

Hubungan Bahan Organik Total (BOT) Sedimen dengan Struktur Vegetasi Mangrove di Desa Bonto Bahari Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros

Muh Isman^{1*}, Muhammad Irwan Achmad²

¹Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

²Universitas Yapis Papua

Email: muhisman6614@gmail.com

Abstract

Mangrove forests are a distinctive type of forest found along the coast or river estuaries. This research was conducted in October 2023 on the coast of Bonto Bahari Village, Bontoa District, Maros Regency, South Sulawesi Province. Data collection includes preparation of tools and materials to be used at the research site. Data collection of mangrove ecosystems using line transects along 100 meters then draw transect lines perpendicular to the shoreline. Furthermore, placing a quadrant plot measuring 10 meters x 10 meters at three observation stations and three repetitions of each station. To determine the category of mangrove conditions based on the Minister of Environment Decree No. 201 of 2004, the identification of mangrove species using mangrove introduction guidebook. The measurement of environmental conditions directly measured at the study site includes parameters of temperature, salinity, soil pH taken at each observation station, as well as taking sediment at each station for the measurement of Total Organic Matter (BOT) tested in the laboratory, BOT analysis was performed using the method of burning with high temperature (550oC) (loss on ignition) for 2 hours. Based on the results of the study found 4 types of mangroves namely *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, and *Rhizophora apiculata*. *Avicennia alba* mangrove has the highest density value compared to other mangrove species. The substrate found at each station is medium sediment (medium sand). The results of PCA analysis showed that mangroves in the study site were influenced by salinity, temperature, and sediment pH. Mangrove density is more influenced by the total organic matter (BOT) content of sediments.

Keywords: BOT, mangrove, sediment, vegetation structure

I. PENDAHULUAN

Wilayah Pesisir dan laut merupakan suatu wilayah yang terdiri dari beberapa ekosistem yang menyusun sebuah siklus ekologi. Ekosistem tersebut memiliki keterkaitan yang erat dan pengaruh satu sama lain. Salah satu ekosistem yang terdapat di wilayah pesisir adalah hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang khas tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove banyak dijumpai di pantai yang landai dan terlindungi dari gempuran ombak. Salah satu fungsi fisik ekosistem mangrove bisa menahan laju abrasi, mengurangi laju badai, tsunami dan air laut. Selain itu juga ekosistem mangrove berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Hutan mangrove mampu menyerap karbon antara tiga

sampai lima kali lipat dibanding hutan terrestrial (Kusmana, 2020).

Tumbuhan mangrove mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim seperti kadar garam yang tinggi, kondisi tanah yang kurang stabil serta kondisi tanah yang tergenang (Noor *et al.*, 2006). Struktur dan komposisi vegetasi setiap kawasan mangrove bervariasi tergantung pada kondisi tanah, pola curah hujan, dan masukan air sungai ke laut (Rahardi & Suhardi, 2016).

Di Indonesia telah ditemukan sekitar 202 jenis spesies mangrove yang terdiri atas 89 jenis pohon, 5 jenis palem, 19 jenis liana (pemanjat), 44 jenis epifit (herba tanah) dan 1 jenis sikas (paku) sehingga menjadikan hutan mangrove di Indonesia sebagai hutan mangrove yang memiliki keanekaragaman jenis tertinggi di lingkungan

Samudra hindia dan pasifik. Adapun contoh mangrove yang berupa pohon yaitu (*Rhizophora*), api-api (*Avicennia*), pedada (*Sonneratia*), tanjang (*Bruguiera*), nyirih (*Xylocarpus*), tengar (*Ceriops*) (Noor *et al.*, 2006).

Karakteristik substrat sediment merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan mangrove, tekstur dan konsentrasi ion serta kandungan bahan organik pada substrat sedimen mempunyai susunan jenis dan kerapatan tegakan misalnya jika komposisi substrat lebih banyak liat (*clay*) dan lanau (*silt*) maka tegakan menjadi lebih rapat (Nybakken, 1992).

