



ANALISIS INDEKS NILAI PENTING HUTAN MANGROVE BULALO GORONTALO UTARA

(Analysis of The Importance Value Index of The North Bulalo Gorontalo Mangrove Forest)

Ernikawati¹, Daud Sandalayuk¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gorontalo, Limboto, Gorontalo, 96211

Informasi Artikel:

Submission : 19 Mei 2024
Accepted : 13 September 2024
Publish : 17 September 2024

*Penulis Korespondensi:

Ernikawati
Program Studi Kehutanan, Fakultas
Kehutanan, Universitas Gorontalo,
Limboto, Gorontalo, 96211
Email: ernikawatimikha@gmail.com

Makila 18(2) 2024: 215-229

DOI:
<https://doi.org/10.30598/makila.v18i2.13256>

ABSTRACT

Importance Value Index (INP) analysis can be used to determine which species dominates the observation plot. A species that can utilize its environment more than other species in an area is said to be dominant. The critical value index represents the many mangrove species contributing to the ecosystem. Certain mangrove species are essential and have an impact on mangrove communities. This research aims to analyze the Importance Value Index of the Bulalo mangrove. The method used in this research is using the Double Plot Path. The research results show that the Important Value Index (INP), relative cover (RCi), relative frequency (RFi), and relative density values (RDi) are generally classified as good. Based on the Importance Value Index (INP), mangrove vegetation has a reasonably high role in protecting the coastal environment in the coastal area of Bulalo Village, both in terms of tree saplings and seedlings.

KEYWORDS: *Bulalo, Importance Value Index (INP), Mangrove forest, Relative cover, Relative density, Relative frequency.*

INTISARI

Analisis Indeks Nilai Penting (INP), dapat digunakan untuk menentukan spesies mana yang mendominasi plot pengamatan. Suatu spesies yang mampu memanfaatkan lingkungannya lebih dari spesies lain pada suatu wilayah dikatakan dominan. Indeks nilai penting adalah keterwakilan dari banyaknya spesies mangrove yang berkontribusi terhadap ekosistem mangrove. Spesies mangrove tertentu mempunyai arti penting dan mempunyai dampak terhadap komunitas mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menganalisis Indeks Nilai Penting mangrove Bulalo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan Jalur Petak Ganda. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa Indeks Nilai Penting (INP), tutupan relatif (RCi), frekuensi relatif (RFi), dan nilai kepadatan relatif (RDi) umumnya tergolong baik. Berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi mangrove, mempunyai peranan cukup tinggi dalam menjaga lingkungan pesisir di wilayah pesisir desa Bulalo, baik dari segi pepohonan maupun anakan dan semainya.

KATA KUNCI : *Bulalo, Frekuensi relatif, Hutan mangrove, Indeks Nilai Penting (INP), Kerapatan relatif, Penutupan relatif*

PENDAHULUAN

Indeks nilai penting merupakan identifikasi vegetasi mangrove yang memiliki nilai tinggi atau bahkan suatu nilai yang menunjukkan bahwa tidak ada perubahan dan kondisi hutan bakau di wilayah tersebut masih baik. Maka sebaliknya, jika dalam keadaan tertentu vegetasi mangrove berkurang atau berubahnya menjadi lahan akibat sedimentasi disebabkan oleh aktivitas manusia, oleh karena itu diperlukan restorasi untuk menjaga keseimbangan ekosistem agar dapat terjaga dengan baik dan upaya konservasinya. Spesies dengan nilai indeks tertinggi merupakan spesies yang paling mendominasi suatu komunitas tumbuhan, hal ini dapat ditunjukkan dengan tingginya indeks nilai penting (Ndede et al., 2017).

Hutan mangrove merupakan faktor yang paling mempengaruhi netralisasi pencemaran dan keseimbangan kualitas lingkungan. Mangrove terdapat di lingkungan pasang surut dan memiliki peran yang sangat penting sebagai penahan abrasi karena dapat tumbuh subur di perairan asin. Tumbuhan mangrove memiliki kadar oksigen yang rendah, toleransi garam yang tinggi, dan adaptasi tanah yang kurang stabil. Mangrove sangat penting bagi ekosistem pantai. Namun, hal ini tidak hanya berasal dari strategi namun juga dari upaya ekonomi massal untuk melestarikan ekosistem yang rapuh di wilayah pantai tersebut. Di sepanjang pantai, hutan bakau paling banyak ditemukan di dekat muara sungai (Amin et al., 2015).

Melindungi hutan mangrove yaitu hal yang penting untuk menjaga dan menyelamatkan serta melestarikan keberadaan mangrove. Jika mempertimbangkan komponen ekonomi secara fisik, kimia, biologi, dan sosial, mangrove memberikan beberapa keuntungan. Mangrove yang rusak dapat diperbaiki melalui rehabilitasi. Restorasi diartikan sebagai upaya mengembalikan lingkungan hidup ke keadaan pra-industri. Ada sedikit campur tangan manusia, terutama dalam hal memaksakan preferensi untuk membudidayakan mangrove. Oleh karena itu, inisiatif restorasi harus mampu memberikan sarana atau kesempatan kepada alam untuk mengatur atau memperbaiki dirinya sendiri. Keberadaan ekosistem mangrove juga dapat meningkatkan ketersediaan pangan dan obat-obatan (Agussalim, 2014). Hal ini dikarenakan peranan biologi ekosistem mangrove, dimana keberadaan ekosistem mangrove dapat meningkatkan ketersediaan pangan sebagai sumber protein masyarakat, sebagai pencegah terjadinya abrasi khususnya masyarakat Gorontalo Utara.

