

Karakteristik Fisika Kimia Substrat Dan Air Terhadap Kerapatan Mangrove Pada Area Restorasi Mangrove Untuk *Silvofishery* Di Langsa Barat, Kota Langsa, Aceh

Paisal Batubara, Andika Putriningtias*, Siti Komariyah, Teuku Muhammad Faisal

Prodi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra
Jl. Prof. Dr. Syarif Thayeb, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416 Indonesia
Email: ika.andikaputri@unsam.ac.id

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem perairan unik yang berperan penting dalam mendukung kehidupan akuatik, sebagai sumber makanan, tempat pembesaran dan tempat pemijahan bagi berbagai organisme. Pertumbuhan mangrove tidak luput dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Salah satu parameter yang mempengaruhi pertumbuhan kerapatan mangrove adalah substrat dan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai karakteristik fisika kimia substrat dan air terhadap kerapatan mangrove pada area restorasi mangrove untuk *silvofishery* di Langsa Barat, Kota Langsa. Penelitian yang dilakukan pada Bulan Oktober – November 2023 di area restorasi mangrove Gampong Seuriget, Langsa Barat, Kota Langsa, Aceh. Metode yang digunakan yaitu purposive sampling dengan 3 stasiun berdasarkan perbedaan umur tanam. Data mangrove dikumpulkan dengan metode transek 1x1, 5x5 dan 10x10. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sekop dan sampel air menggunakan botol kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan mangrove termasuk pada kategori jarang dan padat. Nilai kerapatan mangrove tertinggi pada stasiun A ditemukan nilai sebesar 2.333 (ind./ha) dan kerapatan mangrove terendah pada stasiun B dengan nilai 500 (ind./ha). Tekstur tanah termasuk jenis lempung berpasir. Kualitas air memiliki rata-rata kisaran suhu 29-30 °C, nilai pH air 7,3 –7,7, salinitas pada kisaran 29,1-30,2 ‰, DO 4,48-5,2 mg/L, kandungan amonia 0,4-0,9 ppm, nitrat 3,4-6,5 ppm, fosfat 1,3-4,3 ppm. Kualitas sedimen menunjukkan hasil pH tanah 6,3-6,4, unsur hara tanah C-Organik 1,5-3,0 %, N-total 0,2 %, dan P-tersedia 17,0-18,1 ppm. Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara karakteristik fisika kimia substrat dengan air dan nilai karakteristik substrat dengan kerapatan mangrove yang ada. Sedangkan fisika kimia air seperti pH air, salinitas, dan fosfat berkorelasi dengan kerapatan mangrove yang ada. Berdasarkan hasil analisis parameter kualitas air dan sedimen, ketiga stasiun penelitian dapat digunakan sebagai *silvofishery*.

Kata kunci : Air, Mangrove, *Silvofishery*, Substrat

Abstract

Chemical Physics Characteristics of Substrate and Water on Mangrove Density in Mangrove Restoration Area for Silvofishery in West Langsa, Langsa City, Aceh

Mangrove ecosystem is a unique aquatic ecosystem that plays an important role in supporting aquatic life, as a food source, enlargement site and spawning ground for various organisms. Mangrove growth does not escape the factors that influence it. One of the parameters that affect the growth of mangrove density is substrate and water. This study aims to evaluate the value of physical and chemical characteristics of substrate and water on mangrove density in mangrove restoration areas for *silvofishery* in West Langsa, Langsa City. The research was conducted in October - November 2023 in the mangrove restoration area of Gampong Seuriget, West Langsa, Langsa City, Aceh. The method used was purposive sampling with 3 stations based on differences in planting age. Mangrove data were collected using 1x1, 5x5 and 10x10 transect methods. Sediment sampling using shovels and water samples using glass bottles. The results showed that mangrove density is included in the category of sparse and dense. The highest mangrove density value at station A found a value of 2,333 (ind./ha) and the lowest mangrove density at station B with a value of 500 (ind./ha). Soil texture includes sandy loam type. Water quality has an average temperature range of 29-30 °C, water pH value 7.3 -7.7, salinity in the range of 29.1-30.2 ‰, DO 4.48-5.2 mg/L, ammonia content 0.4-0.9 ppm, nitrate 3.4-6.5 ppm, phosphate 1.3-4.3 ppm. Sediment quality shows the results of soil pH 6.3-6.4, soil nutrients C-Organic 1.5-3.0%, N-total 0.2%, and P-available 17.0-18.1 ppm. Statistical analysis test results showed that there was no correlation between the physico-chemical characteristics of the substrate with water and the value of substrate characteristics with the existing mangrove density. While the physical chemistry of water such as water pH, salinity, and phosphate correlated with the existing mangrove

density. Based on the results of the analysis of water quality parameters and sediments, the three research stations can be used as silvofishery.

Keywords: *Substrate, water, mangrove density, silvofishery*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki luas mangrove sebesar 3.489.140,68 Ha. Jumlah ekosistem mangrove dunia setara dengan 23% yang secara keseluruhan luas 16.530.000 Ha (Akbaruddin *et al.*, 2020). Mangrove merupakan salah satu komunitas tumbuhan yang tumbuh disepanjang pantai, estuari atau muara sungai pada daerah tropis (Prihandana *et al.*, 2021). Hutan Mangrove adalah salah satu hutan yang yang potensial yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup antara lain digunakan sebagai kayu bakar, arang, daunnya untuk atap rumah, serta wilayah penangkapan ikan, udang, kepiting, kerang dan lainnya (Parmadi *et al.*, 2016). Ketersediaan berbagai jenis makanan yang terdapat pada ekosistem ini telah menjadikan keberadaannya sangat penting karena berfungsi sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) dari berbagai jenis biota seperti ikan, udang, kerang, kepiting, dan biota lainnya, kemudian sebagai daerah memijah (*spawning ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*) (Hartono *et al.*, 2018). Berbagai pemanfaatan ekosistem mangrove harus perlu diperhatikan kelestarian mangrovenya dan yang menjadi daya dukung, apabila dimanfaatkan secara berlebihan maka bisa berdampak buruk terhadap kelestarian mangrove itu sendiri (Parmadi *et al.*, 2016).