Desa Bonto Bahari Kec. Bontoa, Kab. Maros merupakan daerah yang ditumbuhi berbagai komunitas, kawasan hutan mangrove daerah ini telah mengalami degradasi penurunan luasan akibat dari adanya abrasi, sedimentasi, dan konversi lahan. Oleh karena itu untuk menunjang upaya pengelolaan ekosistem mangrove di daerah tersebut maka diperlukan penelitian mengenai kondisi struktur vegetasi mangrove berdasarkan Bahan Organik Total agar upaya pengelolaan mangrove dapat berjalan dengan baik sebagai upaya tindak lanjut untuk pengelolaan mangrove yang berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 di pesisir Desa Bonto Bahari Kecamatan Bontoa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Pengambilan data meliputi persiapan alat dan bahan yang akan digunakan di lokasi penelitian. Pengambilan data ekosistem mangrove menggunakan *line transek* sepanjang 100 Meter kemudian menarik transek garis tegak lurus dengan garis pantai. Selanjutnya menempatkan plot kuadran berukuran 10 x 10 Meter pada tiga stasiun pengamatan dan tiga kali pengulangan setiap stasiun.

Setiap stasiun terdiri dari 3 transek garis dengan jarak antar transek sepanjang 15 Meter. Untuk mengetahui kategori kondisi mangrove didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004, identifikasi jenis mangrove menggunakan buku panduan pengenalan mangrove, (Noor *et al.*, 2006).

Adapun pengukuran kondisi lingkungan yang langsung diukur dilokasi kajian meliputi parameter suhu, salinitas, pH tanah yang diambil pada setiap stasiun pengamatan, serta pengambilan sedimen pada setiap stasiun untuk pengukuran Bahan Organik Total (BOT) yang diuji

dilaboratorium, analisis BOT dilakukan menggunakan metode pembakaran dengan suhu tinggi (550°C) (*loss on ignition*) selama 2 jam (Isman *et al.*, 2018).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Komunitas dan Kerapatan Mangrove

Kerapatan dan Jenis Mangrove

Kerapatan jenis merupakan jumlah total tegakan dari suatu jenis mangrove tertentu dalam suatu unit area. Hasil identifikasi jenis mangrove pada 3 lokasi stasiun didapatkan 4 jenis mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*. Jumlah jenis mangrove yang banyak didapatkan yaitu pada stasiun 1 dengan 4 jenis mangrove sedangkan untuk stasiun 2 dan 3 masing-masing didapatkan 2 jenis mangrove.

Pengukuran kerapatan mangrove berdasarkan jenis mangrove di setiap stasiun menunjukkan stasiun 1 jenis mangrove *Avicennia alba* 2,15 (ind/m²), *Avicennia marina* 0,79 (ind/m²), *Rhizophora apiculata* 0,24 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 0,41 (ind/m²). Kerapatan jenis mangrove di stasiun 2 menunjukkan bahwa *Avicennia marina* 1,43 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 0,18 (ind/m²), sedangkan untuk kerapatan jenis mangrove di stasiun 3 menunjukkan *Avicennia alba* 3,77 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 1,09 (ind/m²).

Secara umum kondisi kerapatan mangrove termasuk kedalam kategori sangat padat (Kepmen LH Nomor 201 Tahun 2004). Dominan ditemukannya mangrove kelas *Rhizophoraceae* dan *Avicenniaceae* karena substrat dilokasi penelitian lumpur berpasir, sama halnya (Farhaby, 2019) bahwa mangrove kelas *Rhizophoraceae* dan *Avicenniaceae* banyak ditemukan pada substrat lumpur berpasir.

Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis merupakan salah satu parameter vegetasi yang dapat menunjukkan pola distribusi atau sebaran jenis tumbuhan dalam ekosistem atau memperlihatkan pola distribusi tumbuhan. Nilai frekuensi dipengaruhi oleh nilai petak dimana ditemukannya jenis mangrove. Semakin banyak jumlah kuadrat ditemukannya jenis mangrove, maka nilai frekuensi kehadiran jenis mangrove semakin tinggi (Fachrul, 2007).

