

Hubungan Faktor Fisik Kimia Lingkungan Dengan Aktivitas Antioksidan Biji Lamun *Enhalus acoroides* Di Desa Jikumerasa Kabupaten Buru Provinsi Maluku

Sanita Suriani^{1*}, Lukman², Maria Nindatu³

^{1*,2,3} Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Pattimura

^{1*} Corresponding Author e-mail: sunnyloma@yahoo.com

Abstrak

Lamun merupakan tumbuhan laut yang sedang dikembangkan sebagai bahan baku obat baru. Biji lamun *Enhalus acoroides* sangat baik bagi manusia karena memiliki kandungan karbohidrat, protein dan lemak. Antioksidan merupakan substansi nutrisi maupun non-nutrisi yang terkandung dalam bahan pangan yang mampu mencegah atau memperlambat terjadinya proses oksidasi. Perbedaan komposisi parameter fisik-kimia habitat lamun dapat mempengaruhi kandungan metabolit yang terdapat dalam biji lamun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik habitat lamun *E. acoroides* dan hubungannya dengan aktivitas antioksidan serta nilai IC_{50} aktivitas antioksidan biji lamun *E. acoroides* di perairan Desa Jikumerasa. Kabupaten Buru Provinsi Maluku. Parameter lingkungan berada pada nilai standar baku mutu bagi biota laut dengan suhu perairan berada pada 29,69°C; salinitas 31,1 ppt; derajat keasaman (pH) 8,38; oksigen terlarut (DO) 6,41 ppm; kekeruhan 31,1 g/l; fosfat permukaan 0,0140 mg/l; fosfat air pori sedimen 0,027/l; nitrat permukaan 0,0114 mg/l; nitrat air pori sedimen 0,0405 mg/l dan substrat yang didominasi pasir sebesar 91,6%. Hasil korelasi yang positif menunjukkan karakteristik habitat di perairan Desa Jikumerasa mempengaruhi aktivitas antioksidan biji lamun *E. acoroides* dengan nilai IC_{50} 11,618 – 15,145 ppm yang tergolong sebagai antioksidan yang kuat.

Kata kunci : Antioksidan, Biji *Enhalus acoroides*, Karakteristik habitat, Korelasi, IC_{50}

Received: 5 Februari 2020

Accepted: 26 Februari 2020

© 2020 Sanita Suriani, Lukman, Maria Nindatu

A. PENDAHULUAN

Lamun (*seagrass*) merupakan kelompok tumbuhan berbunga (Angiospermae) tumbuhnya secara keseluruhan terendam dalam air laut (Castro and Huber 2005) yang memiliki rhizoma, daun, dan akar sejati yang hidup terendam di dalam laut beradaptasi secara penuh di perairan yang salinitasnya cukup tinggi atau hidup terbenam di dalam air. Beberapa ahli juga mendefinisikan lamun sebagai tumbuhan air berbunga, hidup di dalam air laut, berpembuluh, berdaun, berimpang, berakar, serta berbiak dengan biji dan tunas (Fitriana, 2007). Lamun memiliki kemampuan untuk hidup pada media air asin (garam), mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam air, mempunyai sistem perakaran yang berkembang baik, mempunyai kemampuan untuk berkembang biak secara generatif dalam keadaan terbenam dan dapat tumbuh pada substrat berlumpur, berpasir, sampai berbatu dengan sirkulasi air yang baik (Zulkarnaen *et al.*, 2013).

Di Indonesia terdapat 12 jenis yang tergolong kedalam 7 marga, yaitu tiga marga dari suku *Hydrocharitaceae* (*Enhalus*, *Thalassia*, dan *Halophila*) dan empat marga dari suku *Potamogetonaceae* (*Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium* dan *Thalassodendron*) Nontji (2002) dalam Jumniaty (2013). Salah satu lamun yang paling banyak di perairan dangkal di Indonesia adalah lamun dari suku *Hydrocharitaceae* yaitu *Enhalus acoroides*. Lamun jenis ini banyak ditemukan di daerah tropis dengan daun berbentuk pita yang panjang, memiliki bunga

jantan berwarna putih dengan tangkai yang pendek, Sedangkan bunga betina mempunyai tangkai panjang dengan kelopak kemerah-merahan dan mahkota berwarna putih serta mempunyai buah berambut dan memiliki biji (Jumniaty, 2013). Beberapa jenis lamun seperti *E. acoroides*, bijinya dapat digunakan sebagai bahan makanan (Rollon *et al.*, 2003).