Keberhasilan pengelolaan hutan mangrove maka perlu memperhatikan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove (Prinasti *et al.*, 2020). Salah satunya jenis substrat sangat mempengaruhi susunan jenis dan kerapatan vegetasi mangrove dapat dilihat dari banyaknya tegakan vegetasi tersebut merapati daerah hidupnya. Ketidakstabilan parameter kualitas air tersebut akan mengakibatkan penurunan kualitas bahkan kematian pada mangrove (Schaduw, 2018). Akan tetapi dengan melihat keanekaragaman saja tidak cukup untuk menentukan kualitas perairan, maka perlu diperhatikan juga karakteristik dari faktor fisika kimia perairan (Pranoto, 2017). Kerusakan hutan mangrove yang sering terjadi di Indonesia sebagian besar diakibatkan oleh ulah manusia. Sifleet *et al.* (2011) menyatakan bahwa kerusakan ekosistem mangrove sering disebabkan

karena adanya alih fungsi lahan diseluruh dunia mencapai 430.000 sampai 980.000 hektar. Upaya yang dilakukan usilfntuk mengoptimalkan fungsi dan manfaat ekosistem mangrove agar tidak terjadi eksploitasi maka perlu dilakukan kegiatan konservasi (Prihandana *et al.*, 2021). Salah satu upaya kegiatan konservasi adalah *Silvofishery*.

Silvofishery adalah sistem pertambakan teknologi tradisional yang menggabungkan antara budidaya perikanan dengan tumbuhan mangrove, yang diikuti konsep pengenalan sistem pengelolaan dengan meminimalisasi memasukkan dan mengurangi dampak terhadap lingkungan (Paruntu *et al.* 2016). *Silvofishery* memiliki tujuan yaitu pada aspek ekologi yang dapat melestarikan ekosistem mangrove dan aspek ekonomi yang dapat mengoptimalkan tambak (Sajjad *et al.*, 2023). Keberadaan hutan mangrove di wilayah pesisir Langsa Barat, Kota Langsa, Aceh. Salah satu kawasan ekosistem hutan mangrove yang harus dijaga dan dilestarikan keberadaannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai “Karakteristik Fisika Kimia Substrat Dan Air Terhadap Kerapatan Mangrove Pada Area Restorasi Mangrove Untuk *Silvofishery* Di Langsa Barat, Kota Langsa”.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November tahun 2023 di Area Restorasi Mangrove Gampong Seuriget, Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa, Provinsi Aceh (Gambar 1). Pengamatan mangrove dilakukan pada transek berukuran 10x10m² dan identifikasi dilakukan secara langsung di lapangan. Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan mengikuti titik pengambilan data mangrove. Pengukuran parameter perairan dilakukan secara in situ (pengukuran langsung di lapangan) dan ex situ (analisis laboratorium). Parameter yang diamati secara in situ yaitu pH, suhu, dan salinitas, sedangkan untuk parameter yang diamati secara ex situ adalah nitrat, dan DO yang diambil dari air di substrat lalu dimasukkan ke dalam cool box dan dianalisis di Laboratorium BTKLPP Kelas 1 Medan. Sampel substrat diambil dengan menggunakan sekop dengan kedalaman ± 20 cm

dari permukaan tanah yang di mulai dari plot luar sampai plot dalam secara berurutan. Sampel yang di dapat kemudian di keringkan dan diambil 300 g untuk di uji kadar C-organik, nitrogen, dan fosfor di Laboratorium Sentral Tanah Universitas Sumatera Utara. Sementara pengayakan dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Samudra.

Tekstur Tanah

Metode yang digunakan dalam analisa jenis substrat yaitu metode ayak kering dengan menggunakan *shieve shaker*. Sampel tanah yang diperoleh di lapangan dikeringkan didalam nampan dengan bantuan sinar matahari sampai sampel betul-betul kering. Sebelum melakukan kegiatan pengayakan menyiapkan wadah sampel terlebih dahulu. Selanjutnya sampel ditimbang untuk 500 gram yang ditimbang sebagai berat awalnya. Kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110 °C selama 2 jam sampai beratnya konstan atau tidak ada perubahan berat pada tanah tersebut. Jika berat tanah sudah konstan maka di keluarkan dari oven. Selanjutnya, tanah yang sudah kering

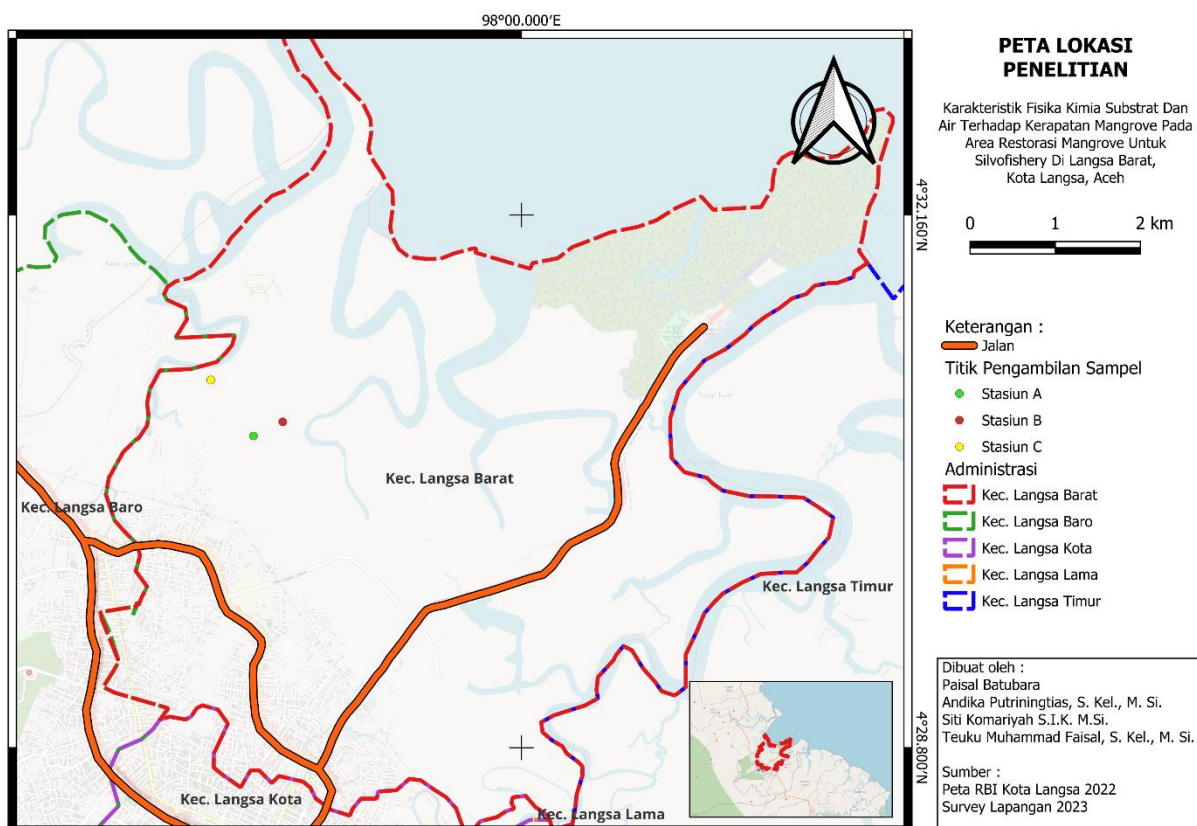
ditimbang sebanyak 300 gram untuk dilakukan pengayakan agar dapat membantu pemisahan fraksi tanah. Pemisahan fraksi tanah ini menggunakan saringan bertingkat. Sampel yang telah di timbang tersebut di masukkan dalam saringan bertingkat untuk di putar selama 15 menit oleh alat *Sieve Shaker*. Sampel hasil ayakan tersebut dipisahkan berdasarkan ukuran ayakannya. Adapun nomor saringan yang digunakan 4, 10, 40, 100, 120, dan 200 dengan diameter lubang saringan yang berbeda. Jika melewati saringan nomor 200 akan dilakukan uji hidrometer untuk menentukan fraksi kategori tanah. Untuk mendapatkan persentase masing-masing fraksi menggunakan rumus dibawah ini:

