

ANALISIS HUBUNGAN KONDISI EKOSISTEM MANGROVE TERHADAP PRODUKSI IKAN DI KAWASAN KONSERVASI PERAIRAN KAYONG UTARA

Adityo Raynaldo^{1*}, Robin Saputra²

¹Program Studi Biologi, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO, Pontianak, 78113, Kalimantan Barat, Indonesia

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO, Pontianak, 78113, Kalimantan Barat, Indonesia

* Korespondensi: adityoraynaldo@oso.ac.id

(Diterima 11-05-2024; Direvisi 23-07-2024; Disetujui 15-12-2024)

ABSTRAK

Kawasan Konservasi Perairan Kabupaten Kayong Utara bertujuan untuk melindungi dan memanfaatkan sumber daya perikanan secara berkelanjutan, termasuk udang penaeid, pesut, dan ekosistem mangrove. Pengelolaan yang efektif memerlukan data spasial mengenai target konservasi guna mendukung perencanaan dan evaluasi yang komprehensif. Penelitian ini menganalisis hubungan antara indeks vegetasi mangrove (NDVI) dari citra satelit dengan produksi ikan di kawasan konservasi menggunakan pendekatan produktivitas mangrove. Penelitian ini terdiri dari empat tahapan: (i) analisis stok dan produksi ikan dengan model produktivitas mangrove, (ii) analisis korelasi antara produksi ikan dan kondisi mangrove, (iii) pengukuran parameter fisikokimia perairan, serta (iv) analisis korelasi antara faktor fisikokimia perairan dan produksi ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata produksi serasah mangrove mencapai $2,09 \pm 0,86$ g berat kering/m²/hari atau $8,42 \pm 3,47$ ton/ha/tahun, sementara produksi ikan berkisar antara 190,17–690,28 kg/ha/tahun dengan rata-rata $448,82 \pm 185,61$ kg/ha/tahun. Terdapat korelasi positif sedang antara NDVI dan produksi ikan ($r = 0,51$), sedangkan parameter *Dissolved Oxygen* (DO) dan Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) menunjukkan korelasi negatif terhadap produksi ikan ($r = -0,65$ dan $-0,57$). Hasil penelitian ini menegaskan peran penting ekosistem mangrove dalam mendukung produktivitas perikanan. Oleh karena itu, upaya konservasi mangrove perlu diperkuat guna menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya perikanan.

Kata kunci: citra satelit, indeks vegetasi, korelasi Pearson, produktivitas mangrove, serasah mangrove

Analysis of the Relationship Between Mangrove Ecosystem Conditions and Fish Production in the Marine Conservation Area of Kayong Utara

ABSTRACT

The North Kayong Regency Marine Conservation Area serves to protect and sustainably utilize fishery resources, including penaeid shrimp, porpoises, and mangrove ecosystems. Effective management requires spatial data on conservation targets to support comprehensive planning and evaluation. This study analyzes the relationship between the mangrove vegetation index (NDVI), derived from satellite imagery, and fish production in the conservation area using a mangrove productivity approach. The research comprises four stages: (i) analysis of fish stock and production using the mangrove productivity model, (ii) correlation analysis between fish production and mangrove conditions, (iii) measurement of physicochemical water parameters, and (iv) correlation analysis between physicochemical water factors and fish production. The results indicate that the average daily mangrove litterfall production across all stations is 2.09 ± 0.86 g dry weight/m²/day or 8.42 ± 3.47 tons/ha/year, while fish production ranges from 190.17 to 690.28 kg/ha/year, with an average of 448.82 ± 185.61 kg/ha/year. A moderate positive correlation is observed between NDVI and fish production ($r = 0.51$), whereas Dissolved Oxygen (DO) and Total Suspended Solids (TSS) exhibit a negative correlation with fish production ($r = -0.65$ and -0.57 , respectively). These findings underscore the crucial role of mangrove ecosystems in supporting fishery productivity. Therefore, strengthening mangrove conservation efforts is essential to maintaining ecosystem balance and ensuring the sustainability of fishery resources.

Keywords: mangrove litterfall, mangrove productivity, Pearson correlation, satellite imagery, vegetation index

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove secara ekologis menyediakan habitat larva krustasea dan berbagai jenis ikan (Whitfield, 2016). Perubahan kondisi mangrove dan tekanan lingkungan dapat memengaruhi produktivitas ekosistem dan produksi ikan di sekitar kawasan (Whitfield, 2016; Zheng dan Takeuchi, 2022). Analisis studi kasus di kawasan mangrove yang terdegradasi di Indonesia menunjukkan bahwa terjadi penurunan penghasilan rumah tangga nelayan sekitar 5-9% per tahun, dari tiap 1% penurunan luasan mangrove akibat degradasi habitat (Yamamoto, 2023).

Penilaian kondisi mangrove saat ini dilakukan dengan melakukan pemantauan melalui data-data seperti kerapatan tegakan, tutupan tajuk dan pengukuran diameter pohon (Kepmen LH No 201, 2004). Saat ini, penilaian kondisi mangrove dapat dilakukan dengan pendekatan penginderaan jauh (*remote sensing*) melalui data citra satelit menggunakan indeks vegetasi mangrove (Winarso *et al.*, 2014; Gupta *et al.*, 2018). Selain itu, melalui analisis spasial dan temporal dari data satelit dapat menilai status dan kondisi mangrove secara multitalahun (Diniz *et al.*, 2019; Raynaldo *et al.*, 2020).

Ekosistem mangrove di Kabupaten Kayong Utara tersebar di 6 kecamatan, dengan luasan sebaran total 20.543 ha, terdapat sekitar 3% dalam kondisi rusak (Raynaldo *et al.*, 2024). Fungsi ekosistem mangrove sebagai daerah refugia ikan dan udang di Kabupaten Kayong Utara dikuatkan melalui penetapan Kawasan Konservasi Perairan Kubu Raya dan Kayong Utara di Provinsi Kalimantan Barat, berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 89 (Kepmen KP No 89, 2020). Data dari BPS Kabupaten Kayong Utara (BPS, 2023), menunjukkan bahwa produksi perikanan laut di kawasan konservasi perairan (sekitar Kecamatan Pulau Maya) selama periode tahun 2019-2023 berkisar antara 9.655-20.612 ton dan tiap tahunnya

mengalami fluktuasi. Pendekatan data penginderaan jauh diperlukan untuk mengetahui kemungkinan pengaruh dari kondisi lingkungan, termasuk kesehatan ekosistem mangrove terhadap produksi ikan yang ada di kawasan konservasi.