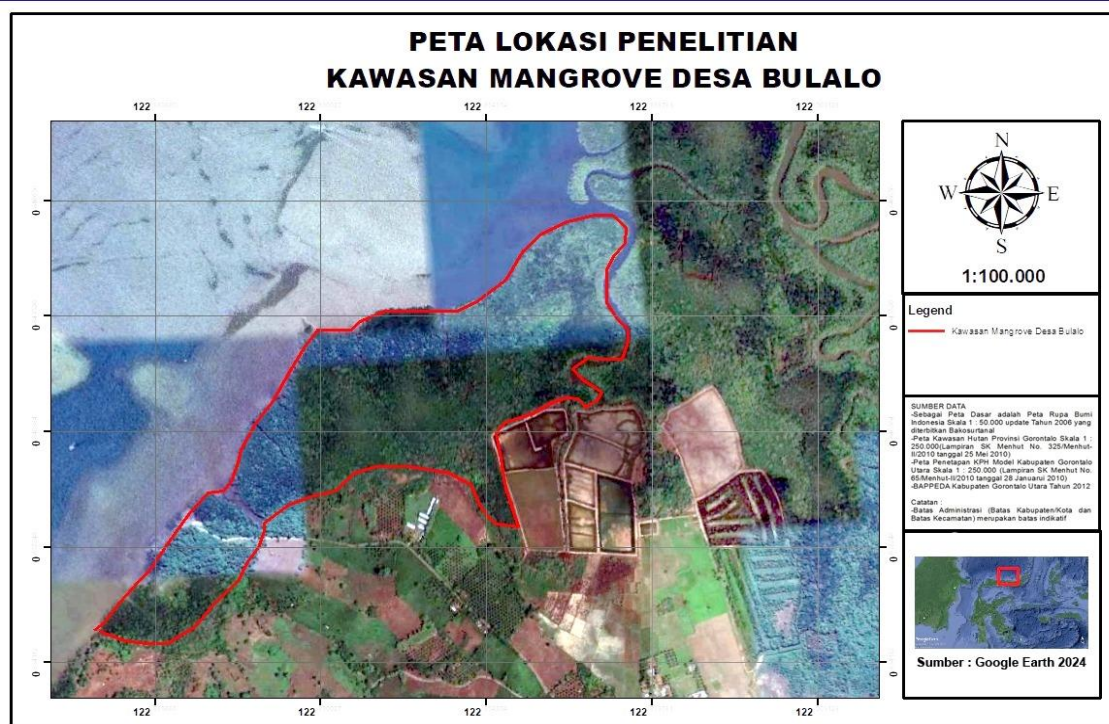
Mangrove Bulalo memiliki indeks nilai penting kategori baik, spesies yang ditemukan di lokasi pengamatan memiliki ketebalan bentuk fisik yang luas. Indeks nilai penting vegetasi mangrove sangat mempunyai dampak dan fungsi yang signifikan dalam komunitas mangrove. Selain itu, juga dapat didukung dengan jenis tanah di desa Bulalo berlumpur sehingga vegetasi mangrove dapat dengan mudah menyesuaikan diri pada lingkungannya. Penelitian sebelumnya menganalisis *Ethnopharmacology Potentials of Mangrove Bulalo, North Gorontalo* yang telah dilakukan di Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara menunjukkan bahwa yang dimiliki spesies

tersebut berpotensi sebagai etnofarmakologi banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional oleh penduduk setempat, sehingga termasuk dalam kategori sedang melimpah (Ernikawati et.al., 2023).

Penelitian keanekaragaman spesies burung Pilohulata Gorontalo Utara menunjukkan keanekaragaman spesies burung, menemukan hingga 16 spesies dari 15 famili dengan total 177 individu, dan 11 ordo masuk dalam kategori kekayaan sedang melimpah (Ernikawati et.al., 2024). Penelitian yang lainnya juga menganalisis Potensi Blue Carbon Ekosistem Mangrove Pilohulata Gorontalo Utara telah dilakukan di Kecamatan Monano Gorontalo Utara menunjukkan bahwa potensi keanekaragaman spesies vegetasi mangrove Pilohulata termasuk dalam kategori sedang melimpah (Puspaningrum et.al., 2023). Selanjutnya penelitian struktur dan komposisi jenis mangrove Dambalo Kecamatan Tomilito Gorontalo Utara menunjukkan bahwa terdapat 11 spesies mangrove pada struktur vegetasi hutan mangrove Dambalo dengan nilai keanekaragaman menunjukan kriteria sedang melimpah (Ruruh & Ernikawati, 2021). Olehnya itu, pemeriksaan Indeks Nilai Penting (INP) hutan mangrove Bulalo, yang memperhitungkan kepadatan relatif (RD_i), frekuensi relatif (RF_i), dan tutupan relatif (RC_i). Analisis Indeks Nilai Penting (INP) hutan mangrove ini sangat penting untuk dilakukan, guna memahami keadaan ekosistem pesisir dan sejauh mana kontribusi ekosistem mangrove terhadap lingkungan, khususnya di Kecamatan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, wilayah pesisir desa Bulalo, Provinsi Gorontalo.

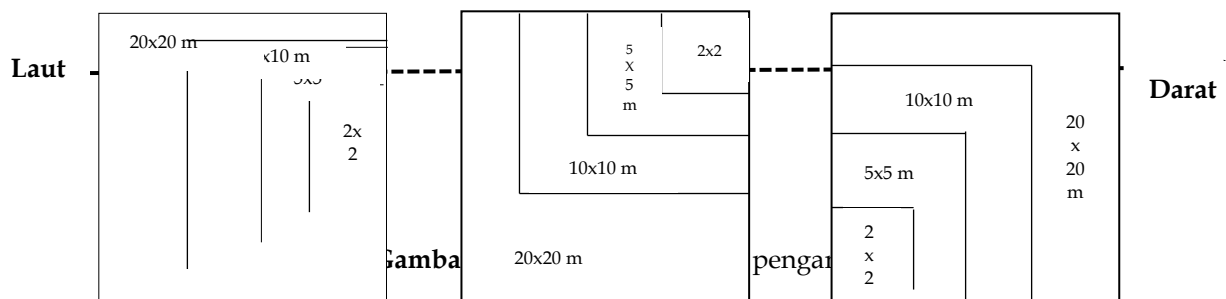
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Bulalo, Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara. Penelitian dilakukan antara bulan Januari hingga Maret 2024 (Gambar 1). Secara administratif hutan mangrove Bulalo terletak di Kecamatan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo; secara geografis terletak pada koordinat 00 59' 22" - 0 0 41' 33" LU dan 122 49' 17" - 123 0' 42" Bujur Timur. Luas total hutan mangrove kurang lebih 99,47 hektar. Mengenai pemerintahan daerahnya berbatasan dengan Laut Sulawesi di utara, Kabupaten Gentuma Raya di timur, Kabupaten Gorontalo di selatan, dan Kabupaten Anggrek di barat.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Adapun metode yang dilakukan dalam penelitian yaitu garis berpetak dan kombinasi metode jalur, dimana setiap titik dapat diletakan secara sistematis. Selanjutnya petak-petak pada garis berpetak ini, berbentuk persegi empat sehingga di dalam jalur-jalur tersebut dibuat petak-petak ukur. Kemudian dibuat jalur-jalur pengamatan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Luas petak ukur untuk masing-masing fase pertumbuhan, antara lain: Semai dengan ukuran petak 2 x 2 m; Sapihan dengan ukuran petak 5 x 5 m; Tiang atau pohon kecil dengan ukuran petak 10 x 10 m; dan Pohon dengan ukuran petak 20 x 20 m, (Gambar 2).