Frekuensi jenis merupakan peluang hasil dari frekuensi dan frekuensi relatif jenis mangrove pada stasiun 1, 2 dan 3. Hasil pengukuran mangrove yang didapatkan dilapangan menunjukkan stasiun 1 memiliki frekuensi jenis *Avicennia marina* 0,44 (ind/m²), *Avicennia alba* 0,78 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 0,33 (ind/m²), *Rhizophora Apiculata* 0,22 (ind/m²). Sedangkan frekuensi jenis mangrove di stasiun 2 *Avicennia marina* 1 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 0, sedangkan untuk stasiun 3 jenis relatif mangrove *Avicennia alba* 1 (ind/m²), *Rhizophora mucronata* 0.

(Mangindaan *et al.*, 2012) 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.

Tutupan Jenis dan Tutupan Relatif Jenis

Berdasarkan hasil perhitungan nilai penutupan jenis mangrove tertinggi pada stasiun 1 jenis *Avicennia marina* sebesar 1,05%, pada stasiun 2 jenis *Avicennia marina* sebesar 1,35% dan stasiun 3 jenis *Avicennia alba* sebesar 0,92%. Pada stasiun 1 nilai penutupan jenis terkecil yaitu *Rhizophora mucronata* sebesar 0,29%, stasiun 2 jenis *Rhizophora mucronata* sebesar 0,81% dan stasiun 3 jenis *Rhizophora mucronata* sebesar 0,00% (Tabel 1).

Tabel 1. Tutupan Jenis dan Tutupan Relatif Jenis

Stasiun	Jenis	CI	%RCI
1	<i>Avicennia marina</i>	1,05	39,41
	<i>Avicennia alba</i>	0,92	34,47
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,29	10,75
	<i>Rhizophora Apiculata</i>	0,41	15,36
	Total	8,030042	2,68
2	<i>Avicennia marina</i>	1,35	62,51
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,81	37,49
	Total	6,492525	2,61
3	<i>Avicennia alba</i>	0,92	100,00
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,00	0
	Total	2,77029	0,92

Sumber: Hasil penelitian

Nilai penutupan jenis tertinggi pada stasiun 1 yaitu jenis *Avicennia marina*, stasiun jenis *avicennia marina* sedangkan stasiun 3 *Avicennia alba*. Dominan dan tingginya tutupan kelas *Avicenniaceae* dikarenakan memiliki diameter pohon yang cukup besar dan memiliki banyak tegakan. Penutupan tertinggi pada jenis *Avicennia marina* dari jenis yang lain hal ini berhubungan erat dengan diameter pohon mangrove, jika diameter pohon mangrove berukuran besar maka akan memiliki nilai penutupan lebih besar (Akbar *et al.*, 2015). Mangrove yang berhadapan langsung dengan laut sehingga mendapatkan pasang surut air laut sangat mendukung jenis tersebut untuk tumbuh, kemudian yang mempengaruhi rendahnya nilai penutupan jenis karena mangrove yang heterogen (Sofian *et al.*, 2012).

Kondisi Lingkungan

Pengukuran kondisi lingkungan disekitar lokasi penelitian yang meliputi suhu, salinitas, pH tanah serta analisis Bahan Organik Total (BOT) pada

sedimen. Pengukuran kondisi lingkungan penting untuk melihat pengaruh terhadap pertumbuhan mangrove. Berdasarkan hasil pengukuran parameter oseanografi yang dilakukan dilokasi penelitian didapatkan nilai masing-masing parameter pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan

Stasiun Pengamatan	Parameter Oseanografi (Kondisi Lingkungan)			
	Suhu (°C)	Salinitas (%)	pH tanah	Bahan Organik Total sedimen (%) (laboratorium)
1	31	28	6,61	14,03
2	31	27,67	6,33	17,59
3	30	27,33	6,41	18,23

