

## MODEL DINAMIK PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE BERBASIS SILVOFISHERY DI PANTAI TIMUR SUMATERA UTARA

Bambang H. Siswoyo,<sup>1</sup> Siti Mardiana<sup>2</sup>, Raja Sabrina<sup>3</sup>

1) Mahasiswa Doktor Ilmu Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

2) Sekolah Pasca Sarjana Ilmu Pertanian Universitas Medan Area, Indonesia

3) Fakultas Perikanan, Universitas Dharmawangsa Indonesia

### Article Info

### ABSTRACT

#### Article history:

Received: 12 Agustus 2024

Revised: 13 Agustus 2024

Accepted: 15 Agustus 2024

#### Abstrak

Model dinamik pengelolaan ekosistem mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas ekosistem mangrove melalui produksi serasah yang terdiri dari potensi produksi perikanan melalui pendekatan produksi serasah mangrove, menghitung nilai nilai ekosistem mangrove dari potensi perikanan produksi serasah mangrove, perikanan budidaya tambak silvofishery, dan perikanan tangkap serta menentukan model dinamik nilai ekosistem mangrove untuk perikanan budidaya tambak silvofishery dan perikanan tangkap. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus-Desember 2023, dengan lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Langkat, Deli Serdang dan Serdang Bedagai. Data yang diperlukan meliputi karakteristik vegetasi mangrove, parameter fisika dan kimia lingkungan perairan, produksi serasah mangrove, data sosial ekonomi terkait pemanfaatan ekosistem mangrove, dan data sekunder. Potensi perikanan yang didukung oleh mangrove dihitung dengan metode yang dikembangkan oleh Mahmudi (2008), nilai perikanan budidaya dan tangkap diperoleh melalui pendekatan surplus konsumen. Berdasarkan penelitian, produksi serasah mangrove yang terdiri dari *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba* mencapai 3,67 g/m<sup>2</sup>/hari atau 13.282 kg/ha/thn. Potensi perikanan budidaya tambak (udang) sebesar 91833 ton/th dan perikanan tangkap sebesar 8756 ton/th. Hasil simulasi model pada kondisi eksisting (rehabilitasi mangrove 0.7 ha/th), nilai total pemanfaatan mangrove tidak berkelanjutan karena terus mengalami penurunan. Sedangkan rehabilitasi mangrove minimal di atas 2.27 ha/th menghasilkan nilai ekonomi yang berkelanjutan. Rehabilitasi mangrove juga perlu memperhatikan komposisi jenis mangrove untuk menghasilkan potensi perikanan tangkap yang dapat didukung mangrove secara optimal sehingga dapat meningkatkan nilai total pemanfaatan mangrove.

**Kata Kunci : Budidaya, Ekonomi, Ekosistem, Mangrove**

#### Abstract

*Dynamic model of mangrove ecosystem management on the East Coast of North Sumatra. The purpose of this study was to determine the productivity of the mangrove ecosystem through litter production consisting of fisheries production potential through the mangrove litter production approach, calculate the values of the mangrove ecosystem from the fisheries potential of mangrove litter production, silvofishery pond aquaculture, and capture fisheries and determine the dynamic model of the value of the mangrove ecosystem for silvofishery pond aquaculture and capture fisheries. The study was conducted in August-December 2023, with sampling locations in Langkat, Deli Serdang and Serdang Bedagai Regencies. The data required include the characteristics of mangrove vegetation, physical and chemical parameters of the aquatic environment, mangrove litter production, socio-economic data related to the utilization of the mangrove ecosystem, and secondary data. The fisheries potential supported by mangroves is calculated using the method developed by Mahmudi (2008), the value of aquaculture and capture fisheries is obtained through the consumer surplus approach. Based on research, the production of mangrove litter consisting of *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* and *Sonneratia alba* reached*

3.67 g/m<sup>2</sup>/day or 13,282 kg/ha/year. The potential for aquaculture (shrimp) is 91,835 tons/year and capture fisheries is 8,756 tons/year. The results of the model simulation in existing conditions (mangrove rehabilitation 0.7 ha/year), the total value of mangrove utilization is not sustainable because it continues to decline. While mangrove rehabilitation of at least 2.27 ha/year produces sustainable economic value. Mangrove rehabilitation also needs to pay attention to the composition of mangrove species to produce capture fisheries potential that can be optimally supported by mangroves so that it can increase the total value of mangrove utilization.

