

ANALISIS STRUKTUR KOMUNITAS DAN BIOMASSA MANGROVE DI KELURAHAN LIRANG KECAMATAN LEMBEH UTARA KOTA BITUNG

(ANALYSIS OF COMMUNITY STRUCTURE AND MANGROVE BIOMASS IN
LIRANG, NORTH LEMBEH, BITUNG CITY)

Reynaldo Mangore^{1*}, Antonius P. Rumengan¹, Ping A. Angmalisang¹, Natalie D. C.
Rumampuk¹, Rignolda Djamaluddin¹, Ari Berty Rondonuwu²

1. Program Studi Ilmu Kelautan FPIK UNSRAT Manado
2. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK UNSRAT Manado

*Penulis Korespondensi: Reynaldo Mangore; mangore031297@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted in Lirang Village, North Lembeh District, Bitung City by using quadrant and sampling methods. The study was conducted in 5 quadrants, namely the bottom (quadrant 1), the middle (quadrant 2), the top (quadrant 3), the left (quadrant 4) and the right (quadrant 5). Based on the calculation results, the highest species density and relative density were found in quadrant 3 with values of 0.09 and 87.10, respectively, with the species *R. Mucronata*. Likewise, in the same quadrant, the highest species frequency value was 1.00 with *R. Mucronata* and *S. Alba* species, while the relative frequency value was 75.00 with *R. Mucronata*. The highest species closure value was 15.09, which was owned by *R. mucronata* in quadrant 1, while the relative species closure value of 89.44 was owned by the same species in quadrant 3. The highest important value index of 251.53 was owned by *R. mucronata* is in quadrant 3.

Keywords: Mangrove community structure, mangrove biomass, Lirang village, Bitung city.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Lirang Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung dengan menggunakan metode kuadran dan sampling. Penelitian dilakukan sebanyak 5 kuadran yaitu di bagian bawah (kuadran 1), bagian tengah (kuadran 2), bagian atas (kuadran 3), bagian kiri (kuadran 4) dan bagian kanan (kuadran 5). Berdasarkan hasil perhitungan nilai kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis tertinggi terdapat pada kuadran 3 dengan nilai 0,09 dan 87,10 secara berturut-turut dengan jenis *R. Mucronata*. Demikian pula pada kuadran yang sama nilai frekuensi jenis tertinggi adalah 1.00 didapati jenis *R. Mucronata* dan *S. Alba*, sedangkan nilai frekuensi relatif adalah 75,00 dengan jenis *R. Mucronata*. Nilai penutupan jenis tertinggi adalah sebesar 15,09 dimiliki oleh *R. mucronata* terdapat pada kuadran 1, sedangkan nilai penutupan relatif jenis sebesar 89,44 dimiliki oleh jenis yang sama terdapat pada kuadran 3. Indeks nilai penting tertinggi sebesar 251,53 dimiliki oleh jenis *R. mucronata* terdapat pada kuadran 3.

Kata kunci: Struktur Komunitas Mangrove, Biomassa Mangrove, Kelurahan Lirang, Kota Bitung.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia dan juga memiliki keragaman hayati yang besar serta strukturnya paling bervariasi. (Noor, et al., 2006). Mangrove adalah jenis tumbuhan tropis dan subtropis yang mampu bertahan hidup pada kadar salinitas air yang relatif tinggi dan substrat berlumpur (Djamaluddin, 2018). Hutan mangrove memiliki peranan penting dalam ekosistem pantai yaitu sebagai penyediaan bahan organik, tempat asuhan (*nursery ground*), tempat bertelur (*spawning ground*), dan tempat untuk berlindung berbagai biota laut, serta sebagai pelindung pantai (Bengen, 2000). Saat ini mangrove juga sangat berperan untuk mengurangi resiko bencana jika adanya perubahan iklim karena mangrove mampu menyimpan karbon di biomassa dan sedimen yang besar (Rumengan, et al., 2018; Marbun et al., 2020).

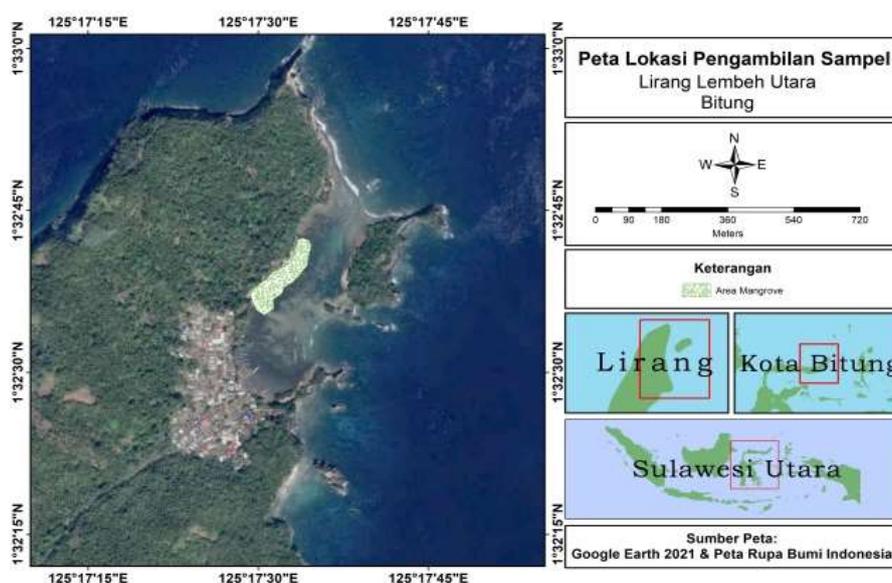
Sampai saat ini banyak masalah yang sering terjadi pada hutan mangrove yaitu adanya penebangan pohon secara liar dan pembangunan di kawasan pesisir sehingga dapat mengakibatkan kurangnya luas hutan mangrove. Pada lingkungan laut khususnya yang berada di wilayah pesisir telah mengalami ancaman dari