Penelitian terkait hubungan kondisi mangrove yang dianalisis dari citra satelit dan produksi ikan yang ada di sekitar kawasan konservasi perairan belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini akan mengkaji 1) Nilai produksi ikan yang diestimasi dari produktivitas mangrove di KKPD Kayong Utara, 2) Hubungan indeks vegetasi dengan produksi ikan di KKPD Kayong Utara, 3) Kondisi faktor fisika-kimia perairan di sekitar kawasan konservasi, dan 4) Hubungan kondisi faktor fisika-kimia perairan dengan produksi ikan di KKPD Kayong Utara. Hasil jangka pendek dari penelitian ini ditunjukkan untuk dapat menggambarkan hubungan mangrove dan produksi ikan secara spasial dan dapat dianalisis secara temporal (berdasarkan perbandingan tahun) untuk dapat menjadi instrumen dalam menilai pengelolaan kawasan konservasi secara mutlitahun.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel penelitian dilakukan pada kawasan mangrove di sekitar Kawasan Konservasi Perairan Daerah Kabupaten Kayong Utara, tepatnya di Kecamatan Pulau Maya Kabupaten Kayong Utara (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Sains Dasar dan Kelautan Universitas OSO, Pontianak untuk produksi serasah dan di Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Universitas Tanjungpura untuk analisis Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) dan klorofil-a. Penelitian ini terdiri atas empat tahapan, diantaranya tahap i) menghitung stok/produksi ikan, ii) menganalisis hubungan produksi ikan dan kondisi mangrove, iii) mengukur kondisi faktor

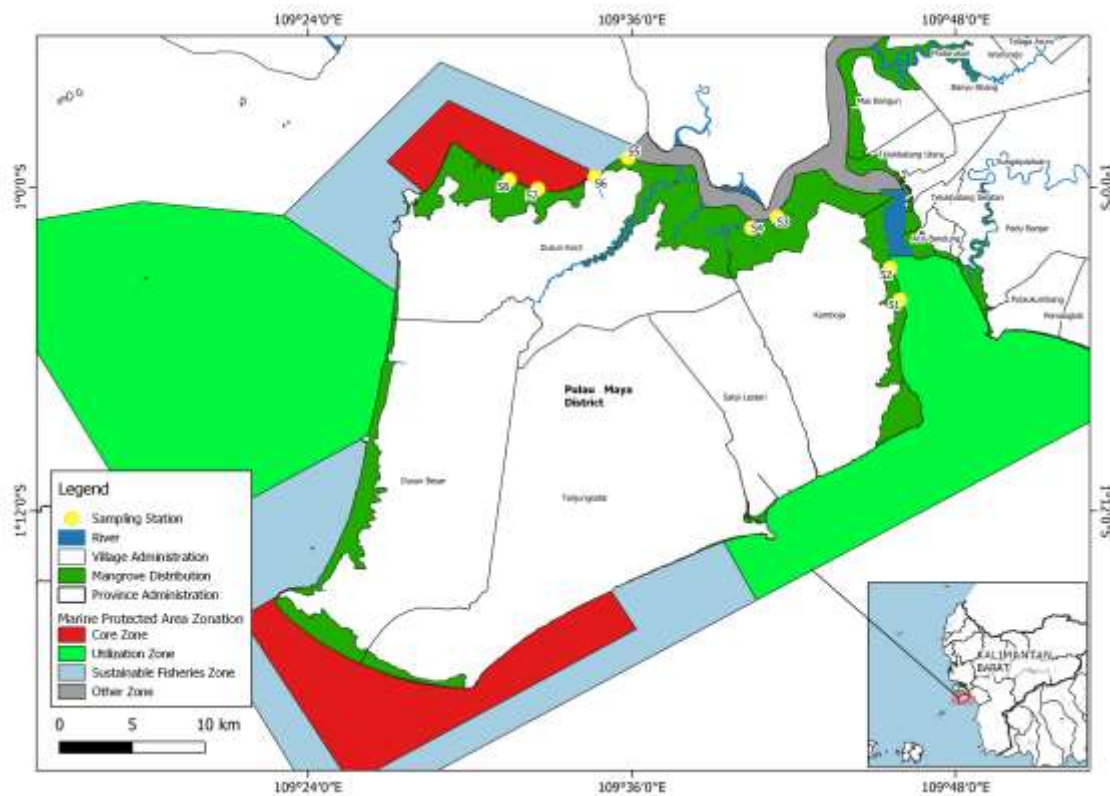


Figure 1. Map of the location and sampling station in North Kayong MPA. Sampling station distributions represent the core zone, utilization zone, sustainable fisheries zone and other zones in the North Kayong MPA

Gambar 1. Peta lokasi stasiun pengambilan sampel di KKPD Kayong Utara. Sebaran lokasi stasiun pengambilan sampel mewakili zona inti, zona pemanfaatan, zona perikanan berkelanjutan dan zona lainnya di KKP Kayong Utara

fisika-kimia perairan, dan iv) menganalisis hubungan faktor fisika-kimia perairan dengan produksi ikan.