Biji lamun *E. acoroides* sangat baik bagi tubuh karena memiliki kandungan nutrisi karbohidrat yang relatif tinggi, yaitu 59,26%, kandungan protein sebesar 5,65% dan kandungan lemak sebesar 0,76% (Badui, 2010). Hal yang sama juga ditemukan oleh Qi *et al.* (2008), bahwa kandungan senyawa aktif utama yang terdapat pada *E. acoroides* adalah berupa senyawa flavonoid dan steroid. *Enhalus acoroides* mengandung senyawa fenol hidrokuinon, tanin dan saponin (Rumiantin, 2010). Dari hasil penelitian Kannan *et al.* (2010) diketahui bahwa ekstrak metanol jenis-jenis lamun seperti *Halodule pinifolia* dan *E. acoroides* juga memiliki potensi antioksidan yang tinggi yaitu 75%. Antioksidan merupakan substansi nutrisi maupun non-nutrisi yang terkandung dalam bahan pangan yang mampu mencegah atau memperlambat terjadinya proses oksidasi (Winarsi, 2007). Antioksidan yang paling umum digunakan adalah antioksidan sintetik.

Perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam spesies yang sama dapat terjadi (Arifuddin, 2013) dikarenakan karakteristik habitat lamun dapat mempengaruhi kandungan metabolit yang terdapat dalam biji lamun. Hal ini sesuai dengan perbandingan penelitian kandungan fitokimia lamun *E. acoroides* di Pulau Pramuka, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta, bahwa pada jenis yang sama, ditemukan senyawa alkaloid, benedict dan ninhidrin yang pada sampel sebelumnya tidak ditemukan (Dewi, 2010) sedangkan Rumiantin (2010) menemukan *E. acoroides* mengandung senyawa flavonoid, fenol hidrokuinon, steroid, tanin dan saponin. Hal ini, mempertegas bahwa perbedaan lokasi dan substrat akan menghasilkan kandungan senyawa antioksidan yang berbeda-beda walaupun pada jenis yang sama.

Kabupaten Buru merupakan salah satu kabupaten pada provinsi Maluku yang direncanakan akan dikembangkan sebagai daerah tujuan wisata. Desa Jikumerasa merupakan salah satu desa di kabupaten Buru yang dijadikan daerah tujuan wisata yang akan dikembangkan karena memiliki bentuk pantai yang landai dengan substrat berupa pasir sepanjang 4 km. Disekitar pesisir pantai Jikumerasa terdapat ekosistem mangrove, ekosistem lamun dan ekosistem terumbu karang dengan keanekaragaman biota yang cukup tinggi. Namun sampai saat ini data mengenai kandungan antioksidan yang terkandung di dalam biji lamun *E. acoroides* pada perairan Jikumerasa belum banyak diketahui (Papalia and Yulianto, 2008).

Arifudin (2013) menyatakan bahwa perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam spesies lamun yang sama dapat terjadi, dikarenakan karakteristik habitat lamun dapat mempengaruhi kandungan metabolit yang terdapat dalam biji lamun. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik habitat lamun *E. acoroides* di perairan Desa Jikumerasa Kabupaten Buru, untuk mengetahui nilai IC_{50} aktivitas antioksidan biji lamun *E. acoroides* di perairan Desa Jikumerasa Kabupaten Buru dan melihat hubungan dari karakteristik habitat dengan aktivitas antioksidan yang terdapat di dalam biji lamun *E. acoroides*.

B. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: cawan petri untuk wadah sampel sedimen, erlenmeyer untuk titrasi larutan, pipet untuk mengambil larutan, *sieve net* untuk mengayak sampel sedimen, timbangan digital untuk mengukur berat sampel, tabung reaksi untuk wadah campuran larutan, kertas saring Whatman 0,45 μm , dan spektrofotometer merk UV-VIS Shimadzu 1700 untuk alat kalibrasi pengukuran fosfat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji *E. acoroides*, air laut permukaan dan air pori sedimen. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisis nitrat dan fosfat adalah larutan standar fosfat, larutan standar nitrat, aquades, amonium molibdat, asam askorbat, sulfanilamide, N-nepthyl, asam sulfat, Quersetine, etanol dan methanol.