aktivitas manusia baik secara langsung dan tidak langsung sehingga dapat berdampak pada kesehatan hutan mangrove.

Struktur komunitas dan biomassa sangat penting untuk melihat susunan atau komposisi spesies mangrove, sedangkan nilai biomassa untuk membantu prediksi tingkat produktivitas vegetasi mangrove yang ada di lokasi penelitian (Hilmi dan Siregar, 2006; Lumbu et al., 2022). Sampai saat ini belum ada data mengenai biomassa mangrove dan struktur komunitas mangrove di Kelurahan Lirang. Diharapkan informasi biomassa dan struktur komunitas mangrove di Kelurahan Lirang dapat memberikan nilai tambah fungsi ekologis mangrove agar kegiatan konservasi yang dilakukan akan terus berkelanjutan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, mulai dari Rencana Kerja Penelitian sampai dengan Ujian Skripsi. Lokasi penelitian dilaksanakan di Kelurahan Lirang, Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung Provinsi Sulawesi Utara, selanjutnya peta lokasi penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ialah, Meter Roll, meter jahit, kamera hp, alat tulis menulis, tali rafia atau tali plastik, GPS.

Teknik Pengambilan Data Mangrove

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode kuadran atau metode sampling yang meneliti jumlah biomassa pada mangrove. Penelitian dilakukan sebanyak 5 kuadran yaitu di bagian bawah (kuadran 1), bagian tengah (kuadran 2), bagian atas (kuadran 3), bagian kiri (kuadran 4), bagian kanan (kuadran 5). Total luas wilayah ekosistem mangrove di Kelurahan Lirang hanya berkisar 1 hektar. Kuadran dibuat 10 m x 10 m dengan menggunakan tali plastik sebagai penanda dan jenis mangrove yang masuk dalam kuadran 10 m x 10 m diukur diameter setinggi dada.



Gambar 2. Ilustrasi penentuan plot (kotak kuning adalah bentuk kuadran).

Pengambilan Data Jenis-jenis Mangrove

Data-data mengenai jenis pohon mangrove yang ada pada setiap kuadrat dicatat jenis-jenisnya kemudian dicatat jenis-jenis mangrove yang ada dalam kuadrat 10 m x 10 m yang masuk dalam kategori pohon ≥ 10 cm. Identifikasi jenis-jenis mangrove dengan menggunakan buku identifikasi (Noor et al., 2006; Sosia et al., 2014).

Pengambilan Data Biomassa Pohon Mangrove

Pengukuran diameter pohon mangrove dilakukan pada pohon

berdiameter ≥ 10 cm menggunakan meter jahit atau pita meter, data yang diperoleh yaitu keliling lingkaran pohon mangrove (SNI 7724:2011). Ilustrasi pengambilan data diameter pohon mangrove dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. Pengukuran diameter setinggi dada pada berbagai pohon

Analisis Struktur Komunitas Mangrove

Analisis vegetasi mangrove menggunakan rumus dari (Parmandi, et al., 2016) sebagai berikut :

a) Kerapatan Jenis (Di)

$$Di = ni/A$$

Keterangan:

Di = Kerapatan jenis ke-i
 ni = Jumlah total tegakan ke-i
 A = Luas total area pengambilan contoh

b) Kerapatan Relatif Jenis (RDi)

$$RD_i = \left(\frac{n_i}{\sum n} \right) \times 100$$

Keterangan:

RD_i = Kerapatan Relatif Spesies ke-i

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

c) Frekuensi Jenis (Fi)

$$F_i = \left(\frac{p_i}{\sum p} \right)$$

Keterangan:

F_i = Frekuensi spesies ke-i

P_i = Jumlah petak contoh dimana ditemukan spesies ke-i

D. Frekuensi Relatif Jenis (RFi)

$$RF_i = \left(\frac{F_i}{\sum F} \right) \times 100$$

Keterangan:

RF_i = Frekuensi relatif Spesies ke-i

F_i = Frekuensi Spesies ke-i

e) Penutupan jenis (Ci)

$$C_i = \left(\frac{\sum BA}{A} \right)$$

Keterangan:

BA = π DBH²/4 (dalam Cm²)

π = Konstanta (3,14)

DBH = Diameter pohon dari jenis ke-i

A = Luas area total pengambilan contoh (luas total petak/plot/kuadran)

