

Estimasi Stok Karbon Pada Komunitas Mangrove Di Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara

(*Estimation of Carbon Stock in Mangrove Communities in Budo Village, Wori District, North Minahasa Regency*)

Ricky A. Ruru¹, Antonius P. Rumengan^{2*}, Darus Sa'adah J. Paransa², Carolus P. Paruntu², Robert Antonius Bara², Ari B. Rondonuwu²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

²Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

*Corresponding author: antonius_rumengan@unsrat.ac.id

Abstract

Mangrove is an ecosystem consisting of a collection of trees that grow in the area around the coastline, in conditions influenced by tides, and muddy and sandy sediments. It has an important function in the effort to absorb carbon levels through the photosynthesis process, which is better than other forest vegetation. The purpose of this study, namely to identify mangrove species, examine vegetation, and determine the value of biomass and estimated carbon stock in Budo Village, Wori District, North Minahasa Regency, North Sulawesi. Data collection in this study used the line transect method with the transect position being on the left, middle, and right of the mangrove ecosystem of Budo Village, which was pulled along 100 meters per transect. Then the quadrants were measured 10 m x 10 m using raffia rope to limit each quadrant with an interval of 10 m, and right of the mangrove ecosystem of Budo Village, which was pulled along 100 meters per transect. Then the quadrants were measured 10 m x 10 m using raffia rope to limit each quadrant with an interval of 10 m, and the distance between transects is about 50 m. Based on the results of the study, we found four types of mangroves, namely: *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, and *Bruguiera gymnorrhiza*. The highest species density and relative density values were on transect 3 with a value of 900 trees/ha and 86.53% by *Rhizophora apiculata*. The species frequency and relative species frequency were highest in each transect owned by *Rhizophora apiculata* with values of 0.8 and 55.66%. The highest species cover was *Rhizophora apiculata* with a value of 2.56 cm/m and a relative species cover of 72.21%. The highest important value index was *Rhizophora apiculata* on transect 3 with a value of 214.31%. The highest biomass content was on transect 3 with a value of 592.27 tons/ha. The highest carbon content is on transect 3 with a value of 55.67 tons/ha.

Keywords: Mangrove, Budo, Vegetation, INP, Biomass and Carbon.

Abstrak

Mangrove merupakan ekosistem yang terdiri dari sekumpulan pepohonan dan tumbuh di area sekitar garis pantai, hidup dengan kondisi dipengaruhi pasang surut air laut, sedimen berlumpur dan berpasir. Memiliki fungsi penting dalam upaya penyerapan kadar karbon melalui proses fotosintesisnya yang lebih baik dibandingkan vegetasi hutan lainnya. Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengidentifikasi jenis mangrove, mengkaji vegetasi dan mengetahui nilai biomassa serta estimasi stok karbon yang ada di Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan metode line transek dengan posisi transek berada pada bagian kiri, tengah dan kanan ekosistem mangrove Desa Budo yang ditarik sepanjang 100 meter per transek, kemudian kuadran diukur 10 m x 10 m dengan menggunakan tali rafia untuk membatasi setiap kuadran dengan intervalnya 10 m serta jarak antar transek sekitar 50 m. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan 4 jenis mangrove yaitu: *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Bruguiera gymnorrhiza*. Nilai kerapatan dan kerapatan relatif jenis yang tertinggi berada pada transek 3 yaitu dengan nilai 900 pohon/ha dan 86,53% oleh jenis *Rhizophora apiculata*. Untuk frekuensi jenis dan frekuensi jenis relatifnya yang tertinggi di setiap transeknya dimiliki oleh jenis *Rhizophora apiculata* dengan nilai 0,8 dan 55,66%. Penutupan jenisnya yang tertinggi dimiliki oleh *Rhizophora apiculata* dengan

nilai 2,56 cm/m dengan penutupan relatif jenisnya yaitu 72,21%. Indeks nilai penting tertinggi adalah jenis *Rhizophora apiculata* pada transek 3 yaitu dengan nilai sebesar 214,31%. Kandungan biomassa tertinggi berada pada transek 3 dengan nilai sebesar 592,27 ton/ha. Kandungan karbon tertinggi berada pada transek 3 dengan besar nilai 55,67 ton/ha.

Kata kunci: Mangrove, Budo, Vegetasi, INP, Biomassa dan Karbon.

PENDAHULUAN

Dunia telah mengalami pemanasan global bermula dengan lahirnya industri di negara-negara eropa pada abad ke 20, meningkatnya suhu di bumi membuat dampak besar terhadap perubahan iklim secara global sebagai akibat dari emisi gas CO₂ di udara dan efek dari rumah kaca (Sumampouw, 2019).

Vegetasi hutan memiliki tugas serta peranan yang sangat penting dalam penyimpanan gas CO₂ untuk menekan banyaknya komposisi CO₂ yang ada di atmosfer, secara teknis adanya hutan akan mengubah gas CO₂ menjadi O₂ melalui proses fotosintesis dan menyimpan dalam jaringan tumbuhan tanaman. Kegiatan yang dapat merubah CO₂ menjadi O₂ dan menyimpannya dalam biomassa ataupun jaringan tumbuhan salah satunya adalah vegetasi komunitas mangrove (Tandesa, 2018).

Ekosistem mangrove merupakan komunitas vegetasi pesisir tropis dan subtropis yang hidup di kondisi pasang surut air laut, berlumpur dan berpasir. Mangrove yang merupakan sebuah ekosistem mempunyai nilai ekologis dan ekonomis yang penting. Nilai ekologis ekosistem mangrove yaitu, pencegah abrasi pantai, sumber makanan, tempat pemijahan dan habitat bagi biota laut dan darat, adapun nilai ekonomis dari mangrove yaitu, sumber bahan obat-obatan, bahan fungsional untuk keperluan rumah tangga dan bahan pewarna tekstil (Rahim dan Baderan, 2017).