Keterangan : (a) Pohon, 20 m x 20 m; (b) Tiang, 10 m x 10 m; Pancang, 5 m x 5 m; dan (d) Semai 2 m x 2 m

Gambar 2. Desain penelitian

Pada keempat sudut dan tengah petak masing-masing dibuat petak contoh, petak-petak tersebut kemudian dipasangkan patok/ajir bercat merah sebagai pembatas petak. Kemudian data yang terkumpul, lalu dianalisis untuk melihat jumlah individu setiap spesies. Selanjutnya untuk kepadatan jenis (D_i) yaitu jumlah tegakan jenis ke-I dalam suatu unit area. Untuk menghitung

kepadatan vegetasi mangrove dapat digunakan analisis data dan sampel yang dikumpulkan secara deskriptif dan kuantitatif, dengan menggunakan beberapa rumus, antara lain:

1. Kerapatan Mangrove. Rumus kepadatan jenis mangrove (Maulidi et.al., 2018). N_i/A , Keterangan: A = Luas daerah sampel (m^2); N_i = Jumlah individu bertipe i (ind); D_i = Massa jenis tipe i (ind/ m^2). Kerapatan Relatif (RDi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini, yaitu perbandingan antara jumlah tegakan jenis I (N_i) dengan jumlah tegakan segala jenis ($\sum n$); $RDi = N_i / (\sum n) \times 100$ (%). Catatan: RDi adalah $\sum n$ = Jumlah seluruh individu (ind); RDi = Kerapatan Relatif (%); N_i = Jumlah individu tipe I (ind).
2. Frekuensi Mangrove. Frekuensi relatif dan tipe. Peluang ditemukannya tipe ke-i pada setiap plot sampel yang dibuat disebut frekuensi (F_i): $F_i / (\sum p)$. Catatan: F_i adalah frekuensi tipe I; p_i adalah jumlah total petak contoh yang dibuat relatif terhadap jumlah total petak contoh yang dibuat. Rasio jenis frekuensi (F_i) terhadap total frekuensi semua jenis ($\sum F$) disebut frekuensi relatif (RFi) dan dihitung sebagai berikut: $RF_i = F_i / (\sum F) \times 100$ (%). Catatan: F_i = Frekuensi Tipe I (ind); $\sum F$ = Total Frekuensi Semua Jenis (ind); RFi = Frekuensi Relatif (%) (Maulidi et.al., 2018).
3. Tutupan Mangrove. Menurut Maulidi et.al.,(2018), luas tutupan tipe I pada suatu wilayah disebut tutupan spesies dan tutupan relatif (C_i): $C_i / (\sum BA) / A$. Catatan: C_i adalah area cakupan tipe I; BA adalah $(\pi DBH^2) / 4 \pi = "3,14"$; DBH adalah diameter pohon tipe I; A adalah total luas sampel (plot). Perbandingan luas wilayah yang dicakup oleh tipe i (C_i) dengan luas wilayah yang dicakup semua jenis ($\sum C$) disebut tutupan relatif (RCi), atau tutupan relatif (RCi): $RC_i = C_i / (\sum C) \times 100$ (%). Catatan: $\sum C$ = Luas wilayah yang dicakup semua jenis; RCi = Tutupan relatif (%); C_i = Luas tutupan tipe i.

Indeks Nilai Penting. Kepadatan relatif spesies (RDi), frekuensi relatif spesies (RFi), dan tutupan relatif spesies (RCi) ditambahkan ke dalam indeks nilai signifikan. $RDi + RFi + RCi = INP$. Nilai penting suatu jenis bervariasi antara 0% hingga 300%. Nilai penting ini memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis tumbuhan mangrove dalam komunitas mangrove, (Benu et.al, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis spesies mangrove merupakan salah satu pendekatan untuk mengetahui secara kuantitatif bentuk dan struktur vegetasi mangrove, dengan cara melalui pemanfaatan mangrove (Parmadi et.al., 2016). Temuan analisis vegetasi mangrove terdapat 14 spesies mangrove, tergolong empat (4) ordo dan empat (4) family, antara lain: Acanthaceae, Rhizophoraceae, Lythraceae dan Meliaceae, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Analisis vegetasi mangrove Bulalo

No	Ordo	Family	Spesies lokal/latin
1	Lamiales	Acanthaceae	Yapi-yapi (<i>Avicennia alba</i>)
2		Acanthaceae	Yapi-yapi (<i>Avicennia marina</i>)
3	Malpighiales	Rhizophoraceae	Songge maluo (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>)
4		Rhizophoraceae	Songge (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>)
5		Rhizophoraceae	Tidelu'o (<i>Bruguiera parviflora</i>)
6		Rhizophoraceae	Tangalo (<i>Ceriops decandra</i>)
7		Rhizophoraceae	Tangalo Tutu (<i>Ceriops tagal</i>)
8		Rhizophoraceae	Wu'ata Buyuhu (<i>Rhizophora apiculata</i>)
9		Rhizophoraceae	Wu'ata (<i>Rhizophora mucronata</i>)
10		Rhizophoraceae	Wu'ata (<i>Rhizophora stylosa</i>)
11	Myrtales	Lythraceae	Tamenda'o (<i>Sonneratia alba</i>)
12		Lythraceae	Tamenda'o (<i>Sonneratia caseolaris</i>)
13		Lythraceae	Tamenda'o (<i>Sonneratia ovate</i>)
14	Sapindales	Meliaceae	Andayi (<i>Xylocarpus granatum</i>)

Sumber : Analisis data primer penelitian, 2024

Indeks Nilai Penting, Vegetasi Mangrove Fase Pertumbuhan Pohon

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis hasil kepadatan (D_i), hasil relatif (RD_i), frekuensi hasil (F_i), relatif hasil (RF_i), tutupan hasil (C_i), tutupan hasil relatif (RC_i), dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil kepadatan (D_i), hasil relatif (RD_i), frekuensi hasil (F_i), dan hasil relatif (RF_i). Indeks Nilai Penting (INP) mempunyai nilai yang berbeda-beda pada setiap titik waktu pertumbuhan. Data yang disajikan pada (Tabel 2) dengan jelas menunjukkan bahwa titik hasil relatif tertinggi adalah *Avicennia alba* (16,86%), sedangkan titik hasil relatif terendah adalah *Bruguiera parviflora* (5,10%). Tingginya kepadatan relatif dari spesies *Avicennia alba* dikarenakan mangrove dari spesies *Avicennia sp.* memiliki kawasan yang luas untuk hidup sehingga mampu menyebar dengan baik sampai ke daerah pedalaman selama masih mendapatkan suplai air asin dengan baik (Damastuti et.al., 2022). Hal ini sejalan dengan pernyataan Zamdial et.al., (2019) bahwa tingginya nilai kepadatan jenis *Avicennia alba* dikarenakan kondisi salinitas yang ditemukan di kawasan pesisir tergolong rendah dan payau jika dibandingkan dengan kondisi salinitas di kawasan pesisir lain pada umumnya. Dengan demikian, spesies *Avicennia alba* dapat ditemukan tumbuh di tepi sungai dan di daerah payau dengan salinitas lebih rendah.

