin, I. (2018). Potensi Keunggulan Lokal Kabupaten Majalengka dan Pemanfaatannya Pada Pembelajaran Biologi. *Bio Educatio*, 3(1), 279489.
- Arifin, S. (2021) Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Pada Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XI MA AL-Musyawwir Basuki Situbondo.
- Aqil, D. I. (2017). Literasi Sains Sebagai Konsep Pembelajaran Buku Ajar Biologi di Sekolah. *Wacana Didaktika*, 5(02), 160–171.
- Bagod Sudjadi Dkk. (2005). *Biologi Sains dalam Kehidupan 2A*, Jakarta: Yudhistira.
- Direktorat Tenaga Kependidikan . (2008) *Penilaian Hasil Belajar*. Jakarta Kompetensi Evaluasi Pendidikan 04-A1, Pengawas Sekolah Pendidikan Dasar.
- Ernata, Y. (2017). Analisis Motivasi Belajar Peserta Didik Melalui Pemberian Reward Dan Punishment Di SDN Ngaringan 05 Kec. Gandusari Kab.Blitar. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*, 5(2), 781.
- Faidah Rahmawati, Nurul Urifah, Ari Wijayati. 2009. "*Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program MIPA*. Jakarta : CV.Ricardo
- Izza, A. Z., Falah, M., & Susilawati, S. (2020). Studi Literatur: Problematika Evaluasi Pembelajaran Dalam Mencapai Tujuan Pendidikan Di Era Merdeka Belajar. *Konferensi Ilmiah Pendidikan Universitas Pekalongan* (2020), 10–15.
- Juanda, R. (2017). Pngaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas V SDN Gugus Wiajayakusuma Ngaliyan Semarang.
- Khoirudin, M. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Biologi Berbasis Scientific Approach Terintegrasi Nilai Keislaman Pada Materi Interaksi Antar Makhluk Hidup Dengan Lingkungan. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 1(1), 33.
- Liu, Min. (2005). *Motivating Students Through Problem-based Learning*. University of Texas : Austin. [online]. Tersedia : <http://> [22-03-2007]
- Marpaung, R. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keaktifan Siswa. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 16-22.
- Noviati, wiwi. (2020). Kesulitan Pembelajaran Online Mahasiswa Pendidikan Biologi di Tengah Pandemi Covid19. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(1),.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1).
- Renni Diastuti. (2009). "*BIOLOGI untuk SMA/MA Kelas XI*" Jakarta. CV. Sindunata
- Saputri, Ristia. (2017). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil belajar Tematik Pada Siswa Kelas V Di Sekolah Dasar Negeri 2 Labuhan Ratu Bandar Lampung*. Bandar Lampung: Skripsi Universitas Lampung.Pdf. Diakses 28 Juli 2018.

- Setiawan, A. R. (2019). Efektivitas Pembelajaran Biologi Berorientasi Literasi Saintifik. *Thabiea : Journal Of Natural Science Teaching*, 2(2).
- Suryanti, E., Fitriani, A., Redjeki, S., & Riandi, R. (2019). Identifikasi Kesulitan Mahasiswa Dalam Pembelajaran Biologi Molekuler Berstrategi Modified Free Inquiry. *Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 10(2), 37–47.
- Suryosubroto, (1997). pada proses pembelajaran oleh peserta didik (*student of learning*), dan bukan pengajaran oleh guru (*teacher of teaching*).
- Tamba, Y. R., Napitupulu, M. A., & Sidabukke, M. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Hewan Invertebrata Di Kelas X. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 8(1).
- Tammu, R. M. (2018). Keterkaitan Metode dan Media Bervariasi dengan Minat Siswa dalam Pembelajaran Biologi Tingkat SMP. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 2(2), 134.
- Unaola, V. (2022). Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Hasil Belajar Peserta Didik SMA Negeri 2 Tondano. Skripsi. Jurusan Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Kebumihan Universitas Negeri Manado.
- Wardani, S. D. (2015). Penerapan Bahan Ajar Berbasis PBL (*Problem Based Learning*) terhadap kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Yusup, I. R. (2018). Kesulitan Guru Pada Pembelajaran Biologi Tingkat Madrasah/Sekolah Di Provinsi Jawa Barat (Studi Kasus wilayah Priangan Timur). *Jurnal BIOEDUIN : Program Studi Pendidikan Biologi*, 8(2).

KAJIAN EKOLOGI JENIS ALGAE LAUT BAGI KEHIDUPAN ORGANISME DI ZONA INTERTIDAL PERAIRAN PANTAI KECAMATAN SALAHUTU PULAU AMBON

Hasan Tuaputty^{1*}, Louvenska Latupeirissa², Ine Arini³

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura, Ambon

Corresponding: hasantuaputty123@gmail.com

Abstract

Background: The coastal waters in the intertidal zone of Tulehu Village, Salahutu District, Ambon Island are a good habitat for the growth of various types of macroalgae which ecologically have an important role for the sustainability of various types of marine biota, because the growth of various macroalgae is very fast with various thallus, allowing an ecosystem to form as a place to live. live various marine biota.

Methods: This research is a descriptive study using sampling techniques for types of Algae by survey in the intertidal zone of coastal waters in Tulehu Village, Ambon Island, Salahutu District, Central Maluku Regency. The Algae sampling process was carried out during the tides from January 6 to January 20 2024. . This research is a descriptive study using sampling techniques for types of Algae by survey in the intertidal zone of coastal waters in Tulehu Village, Ambon Island, Salahutu District, Central Maluku Regency.

Results: The findings of marine macroalgae in the Intertidal Zone include *Chaetomorpha crassa*, *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, *Sargassum crassifolium*.

Conclusion: The macroalgae found in the intertidal zone of the coastal waters of Tulehu Village on Ambon Island are 6 types of macroalgae, *Chaetomorpha crassa*, *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, *Sargassum crassifolium*. *Ulva lactuca*, brown macroalgae species *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate* and red macroalgae species *Sargassum crassifolium*, each type of macroalgae has a different substrate according to the substrate conditions and the presence of different environmental factors.

Keywords: *Macroalgae*. *Substrate*, *Thalus*

Abstrak

Latar Belakang: Perairan pantai di zona intertidal Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Pulau Ambon merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan berbagai jenis macroalgae yang secara ekologi memiliki peran penting bagi keberlangsungan berbagai jenis biota laut, karena pertumbuhan berbagai makroalga begitu cepat dengan berbagai thallus yang beragam, memungkinkan terbentuk ekosistem sebagai tempat hidup berbagai biota laut.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan teknik pengambilan sampel jenis-jenis Algae secara survey di zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Pulau Ambon Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah.

Hasil: Hasil temuan Makroalga laut di Zona Intertidal antara lain *Chaetomorpha crassa*, *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, *Sargassum crassifolium*.