Fungsi ekologis ekosistem mangrove yang lain yaitu berperan aktif dalam upaya pengurangan kadar karbon dengan proses fotosintesisnya yang dinilai lebih baik dari vegetasi hutan yang lain. Disaat kondisi pemanasan global ekosistem mangrove yang merupakan ekosistem pesisir

pertama yang akan terkena dampak jika perubahan iklim terjadi (Sondak, 2015).

Kawasan mangrove di Kecamatan Wori, terutama di Desa Budo memiliki struktur mangrove dengan 3 spesies mangrove diantaranya, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba* dan *Bruguiera gymnorhiza* (Tidore dkk, 2021). Penelitian tentang potensi ekosistem mangrove terkait dengan potensi nilai biomassa sangat penting untuk pelestarian dan pengelolaan terutama bagi wilayah pesisir (Tandesa, 2018).

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kondisi vegetasi mangrove juga dapat menjadi tolak ukur dalam memperkirakan nilai kandungan biomassa dan simpanan karbon pada jenis mangrove yang ada di pesisir desa Budo.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan mangrove di desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada (Gambar 1). Penelitian ini berlangsung pada bulan April sampai dengan bulan Agustus 2022.

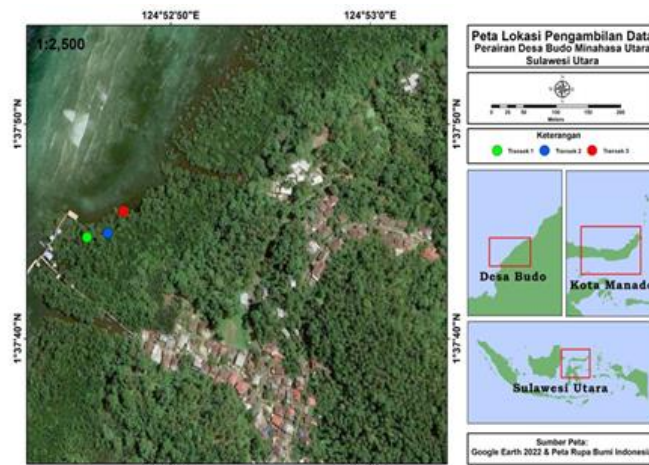
Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan metode line transek dengan posisi transek berada pada bagian kiri, tengah dan kanan ekosistem mangrove Desa Budo yang ditarik sepanjang 100 meter per transek, kemudian kuadrat diukur 10 m x 10 m dengan menggunakan tali rafia untuk membatasi setiap kuadrat dengan intervalnya 10 m serta jarak antar transek sekitar 50 m. Terlihat pada gambar 2.

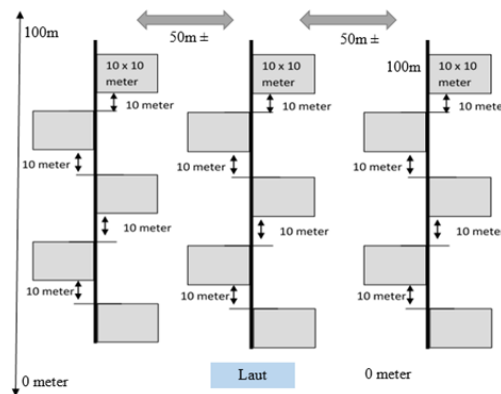
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain Meteran rol 100 m, Alat tulis dan buku, *Global Position System*

(GPS Hp), Tali Rafia, Meteran jahit 150 cm, Kamera Hp. Bahan yang digunakan, yaitu Mangrove.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Skema Pembuatan Transek di setiap stasiun serta pembuatan kuadran tiap garis transek.

Tabel 1. Persamaan Alometrik Tegakan Mangrove

Jenis spesies	Model alometrik	Sumber
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W = 0,1466 \cdot DBH^{2,3136}$	(Komiya et al., 2008)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W = 0,235 \cdot DBH^{2,42}$	(Komiya et al., 2008)
<i>Sonneratia alba</i>	$W = 0,825 \cdot DBH^{0,89}$	(Komiya et al., 2008)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$W = 0,186 \cdot DBH^{2,31}$	(Komiya et al., 2008)

W = Biomassa, DBH = Diameter pohon setinggi dada

Identifikasi Mangrove

Identifikasi jenis mangrove dilakukan dari hasil pengamatan yang telah dilakukan di setiap garis transek terhadap kuadrat 10 m x 10 m yang ada di lokasi penelitian dengan kuadran berdasarkan buku panduan dari Noor pada tahun 2006. Pohon mangrove yang masuk dalam kuadran dicatat jenis, jumlah dan di ukur DBH-nya (Diameter at breast height) dalam

buku tulis selanjutnya dimasukkan kedalam data sheet.

Analisis Data Vegetasi Mangrove

1. Kerapatan jenis, $Di = \frac{Ni}{A}$
2. Kerapatan relatif jenis, $RD_i = \left[\frac{ni}{\sum n} \right] \times 100$
3. Frekuensi jenis, $Fi = \frac{pi}{\sum f}$
4. Frekuensi relatif jenis, $RF_i = \left[\frac{Fi}{\sum F} \right] \times 100$

5. Penutupan jenis, $C_i = \frac{\sum BA}{A}$
6. Penutupan relatif jenis, $RC_i = \left(\frac{c_i}{\sum c}\right) \times 100$
7. Indeks Nilai Penting, $INP = RDi + RFi + RCi$

Analisis biomassa tegakan Pohon

Data biomassa mangrove diperoleh dengan melakukan pengukuran DBH (*Diameter Breast Height*) pohon, selanjutnya memasukkan data tersebut dalam persamaan alometrik pada setiap jenis mangrove. Dapat dilihat pada tabel 2.