Estimasi Stok/Produksi Ikan

Estimasi stok/produksi ikan dilakukan dengan pemasangan perangkap serasah di kawasan mangrove, kemudian dilakukan pengambilan sampel serasah jatuh (*litterfall*) setiap 14 hari sekali selama 2 bulan (4 kali pengamatan) (Mahmudi, 2010; Aida *et al.*, 2016). Perangkap serasah (berukuran 1x1 meter) dipasang sebanyak 40 buah yang tersebar di 8 stasiun yang telah ditentukan, mewakili tiap zona pada kawasan konservasi yang terdiri dari zona inti, zona perikanan berkelanjutan, zona pemanfaatan, dan zona

lainnya (Gambar 1). Perangkap serasah dipasang setinggi 1-1,5 meter di atas tanah menggunakan bambu untuk dapat menampung jatuhnya serasah dari pohon mangrove disekitarnya. Lokasi tiap pemasangan perangkap serasah dicatat koordinatnya menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

Serasah yang masuk ke dalam perangkap serasah dimasukkan ke dalam plastik sampel dan dibawa menggunakan *cooler box*. Sampel serasah dipilah bagian daun dan organ generatifnya (bunga dan buah), kemudian dioven dengan suhu 105°C hingga mencapai berat konstan (Ashton *et al.*, 1999). Produksi serasah (X_j) dihitung dari rata-rata berat serasah tiap pengamatan (x_i) dan

jumlah perangkat serasah (n) dengan rumus sebagai berikut (Mahmudi, 2010):

$$X_j = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} (\text{g/m}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: X_j adalah nilai produksi serasah.

Produktivitas primer kawasan mangrove dihitung dari rata-rata produksi serasah dalam per hari dan jumlah nutrient (Nitrogen dan Phospor) yang dilepaskan tiap spesies mangrove (Mahmudi, 2010; Yulma dan Satriani, 2016). Perhitungan produksi total ikan di kawasan mangrove dilakukan dengan menghitung nutrien yang dimanfaatkan fitoplankton dan tingkatan trofik di atasnya (ikan herbivor dan ikan karnivor). Adapun alur perhitungan stok/produksi total ikan (Mahmudi, 2010) disajikan pada Gambar 2.

Hubungan Produksi Ikan dan Kondisi Mangrove

Analisis kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara telah dilakukan pada skema penelitian sebelumnya (Raynaldo et al.,

2024). Kondisi mangrove yang terdiri dari kerapatan dan tutupan tajuk akan dianalisis secara spasial menggunakan citra satelit (indeks vegetasi) serta dihubungkan dengan nilai produksi ikan dari masing-masing stasiun pengambilan sampel.

Indeks vegetasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang dianalisis menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Quantum GIS versi 3.16.11 Hannover. Citra satelit yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit Sentinel 2, tanggal akuisisi 2 September 2024 dengan resolusi citra 10 meter. Citra satelit diunduh dari laman <https://scihub.copernicus.eu/> dan dilakukan proses orthorektifikasi dan koreksi atmosferik (LAPAN, 2015). Selanjutnya dilakukan analisis korelasi menggunakan aplikasi PAST (*Paleontological Statistics*) untuk melihat keeratan hubungan nilai indeks vegetasi (NDVI) dan produksi ikan pada tiap stasiun. Keeratan hubungan antara dua variabel ini akan menentukan keakuratan estimasi produksi ikan pada seluruh kawasan berbasis data citra satelit.

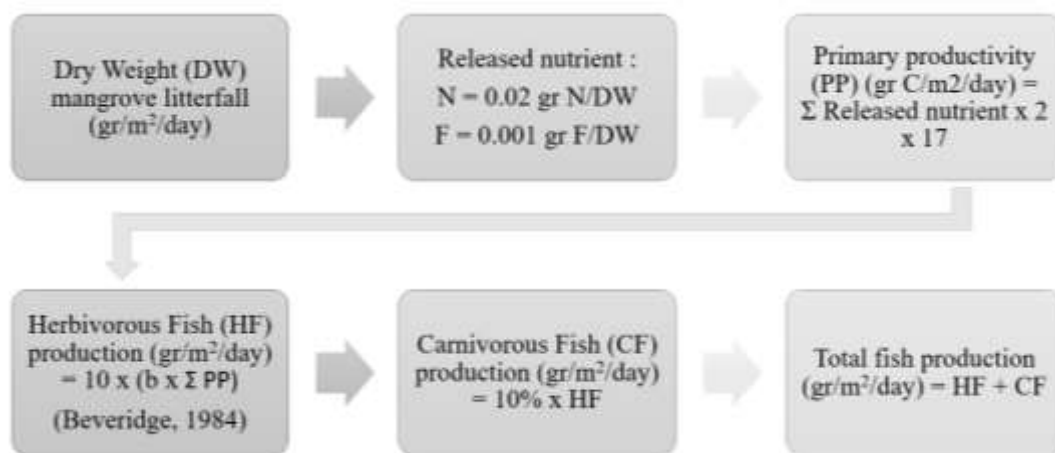


Figure 2. Analysis of fish stock estimation using the litter production approach. Estimation of fish stocks is preceded by an analysis of litter dry weight, estimation of released nutrient content, primary productivity and total fish stock

Gambar 2. Skema pendugaan stok ikan dengan pendekatan produksi serasah. Pendugaan stok ikan didahului dengan analisis berat kering serasah, estimasi kandungan nutrient yang dilepaskan, produktivitas primer hingga total stok ikan.

Kondisi Faktor Fisika-Kimia Perairan

Analisis kondisi faktor fisika-kimia perairan dilakukan sebanyak dua kali di 8 stasiun pengamatan, yakni saat pemasangan perangkat serasah (T0) dan saat pengambilan sampel serasah terakhir (T4). Pengukuran suhu perairan, salinitas, pH dan *Dissolved Oxygen* (DO) dilakukan secara langsung dilapangan menggunakan *Water Quality Meter AZ Instrument 86031*. Sementara itu pengukuran nilai MPT dan klorofil-a dilakukan dengan pengambilan sampel air sebanyak 500 ml menggunakan botol duran dan disimpan pada suhu $<4^{\circ}\text{C}$ di dalam *cooler box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis (SNI 6989.59, 2008).