**Keywords:** Akuaculture, Economy, Ecosystem, Mangrove

Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi oleh Universitas Dharmawangsa  
Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan dengan Lisensi Internasional Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike 4.0 (CC-BY-NC-SA).



**Corresponding Author:**

E-mail : [bambang.hs@dharmawangsa.ac.id](mailto:bambang.hs@dharmawangsa.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir yang berperan penting bagi keberlanjutan kehidupan berbagai biota yang hidup di wilayah pesisir (Bengen, 2002). Ekosistem mangrove adalah sebagai habitat organisme air tawar maupun organisme air asin baik secara permanen maupun bersifat sementara atau tempat singgah (Siswoyo B H, et al, 2024).

Keberadaan ekosistem mangrove mempunyai hubungan yang positif terhadap produktifitas produksi perikanan (Siswoyo B H, et al, 2024). Ekosistem mangrove mempunyai berbagai fungsi yang sangat kompleks baik secara ekologis maupun secara ekonomis serta social (Bengen, 2002). Ekosistem mangrove dalam memainkan peranan ekologisnya sebagai penyangga antara ekosistem daratan dan lautan yang saling berinteraksi dengan ekosistem pesisir lainnya, seperti estuaria, padang lamun dan terumbu karang menyebabkan ekosistem mangrove rentan terhadap perubahan baik yang bersifat positif maupun yang bersifat negatif (Bengen, 2002).

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memiliki produktivitas yang tinggi di kawasan pesisir dan laut terutama untuk menunjang produktivitas sumberdaya perikanan (Aburto-Oropeza O, 2008). Hal ini dikarenakan adanya fungsi ekologi mangrove sebagai nursery ground, feeding ground dan spawning ground bagi beberapa komoditas perikanan yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi seperti ikan, kerang-kerangan dan krustase (Day J W, 1987).

Fungsi ekologis ini tak lepas dari tingginya produksi serasah mangrove yang menyumbangkan bahan organik dan merupakan mata rantai utama dalam jaring-

jaring makanan di ekosistem mangrove (Arreola-Lizarraga JA, 2004). Sesuai dengan pernyataan Bengen (2002) yang menyebutkan bahwa komponen dasar dari rantai makanan di ekosistem mangrove bukanlah tumbuhan mangrove itu sendiri, tapi serasah yang berasal dari tumbuhan mangrove (daun, batang, buah, ranting). Satu-satunya alternatif untuk meningkatkan produksi udang windu guna memenuhi permintaan dari berbagai negara pengimpor adalah usaha budidaya udang di tambak baik melalui ekstensifikasi maupun intensifikasi (Mahmudi M, et al, 2008).

Hutan mangrove diperkirakan mampu menghasilkan bahan organik dari serasah daun sebanyak 7-8 ton/ha/tahun (Mahmudi M, 2010). Tingginya produktivitas juga disebabkan hanya sekitar 7% dari dedaunan yang dihasilkan langsung dikonsumsi oleh hewan didalamnya, sisanya oleh mikroorganisme dan organisme pengurai sehingga memasuki sistem energi (Zamroni Y, et al, 2008).

Sukardjo (2004) mengestimasi jumlah serasah yang dihasilkan mangrove di Kalimantan sekitar 21.10-29.35 ton berat kering/ha/tahun atau sekitar 21100-29350 kg/ha/tahun. Serasah mangrove ini dapat mendukung perikanan pesisir untuk dapat dimanfaatkan langsung sebagai perikanan tangkap yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi (Ronnback P, 1999). Penelitian Pranoto (2013) di Muara Sungai Wulan, Demak menghasilkan produksi serasah mangrove 16508.95 kg/ha/tahun dengan potensi perikanan yang disumbangkan dari serasah ini sebesar 1405.25 kg/ha/tahun dengan nilai ekonomi sebesar Rp 616 857 350 /ha/tahun. Namun ekosistem ini terancam dengan adanya pemanfaatan lahan mangrove untuk peruntukan lainnya seperti area tambak yang memberikan kontribusi besar dalam penurunan luasan ekosistem mangrove (Sarno, et al, 2011). Salah satu wilayah pesisir yang mengalami penurunan luasan ekosistem mangrove adalah wilayah pesisir timur Sumatera Utara (Siswoyo, B H, et al 2004). Sebagian besar ekosistem mangrove di pesisir timur Sumatera Utara dimanfaatkan menjadi lahan tambak. Tahun 1990 luas ekosistem mangrove di pantai timur Sumatera Utara seluas 59.645,79 ha dan pada tahun 2015 luas ekosistem mangrove menurun menjadi 37.132.62 ha (Basyuni et al, 2018).