DBH = CBH/ π (dalam cm), CBH adalah lingkaran pohon setinggi dada

f) Penutupan Relatif Jenis (RCi)

$$RC_i = \left(\frac{C_i}{\sum C} \right) \times 100$$

Keterangan:

RC_i = Penutupan relatif spesies dan luas total area

C_i = Luas area penutupan spesies ke-i

ΣC = Luas total area penutupan seluruh jenis

g) Indeks Nilai Penting (INP)

Jumlah nilai kerapatan relatif spesies (RD_i), frekuensi relatif spesies (RF_i) dan penutupan relatif spesies (RC_i).

$$INP = RD_i + RF_i + RC_i$$

Analisis Data Biomassa Mangrove

a. Biomassa Bagian Atas

Analisis data biomassa mangrove dilakukan dengan persamaan alometrik dari (Komiyama, et al., 2005). Untuk perhitungan biomassa dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B = 0,251 \rho D^{2,46}$$

Keterangan :

B = Biomassa Permukaan (kg)

ρ = Masa jenis kayu (cm)

D = Diameter pohon (cm)

b. Biomassa bagian bawah akar

Hitung biomassa bagian bawah akar mangrove dengan persamaan allometrik (Komiyama, dkk, 2005).

$$BA = 0,199 * \rho^{0,899} * (DBH)^{2,22}$$

Keterangan :

BA = Biomassa akar (kg)

ρ = Densitas batang (g/cm³)

DBH = Diameter batang (cm)

Total biomassa adalah biomassa permukaan + biomassa atas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Wilayah

Kelurahan Lirang adalah salah satu Kecamatan di Lembeh Utara, Kota Bitung, Sulawesi Utara. Kelurahan Lirang memiliki kawasan hutan mangrove dengan luas kurang lebih 1 hektar. Hutan mangrove di Kelurahan Lirang berada di ujung utara Pulau Lembeh, pada hutan mangrove tersebut sudah disediakan jembatan kayu untuk memudahkan masyarakat atau para wisatawan yang berkunjung ke hutan mangrove tersebut. Setelah di identifikasi mangrove di Kelurahan Lirang terdapat 3 jenis mangrove yang terdiri dari, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Bruguiera gymnorhiza*.

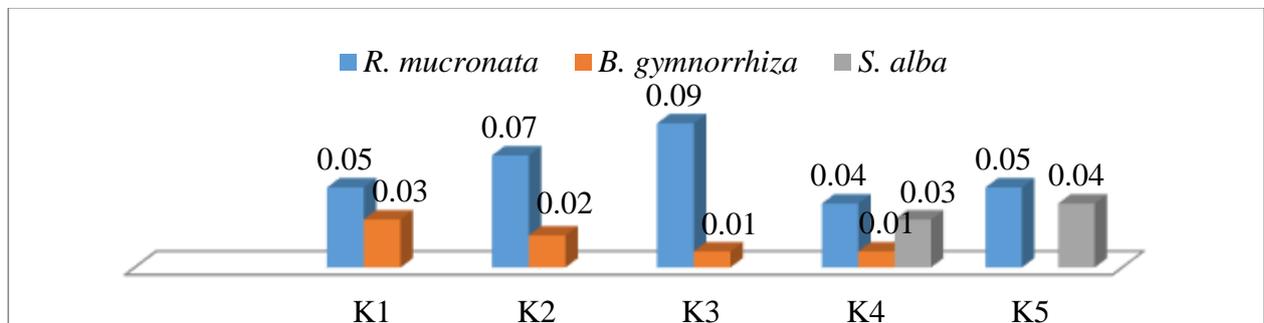
Kerapatan Jenis (Di) dan Kerapatan Relatif Jenis (RD_i)

Kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan jenis ke-i dalam suatu area,

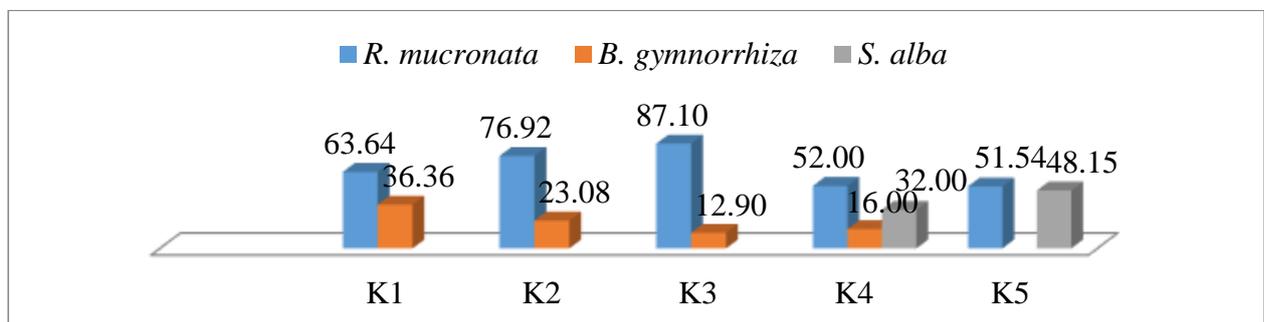
sedangkan kerapatan relatif jenisnya merupakan jumlah perbandingan antara jumlah jenis tegakan jenis ke-i dengan total tegakan seluruh jenis (Novianty, et al., 2011). Kuadran 1 memiliki kerapatan jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza*, sebesar 42,00 pohon/ha dan 24,00 pohon/ha, selanjutnya nilai kerapatan relatif jenis 63,64% dan 36,36%. Kuadran 2 memiliki kerapatan jenis mangrove *R. mucronata* 60,00 pohon/ha, dan *B. gymnorrhiza* sebesar 18,00 pohon/ha, selanjutnya nilai kerapatan relatif jenisnya, yaitu 76,92% dan 23,08%. Kuadran 3 memiliki kerapatan jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* dengan nilai 81,00 pohon/ha dan 12,00 pohon/ha, selanjutnya kerapatan relatif jenisnya yaitu 87,10% dan 12,90%. Kuadran 4 memiliki kerapatan jenis *R. mucronata* dengan nilai 39,00 pohon/ha, *B. gymnorrhiza* 12,00 pohon/ha dan *S. alba* 24,00 pohon/ha, selanjutnya