Analisis Biomassa akar

Pengukuran *biomassa below ground* atau biomassa akar bawah permukaan

tanah dapat menggunakan rumus alometrik (table 3).

Analisis Stok Karbon

Untuk melakukan pengukuran stok karbon harus diketahui dulu biomassa dari tegakan mangrove yang sudah ada. IPCC menyebutkan karbon berasal dari 47% bahan organik atau 0,47 bagian dari biomassa. Untuk itu perlu dijelaskan penghitungan karbon yang merupakan hasil dari konversi biomassa atau bahan organik untuk mendapatkan estimasi karbon (Azzahra *et al.*, 2020). Berikut bentuk dari persamaan biomassa atau bahan organik dalam bentuk rumus:

$$C_n \text{ (ton/ha)} = \text{Biomassa (ton/ha)} \times 0,47$$

Tabel 2. Persamaan Alometrik Tegakan Mangrove

Jenis spesies	Model alometrik	Sumber
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W = 0,199 * p^{0,899} * DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W = 0,00698 * DBH^{2,61}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Sonneratia alba</i>	$W = 0,199 * p^{0,899} * DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$W = 0,199 * p^{0,699} * DBH^{2,31}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)

W = Kterangan: Biomassa, p = Berat jenis tumbuhan, DBH = Diameter pohon setinggi dada

Tabel 3. Persamaan Alometrik Akar permukaan bawah tanah mangrove

Jenis spesies	Model alometrik	Sumber
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W = 0,199 * p^{0,899} * DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W = 0,00698 * DBH^{2,61}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Sonneratia alba</i>	$W = 0,199 * p^{0,899} * DBH^{2,22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$W = 0,199 * p^{0,699} * DBH^{2,31}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)

W = Biomassa, p = Berat jenis tumbuhan, DBH = Diameter pohon setinggi dada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Mangrove

Identifikasi jenis-jenis mangrove yang terdapat di daerah pesisir Desa Budo mengikuti panduan pada buku "Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia" yang ditulis oleh (Noor, 2006).

Pada transek atau stasiun 1 terdapat 4 jenis mangrove, yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Sonneratia alba*. Transek 2 terdapat 3 jenis mangrove, yaitu yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*. Transek 3 terdapat 3 jenis mangrove, yaitu yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*. Dibandingkan pada penelitian Tidore, dkk.

(2021) menemukan 3 jenis mangrove di daerah pesisir Desa Budo, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba* dan *Bruguiera gymnorrhiza*. Hasil jenis-jenis mangrove yang ditemukan memiliki perbedaan yang diduga disebabkan oleh lokasi penelitian, habitat serta sifat-sifat fisika dan kimia perairan. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Rumengan, dkk. (2018) yang menyebutkan perbedaan jenis-jenis mangrove di setiap ekosistem mangrove dipengaruhi oleh faktor-faktor fisika dan kimia perairan.

Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif Jenis

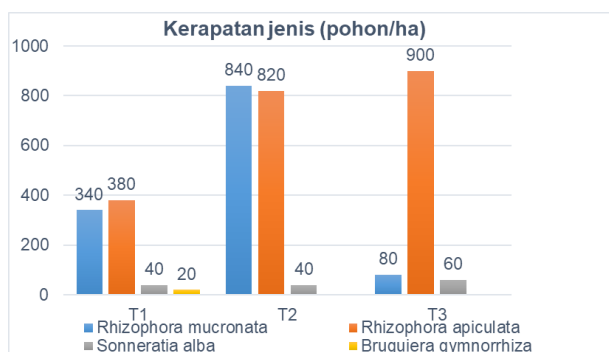
Berdasarkan hasil penelitian mendapatkan nilai kerapatan di transek 1 yaitu *Rhizophora mucronata* 340 pohon/ha,

Rhizophora apiculata 380 pohon/ha, *Bruguiera gymnorrhiza* 20 pohon/ha, dan *Sonneratia alba* 40 pohon/ha dan nilai kerapatan relatif jenisnya 43,58%, 48,71%, 2,54%, dan 5,12%; Transek 2 *Rhizophora mucronata* 840 pohon/ha, *Rhizophora apiculata* 820 pohon/ha dan *Sonneratia alba* 40 pohon/ha serta nilai kerapatan relatif jenisnya 49,41%, 48,25%, dan 2,35%; Transek 3 *Rhizophora mucronata* 80 pohon/ha, *Rhizophora apiculata* 900 pohon/ha dan *Sonneratia alba* 60 pohon/ha serta nilai kerapatan relatif jenisnya 7,69%, 86,53%, dan 5,76%. Kerapatan jenis dari *Rhizophora apiculata* hampir mendominasi di setiap transek, hanya di transek 2 nilai kerapatan didominasi sedikit lebih banyak oleh jenis *Rhizophora mucronata*.

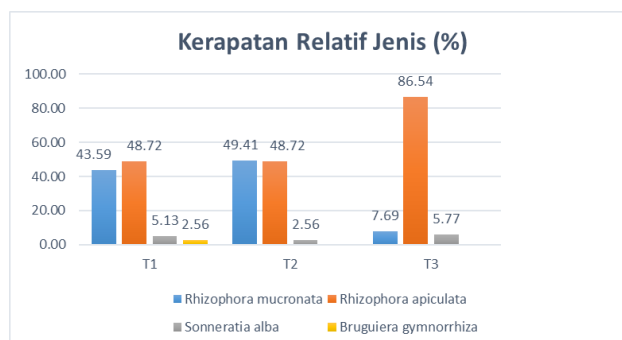
Zona dari famili *Rhizophora* terletak pada daerah pesisir yang menghadap ke arah laut serta berada pada kondisi substrat lumpur berpasir dan berada pada daerah genangan saat pasang normal. Hal ini dibuktikan pada penelitian ini yang dimana nilai kerapatan jenis dan relatif jenis terbanyak dimiliki oleh jenis *Rhizophora apiculata* yang mendominasi pada transek 1 dan 3 serta berbanding sedikit di transek 2 oleh jenis *Rhizophora mucronata* yang memiliki nilai kerapatan jenis lebih tinggi. Kerapatan jenis tertinggi yang dimiliki jenis *Rhizophora apiculata* diduga disebabkan oleh cukup baiknya kondisi substrat lumpur berpasir dan cukupnya suplai air asin (Agustini *et al*, 2016).