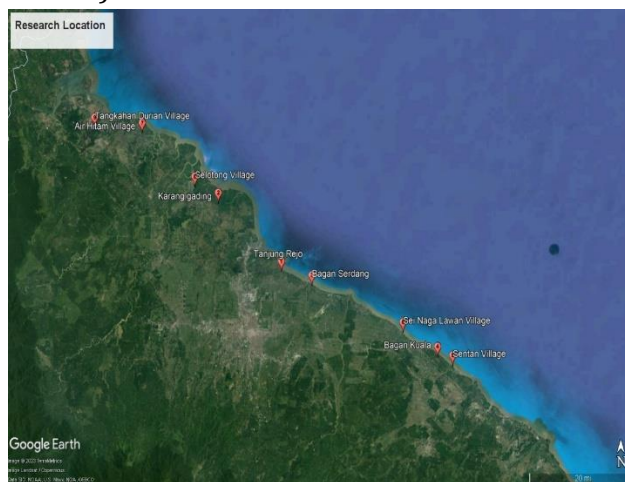
Secara umum lahan tambak bekas budidaya intensif di Indonesia, termasuk di pantai timur Sumatera Utara, mengalami kekurangan unsur hara (Ulqodri TZ, 2008). Hal ini terjadi sebagai dampak dari penggunaan berbagai bahan kimia yang tidak dibarengi dengan pengelolaan ramah lingkungan yang menekankan bagaimana memanfaatkan sumberdaya alam secara ekonomi optimal dan secara ekologi berkelanjutan (Siswoyo B H, et al, 2004). Kriteria berkelanjutan suatu ekosistem apabila pemanfaatannya secara ekologi tidak melampaui daya dukung atau carrying capacity, sehingga mampu mengakumulasi dampak dari suatu pemanfaatan sumberdaya dan secara ekonomi optimal sehingga dapat memberikan keuntungan secara terus menerus untuk kesejahteraan umat manusia (Muzani, 2014).

Adanya pemanfaatan lahan mangrove sebagai area tambak tentunya akan menyebabkan penurunan luasan mangrove sehingga menurunkan produksi serasah mangrove yang dihasilkan juga fungsi ekologi yang mendukung perikanan tangkap pesisir untuk dapat dimanfaatkan (Kawaroe M, et al, 2001). Namun disisi lain pemanfaatan sebagai area tambak juga menghasilkan manfaat ekonomi dari perikanan budidayanya (Sukardjo, S, 2004). Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian suatu model dinamik nilai ekonomi ekosistem mangrove.

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Desember 2023 di dipantai timur Sumatera Utara (Gambar 1). Lokasi pengambilan contoh dilakukan di 3 Kabupaten 9 Desa pengamatan (Tabel 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Koordinat Stasiun Pengamatan

Stasiun	Longitude	Latitude	Keterangan
1	098° 46' 16.05"	03° 43' 38.19"	Desa Tanjung Rejo
2	098° 35' 07.02"	03° 50' 01.71"	Desa Karang Gading
3	098° 51' 07.00"	03° 41' 45.00"	Desa Bagan Serdang
4	099° 13' 36.85"	03° 30' 52.92"	Desa Bagan Kuala
5	099° 13' 36.68"	03° 30' 52.34"	Desa Sentan
6	099° 05' 39.53"	03° 35' 23.86"	Desa Sei Nagalawan
7	098° 23' 04.07"	03° 56' 35.85"	Desa Air Hitam
8	098° 33' 02.15"	03° 52' 55.79"	Desa Selotong
9	098° 15' 01.33"	03° 59' 58.89"	Desa Tangkahan Durian

## Metoda Pengumpulan Data

Data yang diperlukan yaitu data primer dan sekunder. Pengumpulan data data primer diperoleh melalui observasi di lapang dan wawancara. Sementara data sekunder diperoleh melalui survei pada instansi terkait. Objek penelitian yang digunakan yaitu ekosistem mangrove, potensi sumberdaya perikanan, masyarakat (nelayan dan pembudidaya) dan pemerintah di Sumatera Utara, Objek penelitian dipilih secara sengaja (purposive sampling) berdasarkan pertimbangan tertentu.