Sumber: hasil penelitian

Suhu

Suhu merupakan suatu ukuran yang menunjukkan derajat pada suatu perairan. Suhu biasa digambarkan sebagai ukuran energi gerakan molekul yang sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem suatu perairan. Suhu perairan di lokasi penelitian berkisar antara 30°C sampai 31°C. Suhu yang didapatkan pada stasiun 1 dengan nilai 31°C, stasiun 2 dengan nilai suhu 31°C, sedangkan untuk stasiun 3 dengan nilai suhu 30°C. suhu pada lokasi penelitian sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh mangrove. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 kisaran suhu 28-32°C nilai ini masuk dalam kategori baik dan sesuai dengan baku mutu baik biota dan ekosistem mangrove. Sama halnya (Koroy *et al.*, 2020) pertumbuhan mangrove yang baik memerlukan suhu tidak kurang dari 20°C.

Salinitas

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Satuan salinitas biasanya dinyatakan dalam satuan ppt. Salinitas merupakan bagian dari sifat fisik dan kimia suatu perairan. Salinitas yang didapatkan pada lokasi penelitian berkisar antara 27,33‰ sampai dengan 28‰. Salinitas tertinggi diperoleh pada stasiun 1 sebesar 28‰ sedangkan salinitas terendah diperoleh pada stasiun 3 yaitu 27,33‰. Salinitas pada lokasi penelitian berada pada kisaran yang optimum bagi kehidupan mangrove. Kisaran untuk pertumbuhan mangrove yang baik berkisar dari 27‰ sampai dengan 34‰ (Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021). Kusuma *et al.*, (2003) menjelaskan bahwa mangrove dapat tumbuh optimal pada kisaran salinitas 10-30 ppt (*part per thousand*).

pH tanah

Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H⁺) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Derajat keasaman suatu perairan, baik tumbuhan maupun hewan sehingga sering dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik atau buruknya suatu perairan. pH

yang didapatkan pada lokasi penelitian berkisar antara 6,33 sampai 6,61. Kisaran nilai pH yang didapatkan masih termasuk dalam keadaan normal untuk pertumbuhan mangrove. Berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 nilai pH tersebut masuk kategori baik bagi kehidupan organisme dan mangrove. (Fajar *et al.*, 2013), menjelaskan bahwa kisaran pH (*Potential Hydrogen*) tanah dengan nilai 6-7 sangat cocok untuk pertumbuhan mangrove.

Bahan Organik Total (BOT)

BOT menggambarkan konsentrasi bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi dan koloid. Berdasarkan hasil analisis BOT pada laboratorium kandungan BOT pada lokasi penelitian berkisar antara 13,03% sampai 18,23%. Kandungan BOT tertinggi didapatkan pada stasiun 3 dengan nilai 18,23 dan terendah pada stasiun 1 dengan nilai 13,03. Tingginya nilai BOT dikarenakan padatnya pohon mangrove dengan sedimen lumpur yang mempunyai tekstur lebih halus pada lokasi penelitian. Sama halnya (Isman *et al.*, 2018) mangrove yang padat berpotensi mempunyai serasah yang tinggi dari guguran daun dan ranting. Serasah tersebut kemudian terdekomposisi dan berkontribusi pada peningkatan bahan organik pada sedimen. Menurut (Sanusi *et al.*, 2005), sedimen berlumpur lebih mampu mengikat bahan organik dengan teksturnya yang padat dan cenderung halus.

Hubungan Mangrove dengan Kondisi Lingkungan

Kaitan mangrove dengan kondisi lingkungan dianalisis dengan menggunakan Principal Component Analysis (PCA). PCA merupakan teknik statistik yang digunakan untuk mereduksi dimensi data dengan tetap mempertahankan sebanyak mungkin variasi yang ada di dalam data. Dalam konteks hubungan antara mangrove dan faktor oseanografi, PCA dapat membantu

mengidentifikasi pola dan faktor utama yang mempengaruhi ekosistem mangrove. Hasil *Principal Component Analysis* (PCA) yang didapatkan menggambarkan bahwa data terkait dengan kualitas lingkungan pada lokasi penelitian berada pada sumbu F1 dan F2 dengan keterkaitan sekitar 74,40%, menunjukkan adanya 4 kelompok yang terbentuk.