kerapatan relatif jenisnya yaitu 52,00%, 16,00% dan 32,00%. Kuadran 5 memiliki kerapatan jenis *R. mucronata* dan *S. alba* sebesar 4,67 pohon/ha dan 4,33 pohon/ha dan selanjutnya nilai kerapatan relatif jenis 51,85%, dan 48,15%. Untuk nilai tertinggi di setiap kudrat pengamatan dimiliki oleh jenis *R. Mucronata*. Untuk nilai rata-rata kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

Nilai tinggi dan rendahnya kerapatan jenis mangrove ditentukan oleh banyak atau sedikitnya jumlah individu. Pada penelitian ini menunjukkan bawah kerapatan jenis tertinggi pada jenis *R. Mucronata* diduga disebabkan oleh substrat lumpur berpasir yang cocok untuk jenis ini. Substrat lumpur berpasir mendukung pertumbuhan dan kehadiran individu-individu dari famili Rhizophoraceae (Noor et al., 2012).



Gambar 4. Kerapatan jenis (Di)



Gambar 5. Kerapatan relatif jenis (RD_i)

Frekuensi Jenis (Fi) dan Frekuensi Relatif Jenis (RFi)

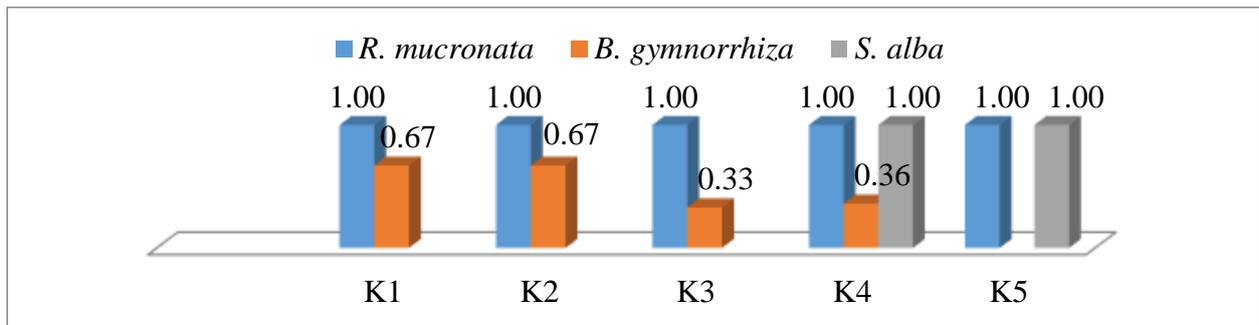
Frekuensi jenis yaitu peluang ditemukan suatu jenis ke-i dalam semua petak, sedangkan frekuensi relatif jenis adalah perbandingan antara frekuensi jenis ke-i dengan jumlah frekuensi seluruh jenis (Novianty, et al., 2011). Kuadran 1

memiliki frekuensi jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* dengan nilai 1,00 dan 0,67, selanjutnya frekuensi relatif jenis yaitu 60,00% dan 40,00%. Kuadran 2 memiliki frekuensi jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* sebesar 1,00 dan 0,67, selanjutnya nilai frekuensi relatif jenis yaitu 60,00% dan 40,00%. Kuadran 3 memiliki