### 1. Jenis dan sumber data

Data primer meliputi data karakteristik vegetasi mangrove, parameter fisika dan kimia lingkungan perairan, produksi serasah mangrove, data sosial ekonomi terkait dengan pemanfaatan ekosistem mangrove di pantai Timur Sumatera Utara dan peraturan terkait tentang kebijakan pengelolaan ekosistem mangrove setempat. Data sekunder yang digunakan meliputi luas mangrove, statistik perikanan tangkap dan tambak dan data meteorologi yaitu suhu udara, curah hujan dan kecepatan angin di pantai timur Sumatera Utara.

### 2. Analisis data

Kerapatan mangrove dan diameter pohon

Kerapatan pohon mangrove pada setiap stasiun penelitian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{jumlah individu satu jenis}}{\text{luas area sampling}}$$

Diameter batang pohon (DBH) dihitung menggunakan rumus:

$$\text{DBH} = \text{CBH} / \pi$$

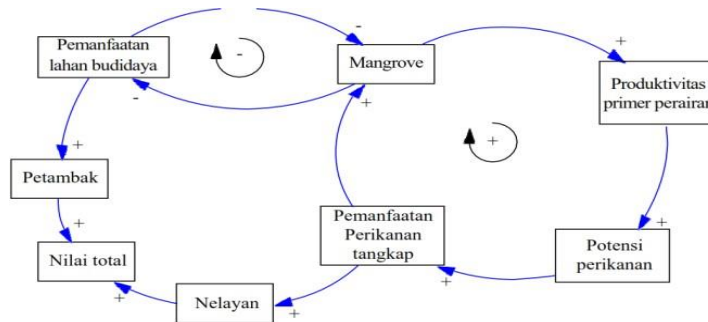
dimana: CBH = lingkaran pohon setinggi dada (cm)

$$\pi = 3.14$$

### 3. Model Dinamik Pengelolaan Ekosistem Mangrove

Pemodelan nilai ekosistem mangrove dilakukan melalui simulasi model dengan memasukkan variabel-variabel yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya mangrove untuk perikanan tambak silvofishery dan perikanan tangkap. Pemodelan dinamik menggunakan diagram *causal loops* menunjukkan umpan balik dari struktur dalam sistem yang menunjukkan hubungan sebab akibat antara variabel-variabel yang terkait dengan pemanfaatan sumberdaya mangrove. Gambar 2 menunjukkan diagram *causal loops* dari pemanfaatan ekosistem mangrove untuk perikanan budidaya tambak silvofishery dan perikanan tangkap. Potensi perikanan tangkap disumbang dari serasah yang dihasilkan dari mangrove serta dapat meningkatkan produktivitas perairan. Potensi perikanan ini akan dimanfaatkan oleh nelayan berupa hasil tangkapan menjadi pendapatan yang bersumber dari nilai manfaat mangrove. Disisi lain ekosistem mangrove juga dimanfaatkan sebagai area tambak silvofishery yang juga memiliki nilai manfaat. Namun, kegiatan ini dapat menurunkan fungsi mangrove

dalam mendukung perikanan karena penurunan luasan.



Gambar 2. Diagram *causal loops* model dinamik pengelolaan ekosistem mangrove di pantai Timur Sumatera Utara

Tahap selanjutnya pemodelan akan dikembangkan lebih rinci dan disimulasikan dengan bantuan *software Stella*. Simulasi permodelan ini akan dilakukan dalam tiga skenario melalui simulasi kondisi mangrove aktual, rehabilitasi, mangrove dan tanpa rehabilitasi untuk melihat nilai total pemanfaatan ekosistem mangrove sebagai perikanan tambak budidaya silvofishery dan perikanan tangkap sekitar mangrove.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