$$\% \text{ liat} = H2 + \text{koreksi temperatur } T2 \times \frac{100}{50}$$

$$\% \text{ pasir} = 100 - \% (\text{debu} + \text{liat})$$

$$\% \text{ Liat} = \% (\% \text{ debu} + \text{liat}) - \% \text{ liat}$$

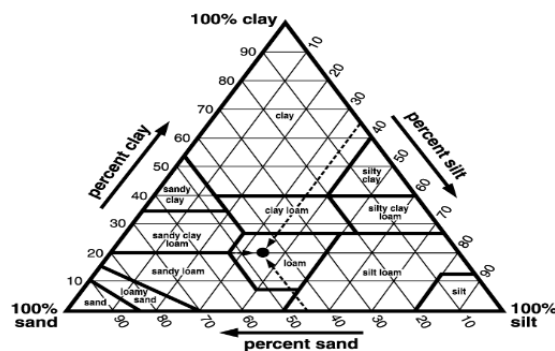
Kemudian setelah didapatkan hasil analisa sampel substrat dapat ditentukan berdasarkan segitiga Sheppard pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

Tabel 1. Klasifikasi Jenis Substrat

Kelas tekstur	Proporsi (%) fraksi tanah		
	Pasir	Debu	Liat
Pasir	>85	<15	<10
Pasir berlempung	70-90	<30	<15
Lempung berpasir	40-87,5	<50	<20
Lempung	22,5-52,5	30-50	10-30
Lempung liat berpasir	45-80	<30	20-37,5
Lempung liat berdebu	<20	40-70	27,5-40
Lempung berliat	20-45	15-52,5	27,5-40
Lempung berdebu	<47,5	50-87,5	<27,5
Debu	<20	>80	<12,5
Liat berpasir	45-62,5	<20	37,5-57,5
Liat berdebu	<20	40-60	40-60
Liat	<45	<40	>40

Sumber : Prinasti *et al.* (2020)**Gambar 2.** Segitiga Tekstur Tanah

Analisis Struktur Komunitas dan Vegetasi Mangrove

Rumus untuk struktur komunitas mangrove menurut Cahyanto & Kuraesin (2013):

$$K = \frac{\text{Jumlah individu jenis}}{\text{Luas area/plot}}$$

Dimana K adalah kerapatan jenis (jumlah individu/Luas area²).

$$KR = \frac{K \text{ mutlak jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis mangrove}} \times 100\%$$

Dimana KR adalah kerapatan jenis relative (kerapatan jenis/kerapatan seluruh jenis) dikalikan 100 persen.

Pengelompokan Jenis Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat

Metode yang digunakan dalam menentukan pengelompokan jenis mangrove berdasarkan karakteristik substrat yaitu metode deskriptif kuantitatif, dengan cara mengidentifikasi jenis mangrove yang tumbuh pada masing-masing karakteristik substrat yang diperoleh dari data hasil analisis struktur vegetasi dan karakteristik substrat diseluruh stasiun penelitian.

Analisis Korelasi Hubungan Substrat dan Air Terhadap Kerapatan Mangrove Untuk *Silvofishery*

Analisis korelasi hubungan substrat dan air terhadap kerapatan mangrove menggunakan software SPSS 23.0. Menurut Aulia *et al.* (2015), prosedur pengambilan keputusan adalah sebagai berikut: Jika probabilitas atau signifikansi > 0.05,

H_0 diterima; Jika probabilitas atau signifikansi < 0.05 , maka H_0 ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Udara pH udara rata-rata pada seluruh stasiun berkisar 7,3–7,7. pH udara tertinggi terdapat pada stasiun B dan C yakni 7,7 karena nilainya sama, sedangkan pH udara terendah terdapat pada stasiun A yakni 7,3. Menurut Saru *et al.* (2017), pH untuk pertumbuhan mangrove yang optimal berkisar 6–8,5. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai pH perairan dikawasan mangrove adalah adanya serasah mangrove. Nilai DO tertinggi terdapat pada stasiun B yakni 1 ppm sedangkan nilai DO terendah terdapat pada stasiun A yakni 0,6 mg/L. Hasil pengukuran DO sesuai dengan baku mutu KepMen-LH No. 51 Tahun 2004 yaitu sebesar >5 mg/L. Hasil pengukuran DO pada penelitian ini masih dibawah standar baku mutu < 5 mg/L. Berdasarkan nilai DO yang konsentrasinya menunjukkan jumlah oksigen (O_2) yang tersedia dalam badan air, semakin besar nilai DO pada air maka mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang baik, sebaliknya jika nilai DO termasuk rendah dapat dinyatakan bahwa air tersebut telah tercemar (Desriyan *et al.*, 2015). Suhu air tertinggi terdapat pada stasiun A yakni 30,3 °C, sedangkan suhu air terendah terdapat pada stasiun B yakni 29,9 °C. Menurut Aini *et al.* (2016), suhu yang optimal untuk pertumbuhan mangrove berkisar 28–32 °C. Suhu yang berbeda biasanya disebabkan oleh kerapatan vegetasi mangrove, semakin rapat vegetasi mangrove maka suhu akan semakin rendah, karena cahaya matahari yang masuk ke ekosistem mangrove terhalangi oleh tutupan kanopi (Hambran *et al.*, 2014).