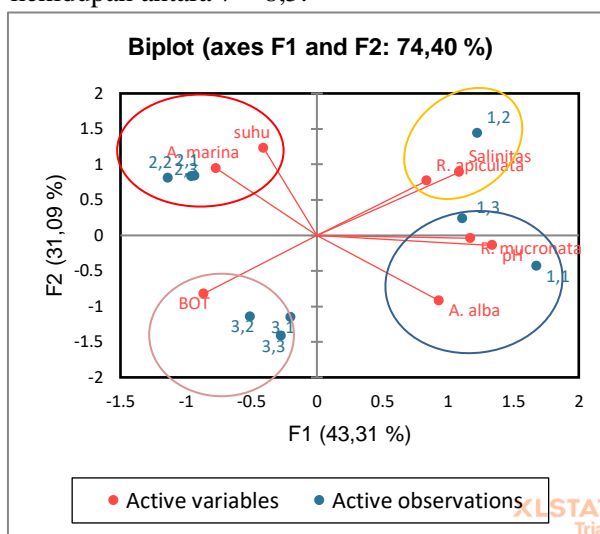
Kelompok pertama dicirikan pada stasiun 2 jenis mangrove *Avicennia marina* dengan suhu. Berdasarkan hasil PCA menunjukkan hubungan antara *Avicennia marina* dengan parameter suhu dimana jenis mangrove *Avicennia marina* mendominasi pada stasiun tersebut dengan kerapatan 0.169 (ind/m²), sedangkan rata-rata suhu yang didapatkan 31°C merupakan suhu yang baik untuk mendukung pertumbuhan *Avicennia marina*. Sama halnya Suryani 2018, menyebutkan bahwa suhu lingkungan berhubungan dengan proses fotosintesis vegetasi mangrove. Pertumbuhan *Avicennia marina* terhambat pada suhu 37°C, saat suhu mengalami kenaikan, pertumbuhan *Avicennia marina* melambat hingga terhenti dan tidak tumbuh lagi.

Kelompok kedua dicirikan stasiun 3 hubungannya dengan BOT. stasiun 3 yang terdiri dari sub stasiun 3.1, 3.2 dan 3.3 dimana jenis mangrove yang diperoleh hanya 1 jenis yaitu *Avicennia alba* dengan rata-rata kerapatan 0.150 (ind/m²). Dalam hasil PCA menunjukkan tidak ada kerapatan jenis mangrove yang berkaitan dengan BOT. Rata-rata BOT yang diperoleh pada stasiun tersebut sebesar 18,2% yang tergolong rendah dibandingkan dengan penelitian yang ada. Seperti penelitian dilakukan oleh (Mardi, 2014) yang dimana memiliki nilai rata rata BOT sedimen yang didapatkan yaitu 66,89% dengan jenis mangrove *Avicennia* sp yang memiliki rumpunan daun sangat lebat dan helaian daun yang tipis sehingga lapisan serasah mangrove juga sangat tinggi.

Kelompok ketiga dicirikan oleh stasiun 1 sub stasiun 2, *Rhizophora mucronata* berhubungan dengan salinitas. Stasiun 1 sub stasiun 2 didominasi jenis mangrove *Rhizophora mucronata* dengan nilai kerapatan 0,017 (ind/m²). Rata-rata nilai salinitas yang diperoleh pada stasiun tersebut sebesar 28 ppt. Kisaran nilai salinitas tersebut merupakan nilai yang baik untuk mendukung pertumbuhan mangrove *Rhizophora mucronata* (Andarani, 2016).