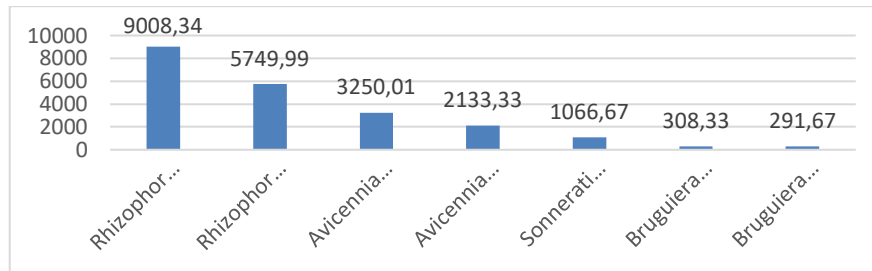
#### 1. Karakteristik Vegetasi Ekosistem Mangrove

Berdasarkan penelitian ekosistem mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara memiliki komposisi vegetasi mangrove jenis *Avicennia* sp., *Rhizophora* sp. dan *Sonneratia* sp. Pada penelitaian ini spesies mangrove yang teridentifikasi meliputi *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia caseolaris* dengan kerapatan pohon mangrove antara 41.67 – 2275 pohon/Ha dengan diameter 4.8-38.2 cm . Formasi mangrove di stasiun 2, 3 dan 5 arah laut ke darat terdiri dari *Avicennia marina*. Sementara formasi stasiun 1 dan 4 dari arah muara ke darat terdiri *Avicennia* sp. dan *Rhizophora mucronata*. Untuk *Sonneratia caseolaris* semakin banyak ditemukan saat masuk arah hulu sungai, sebaliknya *Avicennia* sp. dan *Rhizophora mucronata* semakin menurun.

**Tabel 2.** Kerapatan dan komposisi vegetasi mangrove

Jenis Mangrove	Total	
	Kerapatan	
<i>Rhizophora apiculate</i>	9008.34	
<i>Rhizophora mucronate</i>	5749.99	

<i>Avicennia marina</i>	3250.01
<i>Avicennia alba</i>	2133.33
<i>Sonneratia alba</i>	1066.67
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	308.33
<i>Bruguiera cylindrica</i>	291.67
<b>Total</b>	<b>21808.34</b>



Gambar 3. Total kerapatan masing-masing jenis mangrove

Kerapatan pohon tertinggi terdapat pada stasiun 6 di Kabupaten Serdang Bedagai sebesar 2275/Ha dan terendah terdapat pada stasiun 3 dengan 41,67 pohon/Ha terdapat di Kabupaten Deli Serdang. Meskipun memiliki pohon yang paling rendah dibanding dengan stasiun lainnya, namun pada stasiun ini diameter rata-rata pohon paling tinggi yaitu sebesar 30.35 cm. Rata-rata diameter pohon terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar 8 cm.

## 2. Produksi Perikanan

Ekosistem mangrove di pantai timur Sumatera utara dalam pemanfaatannya sebagian besar dibuka menjadi lahan tambak. Komoditas yang dibudidayakan di area tambak pada umumnya adalah udang, ikan nila dan bandeng. Produksi perikanan di pantai timur Sumatera utara dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Produksi Perikanan Budidaya Di Pantai Timur Sumatera Utara

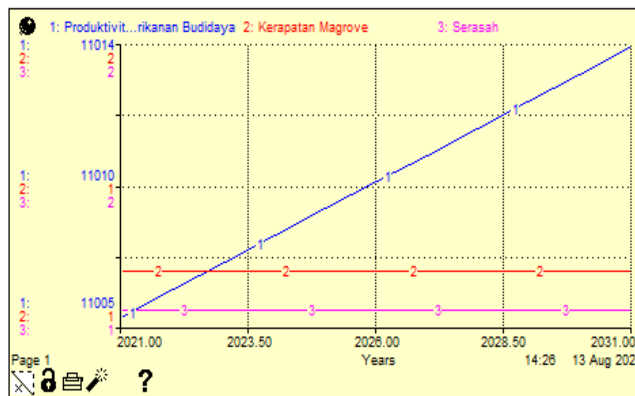
Kabupaten	Produksi perikanan Budidaya tambak silvofishery sekitar mangrove (ton)							
	Udang				Ikan			
	2019	2020	2021	Total	2019	2020	2021	Total
Langkat	1747	1731	2071	5549	2006	2682	2762	31588
	7	0	2	9		0		
Deli Serdang	1255	3363	2608	7226	2031	2168	2033	6232