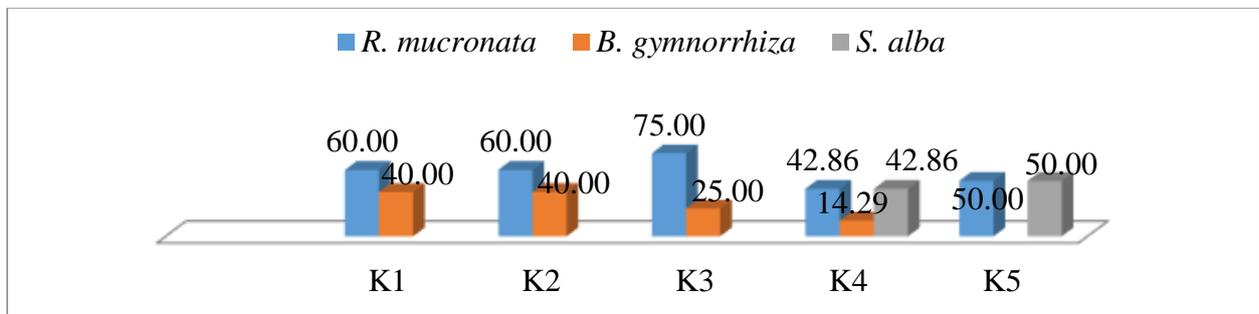
frekuensi jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* dengan nilai 1,00 dan 0,33, selanjutnya frekuensi relatif jenisnya yaitu 75,00% dan 25,00%. Kuadran 4 memiliki frekuensi jenis *R. mucronata* 1,00, *B. gymnorrhiza* 0,33 dan *S. alba* 1,00, selanjutnya frekuensi relatif jenisnya yaitu 42,86%, 14,29% dan 42,86%. Kuadran 5 frekuensi jenis *R. mucronata* dan *S. alba* yaitu sama 1,00, selanjutnya nilai frekuensi relatif jenis yaitu sama juga 50,00%. Untuk nilai frekuensi tertinggi di setiap kuadran

dimiliki oleh jenis *R. mucronata*. Untuk nilai rata-rata frekuensi jenis dan frekuensi relatif jenis bisa dilihat pada gambar 5 dan 6.

Berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi mangrove dipengaruhi oleh banyaknya suatu jenis yang ditemukan pada setiap kuadran, makin banyak jumlah kuadran yang ditemukan jenis mangrove, maka nilai frekuensi kehadiran mangrove semakin tinggi (Mangindaan, et al., 2012)



Gambar 6. Frekuensi jenis (Fi)



Gambar 7. Frekuensi relatif jenis (RFi)

Penutupan Jenis (Ci) dan Penutupan Relatif Jenis (RCi)

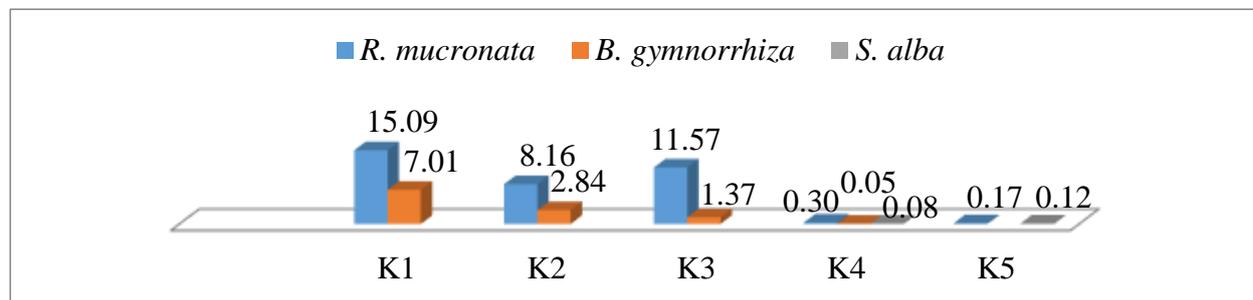
Penutupan jenis (Ci) adalah luas penutupan jenis ke-i dalam suatu unit area tertentu, sedangkan penutupan relatif jenis (RCi) yaitu perbandingan antara penutupan jenis ke-i dengan luas total penutupan untuk seluruh jenis (Novianty, et al., 2011). Pada kuadran 1 memiliki penutupan jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* 2,73 cm²/ha dan 2,57 cm²/ha, selanjutnya nilai penutupan relatif jenisnya 51,60% dan 48,40%. Kuadran 2 memiliki penutupan jenis mangrove *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* sebesar 4,70 cm²/ha dan 1,30 cm²/ha, selanjutnya nilai penutupan relatif jenisnya 78,33% dan 21,67%. Kuadran 3 memiliki penutupan jenis *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza*

6,37 cm²/ha dan 0,89 cm²/ha, selanjutnya nilai penutupan relatif jenisnya 87,70% cm²/ha dan 12,30% cm/ha. Kuadran 4 memiliki penutupan jenis *R. mucronata* 0,15 cm²/ha, *B. gymnorrhiza* 0,04 cm²/ha dan *S. alba* 0,07 cm²/ha, selanjutnya penutupan relatif jenisnya 58,26%, 14,48% dan 27,27%. Kuadran 5 memiliki penutupan jenis *R. mucronata* 0,17 cm²/ha dan *S. alba* 0,12 cm²/ha, selanjutnya nilai penutupan relatif jenisnya 58,09% dan 41,91%. Untuk nilai tertinggi terdapat pada jenis *R. mucronata* dan untuk nilai rata-rata penutupan jenis dan penutupan relatif jenis bisa dilihat pada gambar 8 dan 9.