Kesimpulan: Makroalga yang ditemukan pada zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Pulau Ambon sebanyak 6 jenis Makroalga Spesies *Chaetomorpha crassa*, *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, *Sargassum crassifolium*, Ke enam jenis ini terdiri dari Makroalga hijau seperti *Chaetomorpha crassa*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, Makroalga coklat spesies *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate* dan Makroalga merah spesies *Sargassum crassifolium*, Masing-masing jenis Makroalga memiliki substrat yang berbeda sesuai dengan kondisi substrat serta adanya faktor lingkungan yang juga berbeda.

Kata Kunci: Makroalga. Substrat, Thalus

PENDAHULUAN

Algae yang ditemukan di perairan pantai Kecamatan Salahutu Desa Tulehu Pulau Ambon memiliki peran yang sangat strategis bagi keberlangsungan hidup berbagai jenis organisme laut seperti jenis-jenis ikan karang maupun organisme invertebrate laut terutama Crustacea, Gastropoda, Bivalvia, Annelida, Echinodermata. Menurut Rene Charles Kepele, 2019, bahwa berbagai jenis algae laut memiliki potensi sebagai sumberdaya hayati memiliki nilai ekonomis baik yang sudah dikelola dan dimanfaatkan bagi kehidupan organisme laut termasuk kehidupan manusia dan berlaku di semua perairan pantai dan laut diseluruh wilayah Indonesia. Menurut Agung Kuswandono dkk, 2020 bahwa potensi sumber daya perairan pantai dan laut yang memiliki keanekaragaman sebesar 70% memberikan manfaat bagi manusia. Salah satu potensi sumberdaya Perairan pantai dan laut adalah berbagai jenis makroalgae. Makroalgae merupakan tumbuhan laut bersifat fotoautotrof atau dapat membuat makanannya sendiri dengan cara berfotosintesis, serta mampu menjaga keseimbangan lingkungan secara ekologi di suatu perairan pantai dan laut.

Perairan pantai di zona intertidal merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan berbagai jenis macroalgae yang secara ekologi memiliki peran penting bagi keberlangsungan berbagai jenis biota laut, karena pertumbuhan berbagai makroalga begitu cepat dengan berbagai thallus yang beragam, memungkinkan terbentuk ekosistem sebagai tempat hidup berbagai biota laut, seperti padang lamong. Menurut Arifin dkk, 2020 menjelaskan bahwa makroalgae secara ekologi mampu menjaga kestabilan lingkungan perairan terhadap tingginya emisi berbagai zat yang tidak terpakai seperti carbondioksida dan zat lainnya, hal ini dikarenakan adanya keragaman jenis-jenis makroalgae yang dapat melisis emisi karbon dioksida di suatu Perairan, makroalgae mampu meroba emisi carbondioksida (CO₂) sebesar 50%, melalui fotosintesis. Dengan demikian berbagai jenis Algae yang ditemukan hidup di berbagai Perairan pantai dan laut

memiliki peran ekologi bagi kehidupan organisme laut serta manusia.

Menurut Syarifah Wdya Ulfa, 2024 bahwa Alga merupakan organisme berperan penting secara ekologi bagi kehidupan organisme air dan juga bagi kesehatan manusia, karena memiliki berbagai zat anti toksin. Selain memiliki zat anti toksin algae laut juga dapat meningkatkan pertumbuhan bagi dirinya serta memiliki zat yang dapat meningkatkan proses pertumbuhan dan perkembangan bagi makroalgae itu sendiri. Zona intertidal sebagai daerah pasang surut yang senantiasa mendapat sinar matahari sangat baik untuk pertumbuhan makroalgae berlangsung cepat di air yang tenang atau diam, serta adanya dengan bantuan fosfat dan Nitrat dalam air dapat mendukung pertumbuhan makroalgae.

Tuaputty Hasan 2022, menyimpulkan bahwa zona intertidal daerah pasang surut dapat ditemukan berbagai jenis makroalga yang menempel di berbagai substrat (epilitik), substrat berlumpur atau berpasir (epipalikal). Ana I. Azevedo Neto, et al, 2020 bahwa makroalgae memiliki peran penting di zonasi intertidal dengan berbagai jenis seperti Algae hidup berifat autotrof (dapat menyusun makanannya sendiri), makroalgae Cyanophyta (algae biru), Chlorophyta (Algae hijau), Chrysophyta (Algae keemasan), Phaeophyta (Algae coklat) dan Rhodophyta (Algae merah).

Zona litoral merupakan daerah pantai yang terletak di antara pasang tertinggi dan surut terendah, daerah ini mewakili daerah peralihan dari kondisi lautan ke kondisi daratan. Adanya radiasi matahari, variasi temperatur, dan salinitas pesisir ke laut senantiasa mengalami fluktuasi faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan makroalgae. Menurut Kawaroe, dkk (2021) komunitas algae pada suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tersebut. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga antara lain: suhu, nutrisi (unsur hara), intensitas cahaya, aerasi (sumber CO₂), dan oksigen terlarut. Salinitas dan derajat keasaman (pH). Pada daerah ini mempunyai pengaruh yang lebih berarti jika dibandingkan dengan daerah

laut lainnya Keberadaan jenis jenis algae di zonan intertidal ini secara ekologi perlu dikaji lebih mendalam berdasarkan fungsi dan peran masing-masing jenis makroalgaina, sehinggatujuan kajian keberadaan jenis-jenis makroalgae di zona intertidal perairan pantai Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Palau Ambon yang merupakan wilayah penghasil sumber daya hasil laut pertlu mendapat perhatian sebagai wiyah konservasi penghasil biota laut yng perlu dilindungi. Menurut Keanekaragaman hayatinya yang tinggi, keragaman faktor lingkungan, serta kemudahan untuk mencapainya menyebabkan daerah

ini mendapatkan perhatian khusus secara ilmiah

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan teknik pengambilan sampel jenis-jenis Algae secara survey di zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Pulau Ambon Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah, Proses pengambilan sampel Algae ini dilakukan selama proses pasang surut air laut dari tanggal 6 januari sampai 20 januari 2024. Selain itu pengukuran faktor fisik dan lingkungan perairan dilakukan di setiap ditemukannya makroalga menggunakan alat dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. pengukuran faktor fisik dan lingkungan perairan

Nama Alat/Bahan	Kegunaan
Refakto meter	Mengukur salinitas air laut
pH meter	Keasaman air laut
Termometer	Suhu Air laut
Alat Digital CO dan O terlarut	Mengukur Kuat Arus air laut
Kamera Digital	Mendokumentasi seluruh kegiatan penelitian