Tabel 4. Jumlah Jenis-jenis mangrove yang ditemukan komunitas mangrove di pesisir Desa Budo

Jenis Pohon	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Jumlah
<i>Rhizophora mucronata</i>	17	42	4	63
<i>Rhizophora apiculata</i>	19	41	45	105
<i>Sonneratia alba</i>	2	2	3	7
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	1	-	-	1
Jumlah	39	85	52	176



Gambar 3. Kerapatan jenis (pohon/ha) di setiap transek pengamatan.
keterangan: T1 = Transek 1; T2 = Transek 2; T3 = Transek 3



Gambar 4. Gambar 4. Kerapatan relatif jenis di setiap transek pengamatan
Keterangan: T1 = Transek 1; T2 = Transek 2; T3 = Transek 3

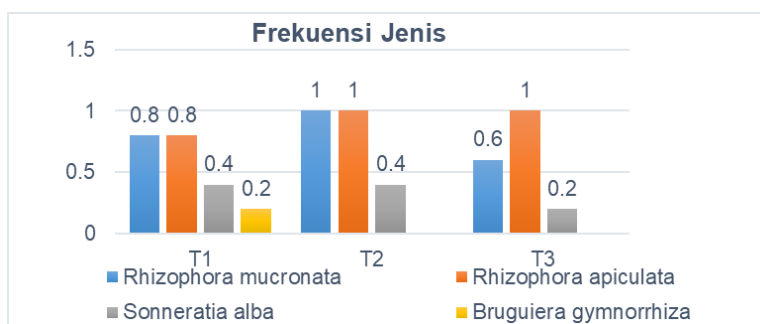
Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif Jenis

Frekuensi jenis (F_i) merupakan suatu nilai peluang ditemukannya suatu jenis di semua petak contoh yang menjadi nilai acuan distribusi ataupun sebaran suatu jenis ke-i. Nilai dari frekuensi jenis meningkat bersamaan dengan banyak ditemukannya suatu jenis pada kuadrat/plot dalam semua petak contoh yang telah dibuat dan frekuensi relatif jenis merupakan nilai perbandingan antara (F_i) dengan total frekuensi jenis ($\sum F$) (Asman *et al*, 2020).

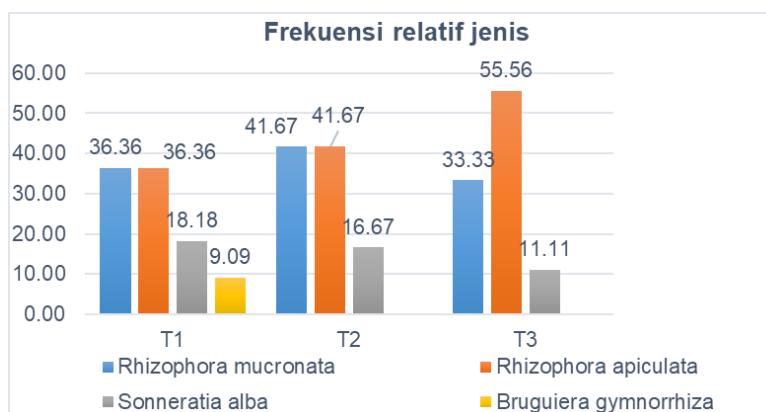
Pada hasil penelitian pada transek 1 (F_i) *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* memiliki nilai yang sama sebesar 0,8 sedangkan jenis lainnya seperti *Sonneratia alba* dengan *Bruguiera gymnorrhiza* bernilai masing-masing 0,4 dan 0,2. Untuk nilai frekuensi relatif jenis mangrove *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba* pada transek 1 36,36%, 36,36%,

18,18% dan 9,09%; Transek 2 *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 1, sedangkan jenis *Sonneratia alba* 0,4 dan nilai frekuensi relatif jenis 41,67%, 41,67% dan 16,67%; Transek 3 *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* 0,6 dan 1 serta jenis *Sonneratia alba* 0,2. Nilai frekuensi relatif jenis *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba* pada transek 3 33,33%, 55,66% dan 11,11%.

Berdasarkan diagram (Gambar 5 dan 6) terlihat pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tertinggi frekuensi jenis di setiap transek dimiliki oleh jenis *Rhizophora apiculata*. Dan untuk nilai frekuensi relatif jenisnya dimiliki oleh *Rhizophora apiculata* yang berada pada transek 3 dengan nilai 55,56%. Besarnya nilai frekuensi disebabkan banyaknya ditemukannya jenis *Rhizophora apiculata* pada kuadrat/plot dalam transek 3.