Hubungan Faktor Fisika-Kimia Perairan dan Produksi Ikan

Analisis hubungan faktor fisika-kimia perairan dan produksi ikan dilakukan dengan metode analisis korelasi terhadap semua variabel. Hasil pengukuran dan analisis suhu perairan, salinitas, pH, DO, MPT dan klorofil-a pada setiap stasiun dihubungkan

dengan nilai produksi ikan pada tiap stasiun. Hasil analisis ini digunakan dalam mendukung dan melengkapi hasil analisis antara indeks vegetasi mangrove dari data citra dan produksi ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Stok/Produksi Ikan

Produksi serasah mangrove mengalami peningkatan dari tiap pengamatan, besarnya produksi serasah tiap kali pengamatan tidak konstan (Gambar 3). Produksi serasah pada pengamatan I (14 hari) dari seluruh stasiun berkisar 42,63-258,11 g berat kering, pengamatan II (28 hari) berkisar antara 152,61-455,66 g berat kering, pengamatan III (42 hari) berkisar antara 192,26-714,34 g berat kering dan pengamatan IV (56 hari) produksi serasah berkisar 247,46-898,23 g berat kering. Perbedaan produksi serasah pada tiap pengamatan dapat disebabkan karena fluktuasi curah hujan, pasang surut air laut dan kondisi suhu/iklim (Alongi, 2009; Lee *et al.*, 2014).

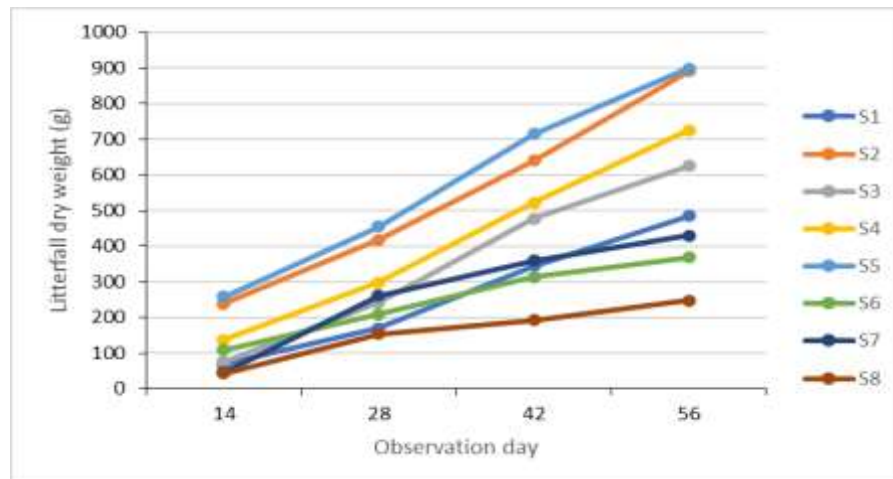


Figure 3. Litterfall production based on observations and stations. The lowest litter production was found at station 8 (core zone) and the highest was found at station 5 (sustainable fisheries zone)

Gambar 3. Produksi serasah berdasarkan pengamatan dan stasiun. Produksi serasah terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan)

Produksi harian serasah mangrove di seluruh lokasi berkisar 0,88-3,21 g berat kering/m²/hari (Tabel 1), terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan). Jenis mangrove dominan yang ada di lokasi adalah jenis *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba*. Produksi serasah pada tiap stasiun dapat bervariasi dikarenakan perbedaan jenis dominan penyusun. Selain itu tipe struktur pohon, usia dan kerapatan mangrove juga dapat mempengaruhi perbedaan produksi serasah antar stasiun pengamatan (Alongi, 2009; Adame et al., 2014). Rata-rata produksi harian serasah mangrove dari seluruh stasiun adalah 2,09±0,86 g berat kering/m²/hari atau sebesar 8,42±3,47 ton/ha/tahun. Produksi serasah pada penelitian ini sejalan dengan beberapa lokasi lain seperti kawasan mangrove Pesisir Ghana dari penelitian Dali (2023) dengan produksi serasah 9.60-10.72 ton/ha/tahun, kawasan mangrove Sundarbans, Bangladesh dengan nilai 11,25±0,08 ton/ha/tahun (Kamruzzaman et al., 2018) dan Pantai Timur Surabaya (Purnobasuki et al., 2022) dengan nilai 8,66-13,20 ton/ha/tahun.

Kontribusi nutrisi (N dan P) serasah mangrove di penelitian ini yaitu N berkisar 0,018-0,064 g/m²/hari dan P berkisar 0,001-0,003 g/m²/hari (Gambar 4). Nilai ini sejalan dengan penelitian Mahmudi (2008) dengan rentang nilai kontribusi nutrisi N 0,0355-0,0506 g/m²/hari dan nutrisi P 0,0018-0,0025 g/m²/hari. Kontribusi nutrisi dapat bervariasi berdasarkan jenis mangrove, berdasarkan penelitian Yulma dan Satriani (2016), kontribusi nutrisi N pada serasah mangrove *A. alba* didapati sebesar 0,0987 g/m²/hari, *R. apiculata* sebesar 0,0755 g/m²/hari, *B. parviflora* sebesar 0,0977 g/m²/hari dan *S. alba* sebesar 0,3722 g/m²/hari.

Produktivitas primer yang dihitung berdasarkan produksi serasah menunjukkan di seluruh stasiun pengamatan memiliki nilai berkisar antara 284,08-848,21 g C/m²/thn (Gambar 5). Nilai produktivitas primer dari produksi serasah penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan produktivitas primer mangrove pesisir Tangerang (Aida et al., 2016) yang mencapai 904,31 g C/m²/th. Perbedaan nilai ini berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi serasah, seperti jenis, kerapatan mangrove dan faktor lingkungan (Alongi, 2009).

Tabel 1. Rata-rata produksi serasah berdasarkan stasiun pengambilan sampel. Rata-rata produksi serasah terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan)

Table 1. Average litter production by sampling station. The lowest average litter production was found at station 8 (core zone) and the highest was found at station 5 (sustainable fisheries zone)

No	Station	Mangrove species	Litterfall production (g dry weight/m ² /day) ±standard deviation
1	S1	<i>Rhizophora apiculata</i>	1.73±0.50
2	S2	<i>Rhizophora apiculata</i>	3.18±1.44
3	S3	<i>Rhizophora apiculata</i>	2.23±0.31
4	S4	<i>Rhizophora apiculata</i>	2.59±0.95
5	S5	<i>Rhizophora mucronata</i>	3.21±0.74
6	S6	<i>Rhizophora apiculata</i>	1.32±0.53
7	S7	<i>Sonneratia alba</i>	1.53±0.46
8	S8	<i>Sonneratia alba</i>	0.88±0.25