Pengambilan sampel air laut

Pengambilan sampel air laut permukaan dilakukan menggunakan botol poliethilen pada 3 stasiun di masing-masing lokasi untuk menganalisis nitrat dan fosfat.

Pengambilan Sampel Biji dan Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Lamun *Enhalus acoroides*

Buah lamun *E. acoroides* diperoleh dari perairan laut desa Jikumerasa sebanyak $\pm 2,5$ kg untuk tiap stasiun (± 1 kg berat basah biji *E. acoroides*) lalu masukan ke dalam kantong plastik dan diikat kemudian disimpan untuk perjalanan dengan menggunakan *ice box*. Buah lamun dibersihkan lalu diambil bijinya. Setelah itu, biji lamun dicuci bersih dan dikering-anginkan ± 24 jam. Biji lamun yang telah kering dipotong tipis-tipis dan dipisahkan ke wadah bersih. Biji hasil pemotongan lalu dioben pada suhu 40°C selama 15 menit. Bahan kering kemudian dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk biji lamun. Sebanyak 100 g serbuk biji lamun untuk tiap stasiun, dimasukan ke dalam 2 erlenmeyer 1000 ml. Masing-masing erlenmeyer dimasukan serbuk biji lamun *E. acoroides* sebanyak 50 g. Setelah itu, dimasukan etanol 70% sebanyak 500 ml ke masing-masing erlenmeyer dan dibiarkan selama 24 jam. Residu ekstrasi diulangi sampai larutan berwarna bening yang menandakan bahwa semua metaboli telah tersaring. Ekstrak cair dari etanol biji lamun kemudian dikumpulkan dan diuapkan dengan menggunakan penguap putar (rotavapor) pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak pekat etanol dari biji lamun *E. acoroides*.

Pengujian Aktivitas Antioksidan Sampel

Sebanyak 1 ml diambil dari masing-masing larutan uji atau sampel yang telah dibuat dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 200, 500 dan 1000 ppm di tambah dengan 1 ml larutan DPPH 100 ppm/ml dan 2ml methanol (p.a). Larutan kemudian dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit terlindung dari cahaya. Absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517nm. Pengujian dilakukan duplo. Presentase inhibisi terhadap reaksi DPPH dari masing-masing konsentrasi larutan sampel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \%$$

Keterangan: I = presentase inhibisi (%)

A₀ = absorbansi blanko (pelarut + DPPH)

A₁ = absorbansi sampel (pelarut + DPPH + sampel)

Semakin kecil nilai *IC*₅₀ ini berarti semakin tinggi aktivitas antioksidannya (Molyneux, 2004). Ekstrak yang mempunyai nilai *IC*₅₀ antara 10-50 (microgram/ml) adalah ekstrak yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Apriandi, 2011).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Parameter fisik-kimia perairan Jikumerasa yang diamati meliputi suhu, pH, salinitas, DO, kekeruhan, fosfat dan nitrat. Hasil pengukuran semua faktor tersebut pada setiap pengamatan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan Jikumerasa

Parameter lingkungan	Stasiun			Rata-rata
	I	II	III	
Suhu (C ⁰)	30,39	28,85	29,83	29,69
pH	8,47	8,29	8,37	8,38
Do (ppm)	6,41	6,39	6,44	6,41
Salinitas (ppt)	33,1	33,3	33,0	33,1
Kekeruhan (g/l)	33,6	32,7	32,9	33,1
Fosfat permukaan	0,0046	0,0313	0,0062	0,0140
Fosfat air pori sedimen	0,0123	0,0231	0,0457	0,0270
Nitrat permukaan	0,0110	0,0091	0,0141	0,0114
Nitrat air pori sedimen	0,0254	0,0454	0,0507	0,0405
Kerikil Ø (>4000µm)	2,12	4,07	6,44	4,21
Pasir Ø (125-2000µm)	95,35	92,60	86,88	91,61
Lumpur Ø (<63-8µm)	2,53	3,33	6,68	4,18

Tabel 1, menunjukkan adanya perbedaan kualitas perairan pada ketiga stasiun pengamatan, Aktifitas antioksidan biji lamun *Enhalus acoroides* ditunjukkan melalui table 2 dan gambar 1.