Tabel 2. Hasil perhitungan kepadatan jenis, kepadatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, tutupan jenis, tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove, Bulalo

No	Spesies lokal/latin	Di	Fi	Ci	RDi	RFi	RCi	INP
1	Yapi-yapi (<i>Avicennia alba</i>)	10.75	0.31	0.70	16.86	20.67	21.94	59.47
2	Yapi-yapi (<i>Avicennia marina</i>)	5.25	0.16	0.28	8.24	10.67	8.78	27.68
3	Songge (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>)	4.50	0.11	0.23	7.06	7.33	7.21	21.60
4	Tidelu'o (<i>Bruguiera parviflora</i>)	3.25	0.07	0.15	5.10	4.67	4.70	14.47
5	Tangalo (<i>Ceriops decandra</i>)	7.25	0.14	0.31	11.37	9.33	9.72	30.42
6	Tangalo Tutu (<i>Ceriops tagal</i>)	3.75	0.06	0.16	5.88	4.00	5.02	14.90
7	Wu'ata Buyuhu (<i>Rhizophora apiculata</i>)	9.50	0.19	0.40	14.90	12.67	12.54	40.11
8	Wu'ata (<i>Rhizophora mucronata</i>)	6.50	0.15	0.29	10.20	10.00	9.09	29.29
9	Tamenda'o (<i>Sonneratia alba</i>)	5.00	0.13	0.22	7.84	8.67	6.90	23.41
10	Tamenda'o (<i>Sonneratia ovate</i>)	4.25	0.10	0.25	6.67	6.67	7.84	21.17
11	Andayi (<i>Xylocarpus granatum</i>)	3.75	0.08	0.20	5.88	5.33	6.27	17.49
Total		-	-	-	100	100	100	300

Sumber: Hasil olah data penelitian 2024

Keterangan: Kepadatan Jenis (Di); Kepadatan Relatif (RDi); Frekuensi Jenis (Fi); Frekuensi Relatif (RFi); Tutupan Jenis (Ci); Tutupan Relatif (RCi).

Frekuensi jenis adalah salah satu ukuran vegetasi yang dapat menunjukkan pola sebaran spesies tumbuhan berbeda dalam suatu lingkungan. Nilai plot lokasi jenis mangrove mempengaruhi nilai frekuensi. Semakin banyak jumlah kuadrat ditemukannya jenis mangrove, maka nilai frekuensi kehadiran jenis mangrove semakin tinggi pula, Sunarni et.al., (2019). Tingkat pohon mangrove terbesar yaitu *Avicennia alba* (20,18%), memiliki frekuensi relatif mangrove tertinggi, sedangkan spesies *Ceriops tagal* (4,00%) memiliki frekuensi relatif terendah pada tingkat pohon. Hal ini dapat disebabkan kondisi lokasi untuk spesies *Avicennia alba* dapat beradaptasi dengan lingkungannya dan diperkirakan karena di daerah ini memiliki daya dukung yang cukup baik untuk pertumbuhan mangrove seperti salinitas, suhu dan pH tanah. Hutan mangrove dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan kadar garam payau hingga asin. Tumbuhan di hutan mangrove memiliki toleransi yang tinggi terhadap kadar garam salinitasnya sekitar 0-30‰ (Manan et.al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa wilayah pesisir, desa Bulalo mempunyai sebaran jenis dan frekuensi *Avicennia alba*. Kondisi salinitas dan substrat merupakan dua elemen lingkungan yang mempengaruhi penyebaran spesies *Avicennia alba* dan mendorong perkembangan mangrove yang lebih sempurna di kawasan pesisir hutan mangrove Bulalo.

Konsentrasi dan distribusi spesies yang mendominasi dipastikan dengan penerapan tutupan spesies dan tutupan relatif. Menurut Lisna et.al., (2017), nilai indeks dominasi akan naik jika

konsentrasi dominasi pada satu jenis semakin besar, dan turun jika banyak spesies mendominasi secara bersamaan. Luas tutupan relatif mangrove pada pengamatan bervariasi, hal ini terlihat dari hasil perhitungan tutupan jenis dan tutupan relatif. Pada tingkat pohon, jenis dengan tutupan relatif mangrove tertinggi adalah *Avicennia alba* sebesar 21,94%, sedangkan jenis dengan tutupan relatif terendah adalah *Bruguiera parviflora* sebesar 4,70%. Tutupan relatif tinggi mangrove *A. alba* pada tingkat pohon menunjukkan bahwa spesies ini mendominasi ekosistem mangrove pada tingkat pohon. Kondisi substrat lumpur berpasir di wilayah penelitian menjadi penyebab tingginya tutupan relatif *A. alba*. Karena kesuburannya yang tinggi, pepohonan, sapihan, pancang, dan semai mangrove *A. alba* mendominasi di lokasi penelitian dan memiliki nilai tutupan relatif tinggi hampir semua tahap pertumbuhan, sehingga jenis tanah ini ideal untuk mangrove *A. alba* (Bachri & Abdullah, 2020). Hal ini disebabkan, karena hutan mangrove tidak mempunyai komposisi bentuk lain. Besar kecilnya lingkaran batang setiap varietas pohon mangrove berkorelasi kuat dengan nilai tutupan jenisnya. Pohon mangrove dengan diameter yang besar akan mempunyai nilai tutupan yang lebih tinggi pula (Juhadi & Santoso, 2020). Di kawasan pesisir mangrove Bulalo, tutupan spesies mangrove dinilai sangat baik. Nilai tutupan tipe relatif >75% yang tercatat di setiap strata pertumbuhan. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 menyatakan bahwa apabila tipe tutupan memenuhi kriteria >75% maka tergolong sangat baik.

Indeks nilai penting adalah salah satu indeks yang dihitung berdasarkan jumlah yang didapatkan untuk menentukan tingkat dominansi spesies dalam suatu komunitas tumbuhan. Total frekuensi relatif, kepadatan relatif, dan tutupan relatif vegetasi yang diberikan dalam persen (%) dapat digunakan untuk menghitung indeks nilai penting pohon vegetasi mangrove (Winardi et al., 2014). Berdasarkan temuan yang dilakukan terhadap observasi mangrove, terlihat adanya variasi nilai, indeks nilai penting. Secara spesifik, indeks nilai penting tertinggi dimiliki oleh *Avicennia alba* sebesar 59,47, sedangkan vegetasi mangrove jenis *Bruguiera parviflora* memiliki indeks nilai penting terendah sebesar 14,47%. INP yang lebih besar yang dihasilkan dari nilai penutupan tipe yang lebih besar, tentu akan berdampak pada hal ini. Selain jenis organisme yang ada, dampak suatu populasi terhadap komunitas dan ekosistem juga ditentukan oleh kepadatan atau ukurannya. Wilayah pesisir mempunyai peran yang signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh peringkat relevansi mangrove secara keseluruhan di wilayah pesisir Bulalo. Hal ini menunjukkan nilai signifikansi ≥ 200 pada vegetasi mangrove tertentu (Ambarwati & Fauzi, 2022).

Indeks nilai penting menunjukkan bahwa rentang indeks mewakili pola sebaran dan struktur komunitas mangrove (Lahabu et al., 2015). Pertarungan antar jenis mangrove untuk mendapatkan unsur hara dan sinar matahari menyebabkan variasi dalam indeks vegetasi mangrove. Jenis substrat pasir berlumpur dan pasang surut air laut merupakan dua elemen tambahan yang mempengaruhi kepadatan vegetasi mangrove selain unsur hara dan sinar matahari. Spesies *Avicennia alba* mendominasi di tiga fase pertumbuhan yakni fase pohon, tiang dan pancang. Karena spesies *Avicennia alba* sangat baik dalam mendapatkan nutrisi, cahaya, dan ruang tumbuh, dapat

mendominasi semua fase pertumbuhan. Spesies *Avicennia alba* lebih menyukai tanah yang bercampur lumpur dan pasir, kadang-kadang di bebatuan karang, dan biasanya ditemukan di daerah pesisir yang terlindung dari pecahnya ombak, muara, dan daerah sekitar pulau lepas pantai. Tanaman ini tidak toleran terhadap air tawar dalam jangka waktu lama (Sosia, 2014).