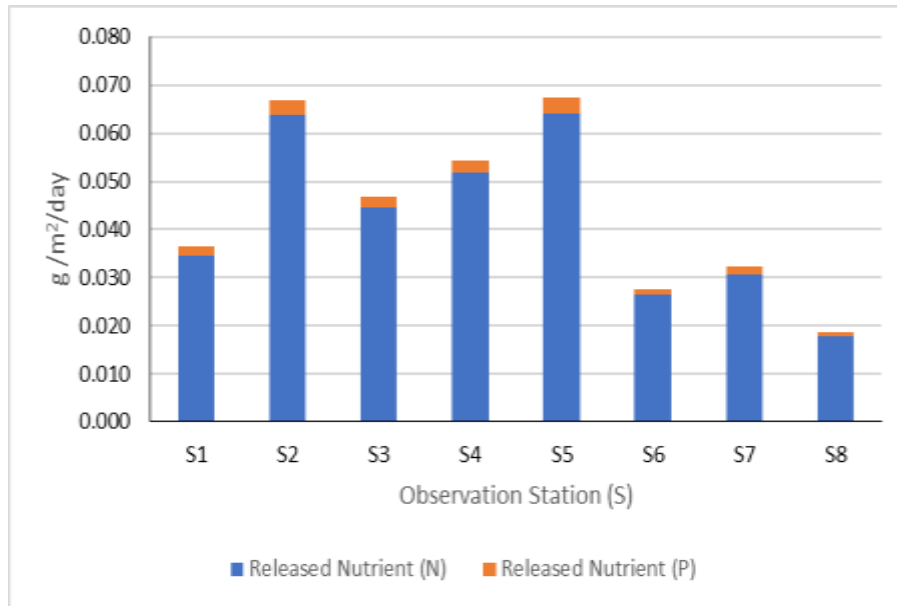


Figure 4. Released nutrient (N and P) from litter per station at the location. Station 8 (core zone) released the lowest amount of nutrients (N and P), and station 5 (sustainable fisheries zone) released the highest amount

Gambar 4. Nutrien (N dan P) yang dilepas dari serasah per stasiun di lokasi. Pelepasan nutrien (N dan P) terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan)

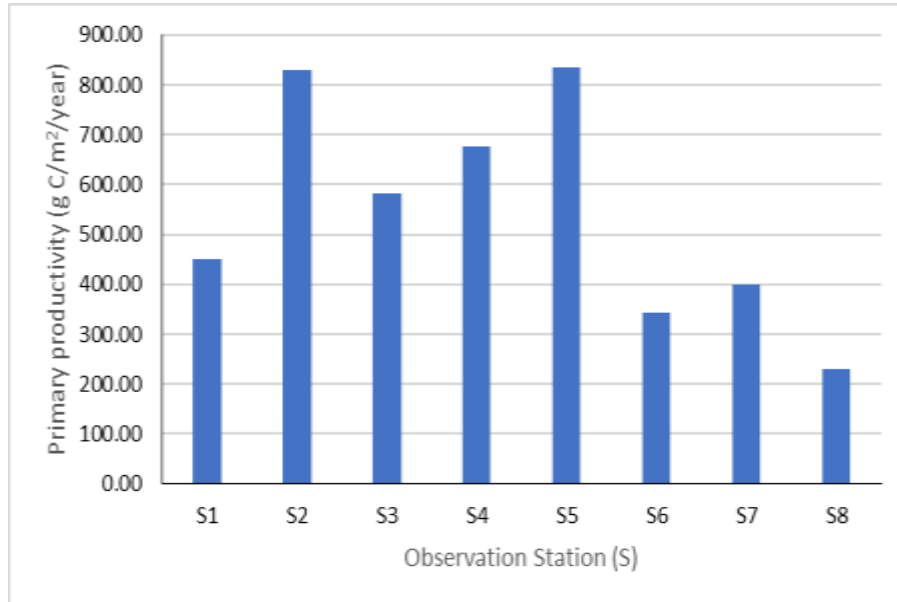


Figure 5. Primary productivity of litter per station on site. The lowest primary productivity was found at station 8 (core zone) and the highest was found at station 5 (sustainable fisheries zone)

Gambar 5. Produktivitas primer dari serasah per stasiun di lokasi. Produktivitas primer terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan)

Nilai estimasi produksi ikan di lokasi berkisar antara 172,88-627,53 kg/ha/thn untuk ikan herbivor, 17,29-62,75 kg/ha/thn untuk ikan karnivor, dan 190,17-690,28 kg/ha/thn untuk total produksi ikan dengan rata-rata $448,82 \pm 185,61$ kg/ha/thn (Tabel 2). Produksi ikan total terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti), tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan) dan stasiun 2 (zona pemanfaatan). Zona perikanan berkelanjutan dan pemanfaatan yang telah ditetapkan dapat menopang pemanfaatan kawasan konservasi dari potensi perikanan yang ada. Estimasi total produksi ikan penelitian ini sejalan dengan Mahmudi (2008) dengan produksi total ikan berkisar 548–780 kg/ha/thn dan rata-rata 672 ± 117 kg/ha/thn. Produksi ikan di ekosistem mangrove melalui pendekatan perhitungan yang berbeda dapat mencapai 1.202 kg/ha/thn (Fitri *et al.*, 2018) dan 1.860 kg/ha/thn (Anneboina dan Kumar, 2017).

0,63, terendah ditemukan pada stasiun 8 titik 1 dan tertinggi ditemukan pada stasiun 4 titik 3. Analisis indeks vegetasi (NDVI) dapat digunakan dalam mengevaluasi kondisi mangrove dalam skala yang lebih luas, berdasarkan Patty *et al.* (2020) korelasi NDVI dan tutupan kanopi mangrove dapat mencapai 0,9516 (memiliki hubungan sangat erat). Analisis korelasi Pearson antara variabel indeks vegetasi (NDVI) dan produksi ikan menunjukkan nilai korelasi (r) sebesar 0,51 dengan selang kepercayaan 95%. Nilai korelasi ini menunjukkan hubungan positif antar variabel, atau dapat diartikan semakin tinggi nilai NDVI maka semakin tinggi nilai produksi ikan (Pardo dan Pardo, 2018). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan linear antara variabel NDVI dan produksi ikan dengan formulasi $y = 1434,5x - 297,83$ (Gambar 7) dan nilai koefisien regresi (r^2) sebesar 0,26.