Tabel 2. Nilai *IC*₅₀ Ekstrak Biji Lamun *Enhalus acoroides* di Desa Jikumerasa

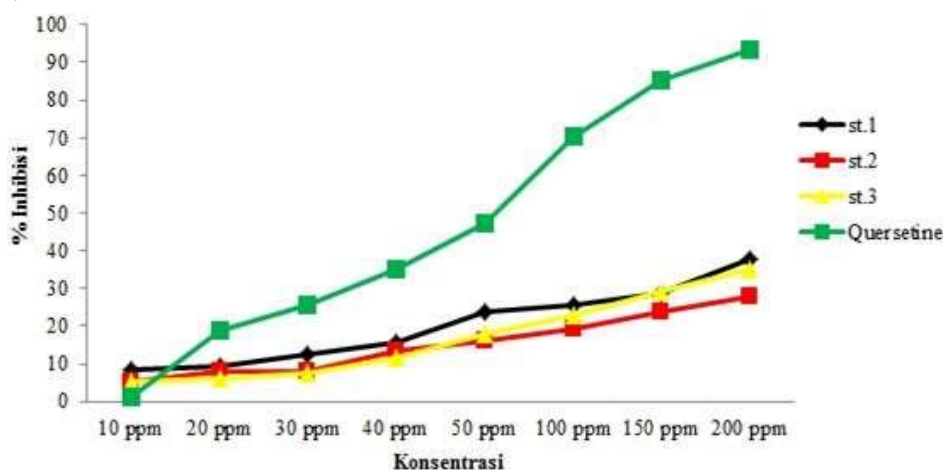
Pembanding	Persamaan grafik	(<i>IC</i> ₅₀ ppm ± SD)
Quersetine	y = 13,5x - 14,003 R ² = 0,9799	4,740 ± 0,28 ^a
I	y = 4,1793x + 1,4443 R ² = 0,962	11,618 ± 0,10 ^b
II	y = 3,2681x + 0,5025 R ² = 0,976	15,145 ± 0,08 ^c
III	y = 4,4879x - 3,185 R ² = 0,9561	11,850 ± 0,11 ^b

Keterangan : Superskrip dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Nilai IC_{50} ekstrak biji lamun *Enhalus acoroides* pada masing-masing stasiun menunjukkan perbedaan, Nilai IC_{50} pada Stasiun I berada pada 11,618 ppm, pada Stasiun II nilai IC_{50} sebesar 15,145 ppm dan nilai IC_{50} pada Stasiun III sebesar 11,850.

Kontrol positif yang digunakan pada penelitian ini adalah Quersetine. Penggunaan kontrol positif pada pengujian aktivitas antioksidan ini adalah untuk mengetahui seberapa kuat potensi antioksidan yang ada pada ekstrak biji lamun *Enhalus acoroides* jika dibandingkan dengan Quersetine. Apabila nilai IC_{50} sampel sama atau mendekati nilai IC_{50} kontrol positif maka dapat dikatakan bahwa sampel berpotensi sebagai salah satu alternatif antioksidan yang kuat dan untuk pembandingan Quersetine memiliki nilai IC_{50} sebesar 4,740 ppm.

Secara umum, nilai IC_{50} dari ekstrak biji lamun *Enhalus acoroides* di Desa Jikumerasa tergolong kuat, karena nilai IC_{50} dari seluruh stasiun yang ada berada pada kisaran < 50 ppm, Hal ini dikarenakan oleh faktor fisik-kimia perairan yang memberi pengaruh terhadap kualitas perairan.



Gambar 1. Kurva Aktivitas Antioksidan Biji Lamun *Enthalus acoroides*

Hubungan Antioksidan Ekstrak Biji Lamun *Enthalus acoroides* dan Faktor Lingkungan yang Mempengaruhinya

Korelasi antioksidan dengan parameter lingkungan merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas lamun *Enthalus acoroides*. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kehidupan lamun dan kualitas antioksidan yang dihasilkan. Hasil korelasi antara antioksidan dan faktor lingkungan yang searah.