Nilai salinitas tertinggi terdapat pada stasiun A yakni 30,2 ‰ sedangkan nilai salinitas terendah terdapat pada stasiun C yakni 29,3 ‰. Hal ini

dikarenakan pada bagian hutan mangrove berdekatan dengan aliran sungai sehingga pencampuran antara air laut dan air tawar yang sangat mempengaruhi nilai salinitas. Sehingga dipengaruhi oleh pasang surut dengan lamanya genangan, hal ini terbukti dengan nilai keragaman salinitas yang tidak terlalu berbeda. Siahaan *et al.* (2016) menyatakan bahwa kegiatan perambahan hutan mangrove yang terjadi di setiap ekosistem mangrove akan berdampak pada perubahan kondisi fisik lingkungannya. Salinitas dipengaruhi oleh beberapa faktor; pola sirkulasi, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Pada ekosistem mangrove salinitas perairannya adalah payau, karena berada pada daerah eustuaria atau pertemuan antara air laut dan air sungai. Untuk dapat bertahan hidup pada kondisi habitat tersebut, vegetasi mangrove mempunyai pola adaptasi tertentu, mulai dari adaptasi akar, adaptasi daun hingga adaptasi bunga dan buah. Salah satu bentuk adaptasi yang khas yaitu terdapat struktur komunitas, yang memiliki pola asosiasi dan zonasi tertentu (Hilmi *et al.*, 2015). Adapun untuk salinitas di daerah sekitar mangrove masih sesuai kisaran baku mutu. Berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004, untuk pertumbuhan mangrove yang baik salinitasnya sampai dengan 34 ‰. Sementara menurut pendapat Septiani *et al.* (2019), kisaran salinitas optimum yang dibutuhkan mangrove untuk tumbuh berkisar 10 ‰ – 30 ‰ ppt. Nilai Amonia tertinggi terdapat pada stasiun B yakni 0,9 mg/L sedangkan nilai amonia terendah terdapat pada stasiun C yakni 0,4 mg/L. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004 mengenai Baku Mutu Air Laut adalah sebesar 0,3 mg/L untuk kisaran nilai amonia masih diatas standar. Berdasarkan hasil penelitian, nilai nitrat yang tertinggi terdapat pada stasiun A yakni 6,5 mg/L sedangkan nilai nitrat yang terendah terdapat pada

Tabel 2. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Stasiun	Data Parameter Fisika dan Kimia Perairan						
	pH air	DO (mg/L)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Amonia (Ppm)	Nitrat (Ppm)	Fosfat (Ppm)
A	7,3	4,48	30,3	30,2	0,6	6,5	4,3
B	7,7	4,80	29,9	30,0	0,9	3,4	1,3
C	7,7	5,2	30,2	29,3	0,4	6,0	1,6
Baku Mutu	7,3–8,5	> 5	28–32	< 34	0,4–0,9	3,4–6,5	1,6–4,3

Sumber : KepMen-LH No. 51 Tahun 2004, Dewati *et al.*, 2013; Dewi *et al.*, 2013; Saru *et al.*, 2017; Supriyantini *et al.*, 2018).

stasiun B yakni 3,4 mg/L. Dewati *et al.* (2013) menyatakan bahwa kandungan nitrat diperairan mangrove berkisar antara 0,71 – 6,27 mg/L. Tingginya senyawa amonia dalam suatu lokasi diduga terjadi akibat aliran sungai atau laut yang mengalami pencemaran dari limbah domestik dan limbah dari kegiatan pertambakan (Harmilia *et al.* 2021). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suharjo *et al.* (2023), bahwa nilai konsentrasi nitrat yang tertinggi diperoleh pada stasiun dengan kerapatan rendah dan sedang, sedangkan konsentrasi nitrat terendah terdapat pada kerapatan sedang. Nilai fosfat tertinggi terdapat pada stasiun A yakni 4,3 mg/L sedangkan nilai fosfat terendah terdapat pada stasiun B yakni 0,6 mg/L. Menurut Supriyanti *et al.* (2018), kandungan fosfat 0,00-0,20 mg/L diklasifikasikan sebagai kesuburan rendah, 0,21-0,50 mg/L tingkat kesuburan sedang, 0,51-1 mg/L tingkat kesuburan baik, dan nilai fosfat > 1mg/L tingkat kesuburan yang sangat baik. Fosfat yang rendah karena letak stasiun yang dekat dengan laut sehingga dipengaruhi oleh arus laut (Citra *et al.* 2020)

Substrat

Hasil mengenai analisis sifat fisika dan kimia substrat di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil data penelitian di Desa Gampong Seuriget, Langsa Barat, Kota Langsa dapat dilihat pada Tabel 3 pH tanah termasuk bereaksi netral dan agak alkalis dengan pH tertinggi pada stasiun C yakni 6,4 serta pH terendah pada stasiun B dan C yakni 6,3. Nilai pH tanah yang terdapat pada hutan mangrove di Indonesia berada pada kisaran 6-7, meskipun ada beberapa yang nilai pH tanahnya dibawah 5 (Suriani, 2013). Menurut pendapat Setiawan (2013), bahwa nilai pH substrat yang asam terjadi karena adanya proses dekomposisi serasah mangrove oleh bakteri pengurai pada substrat yang nantinya akan menghasilkan asam organik sehingga menurunkan pH substrat. Kandungan C-organik yang tertinggi pada Tabel 3, terdapat pada stasiun B yakni 3,0 %, stasiun A yakni 2,0 % sedangkan nilai terendah pada stasiun C 1,5 %. Berdasarkan kriteria C-organik (%) yang terdapat dimangrove menurut Sulaiman (2010), yaitu sangat rendah (<1), rendah (1-2), sedang (2-3), tinggi (3-5) dan sangat tinggi (>5). Konsentrasi C-organik salah satunya dipengaruhi oleh komposisi jenis vegetasi penyusun mangrove. Kandungan C-organik dalam substrat bersumber dari hasil proses dekomposisi

serasah (Aida *et al.* 2014). Tingginya kandungan bahan organik yang berasal dari penguraian serasah daun, ranting dan kayu dari mangrove (W Hidayat 2011) Konsentrasi N-total pada seluruh transek termasuk sedang, berkisar 0,2 % dari stasiun A sampai C. Berdasarkan kriteria N-total (%) yang terdapat dimangrove menurut Sulaiman (2010), yaitu sangat rendah (<0,1), rendah (0,1-0,2), sedang (0,21-0,5), tinggi (0,51-0,75) dan sangat tinggi (>0,75). Sedangkan kandungan P-tersedia nilai yang tertinggi terdapat pada stasiun C yakni 18,1 ppm, stasiun A (17,5 ppm) dan nilai yang terendah terdapat pada stasiun B (17,0 ppm). Berdasarkan kriteria P-tersedia (ppm) yang terdapat dimangrove menurut Sulaiman (2010), yaitu sangat rendah (< 4), rendah (5-7), sedang (8-10), tinggi (11-15) dan sangat tinggi (>15). Sumber unsur hara P-tersedia dapat berasal dari mineral yang mengandung unsur P dan bahan organik melalui pelapukan sisa-sisa tanaman yang merupakan salah satu sumber unsur hara di dalam tanah. Unsur hara P akan menjadi tersedia jika mengalami mineralisasi (Handayanto *et al.* 2017).