Gambar 5. Frekuensi jenis di setiap transek pengamatan



Gambar 6. Frekuensi relatif jenis di setiap transek pengamatan

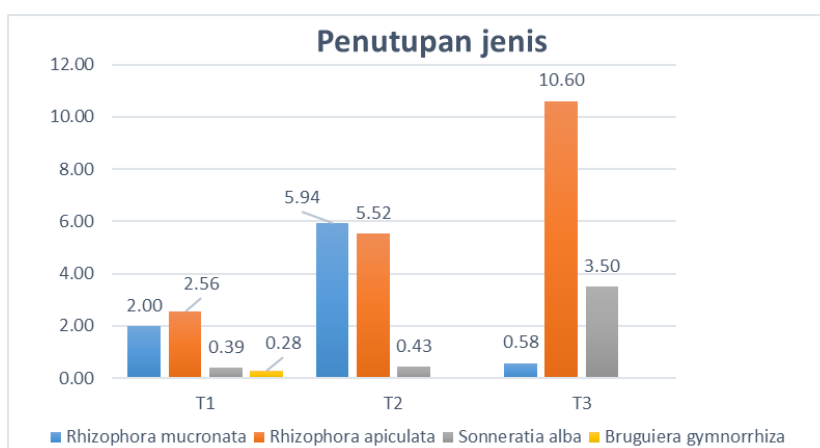
Penutupan jenis dan penutupan relatif jenis

Penutupan jenis (C_i) dan penutupan relatif jenis (RC_i) digunakan dengan tujuan untuk mengetahui pemusatan dan

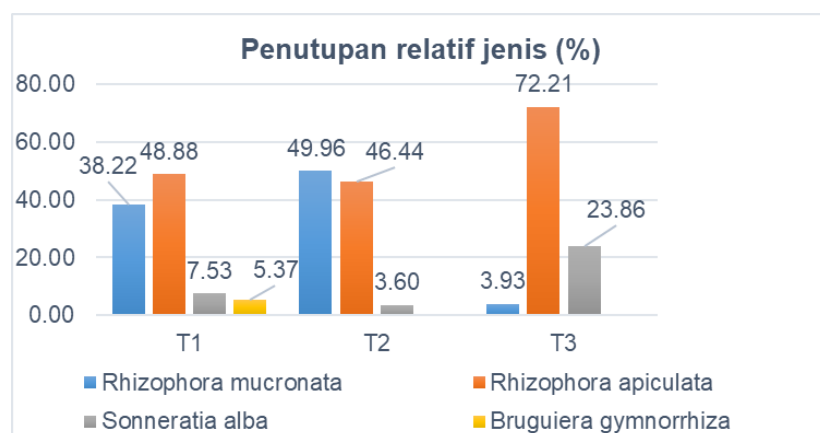
penyebaran dari jenis-jenis yang dominan. Jika dominasi jenis A lebih terkonsentrasi di suatu area mangrove, maka nilai indeks jenis tersebut akan meningkat, dan sebaliknya jika dominasi jenis B yang lebih terkonsentrasi pada area tersebut, maka nilai indeks dominansi dari jenis A akan rendah. Penutupan jenis (Ci) merupakan suatu luas dari penutupan jenis ke-i di dalam suatu area, sedangkan Penutupan relatif (RCi) merupakan perbandingan antara luas area penutupan jenis ke-i (Ci) dengan total luas penutupan untuk seluruh jenis (ΣC) (Asman *et al*, 2020).

Setelah melakukan perhitungan dan pengamatan penutupan jenis dan penutupan relatif jenis (gambar 7 dan 8), pada transek 1 (Ci) *Rhizophora mucronata* 2,00 cm/m, *Rhizophora apiculata* 2,56 cm/m, *Sonneratia alba* 0,39 cm/m dan *Bruguiera gymnorrhiza* 0,28 cm/m, sedangkan (RCi) masing-masing bernilai

38,22%, 48,88%, 7,53%, 5,37%; Transek 2 (Ci) *Rhizophora mucronata* 5,94 cm/m, *Rhizophora apiculata* 5,52 cm/m, dan *Sonneratia alba* 0,43 cm/m, dengan (RCi) masing-masing sebesar 49,96%, 46,44%, 3,60%; Transek 3 (Ci) *Rhizophora mucronata* 0,58 cm/m, *Rhizophora apiculata* 10,60 cm/m, dan *Sonneratia alba* 3,50 cm/m, selanjutnya (RCi) masing-masing 3,93%, 72,21% dan 23,86%. Berdasarkan nilai di tiga transek pengamatan terlihat bahwa penutupan jenis dan penutupan relatif jenis tertinggi dimiliki oleh *Rhizophora apiculata* yang mendominasi di transek 3 dan hanya berbanding sedikit dengan jenis *Rhizophora mucronata* di transek 2, hal ini disebabkan karena jumlah pohon yang banyak sehingga penutupan jenisnya menjadi tinggi dibandingkan dengan jenis mangrove lainnya.



Gambar 7. Penutupan jenis di setiap transek pengamatan



Gambar 8. Penutupan relatif jenis di setiap transek pengamatan

Indeks Nilai Penting (INP)

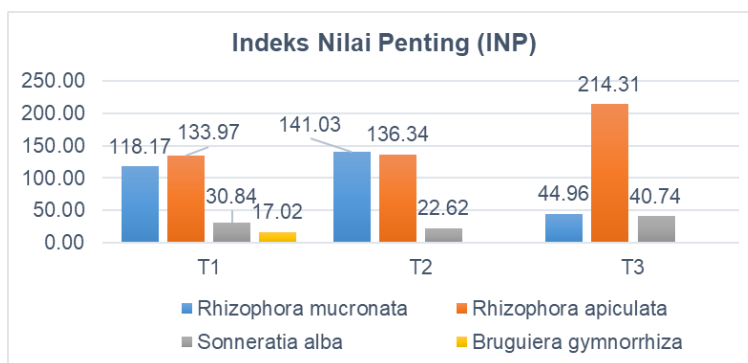
Indeks nilai penting (INP) adalah suatu Indeks yang kepentingannya untuk menggambarkan peranan dari suatu jenis vegetasi dalam ekosistemnya. Indeks nilai penting mangrove dihitung berdasarkan jumlah yang didapatkan untuk menentukan tingkatan dominasi jenis dalam suatu komunitas mangrove yaitu dengan menjumlahkan frekuensi relatif, kerapatan relatif, dan penutupan relatif dari suatu vegetasi yang dinyatakan dalam bentuk persen (%) (Dewiyanti et al., 2016)