Jenis-jenis makroalga yang diperoleh dari hasil sulvey di zona intertidal dilakukan identifikasi menggunakan berbagai literature berdasarkan morfologi dan anatomi jenis makroalgae dan isesuaikan dengan struktur taksonominya serta dilakukan kajian ekologisnya berdasarkan berdasarkan kondisi faktor lingkungan. Data makroalga yang diperoleh selain dianalisis secara deskriptif juga dilakukan sesuai tujuan penelitian yakni menkawab permasalahan fungsi dan peran masing-masing jenis makroalga yang ditemukan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Identivikasi Jenis Algae yang ditemukan di zona Perairan Pantai Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Pulau Ambon, Berdasarkan hasil identivikasi sesuai struktur taksonomi berdasarkan media dokumentasi gambar sesuai literature dari berbagai hasil penelitian, maka temuan jenis-jenis algae sesuai hasil survey di zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Pulau Ambon, hasilnya dapat dijelaskan dibawah ini:



Gambar 1. Jenis-jenis algae di zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Pulau Ambon

Untuk mempertegas kedudukan jenis-jenis algae yang di temukan dijelaskan

sesuai kedudukan taksonomi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis algae yang di temukan

Kelas	Ordo	Family	Genera	Spesies
Chorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha crassa</i>
Chorophyceae	<i>Velanoales</i>	<i>Veloniaceae</i>	<i>Valonia</i>	<i>Valonia aegagrophila</i>
Rodophyceae	<i>Gigartinales</i>	<i>Gracilariaceae</i>	<i>Gracilaria</i>	<i>Gracilaria arcuata</i>
Rhodophyceae	<i>Acanthales</i>	<i>Acanthoporaceae</i>	<i>Acanthopora</i>	<i>Acanthopora muscoides</i>
Chorophyceae	<i>Ulvales</i>	<i>Ulvaceae</i>	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>
Phaeophyceae	<i>Fucales</i>	<i>Sargassaceae</i>	<i>Sargasum</i>	<i>Sargasum crassifolium</i>

Hasil pengukuran faktor lingkungan di zona intertidal perairan pantai di Desa Tulehu tempat ditemukan masing-masing

jenis makroalga dilakukan pada saat air laut mengalami surut terjauh. Hasil pengukuran di jelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Faktor Fisik dan Kimia Di Zona Intertidal Tempat Ditemukan Jenis Makroalga Perairan Pantai Desa Tulehu Kecamatan Salahutu Pulau Ambon

Tempat Makroalga	Suhu (°C)	Sakinita (‰)	CO ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	pH
<i>Chaetomorpha crassa</i>	29. °C	30 ‰	4,5 DO ₂ mg/L	7.4 O ₂ mg/l	7.5 pH
<i>Valonia aegagrophila</i>	28. °C	30 ‰	5,5 DO ₂ mg/L	6.5 O ₂ mg/l	6,8 pH
<i>Gracilaria arcuata</i>	27. °C	32 ‰	4,5 DO ₂ mg/L	6.5 O ₂ mg/l	6.8 pH
<i>Acanthopora muscoides</i>	28. °C	29 ‰	5,5 DO ₂ mg/L	7.2 O ₂ mg/l	7.5 Ph
<i>Ulva lactuca</i>	29. °C	32 ‰	4,5 DO ₂ mg/L	6.5 O ₂ mg/l	7.2 pH
<i>Sargasum crassifolium</i>	27. °C	34 ‰	5,5 DO ₂ mg/L	6.8 O ₂ mg/l	7.2 pH

Berdasarkan data pada Tabel 3 di atas dapat dikatakan parameter kimia dan fisik perairan paitai Desa Tulehu, ternyata menunjukkan rata-rata parameter air laut dapat dijelaskan sebagai berikut: Suhu °C perairan berkisar antara 27 °C - 29 °C , Salinitas Air laut berkisirs 30 ‰, - 34 ‰, CO₂ terlarut berkisar 4,5 CO₂ mg/l sampai 5.5 CO₂ mg/l, sedangkan O₂ terlarut 6,5 mg/L sanpai 7.4 mg/l dan tingkat keasaman Perairan berkisar pH 6.8 – pH 7.5.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamaran morfologi spesies makroalgae *Chaetomorpha crassa* memiliki thallus membentuk rumpun dengan konstruksi filamen yang tidak bercabang terlihat spesies (alga yang sederhana), *Chaetomorpha crassa* memiliki silindris, menyerupai benang, kaku, melingkar dan kusut atau sedikit terjalin, makroalga ini tumbuh merayap diatas substrat. Berpasir larikil maupun berbati yang kares di daeri zona itertidal pada saat air laut surut. Warna *Chaetomorpha crassa* hijau muda

dan tumbuh epifit bersama alga lainnya, selain itu Nampak holdfast rhizoid yang ukurannya sangat kecil. Menurut Watung Preisy Meicy Meriam, at al, 2016 bahwa Makroalga *Chaetomorpha crassa* habitat alga ini yaitu substrat karang mati, pasir berkerikil yang keras bahkan benda terapung atau berkoloni bersama-sama dengan alga atau lamun yang di daerah intertidal. Hairati Arfah 2016 bahwa makroalga *Chaetomorpha crassa* merupakan makroalga yang penyebarannya di paraian pantai bapa berbagai substrat yang keras , jenis makroalga ini *Chaetomorpha crassa* memiliki peran ekologi penting sebagai sumber makanan berbagai biota laut dengan intensitas yang tinggi, disribusi terutama di wilaya paraian Pualau Ambon, Pulau Kei, seluru wilayan Perairan Maluku dan Wilayah Indonesia lainnya.

Rany Dwimayasanti, 2918 bahwa *Acanthopora muscoides*, merupakan spesies makroalga yang sering dijumpai pada berbagai daerah pasang surut. Spesies makroalga tersebut diduga