Karakteristik Substrat

Berdasarkan karakteristik substrat mangrove di Desa Gampong Seuriget, Langsa Barat, Kota Langsa dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 fraksi substrat mangrove di Desa Gampong Seuriget dominan mengandung lempung berpasir. Persentase fraksi pasir tertinggi ditemukan pada stasiun B yaitu 59 % sedangkan fraksi pasir terendah ditemukan pada stasiun C yaitu 52 %. Persentase fraksi debu tertinggi ditemukan pada stasiun A yaitu 48 % sedangkan fraksi debu terendah ditemukan pada stasiun B yaitu 39,3 %. Persentase fraksi liat tertinggi ditemukan pada stasiun C yaitu 9% sedangkan fraksi liat terendah ditemukan pada stasiun B yaitu 7 %. Jika dilihat dari tekstur substrat, lempung berpasir mendominasi seluruh stasiun. Adanya perbedaan persebaran tekstur substrat pada masing-masing stasiun dapat dipengaruhi oleh perbedaan kerapatan vegetasi mangrove. Semakin tinggi nilai kerapatan vegetasi mangrove, maka serasah yang dihasilkan akan lebih tinggi dan kemampuan akar mangrove untuk mengikat substrat semakin kuat (Aini *et al.* 2016). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marbawa *et al.* (2014), dimana vegetasi mangrove di Desa Gampong Seuriget memiliki tingkat regenerasi yang baik.

Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove

Berdasarkan spesies mangrove yang ditemukan di Desa Gampong Seuriget secara keseluruhan merupakan jenis mangrove sejati (Tabel 5).

Analisis kerapatan mangrove menemukan nilai tertinggi pada stasiun A ditemukan nilai sebesar 2.333 (ind./ha) dengan kriteria kerapatan padat, kemudian stasiun C memperoleh nilai kerapatan yaitu 707 (ind./ha) dengan kriteria jarang serta kerapatan mangrove terendah pada stasiun B dengan nilai 500 (ind./ha) dengan kriteria kerapatan jarang (Tabel 5). Akbar *et al.* (2017) mengatakan kerapatan jenis merupakan menunjukkan banyaknya individu suatu jenis per satuan luas. Penelitian lain menurut Dharmawan & Akbar (2016) yang memperoleh kerapatan komunitas mangrove di taman wisata perairan Gili

Mitra, Lombok Utara, NTB berkisar diantara 667 – 2.567 pohon/ha dan termasuk dalam kriteria rendah/jarang hingga sangat padat. Kerapatan jenis tertinggi dikarenakan kondisi habitat sesuai, pemanfaatan yang kurang dan kemampuan tumbuh serta adaptasi yang baik (Darmadi *et al.* 2012). Kerapatan relatif vegetasi mangrove yang ditemui distasiun berupa tingkat kategori semai dan tiang. Kerapatan relatif vegetasi mangrove tertinggi pada stasiun A adalah spesies *Rhizophora apiculata* untuk tingkat semai (62 %) sedangkan untuk spesies *Rhizophora stylosa* tingkat semai (38 %). Hasil penelitian ini sejalan dengan Noor *et al.* (2006), bahwa jenis yang mendominasi wilayah mangrove yang berlumpur yaitu jenis *Rhizophora apiculata*. Hal tersebut menyebabkan jenis *Rhizophora apiculata* merupakan jenis dengan tingkat keberadaan paling tinggi karena memiliki wilayah

Tabel 3. Hasil Analisis Sifat Fisika Kimia Substrat Hutan Mangrove

Stasiun	Analisis Sifat Fisika dan Kimia Substrat			
	pH tanah	C-Organik (%)	N-Total (%)	P-Tersedia (Ppm)
A	6,3	2,0	0,2	17,5
B	6,3	3,0	0,2	17,0
C	6,4	1,5	0,2	18,1
Baku Mutu	6-7	> 5	> 0,75	> 15

Sumber: Suriani (2013) dan Sulaiman (2010).

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tekstur Substrat

Stasiun	Fraksi (%)			Tekstur Sustrat
	Pasir	Debu	Liat	
A	54	48	8	Lempung berpasir
B	59	39,3	7	Lempung berpasir
C	53	42	9	Lempung berpasir

Tabel 5. Struktur Vegetasi Mangrove

Stasiun	Jenis Mangrove	Kriteria	Jumlah tegakan	Jumlah ind. Per-stasiun	K	KR	Kategori
A	<i>Rhizophora apiculata</i>	Padat	13	21	2.333	62%	Semai
	<i>Rhizophora stylosa</i>		8			38%	
B	<i>Rhizophora apiculata</i>	Jarang	35	75	500	47%	Tiang
	<i>Rhizophora stylosa</i>		40			53%	
C	<i>Rhizophora apiculata</i>	Jarang	40	106	707	38%	Tiang
	<i>Rhizophora stylosa</i>		66			62%	

yang luas dan sesuai dengan pertumbuhannya. Rizki & Laelani (2018) menyatakan bahwa *Rhizopora stylosa* dapat tumbuh pada kondisi substrat berlumpur halus, dan tergenang pada saat pasang normal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Parmadi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa tingginya kerapatan relatif *Rhizopora stylosa* dipengaruhi oleh substrat dengan jenis pasir berlumpur yang dapat memungkinkan *Rhizopora stylosa* untuk hidup.