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan (Gambar 9) Pada transek 1 INP mangrove dari jenis *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Bruguiera gymnorrhiza* masing masing 118,17%, 133,97%, 30,84%, 17,02%; Transek 2 INP mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba* 141,03%, 136,34%, 22,62%; Transek 3 nilai INP mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba* 44,96%, 214,31%,

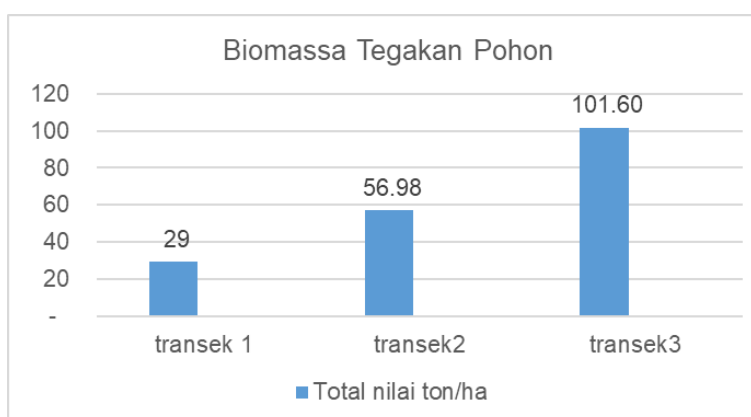
40,74%. Terlihat bahwa Indeks nilai penting tertinggi adalah jenis *Rhizophora apiculata* pada transek 3 sebesar 214,31% sedangkan INP terendah adalah jenis *Bruguiera gymnorrhiza* pada transek 1 yaitu sebesar 17,02%. Faktor yang mempengaruhi tingginya Indeks nilai penting dari jenis *Rhizophora apiculata* adalah daya dukung lingkungan lokasi penelitian yang bersedimen lumpur berpasir selain itu juga dikarenakan jumlah pohon *Rhizophora apiculata* yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya.

Biomassa

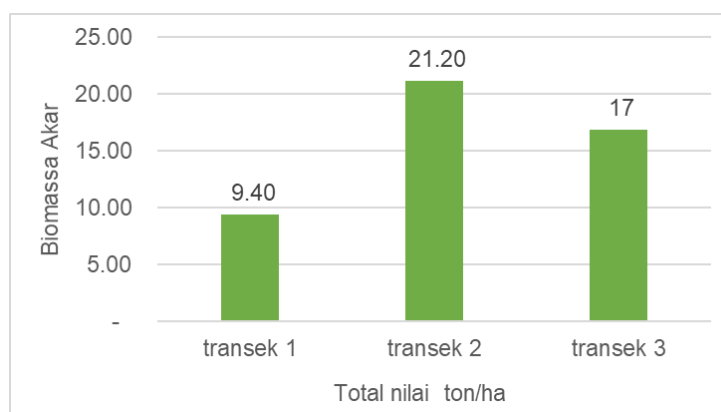
Biomassa merupakan jumlah dari total bahan organik hidup yang terdapat pada pohon dan dinyatakan dalam satuan berat kering per unit area (ton/ha), (Rahadian, 2019). Biomassa dibedakan ke dalam dua kategori yaitu biomassa di atas permukaan tanah (above-ground biomass) dan biomassa tumbuhan di bawah permukaan tanah (below-ground biomass) (Istomo & Farida, 2017).



Gambar 9. Indeks Nilai Penting pada transek pengamatan



Gambar 10. Biomassa Tegakan Pohon



Gambar 11. Biomassa Akar Pohon

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada transek 1 memiliki nilai rata-rata biomassa sebesar 29,00 ton/ha, transek 2 sebesar 56,98 ton/ha, dan pada transek 3 sebesar 101,60 ton/ha. Berdasarkan data hasil perhitungan dari ketiga transek terlihat bahwa kandungan biomassa tegakan pohon tertinggi berada pada transek 3 dengan nilai sebesar 101,60 ton/ha, hal ini dikarenakan diameter batang pohon yang lebih besar dibandingkan dengan jenis mangrove pada transek 1 dan 2 dimana nilai rata-rata DBH pada transek 3 sebesar 11,80 cm sedangkan nilai rata-rata DBH pada transek 1 sebesar 9,01 cm dan pada transek 2 sebesar 9,18 cm.

Sedangkan kandungan biomassa akar pohon pada transek 1 sebesar 9,40 ton/ha, transek 2 sebesar 21,20 ton/ha, dan pada transek 3 sebesar 17,00 ton/ha. Nilai tertinggi berada pada transek 2 hal ini diduga karena jumlah pohon yang lebih banyak dibandingkan transek 1 dan 3. Besarnya nilai biomassa akar pohon merupakan bentuk banyaknya jumlah jenis pohon ataupun nilai DBH, hal ini berkorelasi dari adaptasi pohon dalam hutan mangrove dalam lokasi yang bersubstrat sedimen lunak (berlumpur pasir) (Komiyama *et al.*, 2008).

Total Biomassa mangrove

Total biomassa mangrove Desa Budo dihitung berdasarkan penjumlahan dari biomassa tegakan dan akar pohon dari tiap transek. Dapat dilihat pada tabel 6.

Total biomassa tegakan pohon dan akar pohon hutan mangrove Desa Budo terlihat bahwa biomassa tertinggi berada pada transek 3 dengan nilai sebesar 118,45 ton/ha dan biomassa terendah berada pada transek 1 yang bernilai sebesar 38,47 ton/ha, dengan estimasi nilai 38,47 – 118,45 ton/ha. Besarnya nilai biomassa pada transek 3 dikarenakan nilai rata-rata DBH pada transek 3 lebih besar dibandingkan transek 1 dan 2.