Hubungan Indeks Vegetasi (NDVI) dan Produksi Ikan

Analisis citra untuk indeks vegetasi (NDVI) menunjukkan kisaran nilai 0,2-0,72 dari seluruh sebaran mangrove di lokasi (Gambar 6). Nilai indeks vegetasi (NDVI) dari 40 titik pengamatan berkisar antara 0,32-

Kondisi Faktor Fisika-Kimia Perairan

Pengukuran kondisi faktor fisika-kimia perairan di sekitar kawasan mangrove menunjukkan nilai suhu berkisar antara 28,95-34,55 °C dengan rata-rata $31,54 \pm 1,82$ °C (Tabel 3). Salinitas berkisar antara 12,5-17,5 ppt dengan rata-rata $16,25 \pm 1,67$ ppt.

Tabel 2. Estimasi produksi ikan berdasarkan produksi serasah. Produksi ikan total terendah ditemukan pada stasiun 8 (zona inti) dan tertinggi ditemukan pada stasiun 5 (zona perikanan berkelanjutan)

Table 2. Estimated fish production based on litter production. The lowest total fish production was found at station 8 (core zone) and the highest was found at station 5 (sustainable fisheries zone)

No	Station	Fish production (kg/ha/year)		Total fish production (kg/ha/year)
		Herbivorous fish	Carnivorous fish	
1	S1	338.96	33.90	372.86
2	S2	622.80	62.28	685.08
3	S3	437.11	43.71	480.82
4	S4	507.13	50.71	557.84
5	S5	627.53	62.75	690.28
6	S6	257.59	25.76	283.35
7	S7	300.16	30.02	330.18
8	S8	172.88	17.29	190.17

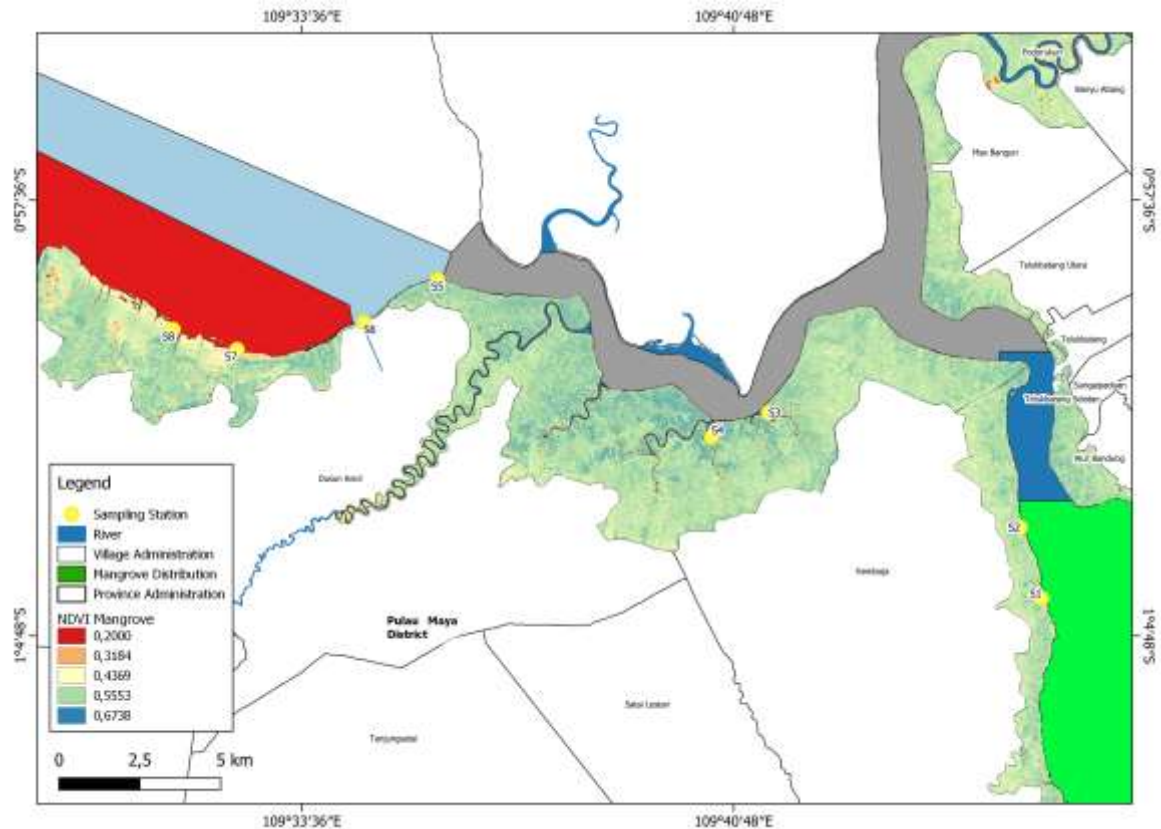


Figure 6. Mangrove distribution and vegetation index (NDVI) at location. Low NDVI values (0.2-0.32) were found to be quite dominant around the core zone

Gambar 6. Sebaran mangrove dan indeks vegetasi (NDVI) di lokasi. Nilai NDVI rendah (0,2-0,32) ditemukan cukup dominan di sekitar zona inti