Pengelompokan Jenis Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat

Berdasarkan hasil analisis struktur vegetasi mangrove dan analisis karakteristik substrat, didapatkan hasil bahwa tiap spesies mangrove tumbuh pada tekstur substrat yang berbeda, seperti pada

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa spesies *Rhizopora* dengan jenis *Rhizopora apiculata* dan *Rhizopora stylosa* ditemukan pada area restorasi mangrove dengan jenis substrat lempung berpasir. Perakaran mangrove yang kokoh dari mangrove mempunyai kemampuan untuk menahan pengaruh gelombang, menahan lumpur, penangkapan partikel, serta melindungi pantai dari erosi, gelombang pasang dan angin laut. Pasang surut air laut dan tekstur tanah merupakan dua diantara faktor lingkungan yang memiliki bibit, daya tumbuh bibit dan pertumbuhan tumbuhan dewasa. Pasang surut dan aliran sungai akan mempengaruhi suhu lingkungan sekitar mangrove, suplai nutrisi dan pasokan udara ke sistem perakaran. Kondisi tanah pada area yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut ini biasanya akan lembek, seiring berlumpur atau berlempung dan kondisi anaerob. Pada area yang biasanya ditemukan seperti tumbuhan yang kurang mampu bertahan pada kondisi garam yang tinggi. Umumnya didominasi oleh tumbuhan famili

Rhizoporaceae dan *Sonneratiaceae* yang berkembang dengan sendirinya di area khusus dengan bentuk habitat yang unik dan memiliki akar terspesialisasi sebagai bentuk adaptasi pada lingkungan berkadar garam tinggi. Sebagian besar jenis-jenis mangrove yang dapat tumbuh baik seperti substrat berlumpur, namun ada juga yang tumbuh baik pada substrat berpasir, serta substrat yang berupa pecahan karang. Akan tetapi sebaliknya di pantai terdapat substrat yang berpasir dengan campuran pecahan karang. kerapatan mangrovenya akan rendah dikarenakan jenis substrat tersebut tidak mampu menangkap atau menahan buah mangrove yang jatuh sehingga proses regenerasi tidak terjadi (Masruroh & Insafitri 2020). Kemampuan lumpur untuk menyimpan bahan organik lebih besar daripada jenis pasir karena substrat lumpur memiliki pori-pori yang lebih rapat sehingga bahan organik lebih mudah mengendap, berbeda dengan jenis substrat pasir yang berpartikel dan memiliki pori-porinya lebih besar dapat menyebabkan bahan organik sangat mudah terbawa oleh arus (Taqwa *et al.*, 2014).

Hasil Uji Korelasi Hubungan Antara Substrat Dan Air Terhadap Kerapatan Mangrove Untuk Silvofishery

Berikut merupakan hasil analisis korelasi pearson menggunakan aplikasi SPSS 23.0 yang tersaji pada Tabel 7

Nilai yang terdapat pada Tabel 7 merupakan hasil uji korelasi antara karakteristik substrat terhadap kerapatan mangrove di Gampong Seuriget, Langsa Barat, Kota Langsa. Prosedur pengambilan keputusan adalah jika probabilitas atau signifikansi $> 0,05$ H_0 diterima jika probabilitas atau signifikansi $< 0,05$, maka H_0 , maka ditolak (Aulia *et al.* 2015). Berdasarkan uji semua parameter substrat memiliki nilai signifikansi $> 0,005$,

Tabel 6. Komposisi Vegetasi Mangrove

Stasiun	Mangrove	Jenis Substrat
A	<i>Rhizopora apiculata</i>	Lempung berpasir
	<i>Rhizopora stylosa</i>	
B	<i>Rhizopora apiculata</i>	Lempung berpasir
	<i>Rhizopora stylosa</i>	
C	<i>Rhizopora apiculata</i>	Lempung berpasir
	<i>Rhizopora stylosa</i>	

artinya semua parameter tidak memiliki korelasi dengan kerapatan mangrove. Nilai negatif pada koefisien korelasi antara substrat dengan kerapatan menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan berkebalikan, artinya presentase substrat tinggi maka kerapatan akan semakin rendah. Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa pada substrat memiliki nilai koefisien korelasi secara keseluruhan mendekati 1 dan -1, yang artinya korelasi antara kedua variabel kuat. Hal ini diperkuat oleh Larasati *et al.* (2013), apabila koefisien korelasi mendekati +1 atau -1, berarti hubungan antara variabel tersebut semakin kuat. Sebaliknya, apabila koefisien korelasi mendekati angka 0, berarti hubungan antara variabel tersebut semakin lemah. Sedangkan hasil penelitian dari Noor *et al.* (2006) salah satu yang berpengaruh terhadap tingkat kerapatan mangrove misalnya tekstur tanah dan salinitas. Menurut Amin (2015), jenis substrat sangat mempengaruhi kerapatan pada mangrove. Menurut Darmadi *et al.* (2012), bahwa karakteristik substrat merupakan salah satu faktor pembatas pada pertumbuhan mangrove, karena tekstur dan ion serta kandungan bahan organik pada sedimen substrat memiliki susunan jenis dan kerapatan tegakan misalnya jika komposisi susbtrat lebih banyak liat (*clay*) dan lanau (*silt*) maka tegakan lebih menjadi rapat (Aini *et al.* 2016). Hal tersebut juga dikemukakan oleh Mahmud *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa jenis tanah yang mendominasi kawasan mangrove biasanya fraksi lempung berdebu sebagai akibat dari rapat perakaran mangrove yang ada (Tabel 8).

Berdasarkan uji semua parameter air memiliki nilai signifikansi $> 0,005$ (Tabel 8), artinya semua parameter tidak memiliki korelasi dengan kerapatan mangrove. Dari Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil uji korelasi pearson pada DO (-0,768), dan amonia (-0,087) berbeda dengan yang lainnya, yaitu nilai koefisien korelasi negatif serta suhu dan nitrat memiliki nilai koefisien korelasi positif. Selain itu dari hasil signifikansi, dimana syarat koefisien berkorelasi adalah $\text{sig} > 0,05$ artinya tidak berpengaruh signifikan terhadap kerapatan mangrove. Sedangkan parameter pH air memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ artinya berkorelasi, nilai karakteristik air berkorelasi dengan kerapatan mangrove yang ada. Dari Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil uji korelasi pearson pada pH air (-0,827), berbeda dengan yang lainnya, yaitu nilai koefisien korelasi negatif serta salinitas dan posfat memiliki nilai koefisien korelasi positif. Selain itu dari hasil signifikansi, dimana syarat koefisien berkorelasi adalah $\text{sig} < 0,05$ artinya berpengaruh signifikan terhadap kerapatan mangrove. Sedangkan nilai koefisien korelasi 1 berarti terdapat hubungan positif yang sempurna (Fadli *et al.* 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Isyrini *et al.* (2017), yang menyatakan kerapatan mangrove yang tinggi berhubungan kuat dengan rendahnya pH air. Selain itu, salinitas dan posfat juga berpengaruh yang kuat dari signifikansi terhadap kerapatan mangrove. Namun, sampel parameter air berpengaruh terhadap kerapatan mangrove di lokasi penelitian

Tabel 7. Hasil Uji Korelasi Substrat Terhadap Kerapatan Mangrove

		KORELASI							
		Kerapatan	Clay	Silt	Sand	C-Organik	N-Total	P-Tersedia	pH tanah
Kerapatan	Pearson Correlation	1	-0,459	-0,165	0,21	-0,224	-0,311	0,009	-0,163
	Sig.(1-tailed)	.	0,107	0,336	0,294	0,282	0,207	0,491	0,337
	N	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabel 8. Hasil Uji Korelasi Air Terhadap Kerapatan Mangrove