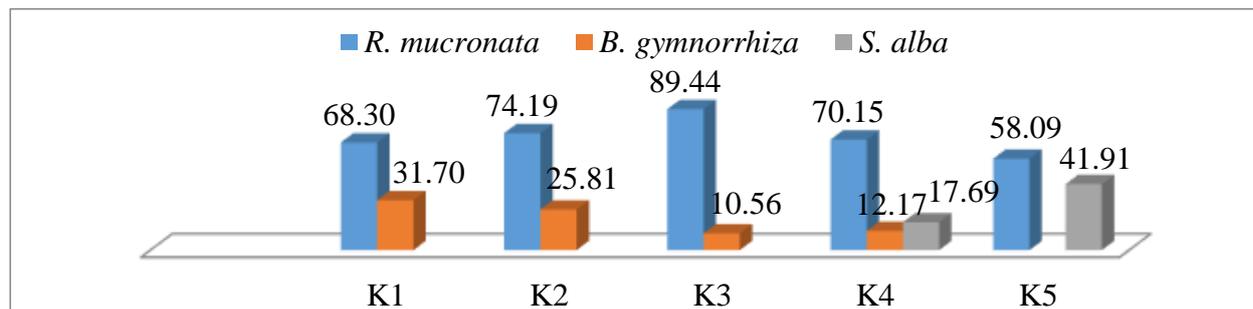
Penelitian saat ini memperlihatkan bahwa nilai penutupan jenis mangrove *R. mucronata* tertinggi di setiap kuadran pengamatan, hal ini diduga disebabkan

oleh ukuran lingkaran batang yang besar ataupun jumlah pohon yang banyak, sehingga penutupan jenis menjadi tinggi dibandingkan jenis mangrove lainnya. Faktor penting yang mempengaruhi nilai penutupan jenis adalah lingkaran batang

pohon dan basal area dalam suatu area mangrove. Penutupan jenis mangrove menggambarkan tingkat penutupan jenis terhadap lahan yang menjadi areal tumbuh mangrove tersebut (Akbar, et al., 2005).



Gambar 8. Penutupan Jenis (CI)



Gambar 9. Penutupan Jenis (CI)

Indeks Nilai Penting (INP)

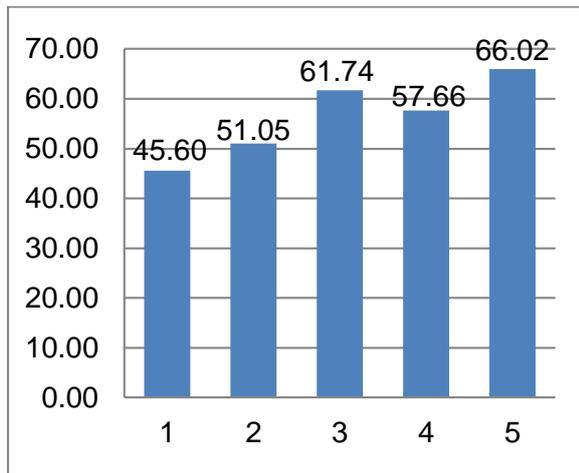
Indeks nilai penting (INP) merupakan salah satu indeks yang dihitung berdasarkan jumlah yang didapat untuk menentukan tingkat dominasi jenis dalam suatu komunitas tumbuhan (Parmandi et al., 2016). Indeks nilai penting digunakan untuk menggambarkan kedudukan suatu jenis dalam suatu komunitas vegetasi yang dapat menunjukkan penguasaan ruang suatu jenis pada suatu tempat, indeks nilai penting suatu jenis berkisar 0-300% (Paruntu, et al., 2017). Kuadran 1 memiliki indeks nilai penting *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* 175,24% dan 124,76%. Kuadran 2 memiliki indeks nilai penting *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* 215,25% dan 84,75%. Kuadran 3 memiliki indeks nilai penting *R. mucronata* dan *B. gymnorrhiza* 249,79% dan 51,43%. Kuadran 4 memiliki indeks nilai penting *R. mucronata* 153,11%, *B. gymnorrhiza* 44,76% dan *S. alba* 102,12%. Kuadran 5 memiliki indeks nilai penting *R.*

mucronata dan *S. alba* 159,94% dan 140,06%. Menurut (Hidayat, 2017) kategorisasi nilai INP adalah INP>42,66 dikategorikan tinggi, INP 21,96-42,66 dikategorikan sedang, dan INP<21,96 dikategorikan rendah.

Biomassa Pohon

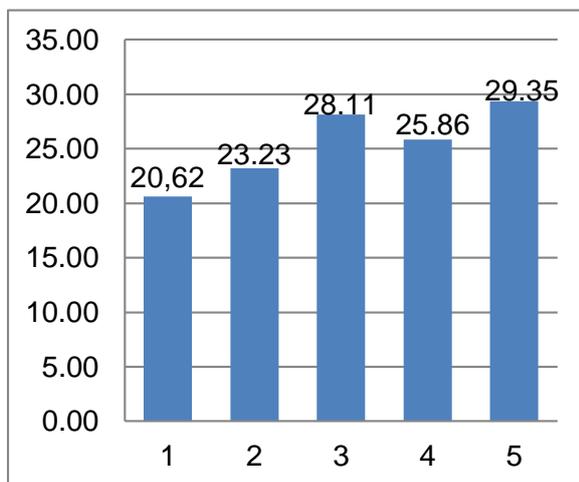
Imiliyana et al. (2012) menyatakan bahwa biomassa akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia tanaman, hal ini disebabkan karena diameter pohon mengalami pertumbuhan melalui pembelahan sel yang berlangsung secara terus menerus dan akan semakin lambat pada umur tertentu. Pada gambar di atas menunjukkan total biomassa pohon mangrove yang ada di Kelurahan Lirang. Biomassa pohon mangrove pada stasiun 1 dengan nilai sebesar 456,04 kg/m², kuadran 2 sebesar 510,51 kg/m², stasiun 3 sebesar 617,38 kg/m², stasiun 4 sebesar 576,62 kg/m² dan stasiun 5 sebesar 660,25