Tabel 3 : Hubungan Aktivitas Antioksidan dengan Faktor Lingkungan (Faktor Fisik-Kimia)

Pola Hubungan	Korelasi	Kekuatan Korelasi
Antioksidan dengan suhu	0,8119	Sangat kuat
Antioksidan dengan derajat keasaman (pH)	0,6926	Kuat
Antioksidan dengan oksigen terlarut (DO)	0,6447	Kuat
Antioksidan dengan salinitas	0,8929	Sangat kuat
Antioksidan dengan kekeruhan	0,4515	Cukup
Antioksidan dengan fosfat permukaan	0,9971	Sangat kuat
Antioksidan dengan fosfat air pori sedimen	0,0399	Sangat lemah
Antioksidan dengan nitrat permukaan	0,6228	Kuat
Antioksidan dengan nitrat air pori sedimen	0,1011	Sangat lemah

Antioksidan dengan kerikil	0,0048	Sangat lemah
Antioksidan dengan pasir	0,0394	Sangat lemah
Antioksidan dengan lumpur	0,1118	Sangat lemah

Tabel 3, menunjukkan adanya hubungan yang positif antara antioksidan dengan parameter abiotik. Pola hubungan yang dihasilkan oleh antioksidan dengan beberapa parameter mempunyai kekuatan yang sangat kuat yaitu antioksidan dengan suhu (0,8119), salinitas (0,8929) dan fosfat permukaan (0,9971). Pola hubungan antioksidan yang tergolong kuat yaitu antioksidan dengan derajat keasaman/pH (0,6926), oksigen terlarut/DO (0,6447) dan nitrat permukaan (0,6228). Berbeda dengan parameter yang lain, pola hubungan antioksidan dengan kekeruhan berada pada kekuatan korelasi yang cukup dengan nilai 0,4515 yang berarti hubungan keduanya berada pada batasan minimum. Pola hubungan antioksidan dengan beberapa parameter mempunyai kekuatan yang tergolong sangat lemah yaitu pada fosfat air pori sedimen, nitrat air pori sedimen, kerikil, pasir, dan lumpur karena memiliki nilai korelasi yang berada pada kisaran $>0 - 0,25$.

Pembahasan

Kurva aktivitas antioksidan dari tiap stasiun memperlihatkan bahwa dengan semakin tinggi nilai konsentrasi ekstrak sampel, maka semakin tinggi nilai peredaman terhadap aktivitas radikal bebas. Kurva pada gambar 1, menunjukkan bahwa % inhibisi tertinggi selalu dihasilkan pada larutan yang mengandung ekstrak biji lamun *Enhalus acoroides* yang terbanyak, yaitu larutan dengan konsentrasi 200 ppm (pada masing-masing stasiun) dan % inhibisi terendah selalu dihasilkan pada larutan yang mengandung ekstrak biji lamun *Enhalus acoroides* yang tersedikit. Kurva aktivitas antioksidan biji lamun *Enhalus acoroides* untuk semua stasiun berbanding lurus dengan yang dihasilkan oleh kurva pada Quersetine yang digunakan sebagai pembanding menunjukkan semakin tinggi nilai konsentrasi, maka semakin tinggi nilai peredaman aktivitas radikal bebas (% inhibisi). Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanani *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa persentase penghambatan (% inhibisi) terhadap aktivitas radikal bebas akan ikut meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak.