Kelompok 4 dicirikan oleh stasiun 1 sub stasiun 1, didapatkan *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* dengan parameter lingkungan pH. Pada stasiun 1 didapatkan nilai rata-rata pH sebesar

6,67. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lokasi tersebut tergolong optimal untuk pertumbuhan mangrove. Sama halnya (Pinintoan *et al.*, 2023) pada titik mangrove mendapatkan hasil nilai pH 6,04 sedangkan pada lokasi pesisir 8,34 dengan nilai tersebut masih tergolong aman untuk biota laut. Begitu juga (Susana, 2009) secara umum nilai pH air laut diatas 7 yang berarti bersifat basah namun dalam kondisi tertentu nilainya dapat menjadi lebih rendah dari 7 sehingga menjadi bersifat asam. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan nilai pH, nilai yang ideal untuk kehidupan antara 7 – 8,5.



Gambar: Hasil analisis PCA hubungan antara kerapatan mangrove dengan kondisi lingkungan
Sumber: hasil penelitian

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 4 jenis mangrove, yaitu *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata*. Mangrove jenis *Avicennia alba* memiliki nilai kerapatan tertinggi dibandingkan dengan jenis mangrove yang lainnya. Substrat yang ditemukan di setiap stasiun adalah sedimen sedang (*medium sand*). Hasil analisis PCA menunjukkan mangrove pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh salinitas, suhu, dan pH sedimen. Kerapatan mangrove lebih dipengaruhi oleh kandungan Bahan Organik Total (BOT) sedimen.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., Baksir, A., Tahir, I. 2015. Struktur Komunitas Ekosistem Mangrove di Kawasan Pesisir Sidangoli Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. *Depik Jurnal*, Vol 4, No 3 : 132-143.
- Andarani, T. Hastuti, E.D. Budihastuti, R. 2016. Perubahan Kualitas Air dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Semai *Rhizophora mucronata* Lamk. Berdasarkan Waktu Pengamatan yang Berbeda pada Saluran Tambak Wanamina. *Jurnal Biologi*, Volume 5 No 1, Januari 2016. Hal. 72-81.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fajar, A., Oetama, D., Afu, A. 2013. Studi Kesesuaian Jenis untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut*. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Farhaby, A. M. 2019. Kajian Awal Kondisi Hutan Mangrove di Desa Kurau Timur Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Biosains*. Vol 5.
- Isman, M., Mashoreng, S., Werorilangi, S., Isyrini, R., Rastina, R., Faizal, A., Burhanuddin, A. I. (2018). Macrozoobenthic Community in Different Mangrove Condition: Relation with Chemical-Physical Sediment Characteristics. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 40-47.
- Kusuma, C., S. Wilarso, I. Hilwan, P. Pamoengkas, C. Wibowo, T. Tiryana, A. Triswanto, Yunasfi, Hamzah. 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004. Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kesehatan Mangrove.
- Koroy, K., Muhammad, S. H., Nurafni, N., & Boy, N. (2020). Pattern Zone Ecosystem of Mangrove in Juanga Village, Morotai Island District. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 11-22.
- Peraturan Pemerintah RI. 2021. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. In Sekretariat Negara Republik Indonesia. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id>
- Pinontoan, M.P. Paulus, J.J.H. Wullur, S. Rompas, R. M. Ginting, E.L. Pelle, W.E. 2023. Oksigen Terlarut Dan pH Di Air Sisipan Sedimen Mangrove Dan Pesisir Di Desa Bulutui Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2023. Volume 11 No. 1: 132-138.
- Simanjuntak N, Rifardi R. 2020. Hubungan Karakteristik Sedimen dan Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tanjung Balai Asahan Provinsi. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 25(1), 6-17.
- Sofian, A., Harahab, N dan Marsoedi. 2012. Kondisi Dan Manfaat Langsung Ekosistem Mangrove Desa Penunggul Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan. *El-Hayah*. Vol. 2, No. 2 Maret 2012 (56-63).
- Tjutju Susana. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane, T. Susana, *JTL* Vol. 5 No. 2 Des. 2009, 33-39.
- Suryani, N.A. Hastuti, E.D. Budihastuti, R. 2018. Kualitas Air dan Pertumbuhan Semai *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh pada Lebar Saluran Tambak Wanamina yang Berbeda. Volume 3 Nomor 2 Agustus 2018.