mampu bertahan dengan cara melekatkan thallusnya pada berbagai jenis substrat serta memiliki sebaran yang luas pada area pecahan karang dan pasir. Pertumbuhan *Acanthophora muscoides* sangat di pengaruhi oleh faktor lingkungan perairan terutama suhu dan salinitas berkisar antara 27 0C sampai 29 0C sedangkan salinitas 30 0/00, – 34 0/00, Demikian demian *Acanthophora muscoides* yang ditemukan di zona interidal Perairan pantai Desa Tuleh Kecamatan Salahu Tu Pulau Ambon sangat sesuai dengan apa yang dikemukakan Rany Dwimayasanti , 2918, dan Wilis Ari Setyati 2017 bahwa faktor lingkungan Perairan yang baik untuk pertumbuhan makroalga *Valonia fastigiata* *Ulva lactuca*. *Acanthophora muscoides* pada kisaran salinitas 29 0/00, -- 32 0/00, dengan tingkat keasaman air 7 pH – 8 pH. Dengan demikian kombinasi struktur substrat sangat menentukan variasi spesies rumput laut. Makroalga yang memiliki akar yang kuat seperti *Halimeda opuntia*, *Achantophora muscoides*, Berbagai Jenis makroalga memiliki kemampuan dalam bertahan hidup pada lingkungan yang memiliki arus kuat. Makroalga *Achantophora muscoides* dan *Gracilaria arcuata* *Ulva lactuca* *Sargasum crassifolium* merupakan makroalga yang mampu berkembangbiak pada kondisi perairan dengan gelombang dan arus yang kuat. Kondisi Gelombang dan arus ini akan meningkatkan adanya oksigen terlarut yang memungkinkan adanya berbagai peran Makroalga sebagai ekosistem yang baik bagi kehidupan organisme laut. Hal yang sama juga terjadi pada Makroalga *Chaetomorpha crassa* memiliki pertumbuhan menempel pada batu atau sela-sela karang untuk bertahan hidup pada daerah yang memiliki arus tenang dan gelombang laut yang tidak terlalu kuat

Makroalgae *Valonia aegagrophila* ditemukan pada daerah untermidal zona pasang surut yang hidup bersama di terumbu karang baik yang hidup dan juga karang mati, makro laga ini penyebarannya pada substra karang maupun karang mati yang keras, memiliki thallus berbentuk seperti bantalan tebal, bulat sampai lonjong, berwarna hijau tua dan muda

kekuningan. Bentuk percabangan tidak beraturan. Makro algae ini memiliki peran ekologis bagi keberlangsungan biota laut Menurut Habitat alga ini biasanya dapat ditemukan pada karang berbatu. Watung Preisy Meicy Meriam, 2016 bahwa *Valonia aegagrophila* memiliki hallus tegak membentuk semacam bantalan atau gerombolan tebal, lebih dari 2 lapis, lebar mencapai 3 cm, thallus tersusun oleh vesikulata yang berbentuk seperti balon, pendek atau agak memanjang, panjang vesikula mencapai 0,6 cm dan berdiameter mencapai 0,4 mm. Memiliki holdfast rhizoid dengan percabangan yang tidak teratur dan vesikula saling melekat. Habitat terdapat di karang batu pada kolam-kolam daerah intertidal. Distribusi di Indonesia yaitu Kepulauan Kei Maluku Tenggara dan Pulau Ambon. Sanger G, 2018 menjelaskan bahwa seluruh makroalgae *Cholorophyceae* memiliki peran sebagai sumber makanan dalam setiap zona intertidal sebagai sumber kehidupan dalam menjaga kelstarian lingkungan Perairan.

Irawan, S, 2017 menyatakan jenis-jenis makroalga dari Famili *Gracilariaceae* genus *Gracilaria*, *Amphiroa*, dan *Gracilaria* lebih cenderung hidup menempel pada habitat karang mati maupun pecahan karang mati dan berpasir kerikil , hal ini sejalan dengan ditemukan makroalga *Gracilaria arcuata* di perairan pantai zona intertidal Desa Tulehu Pulau Ambon. Makroalga ini memiliki thallus yang diletakan pada substrat dimana makroalgae ini menempati substrat. Hasil pengamatan memperlihatkan adanya *Thallus* silindris, licin, berwarna kuning cokelat, percabangan tidak beraturan dan kadang-kadang berulang-ulang memusat di bagian pangkal. Cabang-cabang lateral memanjang. Ditemukan di zona intrtidal yang tergenang air maupun tidak pada substrat yang keras seperti substrat batu. Keberadaan *Gracilaria arcuata* melekatkan tubuhnya menggunakan thalus pada substrat yang ditempati sangat kuat. Marsya J. Rugebregt , 2021 Irawan, S, 2017 bahwa *Gracilaria arcuata* makroalge ini penyebarannya hampir di seluruh wilayah pasang surut air laut dan penyebarannya sangat dominan di bagian timur terutama daerah maluku , memiliki peran ekologi sangat penting dan

mengandung berbagai zat bagi kebutuhan hidup manusia seperti protein lemak dan anti bakteri, dapat digunakan sebagai sumber makanan

Muhamad Rauf Ramdan , 2021 bahwa *Ulva lactuca* merupakan anggota dari chlori phyta ordo ulvophyceae, memiliki embaran thalus lembaran kecil pipih, berwarna hijau karena mengandung kloroplas, talus bercabang-cabang, hidup berkoloni. Dari hasil pengamatan secara morfologi makroalga *Ulva lactuca* yang ditemukan di Perairan pantai Desa Tulehu zona intertidal diperoleh ukuran talus antara 5-15 cm. Alga ini memiliki holdfast (rhizoid) berbentuk serabut, ditemukan menempel pada bebatuan, terumbu karang, dan pasir. Alga ini hidup di daerah pasang surut pesisir pantai. Menurut Ana I. Azevedo Neto bahwa reproduksi makroalga secara seksual terjadi melalui isogami, sedangkan reproduksi aseksualnya terjadi dengan zoospore kelas Chlorophyceae, ordo Ulvales, spesies *Ulva lactuca*. Makroalga Ulvales mempunyai thalus berbentuk lembaran tipis seperti sila oleh karena sehingga biasanya di sila laut. *Ulva lactuca* biasanya di temukan melakat pada substrat dengan cangram thalus pada substrat yang keras. pada tangkai yang pendek dan tipis dengan lebar 0,1 mm dengan bentuk ukuran daun tidak teratur dan Nampak lebar dengan ukuran dapat mencapai 20 mm. Makroalga memiliki tiga macam pigmen fotosintetik yaitu klorofil, karotenoid, dan fikobilin (ketiganya terdapat dalam kloroplas). Sebagai hasil fotosintetiknya, makroalga ini menyimpan berbagai produk makanan cadangan sebagai granula atau globul dalam sel-selnya.

Makroalga *Sargassum* merupakan bagian dari kelompok rumput laut mengandung pigmen coklat (Phaeophyceae) dan genus terbesar dari famili Sargassaceae. *Sargassum crassifolium* yang ditemukan di Perairan pantai Desa Tulehu zona intertidal memiliki thallus berwarna coklat terang dengan sedikit coklat tua agak gelap, tinggi makroalga jenis *Sargassum crassifolium* sekitar 10 cm - 15 cm. Memiliki Holdfast berbentuk seperti cakram dengan batang primer dan silindris. Bagai blade agak lemas hingga kaku, berbentuk oval,

melingkar, tepi blade lurus, bergelombang, berduri halus hingga kasar. Reseptakel dalam silindris atau agak pipih, bercabang-cabang, permukaannya bergelombang, panjangnya sekitar 5-7 mm. *Sargassum crassifolium* banyak di jumpai pada habitat dengan substrat keras terutama di karang mati atau larang hidup serta batuan karikil terlihat dengan jelas pada saat air laut surut di daerah intertidal hingga subtidal.