kg/m². Nilai biomassa pohon tertinggi pada kuadran 3, karena pada kuadran ini ukuran diameter pohon lebih besar dibandingkan dengan kuadran 1, 2, 4 dan 5.



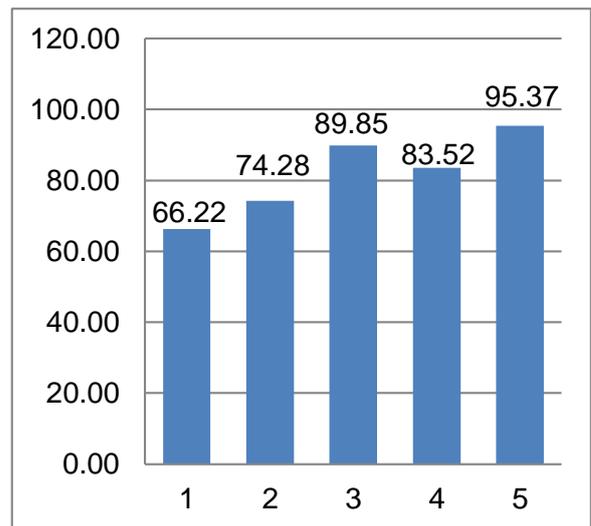
Biomassa Akar

Biomassa bawah permukaan (akar) sangat tergantung pada ukuran diameter batang tanaman, semakin besar diameter batang maka semakin besar pula biomassa akar yang dihasilkan (Rahmah dan Nainggolan, 2014). Berdasarkan gambar di atas menunjukkan nilai biomassa pada akar pohon mangrove dengan nilai pada kuadran 1 sebesar 206,20 kg/m², pada kuadran 2 dengan nilai 232,27 kg/m², kuadran 3 sebesar 281,12 kg/m², kuadran 4 sebesar 258,58 kg/m² dan kuadran 5 sebesar 293,47 kg/m². Nilai biomassa akar tertinggi terdapat pada kuadran 5, karena pada kuadran ini diameter pohon lebih besar dibandingkan dengan kuadran 1,2,3 dan 4.



Biomassa Total

Pada gambar di atas menunjukkan nilai total biomassa pada pohon mangrove yang ada di Kelurahan Lirang. Total biomassa pohon mangrove pada kuadran 1 sebesar 66,22 ton/ha, kuadran 2 sebesar 74,28 ton/ha, kuadran 3 sebesar 89,85 ton/ha, kuadran 4 sebesar 83,52 ton/ha dan kuadran 5 sebesar 95,37 ton/ha. Total biomassa tertinggi berada pada kuadran 5, karena pada kuadran ini ukuran diameter pohon lebih besar dibandingkan dengan kuadran 1,2,3 dan 4.



KESIMPULAN

Jenis-jenis mangrove yang ditemukan di Kelurahan Lirang ada 3 jenis mangrove yaitu *R. mucronata*, *B. gymnorhiza* dan *S. alba*. Mengestimasi jumlah biomassa mangrove yang ada di Kelurahan Lirang, Kecamatan Lembah Utara, Kota Bitung. Yang di dapat hasil jumlah biomassa tertinggi terdapat pada kuadran 1 dengan nilai 8041,17 ton/ha. Kemudian paling rendah terdapat pada kuadran 5 dengan nilai 1980,00 ton/ha.

Berdasarkan hasil penelitian tertinggi dari kerapatan jenis dan kerapatan relatif jenis terdapat pada transek 3 oleh *R. mucronata* dengan nilai 0,09 dan 87,10. Untuk nilai frekuensi jenis tertinggi oleh *R. Mucronata* dan *S. Alba* dengan nilai yang sama yaitu 1.00 dan nilai frekuensi relatif tertinggi pada kuadran 3 dengan nilai 75,00 oleh *R. Mucronata*.