Nilai IC_{50} ekstrak biji *Enhalus acoroides* di perairan Desa Jikumerasa berkisar antara 11,959 - 15,663 ppm (Tabel 2). Aktivitas antioksidan ekstrak biji *Enhalus acoroides* di perairan Desa Jikumerasa tergolong kuat karena nilai IC_{50} -nya jauh lebih kecil dari 50 ppm, Semakin kecil nilai IC_{50} berarti aktivitas antioksidannya semakin kuat (Molyneux, 2004). Nilai IC_{50} sendiri merupakan salah satu parameter yang biasa digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari pengujian DPPH. Nilai IC_{50} ini dapat didefinisikan sebagai konsentrasi substrat yang dapat menyebabkan berkurangnya 50% aktivitas DPPH (Apriandi, 2011). Nilai IC_{50} akan semakin kuat jika ekstrak terlarut pada pelarut yang digunakan semakin sedikit (Apriandi, 2011). Metode DPPH merupakan salah satu metode pengujian aktivitas antioksidan yang paling cocok bagi komponen antioksidan yang bersifat polar, karena kristal DPPH sendiri hanya dapat larut dan memberikan absorbansi maksimum pada pelarut etanol ataupun metanol seperti yang dikemukakan oleh Molyneux (2004); Amrun dan Umiah (2005), dan Vattam and Shetty (2006).

Hasil analisis korelasi menunjukkan terjadi hubungan positif yang kuat pada parameter suhu, pH, DO, salinitas, fosfat permukaan, dan nitrat permukaan (Tabel 3). Hal ini menunjukkan

bahwa antioksidan dari lamun *Enhalus acoroides* di perairan Desa Jikumerasa dipengaruhi oleh parameter-parameter abiotik. Lamun membutuhkan suatu upaya pertahanan diri dari pengaruh faktor abiotik perairan (Mardiyana, 2014). Ramakrishna and Ravishankar, (2011) menyebutkan bahwa faktor lingkungan seperti faktor abiotik akan mempengaruhi tumbuhan dalam pertumbuhan dan produksi metabolit sekunder. Metabolit sekunder tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan (Mardiyana, 2014). Hasil IC_{50} ekstrak biji *Enhalus acoroides* pada perairan Desa Jikumerasa serta korelasi antara faktor lingkungan dan antioksidan yang sangat baik membuktikan bahwa *Enhalus acoroides* mengandung metabolit sekunder. Lamun mampu menghasilkan metabolit sekunder sehingga dapat dijadikan sebagai antioksidan (Choi *et al.*, 2009; Regalado *et al.*, 2012).

Korelasi pada parameter kekeruhan, fosfat air pori sedimen, nitrat air pori sedimen dan substrat (kerikil, pasir dan lumpur) menunjukkan hubungan positif yang sangat lemah. Hal ini menunjukkan bahwa, antioksidan dari lamun *Enhalus acoroides* di perairan Desa Jikumerasa tidak dipengaruhi oleh parameter-parameter yang mempunyai nilai korelasi yang berada pada $\leq 0,5$ yang tergolong sangat lemah. Parameter berupa nitrat, fosfor dan substrat merupakan beberapa unsur nutrisi yang diambil lamun melalui akarnya. Dahuri (2003) menjelaskan bahwa akar lamun tidak berpengaruh penting dalam pengambilan air karena daun juga dapat menyerap nutrisi secara langsung dari dalam air laut. Terrados and Williams (1997) dalam Mardiyana (2014) juga mendapatkan bahwa permukaan daun lamun memiliki kemampuan menyerap nitrogen lebih banyak dibandingkan akar. Kadar nitrat permukaan yang semakin tinggi tidak menjamin ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan lamun untuk proses metabolismenya. Sureda *et al.* (2008) menyebutkan bahwa senyawa kimia tersebut juga merupakan respon terhadap kompetisi dengan lingkungannya dan produksi senyawa antioksidan pada lamun dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya faktor lingkungan baik abiotik maupun biotik.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, disimpulkan bahwa :

1. Hasil korelasi yang positif menunjukkan karakteristik habitat di perairan Desa Jikumerasa sangat mempengaruhi aktivitas antioksidan biji lamun *Enhalus acoroides*.
2. Nilai IC_{50} dari aktivitas antioksidan biji lamun *Enhalus acoroides* di perairan Desa Jikumerasa berada dalam kisaran 11,618 - 15,145 ppm yang tergolong sebagai antioksidan yang kuat.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Amrun MH, Umiyah. 2005. Pengujian antiradikal bebas difenilpikril hidrazil (DPPH) ekstrak buah kenit (*Chrysophyllum cainito* L.) dari daerah sekitar Jember. *Jurnal Ilmu Dasar*, 6(2):110-114
- Apriandi A. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif Keong Ipong-Ipong (*Fasciolaria salmo*). Skripsi. Bogor: IPB
- Arifuddin M. 2013. Sitotoksitas Bahan Aktif Lamun Dari Kepulauan Spermonde Kota Makassar Terhadap *Artemia Salina* (Linnaeus, 1758). Skripsi. Makasar: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
- Badui D. 2010. Analisis Kadar Gizi Buah Lamun (*Enhalus acoroides*) dan Hubungan antara Pengetahuan, Persepsi dengan Pemanfaatan Buah Lamun sebagai Sumber Makanan Alternatif, Masyarakat Desa Waai, Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah

- Castro, Huber. 2005. *Marine biology* 5th ed, Mc Graw Hill, Boston: xiii + 452 hlm
- Choi HG, Lee JH, Park HH, FAQ Sayegh. 2009. Antioxidant and antimicrobial activity of *Zostera marina* L. *Extract Algae*, 24(3):179-184
- Dahuri R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut - Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Dewi CSU. 2010. Potensi Lamun Jenis *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* Dari Pulau Pramuka, DKI Jakarta Sebagai Bioantifouling. Skripsi. Bogor: FPIK IPB
- Fitriana P. 2007. Hewan Laut; Buku Pengayaan Seri Flora dan Fauna. Jakarta: Ganeca Exact
- Hanani E, Mun'im A, R Sekarini. 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callyspongia* sp dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 2(3):127-133
- Jumniaty S. 2013. Tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan *Enhalus acoroides* yang ditransplantasi dengan metode staple APO (alat pemecah ombak) dan tanpa APO di kabupaten Pangkep. Skripsi. Makasar: Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin
- Kannan RRR, Arumugam R, P Anantharaman. 2010. *In vitro* antioxidant of ethanol extract from *Enhalus acoroides* (L.F) Royle. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3:898-901
- Mardiyana. 2014. Faktor Lingkungan Perairan Serta Aktivitas Antioksidan *Thalassia hemprichii* Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu DKI Jakarta. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal Science Technology*, 26(2):211-219
- Qi S,-H, S Zhang, P -Y Qian. 2008. Antifeedant, antibacterial, and antilarval compounds from the south china seagrass *Enhalus acoroides*, *Botanica Marina* 51, Berlin, New York
- Papalia S, K Yulianto. 2008. *Penelitian Inventarisasi Sumberdaya Laut Di Perairan Di Pulau Ambalau, Kabupaten Buru Selatan*, UPT Balai Konservasi Biota Laut Ambon, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. *Laporan Penelitian*. 12 hal
- Ramakrishna A, GA Ravishankar. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6(11):1720-1731
- Regalado EL, Menendez R, Valdes O, Morales RA, Laguna A, Thomas OP, Hernandez Y, Nogueiras C, A Kijjoa. 2012. Phytochemical analysis and antioxidant capacity of BM-21, a bioactive extract rich in polyphenolic metabolites from the seagrass *Thalassia testudinum*. *Natural Product Communications*, 7(1):47-50
- Rollon RN, Vermaat JE, HME Nacorda. 2003. Sexual reproduction in SE Asian seagrasses: the absence of a seed bank in *Thalassia hemprichii*, *Aqua, Bot*, 75(2):181-185
- Rumiantin RO. 2010. Kandungan Fenol, Komponen Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Lamun *Enhalus acoroides*, Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Sureda A, Box A, Terrados J, Deudero S, A Pons. 2008. Antioxidant response of the seagrass *Possidonia oceanica* when epiphytized by the invasive macroalgae *Lophocladia lallemandii*, *Marine Environmental Research*, 66(3): 1-24
- Vattem DA, K Shetty. 2006, *Biochemical Markers for Antioksidan Functionality*, Di dalam: Shetty K, Paliyath G, Pometto AL, Levin RE, editor, *Functional Foods and Biotechnology*. Boca Raton: CRC Press
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius
- Zulkarnaen AR, Putri AN, I Sobari. 2013. Studi Komunitas Lamun Di Perairan Teluk Gilimanuk Dan Labuhan Lalang, Taman Nasional Bali Barat, SIGMA-B UI. Depok: Departemen Biologi FMIPA UI