Indeks Nilai Penting, Vegetasi Mangrove Fase Pertumbuhan Tiang

Analisis kepadatan relatif mangrove dapat menunjukkan pada tingkat tiang kepadatan relatif yang paling tinggi yaitu spesies *Avicennia alba* sebesar 16,85%, Sebaliknya, *Xylocarpus granatum* memiliki kepadatan relatif terendah, yaitu 3,80%. Kepadatan relatif *A. alba* yang tinggi, hal ini disebabkan oleh substrat mirip pasir yang dimiliki hutan mangrove selama tahap perkembangan tiang daerah berawa dimana jenis mangrove *A. alba* masih mampu bertahan hidup, dan lingkungan yang menjadi faktor pendukung juga membuat mangrove tersebut hidup dengan baik. Pada umumnya dapat tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur sampai pasir berlumpur (Darmadi et.al., 2012).

Pada tingkat pengamatan, indeks tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove pada fase pertumbuhan tiang mempunyai nilai yang berbeda-beda. (Tabel 3) menampilkan temuan indeks nilai penting mangrove di fase tiang serta perhitungan kepadatan jenis, kepadatan relatif, frekuensi, dan frekuensi relatif.

Tabel 3. Hasil perhitungan kepadatan jenis, kepadatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, tutupan jenis, tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove, Bulalo

No	Spesies lokal/latin	Di	Fi	Ci	RD _i	RF _i	RC _i	INP
1	Yapi-yapi (<i>Avicennia alba</i>)	31.00	0.23	2.09	16.85	20.18	22.42	59.45
2	Yapi-yapi (<i>Avicennia marina</i>)	17.00	0.11	0.92	9.24	9.65	9.92	28.80
3	Songge (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>)	13.00	0.06	0.68	7.07	5.26	7.29	19.62
4	Tidelu'o (<i>Bruguiera parviflora</i>)	9.00	0.04	0.44	4.89	3.51	4.70	13.10
5	Tangalo (<i>Ceriops decandra</i>)	19.00	0.14	0.81	10.33	12.28	8.66	31.26
6	Tangalo Tutu (<i>Ceriops tagal</i>)	13.00	0.06	0.54	7.07	5.26	5.80	18.13
7	Wu'ata Buyuhu (<i>Rhizophora apiculata</i>)	24.00	0.12	1.02	13.04	10.53	10.93	34.50
8	Wu'ata (<i>Rhizophora mucronata</i>)	21.00	0.17	0.96	11.41	14.91	10.29	36.62
9	Tamenda'o (<i>Sonneratia alba</i>)	16.00	0.11	0.73	8.70	9.65	7.82	26.17
10	Tamenda'o (<i>Sonneratia ovate</i>)	14.00	0.06	0.80	7.61	5.26	8.63	21.50
11	Andayi (<i>Xylocarpus granatum</i>)	7.00	0.04	0.33	3.80	3.51	3.56	10.87
	Total	-	-	-	100	100	100	300

Sumber: Hasil olah data penelitian 2024

Keterangan: Kepadatan jenis (Di); Kepadatan Relatif (RD_i); Frekuensi Jenis (Fi); Frekuensi Relatif (RF_i); Tutupan Jenis (Ci); Tutupan Relatif (RC_i).

Hasil analisis frekuensi relatif mangrove yang telah dilakukan pada tingkat tiang frekuensi relatif mangrove yang paling tinggi adalah *Avicennia alba* sebesar 20,18%, sementara frekuensi relatif yang paling rendah pada tingkat tiang yaitu *Bruguiera parviflora* dan *Xylocarpus granatum* yaitu 3,51%. Frekuensi relatif tersebut didukung oleh jenis tanah pasir berlumpur mangrove *A. alba* hal ini selain faktor lingkungan yang mendukung, juga tingkat pH menjadi faktor tambahan berkembangnya jenis *A. alba*, karena sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar "7-8.5", (Poedjirahajoe et.al., 2017).

Hasil perhitungan dapat memperlihatkan bahwa fase pertumbuhan tiang tutupan relatif mangrove yang paling proporsional yaitu spesies *A. alba* sedangkan pada tutupan relatif paling rendah yaitu spesies *Bruguiera parviflora* dan *Xylocarpus granatum*. Pada fase pertumbuhan tiang menjadi salah satu indikator keberlangsungan setiap spesies mangrove, dimana mangrove akan tumbuh dan berkembang secara alami tanpa campur tangan manusia. Tingginya tutupan relative spesies *A. alba*, ini dapat disebabkan pada lokasi pengamatan kondisi substratnya dapat disimpulkan lumpur berpasir. Kualitas jenis tanah tersebut merupakan jenis tanah yang sesuai untuk mangrove jenis *A. alba* karena memiliki tingkat kesuburan tinggi, sehingga pertumbuhan pada tingkat tiang mangrove *A. alba* memiliki nilai penutupan tinggi dan dominan (Jufia, 2020).

Indeks nilai penting mangrove yang memperlihatkan pada (Tabel 3) bahwa indeks nilai penting mangrove yang paling tinggi adalah dari spesies *A. alba* sebesar 59,45%. Sebaliknya, indeks paling nyata untuk terendah adalah 10,87% untuk *Xylocarpus granatum*. Dalam hal ini, indeks spesies terpenting *A. alba* di pengamatan tidak dipengaruhi oleh fluktuasi sehari-hari lingkungan sekitar wilayah penelitian, dimana substratumnya berupa lumpur berpasir dan tipenya hampir seragam di seluruh wilayah penelitian terdistribusi diseluruh fase pertumbuhan mangrove. Selain jenis substrat faktor pendukung lain yang dapat mendukung tingginya indeks nilai penting *A. alba* yaitu iklim dan suhu. Mangrove adalah tumbuhan khas pantai daerah tropis yang hidup pada kisaran suhu 19-40°C dengan toleransi fluktuasi suhu tidak lebih dari 10°C (Irwansyah et.al., 2019).

Indeks Nilai Penting, Vegetasi Mangrove Fase Pertumbuhan Pancang

Hasil analisis kepadatan jenis, kerapatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, tutupan jenis, tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove fase pancang memiliki nilai yang berbeda pada setiap fase pertumbuhan pengamatan (Tabel 4) terlihat bahwa pada tingkat pancang kerapatan relatif yang paling tinggi yaitu *A. Alba* sebesar 12,87%, *Xylocarpus granatum* memiliki kepadatan relatif terendah, yaitu 2.57%. Meningkatnya kepadatan relatif *A. alba* dikarenakan memiliki jenis substrat pasir berlumpur, dimana jenis substrat ini juga menjadi salah satu jenis substrat yang disukai oleh mangrove dari genus *Avicennia*, karena pada umumnya mangrove dari genus *Avicennia* dapat tumbuh baik pada tanah berlumpur (Haya et.al., 2015).