Chalvyn S, dkk, 2017 bahwa jenis Makroalga *Sargassum* yang paling banyak ditemukan di perairan pantai daerah intertidal dan juga subtidal memiliki thalus silindris dan berduri kecil. Thalus bercabang dan percabangan ini dinamakan pinnatus alternates sedangkan anak percabangannya merupakan daun. Tiap-tiap percabangan thallus terdapat gelembung udara berbentuk bulat yang disebut Bladder. Bladder berfungsi untuk menopang cabang-cabang thalus terapung ke arah permukaan air agar mendapatkan intensitas cahaya matahari. Thalus sedikit datar, licin tetapi batang utama bulat dan agak kasar. Panjang pinnatus alternates antara 30-50 cm. daun berbentuk oval memanjang 40 x 10 mm dan terdapat urat tengah daun.

Syarifah widya ulfa , 2023 Beberapa spesies dari alga coklat mempunyai karakter morfologi yang mirip dengan tumbuhan vaskuler, karena mempunyai bentuk tubuh yang menyerupai batang, pangkal batang, daun, akar, bunga, bahkan semacam buah di antara daun-daunnya. Makroalga coklat (Phaeophyta) memiliki peran penting dalam siklus ekosistem perairan pantai sebagai tempat mencari makan tempat berlindung berbagai biota laut merupakan salah satu kelompok makroalga yang tersebar melimpah di zona intertidal.

Keberadaan jenis makroalga yang ditemukan di zona intertidal perairan pantai Desa Tulahe Pulau Ambon ditentukan sangat ditentukan oleh habitat (substrat). Kestabilan, kekerasan, tekstur permukaan dan porositas substrat penting artinya bagi pertumbuhan yang mendukung kelimpahan dan keragaman makroalga. Hal pengamatan terhadap keberadaan jenis Makroalga sesuai hasil suvey terlihat adanya substrat batuan karang, dan batuan – batuan keras serta pecahan

karang mati yang berbatu, karang masif dan pasir yang lebih stabil mempunyai keanekaragaman makro alga yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempat tempat yang hanya bersubstrat pasir dan lumpur. Frijona Lokolo, 2019, menjelaskan bahwa jumlah spesies makro alga pada beberapa lokasi di Pulau Ambon. ditemukan kurang lebih 40% dari total spesies makro alga di Pulau Ambon. Hal ini disebabkan bahwa faktor lingkungan juga mempengaruhi komposisi makro alga diantaranya cahaya, musim, suhu, salinitas, serta *CO₂ terlarut berkisar 4,5 CO₂ mg/l sampai 5.5 CO₂ mg/l, dan O₂ terlarut 6,5 mg/l sampai 7.4* serta kemampuan bertahan dan substrat yang mendukung pertumbuhan makro alga. Dengan demikian jenis makroalga yang ditemukan di perairan panatai zona intrtidal Desa Tuleh Pulau Ambon memiliki peran penting dalam bagi organisme laut sebagai sumber makanan perimer bagi kelastaraian berbagai jenis biota laut.

Hal ini sejalan dengan pandangan Ira, dkk., 2018 bahwa habitat tempat hidup makro alga memegang peranan penting dalam dalam meningkatkan keberadaan organisme laut agar tetap mendapat suplai makanan bagi kehidupan, menginkat makroalga merupakan komponen rantai makanan yang sangat di perlukan bagi biota laut dan memankan peran penting dalam menentukan keseimbangan bagi kehidupan dalam suatu komunitas di daerah intertidal.

SIMPULAN

Makrolaga yang ditemukan pada zona intertidal Perairan pantai Desa Tulehu Pulau Ambon sebanyak 6 jenis Makroalga Spesies *Chaetomorpha crassa*, *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, *Sargassum crassifolium*, Ke enam jenis ini terdiri dari Makroalga hijau seperti *Chaetomorpha crassa*, *Valonia fastigiata*, *Ulva lactuca*, Makroalga coklat spesies *Acanthopora muscoides*, *Gracilaria arcuate* dan Makroalga merah spesies *Sargassum crassifolium*, Masing-masing jensi Makroalga memiliki substrat yang berbeda sesuai dengan kondisi substrat serta adanya faktor lingkungan yang juga berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Kuswandono dkk, 2020. Pedoman Pengukuran Kesehatan Laut Indonesia, ISBN 978-602-73674-4-9 Diterbitkan oleh Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman Dan Investasi Gedung Kemenko Maritim Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta 10340 Telp. +62 21 2395 1100 Fax. +62 21 391295. Jakarta.
- Ana I. Azevedo Neto, Afonso C. L. Prestes, Nuno Vaz Álvaro, Roberto Resendes, Raul M. A. Neto, Ignacio Moreu, 2020. Marine algal (seaweed) flora of Terceira Island, Azores. Biodiversity Data Journal 8: e57462 doi: 10.3897/BDJ.8.e57462
- Anisa Sofyana, 2016 Distribusi Dan Pemanfaatan Makroalga Lokal Di Sepanjang Pantai Selat an Gunung Kiduk Yogyakarta. State Islamis Universiti Sunan Kalijaga Yogyakarta. Program Studi Pendidikan Biologi
- Arifin dkk, 2020. Kajian Lingkungan Hidup Strategis Rencana Pembangunan Jangkah Menengah Nasuional, 2020-2024. Kementrian PPN/ Bappenas. Jakarta
- Chalvyn S. Pakidi dan Hidayat Suryanto Suwoyo, 2017 Potensi Dan Pemanfaatan Bahan Aktif Alagae Coklat Sargassum sp. Jurnaal Octopis Volume 6, Nomor 1, Juni 2017. Dosen Pada Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus, Merauke, Papua Peneliti pada Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros e-mail: pakidichalvyn@y
- Frijona Lokolo, 2019 Komunitas Makro Alga di Perairan Pantai Eri Teluk Ambon (Community of Macro Alga in Erie Coastal Waters Ambon Bay) Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura frijona.lokollo@fpik.unpatti.ac.id Jurnal TRITON Volume 15, Nomor 1, April 2019, hal. 40 – 45 41 P-ISSN 1693-6493 E-ISSN 2656-2758 DOI: [https://doi.org/10.30598 /TRITON vol15issue1page40-45](https://doi.org/10.30598/TRITONvol15issue1page40-45)