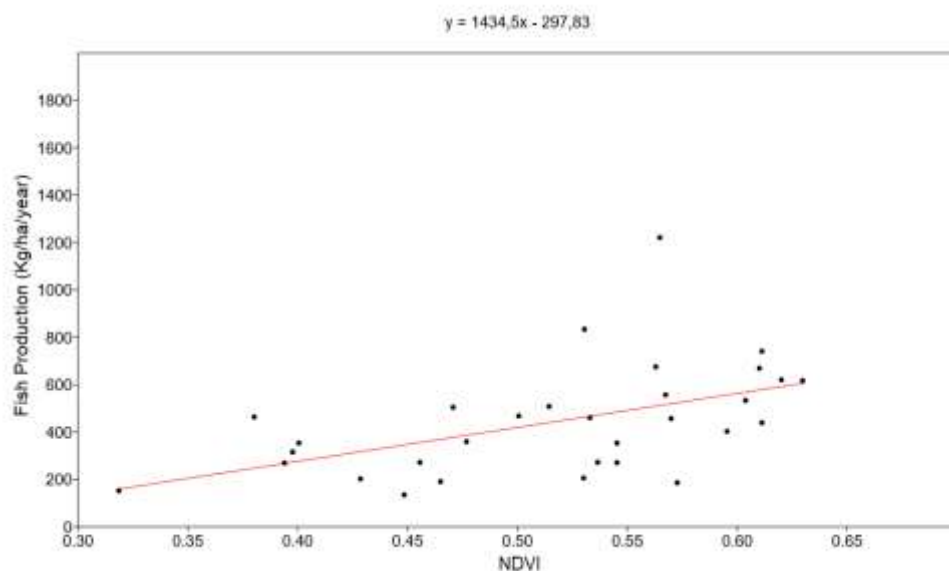


Figure 7. Linear regression model between NDVI and Fish Production. The distribution of points on a line illustrates the closeness of the relationship between variables

Gambar 7. Model regresi linear antara nilai NDVI dan Produksi Ikan. Sebaran titik terhadap garis menggambarkan keeratan hubungan antar variabel

Tabel 3. Kondisi faktor fisika-kimia perairan. Faktor fisika-kimia yang diukur terdiri atas suhu, salinitas, pH, DO, TSS dan Klorofil-a

Table 3. Waters physical-chemical condition. The physicochemical factors measured consist of temperature, salinity, pH, DO, TSS and Chlorophyll-a

No	Station	Physical-chemical factors					
		Temp (°C)	Salinity (ppt)	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	Chlor-a (µg/L)
1	S1	30.40	17.50	7.28	5.03	40.50	3.26
2	S2	28.95	17.50	7.30	4.39	45.50	2.06
3	S3	30.10	16.00	7.25	4.61	42.50	1.68
4	S4	30.95	16.00	7.18	4.42	45.50	6.27
5	S5	32.70	16.00	7.31	5.91	45.00	4.40
6	S6	34.55	17.00	7.32	6.20	61.50	1.57
7	S7	33.10	17.50	7.49	7.12	91.50	3.66
8	S8	31.60	12.50	7.23	6.84	64.50	2.93

Note : Temp (Temperature), DO (Dissolved Oxygen), TSS (Total Suspended Solid) and Chlor-a (Chlorophyll-a)

Tabel 4. Analisis korelasi faktor fisika-kimia dan produksi ikan. Nilai korelasi berkisar dari -1 hingga 1

Table 4. Correlation analysis of physico-chemical factors and fish production. Correlation values range from -1 to 1

Var 1/ Var 2	Temp	Salinity	pH	DO	TSS	Chlor-a	Fish Production
Temperature		-0.02	0.45	0.75**	0.59*	0.02	-0.45
Salinity	-0.02		0.50	-0.32	-0.04	-0.09	0.37
pH	0.45	0.50		0.59	0.75	-0.20	-0.16
DO	0.75**	-0.32	0.59		0.83	-0.08	-0.65**
TSS	0.59*	-0.04	0.75	0.83		-0.04	-0.57*
Chlorophyll-a	0.02	-0.09	-0.20	-0.08	-0.04		0.29
Fish Production	-0.45	0.37	-0.16	-0.65**	-0.57*	0.29	

Note: * has a moderate correlation value, ** has a strong-very strong correlation value.

Nilai pH berkisar 7,18-7,49 dengan rata-rata $7,29 \pm 0,09$. Oksigen terlarut/Dissolved Oxygen (DO) berkisar antara 4,39-7,12 mg/L dengan rata-rata $5,56 \pm 1,10$ mg/L. Muatan padatan tersuspensi (TSS) berkisar antara 40,5-91,5 mg/L dengan rata-rata $54,56 \pm 17,36$ mg/L. Nilai klorofil-a berkisar antara 1,57-6,27 µg/L dengan rata-rata $3,23 \pm 1,58$ µg/L. Seluruh parameter fisika-kimia perairan sesuai dengan baku mutu perairan untuk biota laut, sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 (2004).

Hubungan Faktor Fisika-Kimia Perairan dan Produksi Ikan

Hasil analisis korelasi antara semua faktor fisika-kimia perairan dan produksi ikan menunjukkan nilai koefisien korelasi yang bervariasi, berkisar 0,01-0,85 (tidak memiliki hubungan hingga memiliki hubungan yang sangat kuat (Sugiyono, 2008). Terdapat dua variabel parameter perairan yang memiliki hubungan dengan produksi ikan, yaitu nilai muatan padatan tersuspensi (TSS) dan nilai klorofil-a. Muatan padatan tersuspensi memiliki hubungan negatif dengan produksi

ikan, dapat diinterpretasikan dengan semakin besar nilai MPT pada semakin kecil nilai estimasi produksi ikan (Tabel 4). Nilai klorofil-a memiliki hubungan positif dengan nilai produksi ikan, dapat diinterpretasikan dengan semakin tinggi nilai kandungan klorofil-a pada suatu perairan maka nilai estimasi produksi ikan akan semakin meningkat.