Hasil analisis kerapatan relatifnya spesies *A. alba* sebesar 12,87%, sedangkan merupakan spesies *Xylocarpus granatum* 2.57% memiliki nilai frekuensi relatif terendah. Nilai frekuensi terbesar terdapat pada frekuensi relatif mangrove yang diteliti pada fase pertumbuhan pancang, khususnya

pada spesies *A. alba* (16,77%). Sedangkan bila dilihat dari spesies *Bruguiera cylindrical*, *Sonneratia caseolaris* dan *Sonneratia ovate* merupakan spesies dengan nilai frekuensi terendah. Hal ini disebabkan oleh distribusi yang tidak merata dan tidak terdistribusi ketiga kategori tersebut dalam satu plot. Jenis mangrove dengan nilai frekuensi terendah hanya teridentifikasi pada satu individu per jenis di lokasi penelitian karena adanya arus pengangkutan buah dari mangrove sehingga menghasilkan nilai frekuensi terendah (Yasser et.al., 2021). Rendahnya frekuensi keberadaan spesies mangrove di suatu kawasan disebabkan oleh tingginya tingkat eksploitasi, habitat yang tidak sesuai, interaksi antar jenis, dan permasalahan lingkungan. Hal ini karena frekuensi relatif dapat diubah oleh frekuensi keanekaragaman mangrove di suatu tempat.

Tabel (4), menampilkan indeks nilai penting mangrove pada tingkat pancang. Terlihat bahwa jenis *Avicennia alba* memiliki indeks nilai penting yang paling besar bagi mangrove yaitu sebesar 43,86%, sedangkan jenis *Xylocarpus granatum* memiliki indeks nilai penting yang paling rendah yaitu sebesar 7,06%. Daya dukung lingkungan di wilayah pengamatan, dimana lumpur berpasir merupakan jenis substrat yang dominan dan terdapat hampir sepanjang tahap pertumbuhan mangrove, tidak dapat dipisahkan dari tingginya indeks signifikansi *A. alba*.

Tabel 4. Hasil perhitungan kepadatan jenis, kepadatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, tutupan jenis, tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove, Bulalo

No	Spesies lokal/latin	Di	Fi	Ci	RD _i	RF _i	RC _i	INP
1	Yapi-yapi (<i>Avicennia alba</i>)	140.00	0.27	0.65	12.87	16.77	14.22	43.86
2	Yapi-yapi (<i>Avicennia marina</i>)	68.00	0.10	0.26	6.25	6.21	5.69	18.15
3	Songge maluo (<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)	44.00	0.06	0.15	4.04	3.73	3.28	11.05
4	Songge (<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)	84.00	0.15	0.3	7.72	9.32	6.56	23.60
5	Tidelu'o (<i>Bruguiera parviflora</i>)	52.00	0.08	0.21	4.78	4.97	4.60	14.34
6	Tangalo (<i>Ceriops decandra</i>)	112.00	0.11	0.44	10.29	6.83	9.63	26.75
7	Tangalo Tutu (<i>Ceriops tagal</i>)	68.00	0.09	0.25	6.25	5.59	5.47	17.31
8	Wu'ata Buyuhu (<i>Rhizophora apiculata</i>)	124.00	0.23	0.49	11.40	14.29	10.72	36.40
9	Wu'ata (<i>Rhizophora mucronata</i>)	100.00	0.13	0.36	9.19	8.07	7.88	25.14
10	Wu'ata (<i>Rhizophora stylosa</i>)	84.00	0.15	0.45	7.72	9.32	9.85	26.88
11	Tamenda'o (<i>Sonneratia alba</i>)	76.00	0.09	0.4	6.99	5.59	8.75	21.33
12	Tamenda'o (<i>Sonneratia caseolaris</i>)	48.00	0.06	0.22	4.41	3.73	4.81	12.95
13	Tamenda'o (<i>Sonneratia ovate</i>)	60.00	0.06	0.27	5.51	3.73	5.91	15.15
14	Andayi (<i>Xylocarpus granatum</i>)	28.00	0.03	0.12	2.57	1.86	2.63	7.06
Total		-	-	-	100	100	100	300

Sumber: Hasil olah data penelitian, 2024

Keterangan : Kepadatan jenis (Di); Kepadatan Relatif (RD_i); Frekuensi Jenis (Fi); Frekuensi Relatif (RF_i); Tutupan Jenis (Ci); Tutupan Relatif (RC_i)

Indeks Nilai Penting, Vegetasi Mangrove Fase Pertumbuhan Semai

Hasil analisis kepadatan jenis, kerapatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, penutupan jenis, penutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove tingkat semai memiliki nilai yang

berbeda pada pengamatan. Hasil perhitungan kepadatan jenis, kerapatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif dan indeks nilai penting mangrove tingkat semai dapat dilihat pada (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil perhitungan kepadatan jenis, kerapatan relatif, frekuensi jenis, frekuensi relatif, tutupan jenis, tutupan relatif dan indeks nilai penting mangrove, Bulalo

No	Spesies lokal/latin	Di	Fi	RD _i	RF _i	INP
1	Yapi-yapi (<i>Avicennia alba</i>)	1425.00	0.36	15.57	15.25	30.83
2	Yapi-yapi (<i>Avicennia marina</i>)	850.00	0.19	9.29	8.05	17.34
3	Songge (<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>)	950.00	0.21	10.38	8.90	19.28
4	Tangalo Tutu (<i>Ceriops tagal</i>)	475.00	0.15	5.19	6.36	11.55
5	Wu'ata Buyuhu (<i>Rhizophora apiculata</i>)	1300.00	0.31	14.21	13.14	27.34
6	Wu'ata (<i>Rhizophora mucronata</i>)	1125.00	0.33	12.30	13.98	26.28
7	Wu'ata (<i>Rhizophora stylosa</i>)	1525.00	0.47	16.67	19.92	36.58
8	Tamenda'o (<i>Sonneratia alba</i>)	675.00	0.17	7.38	7.20	14.58
9	Tamenda'o (<i>Sonneratia ovate</i>)	400.00	0.11	4.37	4.66	9.03
10	Nipah (<i>Nypa fruticans</i>)	425.00	0.06	4.64	2.54	7.19
Total		-	-	100	100	200

Sumber: Hasil olah data penelitian 2024

Keterangan : Kepadatan Jenis (Di); Kepadatan Relatif (RD_i); Frekuensi Jenis (Fi); Frekuensi Relatif (RF_i); Tutupan Jenis (Ci); Tutupan Relatif (RC_i).