		Korelasi							
		Kerapatan	pH air	DO	Suhu	Salinitas	Posfat	Nitrat	Amonia
Kerapatan	Pearson Correlation	1	-0,827	-0,768	0,284	0,592	0,825	0,375	-0,087
	Sig.(1-tailed)	.	0,003	0,008	0,229	0,047	0,003	0,16	0,412
	N	9	9	9	9	9	9	9	9

(Susiana 2011). Kualitas habitat perairan seperti pH, suhu, DO, salinitas jika mengalami perubahan maka dapat mempengaruhi vegetasi mangrove di dalamnya. Banyaknya bahan organik dapat menjadikan hutan mangrove sebagai tempat sumber makanan dan tempat pemeliharaan berbagai biota seperti ikan, udang dan kepiting. Keberadaan mangrove dapat mempengaruhi kondisi lingkungan sekitarnya. Ketersediaan bahan organik dalam tanah tambak harus sesuai jumlah yang dibutuhkan, bahan organik yang berlebihan dalam tambak dapat terhadap kualitas tanah dan kualitas udara, oleh karena itu hubungan mangrove dan tambak pada pengelolaan *silvofishery* harus profesional (Mandal *et al.* 2013).

KESIMPULAN

Memiliki kerapatan jarang dan padat pada kategori tiang dan semai yang memiliki rata-rata kisaran suhu 28-32 °C, nilai pH air 7,3 –7,7, pH tanah 6,3-6,4, salinitas pada kisaran 29,3-30,2 ‰, DO 4,48-5,2 mg/L, kandungan amonia 0,4-0,9 ppm, nitrat 3,4-6,5 ppm, fosfat 1,3-4,3 ppm serta unsur hara tanah C-Organik 1,5-3,0 %, N-total 0,2 %, dan P-tersedia 17,0-18,1 ppm. Jenis mangrove yang terdapat pada stasiun memiliki *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa*. Nilai kerapatan mangrove tertinggi pada stasiun A ditemukan nilai sebesar 2.333 (ind./ha) dan kerapatan mangrove terendah pada stasiun B dengan nilai 500 (ind./ha) tekstur tanah termasuk jenis lempung berpasir. Hubungan karakteristik fisika kimia substrat dan air yakni tidak berkorelasi dengan kerapatan mangrove yang ada. Sedangkan pH air, salinitas, dan fosfat yakni memiliki korelasi dengan kerapatan mangrove yang ada. Dari karakteristik fisika kimia substrat dan air terhadap kerapatan mangrove menyatakan bahwa lokasi tersebut dapat digunakan sebagai *silvofishery*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan moril dan materil terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, R.G., Wardiatno, Y., Fahrudin, A. & Mukhlis K.M., 2014. Produksi Serasah Mangrove di Pesisir Tangerang, Banten. *JlPI: Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 19(2): 97. doi: 10.18343/jipi.25.3.323
- Aini, A., Budihastuti, R. & Dwi H.E., 2016. Pertumbuhan Semai *Rhizophora mucronata*

Pada Saluran Tambak Wanamina Dengan Lebar Yang Berbeda. *Jurnal Biologi*, 5(1):48–59. doi: 10.14710/baf.3.2.2018.207-214

- Akbar, O.N., Marus, I., Haji, I., Abdullah, S., Umalekhoa, S., Ibrahim, F. S., Ahmad, M., Ibrahim, A., Kahar, D.A. & Tahir, I., 2017. Struktur Komunitas Hutan Mangrove Di Teluk Dodinga, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Enggano*, 2(1): 78–89. doi: 10.31186/jenggano.2.1.78-89
- Akbaruddin, I.P., Sasmito, B. & Sukmono, A., 2020. Analisis Korelasi Luasan Kawasan Mangrove Terhadap Perubahan Garis Pantai Dan Area Tambak (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, (2): p.217.
- Aulia, R., Prasetyo, Y. & Haniah, 2015. Analisis Korelasi Perubahan Garis Pantai Terhadap Luasan Mangrove Di Wilayah Pesisir Pantai Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 4 (2):157–163.
- Cahyanto, T. & Kuraesin, R., 2013. Struktur Vegetasi Mangrove Di Pantai Muara Marunda Kota Administrasi Jakarta Utara Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal ISTEK*, 7(2):73-88.
- Citra, L.S., Supriharyono & Suryanti, 2020. Analisis Kandungan Bahan Organik, Nitrat dan Fosfat pada Sedimen Mangrove Jenis *Avicennia* dan *Rhizophora* di Desa Tapak Tugurejo, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares: Management of Aquatic Resources Journal*, 9(2): p.107. doi: 10.14710/marj.v9i2.27766
- Darmadi, Lewaru, M.W. & Khan, A.M., 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.
- Desriyan, R., Eka, W. & Kancitra, P., 2015. Identifikasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot sampai Nanjung. *Jurnal Reka Lingkungan*, 1(3):41-52.
- Dewati, A.F., Hartoko, A. & Suryanti, 2013. Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove Melalui Analisa Data Lapangan Dan Citra Satelit Geoeye Di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa. *Diponegoro Journal of Maquares: Management of Aquatic*