KESIMPULAN

Produksi ikan yang diestimasi dari produktivitas primer mangrove di Kawasan Konservasi Perairan Daerah Kayong Utara sebesar $448,82 \pm 185,61$ kg/ha/tahun. Produksi ikan tertinggi ditemukan di zona perikanan berkelanjutan dan zona pemanfaatan, sehingga kedua zona tersebut dapat menjalankan fungsinya dalam pemanfaatan potensi perikanan yang ada di kawasan konservasi. Kondisi mangrove yang dianalisis dari indeks vegetasi (NDVI) memiliki korelasi positif terhadap nilai produksi ikan. Penggunaan data indeks vegetasi dari citra satelit dapat mempermudah estimasi produksi ikan dari data dengan pendekatan spasial dan mencakup keseluruhan area mangrove. Hubungan regresi linear antara variabel NDVI dan Produksi ikan dapat diformulasikan sebagai dengan formulasi $y = 1434,5x - 297,83$. Kondisi faktor fisika kimia perairan sesuai dengan baku mutu perairan untuk biota laut. Terdapat korelasi negatif antara variabel *Dissolved Oxygen* (DO) dan muatan padatan tersuspensi (TSS) dengan nilai produksi ikan, semakin rendah nilai DO dan TSS maka semakin tinggi nilai produksi ikan di lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui SP DIPA Nomor

023.17.1.690523 tahun 2024 dan kontrak penelitian Nomor 113/E5/PG.02.00.PL/2024; 64/LL11/KM/2024; 10/UNOSO.4/PL/VII/2024, serta pemerintah Kabupaten Kayong Utara dan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalbar yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Adame, M. F., Saniti, N. S., Tovilla, C., Vázquez-Lule, A., Castro, L., & Gurvara, M. (2014). Carbon stocks and soil sequestration rates of tropical riverine mangroves. *Biogeosciences*, 11(14), 3945-3957. <https://doi.org/10.5194/bg-12-3805-2015>
- Aida, G. R., Wardiatno, Y., Fahrudin, A., & Kamal, M. M. (2016). Model dinamik nilai ekonomi ekosistem mangrove di wilayah pesisir Tangerang, Provinsi Banten. *Bonorowo Wetlands*, 6(1), 26-42. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w060103>
- Alongi, D. M. (2009). *The energetics of mangrove forests*. Springer.
- Anneboina, L. R., & Kumar, K. S. K. (2017). Economic analysis of mangrove and marine fishery linkages in India. *Ecosystem Services*, 24, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.004>
- Ashton, E. C., Hogarth, P. J., & Ormond, R. (1999). Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. In R. S. Dodd (Ed.), *Diversity and function in mangrove ecosystems* (pp. 77-88). Hydrobiologia. <https://doi.org/10.1023/A:1003842910811>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kayong Utara. (2023). *Kabupaten Kayong Utara dalam angka*. BPS.
- Dali, G. L. A. (2023). Litter production in two mangrove forests along the coast

- of Ghana. *Heliyon*, 9, e17004. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17004>
- Diniz, C., Cortinhas, L., Nerino, G., Rodrigues, J., Sadeck, L., & Adami, M. (2019). Brazilian mangrove status: Three decades of satellite data analysis. *Remote Sensing*, 11(7), 808. <https://doi.org/10.3390/rs11070808>
- Fitri, A., Basyuni, M., Wati, R., Sulistiyono, N., Slamet, B., Harahap, Z. A., Balke, T., & Bunting, P. (2018). Management of mangrove ecosystems for increasing fisheries production in Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(4), 1252-1264.
- Gupta, K., Mukhopadhyay, A., Giri, S., Chanda, A., Majumdar, S. D., & Samanta, S. (2018). An index for discrimination of mangroves from non-mangroves using LANDSAT 8 OLI imagery. *MethodsX*, 5, 1129–1139. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2018.09.011>
- Kamruzzaman, M., Basak, K., Paul, S. K., Ahmed, S., & Osawa, A. (2019). Litterfall production, decomposition, and nutrient accumulation in Sundarbans mangrove forests, Bangladesh. *Forest Science and Technology*, 15(1), 24-32. <https://doi.org/10.1080/21580103.2018.1557566>
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 89. (2020). *Kawasan konservasi perairan Kubu Raya dan Kayong Utara di Provinsi Kalimantan Barat*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201. (2004). *Kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove*. Jakarta.
- LAPAN. (2015). *Pedoman pengolahan data penginderaan jauh Landsat 8 untuk mangrove*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., & Koedam, N. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, 23(7), 726-743. <https://doi.org/10.1111/geb.12155>
- Mahmudi, M. (2010). Estimasi produksi ikan melalui nutrien serasah daun mangrove di kawasan reboisasi *Rhizophora*, Nguling, Pasuruan, Jawa Timur. *Ilmu Kelautan*, 15(4), 231-235. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.15.4.231-235>
- Patty, S. I., Nurdiansah, D., Rizqi, M. P., & Huwae, R. (2019). Analisis sebaran dan kerapatan vegetasi mangrove menggunakan citra Landsat 8 di Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 251–260. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.40841>
- Pardo, M., & Pardo, S. (2018). *Statistical methods for field and laboratory studies in behavioral ecology*. CRC Press.
- Purnobasuki, H., Sarno, & Hermawan, A. (2022). Litter fall and decomposition of mangrove species *Avicennia marina* in Surabaya East Coast, Indonesia. *Pakistan Journal of Botany*, 54(4), 1399–1403. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-4\(45\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-4(45))
- Raynaldo, A., Mukhtar, E., & Novarino, W. (2020). Mapping and change analysis of mangrove forest by using Landsat imagery in Mandeh Bay, West Sumatra, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(4), 2144–2151.
- Raynaldo, A., Saputra, R., & Zibar, Z. (2024). Pemetaan potensi karbon biru pada kawasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(1), 1–11.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.59. (2008). *Air dan air limbah-Bagian 59*:

- Metoda pengambilan contoh air limbah. Badan Standardisasi Nasional.
- Sugiyono. (2008). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. ALFABETA.
- Yamamoto, Y. (2023). Living under ecosystem degradation: Evidence from the mangrove–fishery linkage in Indonesia. *Journal of Environmental Economics and Management*, 118, 102788. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102788>
- Whitfield, A. K. (2016). The role of seagrass meadows, mangrove forests, salt marshes and reed beds as nursery areas and food sources for fishes in estuaries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27, 75–110. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9454-x>
- Winarso, G., Purwanto, A. D., & Yuwono, D. M. (2014). New mangrove index as degradation/health indicator using remote sensing data: Segara Anakan and Alas Purwo case study. *12th Biennial Conference of Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC 2014)*.
- Yulma, & Satriani, G. I. (2016). Kontribusi bahan organik nitrogen dari serasah mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB). *Jurnal Harpodon Borneo*, 9(1), 10–19.
- Zheng, Y., & Takeuchi, W. (2022). Estimating mangrove forest gross primary production by quantifying environmental stressors in the coastal area. *Scientific Reports*, 2238(2022), 22–38. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06231-6>