Hasil analisis kerapatan relatif mangrove terlihat bahwa pada tingkat semai, kerapatan relatif yang paling tinggi adalah *Rhizophora stylosa* sebesar yaitu 16,67%, sedangkan kerapatan relatif yang paling rendah adalah *Sonneratia ovate* yaitu 4,37%. Tingginya kerapatan relatif spesies *Rhizophora stylosa* dikarenakan pada tingkat pertumbuhan semai memiliki jenis substrat pasir berlumpur, dimana jenis substrat ini juga menjadi salah satu jenis substrat yang disukai oleh mangrove dari genus *Rhizophora*, karena pada umumnya mangrove dari genus *Rhizophora* dapat tumbuh baik pada tanah berlumpur (Alwi et.al., 2019)

Famili Rhizophoraceae khususnya mendominasi komposisi jenis mangrove. Hal ini diyakini karena keadaan lingkungan di wilayah pengamatan memudahkan pembentukan dan penyebaran family ini, yang pada gilirannya memudahkan proses adaptasi. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Hidayatullah & Pujiono (2014) yang mengatakan bahwa pada hutan mangrove desa Bulalo, famili Rhizophoraceae dari spesies *Rhizophora stylosa*, dan *Bruguiera gymnorrhiza* sangat efektif dalam menggunakan air, nutrisi, dan mineral; juga memiliki ciri-ciri yang membuatnya kompetitif, sehingga dapat mengungguli spesies lain. Situasi serupa juga dapat ditemukan di hutan mangrove, dimana *Rhizophora stylosa* dan *A. alba* mendominasi di semua tahap pertumbuhan karena kapasitas adaptasi lingkungannya yang unggul (Silaen et al., 2013). Selain memiliki lingkungan yang sesuai, spesies *Rhizophora stylosa* juga sering bersifat vivipar, artinya biji dapat bertunas selama buah masih menempel pada pohon induknya. Inilah salah satu alasan penyebaran spesies yang merata. Jenis-jenis mangrove sangat adaptif terutama pada beberapa jenis, seperti

propagul jenis *Rhizophora stylosa* yang sering berkembang ketika masih menempel pada batang induk (vivipar), menurut Setiawan et.al., (2005). Selain memiliki bentuk propagul yang lebih besar dan simpanan makanan yang lebih banyak, spesies *R. stylosa* memiliki tingkat keberhasilan pertumbuhan yang lebih baik dan peluang bertahan hidup yang lebih besar karena kemampuannya bergerak lebih luas melalui arus air laut.

Frekuensi adalah salah satu ukuran vegetasi yang dapat menampilkan pola sebaran tumbuhan dalam suatu ekosistem, yang juga menunjukkan sebaran jenis mangrove yang berbeda. Kemerataan nilai frekuensi jenis mangrove pada tingkat semai di areal pengamatan dikarenakan pada areal tersebut semua spesies mangrove memiliki potensi yang sama untuk menghasilkan tumbuhan mangrove yang baru hanya saja jika ditinjau dari kondisi lingkungannya, mangrove dari spesies *Rhizophora* sp. memiliki potensi hidup yang lebih besar dibandingkan jenis mangrove lainnya. Spesies *Rhizophora stylosa* mempunyai nilai frekuensi relatif yang tinggi. Hal ini ditemukan hampir semua tingkatan dan pada substrat mulai dari tanah liat berlumpur hingga pasir berlumpur. Hal ini diperkirakan terjadi karena spesies tersebut dapat beradaptasi pada lingkungan yang tidak stabil dan berkembang pada substrat yang kurang stabil. Hal ini sejalan dengan pernyataan Abubakar et.al., (2021) bahwa perbedaan parameter lingkungan yang signifikan mempunyai pengaruh yang erat terhadap persebaran varietas spesies mangrove yang berbeda. Oleh karena itu, spesies mangrove akan berkumpul dalam jumlah besar di kawasan yang interaksi antara kondisi saat ini memberikan hasil terbaik bagi keberadaannya.

Berdasarkan hasil perhitungan, indeks nilai penting mangrove pada tingkat semai (Tabel 5) menunjukkan bahwa jenis *R. stylosa* mempunyai indeks nilai penting mangrove tertinggi (36,58%), sedangkan jenis *Nypa fruticans* mempunyai indeks nilai kepentingan terendah (7,19%). Daya dukung lingkungan di wilayah pengamatan yang tersebar dengan jenis substrat lumpur berpasir juga tidak dapat dipisahkan dari tingginya indeks nilai penting spesies *R. stylosa* pada pengamatan ini (Ghufrona, et.al., 2015). Pada tingkat semai dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, indeks nilai penting mangrove menunjukan (Tabel 5), terlihat bahwa indeks nilai penting mangrove yang paling tinggi adalah dari jenis *R. stylosa* sebesar 36,58% sedangkan indeks nilai penting terendah yaitu spesies *Nypa fruticans* dengan nilai sebesar 7,19%. Tingginya indeks nilai penting spesies *R. stylosa* dalam penelitian ini juga tidak terlepas dengan adanya daya dukung lingkungan di areal pengamatan yang dilakukan dimana pada areal tersebut jenis substrat lumpur berpasir dan jenis substrat ini menyebar (Ghufrona, et.al., 2015).

KESIMPULAN

Terdapat indeks nilai penting yang berbeda pada setiap tingkatan strata perkembangan semai, anakan, sapihan dan pohon. Tingkat pertumbuhan pohon spesies *Avicennia alba* memiliki nilai kepadatan relatif terbesar sebesar 16,85% dan indeks nilai penting tertinggi sebesar 59,45%. Pada 20,67%, nilai kepadatan relatif terbesar dan penutupan relatif tertinggi 21,94%. Tingkat tiang