Serdang	9696	9716	9696	2910				
Bedagai				8	5846	4041	3961	13848

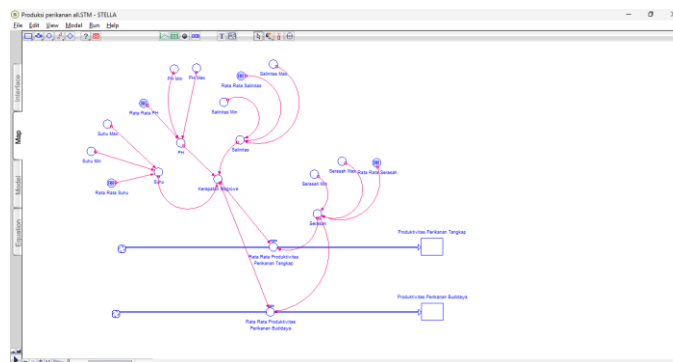
Berdasarkan hasil penelitian ini, potensi perikanan budidaya dan perikanan tangkap yang didukung ekosistem mangrove menunjukkan peningkatan produksi. Produksi ini akan terus meningkat apabila diimbangi dengan Upaya rehabilitasi mangrove.

### 3. Parameter Fisika Kimia Lingkungan Perairan

Parameter fisika dan kimia lingkungan di stasiun penelitian disajikan pada tabel 6. Nilai salinitas pada stasiun 1, 4, 6 dan 8 cenderung lebih rendah jika dibanding stasiun yang berada di pinggiran pantai (stasiun 2,3, 5, 7 dan 9). Hal ini disebabkan adanya masukan air tawar yang cukup banyak dari muara sungai. Sama halnya salinitas, nilai pH pada stasiun yang mendapat masukan air tawar memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan stasiun yang berada di pinggiran pantai (stasiun 1, 4 dan 6).



Gambar 4. Simulasi model dinamik perikanan budidaya tambak silvofishery



Gambar 3. Model Dinamik Pengelolaan Ekosistem Mangrove untuk mendukung perikanan tangkap dan perikanan budidaya (tambak silvofishery)



Secara keseluruhan, berdasarkan hasil simulasi model dinamik pengelolaan ekosistem mangrove pantai timur sumatera utara ini memberikan gambaran perlunya dilakukan rehabilitasi mangrove untuk keberlanjutan ekosistem mangrove sehingga dapat meningkatkan nilai manfaat dari ekosistem mangrove untuk perikanan di pantai timur sumatera utara.

#### 4. SIMPULAN

Ekosistem mangrove di lokasi penelitian yang terdiri dari *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba* menghasilkan serasah sebesar 3.47 g/m<sup>2</sup>/hari atau 12492 kg/ha/th. Potensi perikanan budidaya tambak (udang) sebesar 91833 ton/th dan perikanan tangkap sebesar 8756 ton/th. Hasil simulasi model pada kondisi eksisting (rehabilitasi mangrove 0.7 ha/th), nilai total pemanfaatan mangrove tidak berkelanjutan karena terus mengalami penurunan. Sedangkan rehabilitasi mangrove minimal di atas 2.27 ha/th menghasilkan nilai ekonomi yang berkelanjutan. Rehabilitasi mangrove juga perlu memperhatikan komposisi jenis mangrove untuk menghasilkan potensi perikanan tangkap yang dapat didukung mangrove secara optimal sehingga dapat meningkatkan nilai total pemanfaatan mangrove.

#### UCAPAN TERIMA KASIH (Optional)

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Penelitian dan Pengembangan yang telah mendanai penelitian ini

#### PUSTAKA

- Abib S, Appado C. 2012. A pilot study for the estimation of above ground biomass and litter production in *Rhizophora mucronata* dominated mangrove ecosystems in The Island of Mauritius. *J Coast Dev* 16 (1): 40-49.
- Aburto-Oropeza O, Ezcurra E, Danemann G, Valdez V, Murray J, Sala E. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proc Natl Acad Sci USA* 105 (30): 56-59.
- Ake-Castillo JA, Vazquez G, Lopez-Portillo J. 2005. Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia* . 559: 101-111.
- Amarasinghe MD, Balasubramaniam S. 1992. Net primary productivity of two mangrove forest stands on the North-West coast of Sri Lanka. *Hydrobiologia* 247: 37-47
- Arreola-Lizarraga JA, Flores-Verdugo FJ, Ortega-Rubio A. 2004. Structure and litterfall of an arid mangrove stand on the Gulf of California, Mexico. *Aquat Bot* 79: 137-143.
- Ashton EC, Hogarth PJ, Ormond R. 1999. Breakdown of Mangrove Leaf litter in a Managed Mangrove Forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia* 413: 77-88.
- Barroso-Matos, Bernini E, Rezende CE. 2012. Decomposition of mangrove leaves in the estuary of Paraíba do Sul River Rio de Janeiro, Brazil. *J Aquat Resour.* 40 (2): 398 - 406.
- Bengen DG. 2002. Pedomon Tekanis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bernini E, Rezende E. 2010. Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil. *Pan- Amer J Aquat Sci* 5 (4): 508-519.