- Resources Journal*, 2(2): 9–18. doi: 10.14710/marj.v5i4.14404
- Dewi, R.R.D., Aini, N. & Koesriharti, 2013. The Study Of Organic Mulch Application On The Growth And Yield Of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(2): 25–32.
- Dharmawan, I.W.E. & Akbar, N., 2016. Status Terkini Kondisi Komunitas Mangrove Di Taman Wisata Perairan Gili Matra, Lombok Utara, NTB. In: *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil*. Ternate: Universitas Khairun, pp.38–43.
- Fadli, E., Miswar, E., Rahmah, A., Irham, M. & Perdana, A.W., 2020. Tingkat Keramahan Lingkungan Alat Tangkap Purse Seine di PPI Sawang Ba'u Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 5(1).
- Hambran, Riza, L. & Irwan, L., 2014. Analisa Vegetasi Mangrove Di Desa Sebusus Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Jurnal Protobiont*, 3(2): 201–208.
- Handayanto, E., Muddarisna, N. & Fiqri, A., 2017. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Universitas Brawijaya Press.
- Harmilia, E.D., Puspitasari, M. & Hasanah, A.U., 2021. Analysis of Water Chemistry Physics for Fish Cultivation Activities in The Tributary Komering River, Banyuasin District. *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 2(1): p.16. doi: 10.32502/jgsa.v2i1.3914
- Hartono, D., Negara, B.F.S., Renta, P.P. & Sari, Y.P., 2018. Struktur Komunitas Hutan Mangrove Di Pulau Baai Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 3(1): 112–128. doi: 10.31186/jenggano.3.1.112-128
- Hidayat, J.W., 2011. Metode Pengendalian Wideng (*Sesarma* spp.) Hama Bibit Mangrove melalui Kegiatan Budidaya Kepiting Bakau *Scylla* spp. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1): 25-33. doi: 10.14710/bioma.14.2.49-63
- Hilmi, E., Siregar, A.S., Febryanni, L., Novaliani, R., Amir, S.A. & Syakti, A.D., 2015. Struktur Komunitas, Zonasi Dan Keanekaragaman Hayati Vegetasi Mangrove Di Segara Anakan Cilacap. *Omni-Akuatika*, 11(20): 20-31. doi: 10.20884/1.oa.2015.11.2.36
- Isyrini, R., Werorilangi, S., Mashoreng, S., Faizal, A., Tahir, A. & Rachim, R., 2017. Karakterisasi Kondisi Kimia-Fisika Lingkungan Pada Tingkatan Densitas Mangrove Yang Berbeda Di Ampallas, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. *Spermonde*, (3): 43–9. doi: 10.20956/jiks.v3i2.3006
- Larasati, H., Bambang, A.N. & Boesono, H., 2013. Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Terbentuknya Harga Ikan Kembung Lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) Hasil Tangkapan Purse Seine Di Tpi Bulu Kabupaten Tuban Jawa Timur. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 2(3): 121-130.
- Mahmud, Wardah & Toknok, B., 2014. Sifat Fisik Tanah Di Bawah Tegakan Mangrove Di Desa Tumpapa, Kecamatan Balinggi, Kabupaten Parigi Moutong. *Warta Rimba*, 2(1): 129–135.
- Mandal, S., Ray, S. & Ghosh, P.B., 2013. Impact Of Mangrove Litterfall On Nitrogen Dynamics Of Virgin And Reclaimed Islands Of Sundarban Mangrove Ecosystem, India. *Ecological Modelling*, 252: 153–166. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2012.06.038
- Marbawa, I.K.C., Astarini, I.A. & Mahardika, I.G., 2014. Analisis Vegetasi Mangrove Untuk Strategi Pengelolaan Ekosistem Berkelanjutan Di Taman Nasional Bali Barat. *Ecotrophic*, 8(1): 24-38.
- Masruroh, L. & Insafitri, 2020. Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Kerapatan Vegetasi *Avicennia marina* Di Kabupaten Gresik. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2): 151–159. doi: 10.21107/juvenil.v1i2.7569
- Noor, Y.R., Khazali, M. & Suryadiputra, I.N.N., 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. 2nd ed. Bogor: Ditjen PHKA.
- Parmadi, E.H., Dewiyanti, I. & 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.
- Paruntu, C.P., Windarto, A.B., Mamesah, D.M., Kecamatan, D.A., Kabupaten, T. & Selatan, M., 2016. Mangrove Dan Pengembangan Silvofishery Di Wilayah Pesisir Desa Arakan Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan Sebagai Iptek Bagi Masyarakat. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 3(2): 1-25.
- Pranoto, H., 2017. Studi Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di

- Perairan Bedagai, Kecamatan Tanjung Beringin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Biosains*, 3(3): 125-130. doi: 10.24114/jbio.v3i3.8107
- Prihandana, P.K.E., Nurweda, P.I.D.N. & Indrawan, G.S., 2021. Struktur Vegetasi Mangrove berdasarkan Karakteristik Substrat di Pantai Karang Sewu, Gilimanuk Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 4 (1): 29-36. doi: 10.24843/jmrt.2021.v04.i01.p05
- Prinasti, N.K.D., Dharma, I.G.B.S. & Suteja, Y., 2020a. Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(1): 90-99. doi: 10.24843/jmas.2020.v06.i01.p11
- Rizki, R & Laelani, I., 2018. Etnofarmakologi Tumbuhan Familia Rhizophoraceae oleh Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Bioconcetta*, 31): 51-60. doi: 10.22202/bc.2017.v3i1.2726
- Sajjad, A., Jayadi, J. & Asbar, A. 2023. Analisis Kesesuaian Model Pengembangan Silvofishery Kawasan Mangrove Di Lantebung. *Joint-Fish : Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 6(2): 185–198.
- Saru, A., Amri, K. & Mardi, D., 2017. Mangrove Structural Vegetation Connectivity with Acidity and Total Organic Materials on Sediments in Wonomulyo District of Polewali Mandar Regency. *Spermonde*, 3(1): 1–6.
- Schaduw, J.N., 2018. Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1): 40-49. doi: 10.22146/mgi.32204
- Septiani, M., Mulyani, Y., Riyantini, I. & Donny P.J., 2019. Pengaruh Kondisi Mangrove Terhadap Kelimpahan Kepiting Biola (*Uca* sp.) Di karangsong Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1): 84–91.
- Setiawan, H., 2013. Status ekologi hutan mangrove pada berbagai tingkat ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(2): 104–120. doi: 10.18330/jwallacea.2013.vol2iss2 pp104-120
- Siahaan, H.D.M., Poedjirahajoe, E. & Lies R.W., 2016. Kondisi Ekologis Habitat Mangrove Di Areal Perambahan Tanaman Kelapa Sawit Di Suaka Margasatwa Karang Gading Langkat Timur Laut, Sumatera Utara. Repository. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sifleet, S., Pendleton, L. & Murray, B.C., 2011. State Of The Science On Coastal Blue Carbon: A Summary For Policymakers. *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions*, pp.50.
- Suharjo, M., Tantulo, U. & Ardianoor, 2023. Kerapatan Mangrove Dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Air Di Taman Wisata Alam Tanjung Keluang, Kabupaten Kotawaringin Barat. *Jursitek*, 11(1): 130–135.
- Supriyantini, E., Santoso, A. & Soenardjo, N., 2018. Nitrate and Phosphate Contents on Sediments Related to the Density Levels of Mangrove *Rhizophora* sp. in Mangrove Park Waters of Pekalongan, Central Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116(1): p.012013. doi: 10.1088/1755-1315/116/1/012013
- Susiana, S., 2011. Diversitas Dan Kerapatan Mangrove, Gastropoda, dan Bivalvia Di Estuari Perancak, Bali. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Taqwa, R.N., Muskananfolo, M.R. & Ruswahyuni, 2014. Studi Hubungan Substrat Dasar Dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen Dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos Di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares : Management of Aquatic Resources Journal*, 3(1): 125–133. doi: 10.14710/marj.v3i1.4429