spesies *Avicennia alba* memiliki nilai indeks nilai penting tertinggi, yaitu 59,45%, dengan nilai kerapatan relatif tertinggi pada 16,85%, frekuensi relatif tertinggi sebesar 20,18% dan penutupan relatif tertinggi pada sebesar 22,42%. Tingkat pancang spesies *Avicennia alba* memiliki indeks nilai penting sebesar 43,86% yang merupakan nilai tertinggi, memiliki skor kepadatan relatif terbesar sebesar 12,87% dan peringkat indeks nilai penting tertinggi sebesar 43,86%, frekuensi relatif tertinggi sebesar 16,77% dan Penutupan relatif tertinggi sebesar 14,22%. Sedangkan tingkat semai spesies *Rhizophora stylosa* memiliki indeks nilai penting tertinggi, yaitu 36,58% dengan kerapatan relatif sebesar 16,67% dan frekuensi relatif sebesar 19,92%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S., Subur, R., Kadir, M. A., Rina, R., Susanto, A. N., & Suriandjo, H. S. (2021). Vegetation Structure and Damage Level Mangrove Forest in Manomadehe Island, Subdistrict South Jailolo, North Maluku Province. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1): 222-230.
- Agussalim, A. 2014. Potensi kesesuaian mangrove sebagai daerah ekowisata di Pesisir Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 6(2): 148-156.
- Alwi, Djainudin, Koroy K, and Laba E. 2019. "Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove di Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 5 (4): 33-46.
- Ambarwati, T., & Fauzi, M. (2022). Kondisi Ekosistem Hutan Mangrove Dan Kegiatan Perikanan Di Kampung Rawa Mekar Jaya, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 3(2).
- Amin, D. N., Irawan, H., & Zulfikar, A. 2015. Hubungan Jenis Substrat Dengan Kerapatan Vegetasi *Rhizophora* Sp. Di Hutan Mangrove Sungai Nyirih Kecamatan Tanjungpinang Kota Kota Tanjungpinang Dwi. *Repository Umrah*, 1(1), 1-15.
- Bachri S dan Abdullah V. 2020. Komposisi dan Pola Zonasi Hutan Mangrove Di Desa Labuhan Bontong Kecamatan Tarano Kabupaten Sumbawa. In *Prosiding Seminar Nasional IPPeMas*, 1(1):288-295.
- Baderan, D. K. 2019. Struktur Vegetasi dan Zonasi Mangrove di Wilayah Pesisir Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(1): 20-30.
- Damastuti, E., de Groot, R., Debrot, A. O., & Silvius, M. J. 2022. Effectiveness of community-based mangrove management for biodiversity conservation: A case study from Central Java, Indonesia. *Trees, Forests and People*, 7, 100-202.
- Darmadi, M.W, Lewaru. A.M, Khan. 2012. Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat Di Muara Harmin Desa Cangkring Kecamatan Cantigi Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 347- 358.
- Ernikawati, E., Puspaningrum, D., & Yusuf, M. A. (2024). Keanekaragaman Spesies Burung Di Hutan Mangrove Pilohulata Gorontalo Utara. *MAKILA*, 18(1):1-14.
- Ernikawati, E., Sandalayuk, D., Ruruh, A., & Suma, Z. N. Y. 2023. Ethnopharmacology Potentials of Mangrove Bulalo, North Gorontalo. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11): 10349-10355.
- Friess, D.A, Erik S.Y, Guilherme M.O.A, Janine B.A, Stefano C, Steven W.J.C, Kyle C.C, Rod M.C, Nicole C, Farid D.G, Karen D, Ilka C.F, Sara F, Tim C.J, Shing Y.L, Danielle E.O, Xiaoguang O, Kerrylee R, Jennifer K.R, Sahadev S, Taylor M.S, Alison K.S.W. 2020. Mangroves give cause for conservation optimism, for now. *Current Biology*, 30 (4): 153-154.
- Ghufrona, R., Rodlyan., Kusmana., C, and Rusdiana, O. 2015. Species Composition and Mangrove Forest Structure in Pulau Sebuku, South Kalimantan Komposisi Jenis Dan Struktur Hutan Mangrove Di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan. *Journal of Tropical Silviculture*, 6 (1): 15-26.
- Haya, N, Zamani, N.P, Soedharma D. 2015. Analisis Struktur Ekosistem Mangrove di Desa Kukupang Kecamatan Kepulauan Joronga Kabupaten Halmahera Selatan Maluku Utara. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 6(1):79-89.

- Hidayatullah, M., dan Pujiono E. 2014. Struktur Dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang-Kecamatan Boleng Kabupaten Manggarai Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(2):151-162.
- Irwansyah, I., Sugiyarto, S., Mahajoeno, E. 2019. Struktur komunitas ekosistem mangrove di Teluk Serewe Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 5(2): 126-130.
- Jufia, T. O., Gazali, M., & Marlian, N. 2020. Struktur Komunitas Mangrove di Pesisir Lhok Bubon, Aceh Barat. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 2(2):99-115.
- Juhadi, R.A.R., & Santoso, A.B. (2020). Edu-Ekowisata Hutan Mangrove Kawasan Pesisir Pasarbanggi, Rembang, Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Geografi Vol*, 9(1).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201. 2004. Kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove. KepMen LH. Jakarta. 10 hlm.
- Lahabu, Yostan., Joshian N.W.S, and Agung, B.W. 2015. Kondisi Ekologi Mangrove Di Pulau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara." *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3 (2): 41-52.
- Lisna, L., Malik, A., Toknok, B. 2017. "Potensi Vegetasi Hutan Mangrove Di Wilayah Pesisir Pantai Desa Khatulistiwa Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong." *Jurnal Warta Rimba*, 5 (1).
- Manan, J., Manumpil, A.W., Asaribab, P.Y., & Saleky, D. 2023. Biodiversity and Ecological Structure of Mangrove in Coastal Waters of Dafi Village, Biak Numfor Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 11(1):244-252.
- Mauludi, F., Sulardiono, B., & Haeruddin, H. 2018. Hubungan Jenis Sedimen Dengan Kerapatan Mangrove Di Desa Timbulsloko, DEMAK. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(4), 323-332.
- Ndede, I. G., Tasirin, I. J. S., & Sumakud, I. M. Y. 2017. Komposisi Dan Struktur Vegetasi Hutan Mangrove Di Desa Sapa Kabupaten Minahasa Selatan (Composition And Structure Vegetation Of Mangrove Forest In Sapa Village, South Minahasa District). In *Cocos*, 8 (6)":1-16.
- Parmadi, J.C.E.H., Dewiyanti I, And Karina S. 2016. Indeks Nilai Penting Vegetasi Mangrove di Kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1 (1) : 82-95.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., Wardhani, F.K. 2017. Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pemalang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), pp.29-42.
- Puspaningrum, D., Suleman, V., & Ernikawati, E. (2023). Potensi Blue Carbon Ekosistem Mangrove Pilohulata Gorontalo Utara. *Gorontalo Journal of Forestry Research*, 6(2), 121-134.
- Ruruh dan Ernikawati. 2021. Struktur Dan Komposisi Vegetasi Mangrove Di Pesisir Pantai Desa Dambalo Kecamatan Tomilito Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Kehutanan Bonita*. 3 (1):1-8.
- Setyawan, A.D., Indrowuryatno, Wiryanto, K., Winarno, A., Susilowati. 2005. Tumbuhan Mangrove di Pesisir Jawa Tengah : 1. Keanekaragaman Jenis. Biodiversitas. *Journal of Biological Diversity*. 6 (2), 90-94.
- Silaen, I.F., Hendrarto, B., Nitisupardjo, M. 2013. Distribusi dan kelimpahan gastropoda pada hutan mangrove Teluk Awur Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3):93-103.
- Sunarni, S., Maturbongs, M.R., Arifin, T., and Rahmania, R. 2019. Zonasi dan Struktur Komunitas Mangrove Di Pesisir Kabupaten Merauke. *Jurnal Kelautan Nasional*, 14(3): 165-178.
- Winardi, Feonawir, Andi, Z., Willian, N. 2014. Nilai Kandungan Karbon dan Indek Nilai Penting Jenis Vegetasi Mangrove di Perairan Desa Mantang Baru Kecamatan Mantang Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau. [*Skripsi*]. *Universitas Riau. Riau*, 86: 22-28.
- Yasser, M., Hendri, O. R. S., Irawan, A., & Sari, L. I. 2021. Indeks nilai penting ekosistem mangrove di Kelurahan Kampung Baru Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara. *Berkala Perikanan Terubuk*, 49(2).
- Zamdial, Hartono, D., & Johan, Y. 2019. Struktur komunitas ekosistem mangrove di kawasan pesisir kota Mukomuko Kabupaten Mukomuko Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 4(1): 92-104.