- H. Rully Tuiyo, 2016 Budidaya Alga Laut. (*kappaphycusalvarezii*) Dalam Kantung Plastik. Universitas Negeri Gorontalo Anggota IKAPI Jalan Jenderal Sudirman No. 6 Telepon (0435) 821125 Kota Gorontalo Website: www.ung.ac.id
- Hairati Arfah dan Simon I. Patty, 2016 Kualitas Air dan Komunitas Makroalga Di Peperairan Pantai Jikumarasa Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Platax* Vol. 4:(2), Juli 2016 ISSN: 2302-3589 109 <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>
- Ira, Ramadani, N. Irawati. 2018. Komposisi Jenis Makroalga di Perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis* 18(1): 141- 158. DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v18i2.770>
- Irawan, S. dan O.M. Luthfy. 2017. Identifikasi Jenis Makroalga Pada Mikro Atoll Karang Porites di Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang. *Journal Ilmiah Rinjani_Universitas Gunung Rinjani* Vol. 5 No. 1
- Laila Mudrik 2021 modul pembelajaran Taksonomi Tumbuhan Rendah (Alag). Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Guru Unuvarsitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Jurusan Pendidikan Biologi Lampung
- Marsya J. Rugebregt, Ferdinand Pattipeilohy, Caleb Matuanakotta, Ahmad Ainarwowan, Malik Sudin Abdul, Ferdimon Kainama 2021. Potensi Rumput Laut di Perairan Seram Timur, Kabupaten Seram Bagian Timur , Maluku Pusat Penelitian Laut Dalam – LIPI 2 Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia. Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana Undip *Jurnal Ilmu Lingkungan* Volume 19 Issue 3 (2021) :497-510 ISSN 1829-8907
- Muhamad Rauf Ramdan, Eni Nuraeni, 2021 Identifikasi Morfologi Ulva intestinalis dan Acanthophora spicifera di Kawasan Pantai Tanjung Layar, Sawarna, Bayah, Kabupaten Lebak, Banten. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science* Vol. 1, No. 1 (Juni 2021)
- Rany Dwimayasanti dan Dedy Kurnianto, 2018 Komunitas Makroalga di Perairan Tayando-Tam, Maluku Tenggara. *Oseanologi dan Limnologi Di Indonesia* Print ISSN: 0125-9830 Online ISSN: 2477-328X Nomor Akreditasi: 712/AU3/P2MI – LIPI/10/2015 <http://jurnal-oldi.or.id>
- Rene Charles Kepel, Desy Maria Helena Mantiri, 2019 . Biodiversitas Makroalga Di Perairan Pesisir Kora-Kora Kecamatan Lembean Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* Vol. 7:(2), Juli-Desember 2019 ISSN:2302-3589. Correspondentauthor-email: renehcharleskepel65@gmail.com
- Sanger G, Kaseger BE, Rarung LK, Damongilala L. 2018. Potensi beberapa jenis rumput laut sebagai bahan pangan fungsional, sumber pigmen dan antioksidan alami. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 208-217. Potensi Beberapa Jenis Rumput Laut, Sanger et al. *JPHPI* 2018, Volume 21 Nomor 2
- Syarifah Wdya Ulfa, Hanifa Mawaddah, Isnaini Rahma Lubis, Muhammad Fazil Mawla Lubis, Qoyum Amalia. 2024. Identifikasi Produk Bahan Obat yang Berbahan Dasar Alga (Mikro Alga atau Makroalga) Pada Pasar Tradisional/Modern yang ada di Kota Medan. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat* Vol 4 No 2 (2024) 707-713 P-ISSN2746-9794 E-ISSN 2747-2736 DOI:10.47467/elmutjama.v4i2.4300
- Syarifah widya ulfa, Anisah hardini pulungan, Nadia bela amanda, Meliya salsabilla, Sri handayani Gea Tadris 2023. Identifikasi Produk Obat yang Berbahan Dasar Alga pada Pasar Tradisional dan Pasar Modern di Kota Medan Biologi, UIN Sumatera utara E-mail: syarifahwidyaulfa@uinsu.ac.id
- Tuaputty Hasan dll, 2022, Bahan Ajar Biologi Laut Prnerbit Deepublish (Grub Penerbit CV Budi Utama). ISBN 978-623.02-5246-4. Cetakan Pertama, Yogyakarta
- Watung Preisy Meicy Meriam, Rene Charles Kepel, Lawrence J.L. Lumingas, 2016. Mmakroalga di Parairan Pesisir Palau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten

Manahasa Utara Provinsi Sulawesi
Utara. Universitas Samratu Langi
Manado urnallmiahPlatax Vol.
4:(2),Juli 2016 ISSN: 2302-358984.
[http://ejournal.unsrat.ac.id/index.
php/platax](http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax)

Wilis Ari Setyati ,Muhammad Zainuddin ,
Rini Pramestil 2017 Akativiatas

Antitoksin Dan Senyawa Ekstrak Non
Polar Dan Polar Dari Ekstrak
Makroalga *Acanthophora muscoides*,
Departemen Ilmu Kelautan Universitas
Diponegoro. Program Bididaya
Parairan.

PENINGKATAN HIGHER ORDER THINKING SKILLS (HOTS) MAHASISWA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL SELF DIRECTED LEARNING (SDL) PADA MATA KULIAH PENGEMBANGAN PROFESI GURU

Marike Muskitta

Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura, Ambon

Corresponding: marikemuskitta@gmail.com

Abstract

Background: This research aims to improve students Higher Order Thinking Skills by using the Self Directed Learning Models (SDL).

Methods: This research uses an exploratory research model. Qualitative data was obtained through interviews and questionnaires. Quantitative data was obtained through pretest and posttest data. The research subjects were Biology students at FKIP Pattimura University which offered teacher professional development courses. The research instrument used was a test. Quantitative data analysis uses descriptive statistics and test scores, while qualitative data analysis uses data collection procedures, data reduction, data presentation, and building a conclusion.

Results: The results of calculating the implementation of the Self Directed Learning models (SDL) to improve students higher order thinking skills in teacher professional development courses show an average value of 97.36 with a significant value of 0.000 which is smaller than 0.05 ($0.000 < 0.05$) so that the hypothesis can be accepted.

Conclusion: The application of the Self Directed Learning models (SDL) is very effective in improving the higher order thinking skills of prospective biology teacher students.

Keywords: *Self Directed Learning, higher order thinking skills, Teacher professional development*

Abstrak

Latar belakang: Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan Higher Order Thinking Skills mahasiswa dengan menggunakan model Self Directed Learning (SDL)

Metode: Penelitian ini menggunakan model *exploratory research*. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dan angket. Data kuantitatif diperoleh melalui data *pretest* dan *posttest*, Subjek penelitian adalah mahasiswa Biologi FKIP Universitas Pattimura yang menawarkan mata kuliah pengembangan profesi guru. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes. Analisis data kuantitatif menggunakan statistik deskriptif dan nilai tes sedangkan analisis data kualitatif menggunakan prosedur pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan membangun suatu kesimpulan.