- BPS [Badan Pusat Statistik] Propinsi Sumatera Utara. 2023. Propinsi Sumatera Utara dalam Angka 2023. BPS Propinsi Sumatera Utara.
- Chambers MJG, Abdul Sobur SA. 1977. Problems Assessing the Rates and Processes of Coastal Changes in the Province of South Sumatra. Pusat Studi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Day J W, Coronado-Molina C, Vera-Herrera FR, Twilley R, Rivera- Monroy VH, Alvarez-Guillen H, Day R, Conner W. 1996. A 7 year record of above- ground net primary production in a southeastern Mexican mangrove. *Aquat Bot* 55: 39-60.
- Day JW, Conner WH, Ley-Lou F, Day RH, Navarro AM. 1987. The productivity and composition of mangrove forest, Laguna de Terminos, eio. *Aquat Bot* 27: 267-284.
- DKP Propinsi Sumatera Utara [Dinas Kelautan dan Perikanan Sumatera Utara]. 2023. Profil Dinas Perikanan dan Kelautan Sumatera Utara. DKP Propinsi Sumatera Utara.
- Farooqui Z, Siddiqui JP, Rasheed M. 2014. Changes in Organic, Inorganic contents, Carbon Nitrogen ratio in decomposing *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* leaves on tidal mudflats in Hajambro creek, Indus delta, Pakistan. *J Trop Life Sci* 4 (1): 37- 45.
- Haris A, Damar A, Bengen D, Yulianda F. 2013. Correlation between Mangrove and Aquaculture Production: Case Study in Sinjai District, Sulawesi. *Intl J Aquacult.* 3 (14): 73-78
- Hossain M, Hoque AKF. 2008. Litter production and decomposition in mangrove - a review. *Indian J For.* 31 (2): 227-238.
- Juman RA. 2005. Biomass, litterfall and decomposition rates for the fringed *Rhizophora mangle* forest lining the Bon Accord Lagoon, Tobago. *Intl J Trop Biol* 53 (1): 207-217.
- Kathiresan K, Rajendran N. 2002. Fishery resources and economic gain in three mangrove areas on the south-east coast of India. *Fish Manag Ecol* 9: 277-283.
- Kawaroe M, Bengen DG, Eidman M, Boer M. 2001. Kontribusi ekosistem mangrove terhadap struktur komunitas ikan di Pantai Utara Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Pesisir dan Laut.* 3 (3): 13-26.
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor195/ Kpts-II/2002
- Kint A. 1934. De Luchtfoto en de topografische terreingsteldheid in de Mangrove. *De Trop Natuur* 23: 173-189.
- Kusmana C, Pradyatmika P, Husin YA, Shea G, Martindale D. 2000. Mangrove litter-fall studies at the Ajkwa Estuary, Irian Jaya, Indonesia. *Indon J Trop Agric* 9 (3): 39-47.
- Mahmudi M, Soewardi K, Kusmana C, Hadjomidjojo H, Damar A. 2008. Laju dekomposisi serasah mangrove dan kontribusinya terhadap nutrient di hutan mnagrove reboisasi. *J. Penelitian Perikanan.* 11 (1): 19-25.
- Siswoyo B.H, Mardiana S, Sabrina, 2024. Mangrove Ecosystem Condition at Three Regency on The East Coast of North Sumatera. *Nukleus* Vol 10 (2) 523-532.
- Siswoyo B.H, Mardiana S, Sabrina, 2024. Correlation of Mangrove density With Fisheries Commodity Production on The East Coast of North Sumatra. *AACL Bioflux* Vol 17 (2) 744-751.