Besarnya nilai biomassa tegakan pohon (Gambar 10) dipengaruhi oleh dimensi pohon, jumlah, dan jenis pohon. Data biomassa mangrove di Pesisir Desa Tatengesan Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara berkisar antara 69,2 – 118,61 ton/ha (Lumbu *et al.*, 2022). Total biomassa di lokasi penelitian Desa Budo ini lebih sedikit dibandingkan Desa Tatengesan, hal ini diduga dikarenakan diameter (DBH) pohon pada lokasi Desa Budo lebih kecil dibandingkan dengan Pesisir Desa Tatengesan.

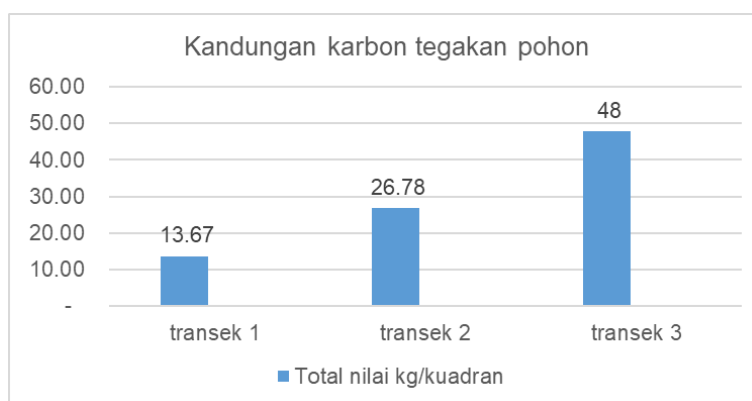
Kandungan Karbon

Karbon dari ekosistem mangrove merupakan karbon yang ada pada *above ground* (di atas permukaan tanah) dan *below ground* (di bawah permukaan tanah). Untuk karbon yang ada di atas permukaan tanah terdiri atas biomassa pohon, biomassa tumbuhan bawah (semak, tumbuhan menjalar, rerumputan atau gulma) dan ada nekromassa yang merupakan batang pohon yang mati dan serasah (Febrianto *dkk.*, 2019.). Tinggi

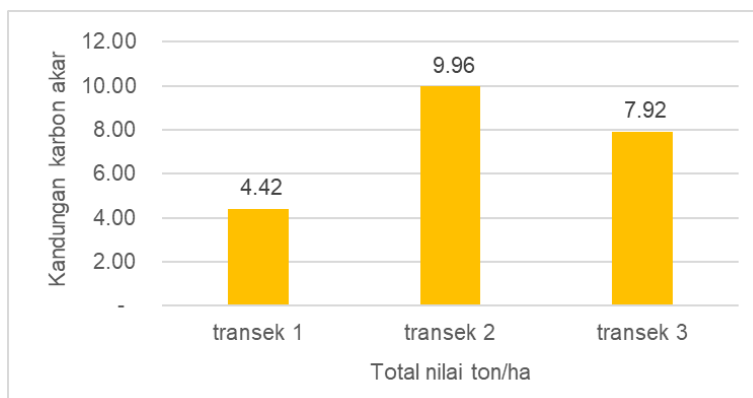
rendahnya nilai karbon tergantung dari besar nilai biomasanya (Lumbu *et al.*, 2022).

Tabel 5. Total Biomassa Komunitas Mangrove Desa Budo

Transek ke-	Tegakan pohon	Akar pohon	Total
1	29.07	9.40	38.47
2	56.98	21.20	78.18
3	101.60	16.85	118.45
Total			235.10



Gambar 12. Kandungan Karbon Tegakan Pohon Mangrove



Gambar 13. Kandungan karbon Akar Mangrove

Kandungan karbon tegakan pohon mangrove dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram dengan satuan ton per hektar, karbon tersimpan didapat dari total biomassa dikalikan 0,46 atau 46% dari total biomassa hal ini dikarenakan konsentrasi karbon yang terkandung dalam bahan organik biasanya sebesar 46%. Rata-rata kandungan karbon pada transek 1 sebesar 13,67 ton/ha; transek 2 sebesar 26,78 ton/ha; dan pada transek 3 sebesar 47,75 ton/ha. Berdasarkan hasil perhitungan karbon tegakan pohon mangrove (Gambar 12) tertinggi berada

pada transek 3 dan yang terendah berada pada transek 1, hal ini diduga karena nilai diameter (DBH) tiap pohon pada transek 3 lebih besar dibandingkan dengan transek lainnya. Sedangkan kandungan karbon akar mangrove (Gambar 13) didapat lebih tinggi pada transek 2 yaitu dengan nilai sebesar 9,96 ton/ha dan yang terendah berada pada transek 1 dengan nilai 4,42 ton/ha. Hal ini diduga karena jumlah pohon pada transek 2 lebih banyak dibandingkan transek lainnya.

Total kandungan karbon

Kandungan karbon yang tersimpan menggambarkan jumlah besarnya suatu pohon dalam menyimpan karbon, besar kecil kandungan karbon yang tersimpan tergantung pada jumlah biomassa yang terkandung dalam suatu pohon, kesuburan tanah dan daya serap suatu vegetasi tersebut (Suryono *et al.*, 2018).

Total kandungan karbon tegakan pohon dan akar pohon mangrove yang berada di Desa Budo dapat dilihat bahwa kandungan karbon tertinggi berada pada transek 3 dengan besar nilai 55,67 ton/ha dan yang terendah berada pada transek 1 dengan nilai sebesar 18,08 ton/ha. Dengan estimasi antara 18,08 – 55,67 ton/ha. Tingginya kandungan karbon pada transek 3 diduga karena rata-rata usia pohon yang lebih tua dibandingkan transek lainnya hal ini ditandai dengan perbedaan rata-rata ukuran diameter (DBH) pohon mangrove pada transek 3 lebih besar dibandingkan dengan transek 1 dan 2, semakin tua usia suatu mangrove maka semakin banyak bahan organik yang terurai.