Hasil: Hasil perhitungan keterlaksanaan model Self Directed Learning (SDL) untuk meningkatkan higher order thinking skills mahasiswa pada mata kuliah pengembangan profesi guru menunjukkan nilai rata-rata sebesar 97,36 dengan nilai signifikan 0,000 lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$) sehingga hipotesisnya dapat diterima.

Kesimpulan: Penerapan model Self Directed Learning (SDL) sangat efektif untuk meningkatkan higher order thinking skills mahasiswa calon guru biologi.

Kata Kunci: *Self Directed Learning, higher order thinking skills, Pengembangan profesi guru*

PENDAHULUAN

Pembelajaran Self-Directed Learning (SDL) memberikan kebebasan bagi siswa untuk mengeksplorasi dan mengelaborasi pengetahuan yang dimiliki serta dapat memberikan konfirmasi terhadap pengetahuan baru yang mereka peroleh dimana siswa diajak untuk belajar dengan cara menyenangkan namun tetap fokus. Menurut Setyawati (2015), Self-directed learning (SDL) adalah kemampuan mahasiswa mengambil inisiatif untuk bertanggung jawab terhadap pelajarannya dengan atau tanpa orang lain yang meliputi aspek: kesadaran, strategi belajar, kegiatan belajar, evaluasi, dan keterampilan interpersonal.

Self-Directed Learning (SDL) adalah belajar untuk memiliki keterampilan dalam belajar mandiri. Seorang individu yang proaktif, memiliki inisiatif yang tinggi, banyak ide, dan penuh semangat dalam belajar adalah individu yang memiliki kemampuan Self-Directed Learning (SDL) yang tinggi. Secara sederhana, proses dalam SDL dinyatakan sebagai kumpulan tindakan yang sistematis dengan tujuan tertentu. Tindakan tersebut dimulai saat individu mengambil inisiatif, dengan mendiagnosis apa yang diperlukan dalam pembelajarannya, merumuskan target belajar, mengidentifikasi manusia dan sumber daya material untuk belajar, memilih, dan mengimplementasikan sesuai dengan strategi pembelajaran, sampai mengevaluasi hasil belajarnya.

Pada tahap mulanya, yaitu ada tahap perencanaan (planning), individu merencanakan aktivitas pada tempat dan waktu di mana individu tersebut merasa nyaman untuk belajar. Selanjutnya individu tersebut juga merencanakan komponen belajar yang diinginkan serta menentukan target belajar yang ingin dicapai. Lalu Tahap kedua adalah tahap monitoring, yaitu dimana individu tersebut mengamati dan mengobservasi pembelajaran yang sudah mereka lakukan. Lalu yang terakhir adalah tahap evaluasi, dimana individu yang tadi mengevaluasi pelajaran dan pengetahuan yang sudah didapat, kemudian orangtua atau guru dapat membantu memberikan umpan balik serta mengkolaborasi pengetahuan yang sudah dimiliki dengan ilmu yang lainnya untuk mencapai suatu

pemahaman yang benar. Oleh karena itu dalam Self-Directed Learning (SDL), proses pembelajaran bersifat fleksibel namun tetap berorientasi pada planning, monitoring, dan evaluating bergantung pada kemampuan individu dalam mengelola pembelajaran sesuai dengan kemampuan mereka sendiri. Sehingga meskipun tertulis belajar secara mandiri, tetap ada orangtua atau guru yang mendampingi dan membantu evaluasi terhadap hasil yang sudah individu capai untuk menyempurnakan hasilnya.

Harus disadari, dalam era transformasi pembelajaran saat ini budaya dan paradigma belajar turut mengalami perubahan. Termasuk berkaitan dengan bagaimana semestinya guru mengajar dan bagaimana seharusnya siswa belajar. Dengan begitu, tidak heran saat ini sebagian besar kurikulum termasuk model pembelajaran yang digunakan pada institusi Pendidikan selalu berorientasi pada keterampilan Higher Order Thinking Skill (HOTS). HOTS dalam Pembelajaran merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan 3 aspek yaitu: transfer of knowledge, critical thinking and creative thinking, dan problem solving. Prinsip dan Karakteristik Pembelajaran HOTS Sesuai dengan Permen No 20 Tahun 2016 Tentang standar Kompetensi lulusan yang mengatur bahwa lulusan setiap jenjang satuan pendidikan diharapkan mampu menguasai keterampilan berpikir, kerja produktif, mandiri, dan kritis. Sehingga itu, penting bagi setiap institusi dan rekan guru untuk mulai membiasakan mengembangkan konsep belajar yang berorientasi pada berpikir tingkat tinggi dalam setiap aktivitas pembelajaran mahasiswa.

Higher Order Thinking Skills merupakan suatu proses berpikir peserta didik dalam level kognitif yang lebih tinggi yaitu kemampuan pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif, berpikir kritis, kemampuan berargumen, dan kemampuan mengambil keputusan sehingga dapat dikatakan bahwa HOTS menurut bloom apabila knowledge (pengetahuan), comprehension (pemahaman), application (penerapan), analysis (analisis), synthesis (perpaduan), dan evaluation (penilaian)

dapat dilaksanakan oleh seseorang dengan baik.

Higher Order Thinking Skills (HOTS) adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang dapat mendorong seseorang untuk berpikir secara luas dan mendalam tentang suatu masalah. Untuk bisa menggali kemampuan berpikir analisis tinggi seperti ini, peserta didik didorong untuk bisa menyelesaikan jenis soal dengan kategori HOTS dan yang termasuk dalam HOTS adalah berkaitan dengan Keterampilan berpikir tingkat tinggi yang lebih spesifik seperti penalaran, kemampuan analisis, pemecahan masalah, dan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan higher order thinking skills pada mata kuliah pengembangan profesi guru melalui model Self-Directed Learning (SDL). Untuk mencapai tujuannya maka dalam penelitian ini akan menggunakan model quasy experiment. Data kualitatif diperoleh sesudah pretest, selama pembelajaran, sesudah posttest melalui wawancara dan angket. Data kuantitatif diperoleh melalui data pretest dan posttest. Subjek penelitian adalah mahasiswa S1 pendidikan Biologi FKIP Universitas Pattimura yang menawarkan mata kuliah pengembangan profesi guru. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes. Analisis data kuantitatif menggunakan statistik deskriptif dan nilai tes sedangkan analisis data kualitatif menggunakan prosedur pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan membangun suatu kesimpulan.