Penutupan jenis tertinggi dimiliki oleh *R. mucronata* pada kuadran 1 dengan nilai 15,09, dengan nilai penutupan relatif jenis tertinggi yaitu 89,44 pada kuadran 3. Indeks nilai penting tertinggi terdapat pada *R. mucronata* dengan nilai 251,53 pada kuadran 3.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (The Association of Official Analytical Chemist). 1995. Official Methodsof Analysis. Inc, Washington, DC. Chap. 38: 1-3.
- Akbar, N., B. Abdurrachman, dan T. Irmalita. 2015. Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove Di Kawasan Pesisir Sidangoli Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. *Depik*, 4(3): 132–43.
- Babo, P.P., C.F.A. Sondak, J.J.H. Paulus, J.N.W. Schadu, A. P. Angmalisang, A.S. Wantasen, 2020. Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Bone Baru, Kecamatan Banggai Utara, Kabupaten Banggai Laut, Sulawesi Tengah. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(2); 92-103.
- Bengen, D.G. 2000. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Wilayah Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB.
- Djamaluddin, R. 2018. Mangrove Biologi, Ekologi, Rehabilitas, dan Konservasi. Unsrat Press, 142 hal.
- Pandeirot, G. L., A. P. Rumengan, CP. Paruntu, S. Darwisito, M. Ompi, A. S. Wantasen. 2020. "Analisis Struktur Komunitas Mangrove di Kawasan Sekitar PT. Conch Kabupaten Bolaang Mongondow", *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(2):104-113.
- Tiolong, G.M., A.P. Rumengan, C. F.A. Sondak, F. B. Boneka, N. G. Mamangkey, C. Kondoy. 2019. "Estimasi Karbon Vegetasi Mangrove di Kelurahan Pintu Kota Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung", *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(2): 98-103.
- Hidayat, M. 2017. Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan Di Kawasan Manifestasi Geotermal Le Su Um Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biotik*, 5(2):114-124.
- Hilmi E., dan S. A. Siregar. 2006. Model Pendugaan Biomassa Vegetasi Mangrove Di Kabupaten Indragiri Hilir Riau. *Biosfer*, 23(2):77-85.
- Komiyama, A., S. Pounpam dan S, Kato. 2005. Common Allometric Equantions for Estimating the Tree Weight of Mangroves. *Jurnal of Tropical Ecology*. 21 (4): 471-477.
- Lumbu T, A.P. Rumengan, C.P. Paruntu, S. Darwisito, M. Ompi, S. Mandagi. 2022. Kajian Simpanan Karbon Pada Biomassa Mangrove Di Pesisir Desa Tatengesan Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10 (1):63-71.
- Mangindaan, P., Wantasen, A., Mandagi, S.V. 2012. Analisis Potensi Sumberdaya Mangrove Di Desa Sarawet, Sulawesi Utara, Sebagai Kawasan Ekowisata. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(2): 44-51.
- Marbun, A., A.P. Rumengan, J.N.W Schadu, C.P Paruntu, P. A. Angmalisang, V.E.N. Manopo. 2020. Analisis Stok Karbon Pada Sedimen Mangrove di Desa Baturapa Kecamatan Lolak Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1): 20-30.
- Munaimbala, M.R., C.P. Paruntu., dan Antonius P. Rumengan. 2021 "Struktur Masyarakat Mangrove di Desa Tategesan Pantai, Kabupaten Posomaen, Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(3):172-178.
- Noor, R, Yus., Khazali, M., Suryadiputra I.N.N. 2006. Panduan pengenalan mangrove di Indonesia. PHKA/WI IP. Bogor.
- Novianty, R, S. Sastrawibawa, D.J. Prihadi. 2011. Identifikasi Kerusakan Dan Upaya Rehabilitasi Ekosistem Mangrove Di Pantai Utara

- Kabupaten Subang. *Jurnal Akuatik*, 2(2):1-9.
- Parmandi, J.C. E. Havi, I. Dewiyanti, and K. Sofyatuddin. 2016. "Indeks Nilai Penting Vegetasi Mangrove Di Kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1): 82– 95.
- Paruntu, C.P., A. B. Windarto, dan A. P. Rumengan. 2017. "Karakteristik Komunitas Mangrove Desa Motandoi Kecamatan Pinolosian Timur Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara." *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2): 53-65.
- Romario, P., C.F.A. Sondak, dan A.P. Rumengan. 2021. Struktur Komunitas Mangrove di Kelurahan Tapuang, Kecamatan Tahuna, Kabupaten Sangihe. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(3):179-185.
- Rahmashani, T., dan M. Nainggolan. 2014. *Mangrove Siak dan Kepulauan Meranti*. Jakarta: Energi Mega Persada. hlm, 89.
- Rumengan, A P, D. M. H. Mantiri, R. M. Rompas. 2018. Carbon Stock Assesment of Mangrove Ecosystem in Totok Bay, Southeast Minahasa Regeney, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(1):1280-1286.
- Sosia, Y. P., Rahmashani, T., & Nainggolan, M. 2014. *Mangrove siak dan Kepulauan Meranti*. Jakarta: Energi Mega Persada.
- Standar Nasional Indonesia. 2011. *Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*, SNI 7724.
- Supriyanto, I., A. dan Bintoro. 2014. Inventarisasi Jenis Tumbuhan Obat di Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari.*, 2(1): 67-75.
- Walpone 1993. *Pengantar statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Windarni, C., Setiawan, A., dan Rusita. 2014. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur . *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1): 66-74.
- Zainuri, A. M., A. Takwanto, and A. Syarifuddin. 2017. "Konservasi Ekologi Hutan Mangrove Di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo." 14 (1): 1–7.