Data estimasi kandungan karbon pada penelitian mangrove Bahowo, Kelurahan Tongkaina, Kecamatan Bunaken yaitu berkisar 8,70 – 100,11 ton/ha (Bachmid *et al.*, 2018). Total kandungan karbon mangrove pada penelitian di Desa Budo lebih sedikit dibandingkan di Bahowo, hal ini diduga karena diameter (DBH) pohon mangrove di Desa Budo lebih kecil sehingga mempengaruhi nilai biomassa dan kandungan karbon.

Berdasarkan diagram (Gambar 5 dan 6) terlihat pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tertinggi frekuensi jenis di setiap transek dimiliki oleh jenis *Rhizophora apiculata*. Dan untuk nilai frekuensi relatif jenisnya dimiliki oleh *Rhizophora apiculata* yang berada pada transek 3 dengan nilai 55,56%. Besarnya nilai frekuensi disebabkan banyaknya ditemukannya jenis *Rhizophora apiculata* pada kuadrat/plot dalam transek 3.

Tabel 6. Total Kandungan karbon Mangrove

Transek ke-	Tegakan pohon	Akar pohon	Total (ton/ha)
1	13.67	4.42	18.08
2	26.78	9.96	36.74
3	47.75	7.92	55.67
Total			110.50

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis-jenis mangrove yang ditemukan di Desa Budo, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Bruguiera gymnorrhiza* yang termasuk dalam family Rhizophoraceae, juga jenis *Sonneratia alba* yang termasuk family Lythraceae. Nilai Indeks Penting tertinggi ditemukan di transek 3 pada jenis *Rhizophora apiculata* dengan nilai sebesar 214,31% dan nilai biomassa yang terkandung di komunitas Mangrove Desa Budo, yaitu berkisar antara 38,47 – 118,45 ton/ha dengan total nilai dari 3 transek yaitu 235,10 ton/ha. Estimasi stok karbon yang ditemukan yaitu berkisar antara 18,08 – 55,67 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, N. T., Ta'alidin, Z., & Purnama, D. (2016). Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*, 1(1), 19–31.
- Asman, I., Sondak, C. F. A., Schadu, J. N. W., Kumampung, D. R. H., Ompi, M., & Sambali, H. (2020). Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Lesah, Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Sitaro. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 8(2), 48–60.
- Azzahra, F. S., Suryanti, S., & Febrianto, S. (2020). Estimasi Serapan Karbon Pada Hutan Mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Jfmr (Journal Of Fisheries And Marine Research)*, 4(2), 308–315.

- Bachmid, F., Sondak, C., & Kusen, J. (2018). Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.35800/Jplt.6.1.2018.19463>
- Dewiyanti, I., Karina, S., & Parmadi, E. H. (2016). Indeks nilai penting vegetasi mangrove di kawasan Kuala IDI, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 82–95.
- Febrianto, S., & Suryanti, S. (N.D.). *Buku Ajar Ekosistem Mangrove Coastal Blue Carbon*.
- Istomo, I., & Farida, N. E. (2017). Potensi Simpanan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Tegakan Acacia Nilotica L. (Willd) Ex. Del. Di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal Of Natural Resources And Environmental Management)*, 7(2), 155–162. <https://doi.org/10.29244/Jpsl.7.2.155-162>
- Komiyama, A., Ong, J. E., & Pongparn, S. (2008). Allometry, Biomass, And Productivity Of Mangrove Forests: A Review. *Aquatic Botany*, 89(2), 128–137.
- Lumbu, T., Rumengan, A. P., Paruntu, C. P., Darwisito, S., Ompi, M., & Mandagi, S. (2022). Kajian Simpanan Karbon Pada Biomassa Mangrove Di Pesisir Desa Tatengesan Kecamatan Pusomaen Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara (Study Of Carbon Storage In Mangrove Biomass At The Coastal Village Of Tatengesan, Pusomaen District Southeast. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 10(1), 63–71.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Ditjen PHKA.
- Rahadian, A. (2019). *Model Spasial Pendugaan Biomassa Dan Karbon Mangrove Di Indonesia*. Ipb University.
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2017). *Hutan Mangrove Dan Pemanfaatannya*. Deepublish.
- Rumengan, A. P., Mandiangan, E. S., Tanod, W. A., Paransa, D. S. J., Paruntu, C. P., & Mantiri, D. M. H. (2021). Identification Of Pigment Profiles And Antioxidant Activity Of Rhizophora Mucronata Mangrove Leaves Origin Lembeh, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal Of Biological Diversity*, 22(7).
- Rumengan, A. P., Mantiri, D. M. H., Rompas, R., Hutahaean, A., Kepel, T. L., Paruntu, C. P., Kepel, R. C., & Gerung, G. S. (2018). Carbon Stock Assessment Of Mangrove Ecosystem In Totok Bay, Southeast Minahasa Regency, North Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 11(4), 1280–1288.
- Sondak, C. F. A. (2015). Estimasi Potensi Penyerapan Karbon Biru (Blue Carbon) Oleh Hutan Mangrove Sulawesi Utara. *Journal Of Asean Studies On Maritime Issues*, 1(1), 24–29.
- Sumampouw, O. J. (2019). *Perubahan Iklim Dan Kesehatan Masyarakat*. Deepublish.
- Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., & Rozy, E. F. (2018). Estimasi Kandungan Biomassa Dan Karbon Di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 1–8.
- Tandesa, M. I. M. (2018). Nilai Serapan Karbon Brugiera Gymnorhiza Di Kawasan Mangrove Pesisir Dulupi Kabupaten Boalemo. *Skripsi*, 1(431413070).
- Tidore, S., Sondak, C. F. A., Rumengan, A. P., Kaligis, E. Y., Ginting, E. L., & Kondoy, C. (2021). Struktur Komunitas Hutan Mangrove Di Desa Budo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 9(2), 71–78.