MATERI DAN METODE

Model penelitian quasy experiment atau eksperimen semu dengan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan data

diperoleh sesudah *pretest*, selama pembelajaran, sesudah *posttest* melalui wawancara dan angket dan kuantitatif yaitu melalui data tes mahasiswa yaitu *pretest* dan *posttest*. Penelitian dilakukan sesuai tahapan dan sintaks model Self-Directed Learning untuk melihat higher order thinking skills mahasiswa. Selanjutnya tahap pengembangan dan implementasi yang bertujuan untuk mengujicobakan secara terbatas dan selanjutnya akan dilakukan tes hasil belajar mengikuti prinsip persyaratan *Criterion Reference Test* (CRT) yang dalam hal ini akan menyelidiki besarnya indeks sensitivitas item (Is) dan untuk reliabilitasnya menggunakan indeks Kappa. Subjek penelitian adalah 26 mahasiswa S1 Pendidikan Biologi FKIP universitas Pattimura yang mengambil mata kuliah pengembangan profesi guru. Pemilihan subjek ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan berupa soal HOTS yang berfokus pada materi dalam mata kuliah pengembangan profesi guru, berbentuk uraian masing-masing berjumlah 10 butir soal. Tes ini diberikan sebelum pembelajaran (*pre-test*) dan setelah pembelajaran (*post-test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap analisis yang lebih ditekankan adalah pada analisis kebutuhan yang berkaitan dengan merumuskan penerapan model Self Directed Learning untuk dapat meningkatkan Higher Order Thinking Skills mahasiswa pada mata kuliah pengembangan profesi guru. Hasil validasi umum dari ahli materi dan ahli pembelajaran terhadap instrumen tes adalah layak digunakan.

Tabel 1. Uji Normalitas Pretest HOTS Mahasiswa

Aspek Kemampuan	Kelas	Kolmogorov-smirnov			Kesimpulan	Ket
		Statistic	Df	Sig		
HOTS	SDL	0,130	26	0,122	Terima H ₀	Normal
	Konvensional	0,122	26	0,200	Terima H ₀	Normal

Kriteria penilaian uji Normalitas yaitu:

Populasi memiliki distribusi normal jika Sig >0.05

Populasi memiliki distribusi tidak normal jika Sig <0.05

Tabel 2. Uji Normalitas Posttest HOTS Mahasiswa

Aspek Kemampuan	Kelas	Kolmogorov-smirnov			Kesimpulan	Ket
		Statistic	Df	Sig		
HOTS	SDL	0,136	26	0,126	Terima H ₀	Normal
	Konvensional	0,124	26	0,200	Terima H ₀	Normal

Kriteria penilaian uji Normalitas yaitu:
 Populasi memiliki distribusi normal jika Sig >0.05
 Populasi memiliki distribusi tidak normal jika Sig <0.05

Tabel 3. Uji Angket Kemampuan Berpikir Mahasiswa

Aspek Kemampuan	Kelas	Kolmogorov-smirnov			Kesimpulan	Ket
		Statistic	Df	Sig		
HOTS	SDL	0,146	26	0,82	Terima H ₀	Normal
	Konvensional	0,140	26	0,120	Terima H ₀	Normal

Kriteria penilaian uji Normalitas angket yaitu:
 Populasi memiliki distribusi normal jika Sig >0.05
 Populasi memiliki distribusi tidak normal jika Sig <0.05

Tabel 4. Uji Anava Satu Jalur Posttest HOTS Mahasiswa

Sumber adanya perbedaan	Jumlah Kuadrat	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.	Kesimpulan
HOTS	1642,000	2	840,000	33,044	0,000	Tolak H ₀
SDL	2775,618	91	28,751			
Total	4417,618	93				

Kriteria penilaian Uji Anava yaitu:
 Jika Sig > 0.05 maka H₀ diterima (tidak terdapat perbedaan)
 Jika Sig < 0.05 maka H₀ ditolak (terdapat perbedaan)

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai F = 33,044 dengan signifikan sebesar 0,000 yang berarti lebih kecil dari 0,05 (0,000 < 0,05) maka H₀ ditolak dan H₁ diterima sehingga dengan demikian dari

hasil *Posttest* dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengukuran *Posttest* Higher Order Thinking Skills mahasiswa menggunakan Model Self Directed Learning, berbeda secara signifikan.

Tabel 5. Uji Post Hoc LSD (*Least Significance Different*) atau Beda Nyata Terkecil (BNT) Posttest HOTS mahasiswa

Kelas	Perbedaan Rerata	Std.error	Sig.	H ₀
SDL	2,00000	1,31653	0,132	Terima
	10,00417*	1,33829	0,000	Tolak
Konvensional	-10,00417*	1,33829	0,000	Tolak
	-8,00417*	1,33829	0,000	Tolak

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh model Self Directed Learning adalah 0,133 (sig 0,133 > 0,05) artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Antara SDL yang diintegrasikan dengan Konvensional nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,000

(sig 0,000 < 0,05) artinya terdapat perbedaan yang signifikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan, uji coba, analisis data, pengujian hipotesis, dan evaluasi terhadap produk yang telah dihasilkan,

maka dapat disimpulkan bahwa adanya keefektifan Penerapan model Self Directed Learning sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan Higher Order Thinking Skills (HOTS) mahasiswa calon guru biologi. Keefektifan Penerapan model Self Directed Learning (SDL) sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan higher order thinking skills mahasiswa calon guru biologi terlihat dari nilai signifikan yang diperoleh sebesar $p(0,001) \leq \alpha (0,005)$ artinya terdapat perbedaan kemampuan berpikir mahasiswa antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan yaitu Penerapan model Self Directed Learning untuk meningkatkan kemampuan Higher Order Thinking Skills mahasiswa calon guru biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., Krathwohl. (2020). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Arends, R. I. (2020). *Learning to teach*. (Terjemahan Helly Prajitno Soejipto & Sri Mulyantini Soetjipto). New York: McGraw Companies, Inc.
- Bambang, S. (2019). *Prinsip asesmen dan evaluasi pembelajaran*. Edisi ke tiga. UNY: Press.
- Brooks, J.G., & Brooks, M.G., (2020) *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brookhart, S. M. (2020). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. Virginia: ASCD Member Books.
- Caine, R.N., & Caine, G., (2020) *Making Connections: Teaching and the Human Brain*, New York: Addison-Wesley.
- Claudette, T. (2020). *Critical Thinking across the Curriculum: Process over Output*. Vol.1, 65-72.
- Heong. (2021). *The levels of Marzano Higher Order Thinking Skills. Among Thecnical Education Student*. Vol.I, no. 2, 21-25.
- Johnson, E. B. (2020). *Contextual teaching & learning: Menjadikan kegiatan belajar-mengajar mengasyikkan dan bermakna*. (Terjemahan Ibnu Setiawan). California: Corwin Press, Inc
- Richey, R. C., & Klein, J. D., (2021). *Design and Development Research*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.