



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,
RISET, DAN TEKNOLOGI**

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
Telepon (021) 57946104, Pusat Panggilan ULT DIKTI 126
Laman www.dikti.kemdikbud.go.id

Nomor : 0667/E5/AL.04/2024

30 Mei 2024

Lampiran : Tiga berkas

Hal : Pengumuman Penerima Pendanaan Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Tahun Anggaran 2024

Yth.

1. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah I s.d. XVI
2. Ketua LP/LPM/LPPM/Lembaga Sejenis Perguruan Tinggi
di lingkungan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi

Berdasarkan Keputusan Kuasa Pengguna Anggaran Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat Nomor 0459/E5/PG.02.00/2024 tanggal 30 Mei 2024 tentang Penerima Program Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2024, bersama ini kami sampaikan **Daftar Nama Penerima Pendanaan Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2024** (Lampiran I dan II).

Berkenaan dengan hal tersebut, Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) mengucapkan terima kasih kepada para pengusul yang telah berpartisipasi dan selamat kepada para penerima pendanaan program penelitian dan pengabdian kepada masyarakat tahun anggaran 2024. Selanjutnya, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk menyampaikan informasi pengumuman ini kepada nama-nama penerima pendanaan yang tercantum pada lampiran surat pengumuman.

Perlu kami sampaikan bahwa mekanisme penyaluran dana akan dilakukan melalui kontrak. Berkaitan dengan hal ini, kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kontrak dilakukan secara berjenjang. Untuk Perguruan Tinggi Negeri (PTN), kontrak dilakukan antara DRTPM dengan Ketua LP/LPM/LPPM/Lembaga Sejenis. Adapun untuk Perguruan Tinggi Swasta (PTS), kontrak dilakukan melalui Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) masing-masing wilayah;
2. Pencairan dana dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap yakni 80% dan 20%;
3. Hal-hal lain yang terkait dengan penandatanganan kontrak, pencairan dana, dan pelaksanaan program penelitian dan pengabdian kepada masyarakat akan diinformasikan lebih lanjut melalui laman <https://bima.kemdikbud.go.id/pengumuman>.

Berkaitan dengan data yang diperlukan untuk penandatanganan kontrak, kami mohon perkenannya untuk dapat mengisi daftar isian kontrak (Lampiran III) dan mengunggahnya paling lambat tanggal **3 Juni 2024** melalui tautan berikut:

1. Kontrak Penelitian : <https://bit.ly/KontrakLIT2024>
2. Kontrak Pengabdian: <https://bit.ly/KontrakPKM2024>

PTN dapat mengunggah daftar isian yang sama pada kedua tautan di atas apabila tidak ada pemisahan antara lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. PTS tidak perlu mengisi daftar isian kontrak karena kontrak akan dilakukan melalui LLDIKTI masing-masing wilayah.

Demikian surat ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja sama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

Direktur Riset, Teknologi, dan
Pengabdian kepada Masyarakat,



M. Faiz Syuaib
NIP 196708311994021001

Tembusan:
Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan
Teknologi

Daftar Penerima Pendanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2024

No	Kategori Institusi	Nama Institusi	NIDN	Nama	Judul	Ruang Lingkup
1	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0027046503	Achmad Farajallah	Pola Distribusi Macrobrachium Sintangense di Jawa dan Kalimantan	PPS-PTM
2	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0024129002	Adisti Permatasari Putri Hartoyo	APLIKASI BIO-NANOFERTILIZERS DAN DRONE SEEDING PADA SISTEM AGROFORESTRI JELUTUNG RAWA (Dyera polyphylla) DAN PADI (Oryza sativa) UNTUK REHABILITASI LAHAN GAMBUT	PFR
3	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0024129002	Adisti Permatasari Putri Hartoyo	APLIKASI SEED BOMB TECHNOLOGY DAN NANO-CS/PMAA/NPK/MIKROSERAT PADA TANAMAN KEHUTANAN SEBAGAI UPAYA PERCEPATAN REHABILITASI LAHAN GAMBUT	PPS-PTM
4	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0002076607	Agus Bueno	Optimasi Model Hybrid Convolutional Vision Transformer Untuk Defect Detection Pada Extrusion-Based 3D Food Printing	PPS-PDD
5	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0018096208	Agus Hikmat	Pengembangan Sistem Agroforestri dan Produk Aren Berbasis Masyarakat di Taman Nasional Meru Betiri	PFR
6	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0015037506	Agus Mohamad Soleh	Generalized Mixed Effect Model dalam Small Area Estimation menggunakan Algoritma Generalized Random Forest untuk Analisis Kerawanan Pangan	PPS-PDD
7	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0001116108	Agus Purwito	Pengembangan Varietas Kentang Unggul Tipe Industri Berdaya Hasil Tinggi	PT
8	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0010086305	Agus Setiyono	Isolasi Coxiella burnetii Asal Indonesia Melalui Teknik Propagasi In-Vivo sebagai Dasar Pengembangan Alat Diagnostik Cepat Q Fever	PFR
9	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0010086305	Agus Setiyono	Karakteristik Genetik Chlamydia sp. Pada Burung Paruh Bengkok	PPS-PMDSU
10	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0010086305	Agus Setiyono	Studi Patogenesis Q-Fever dan Karakteristik Agen Penyebab Coxiella burnetii pada Sapi	PPS-PMDSU
11	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0015086506	Agustin Indrawati	Bakteriophage Litik Sebagai Agen Biokontrol Vibrio parahaemolyticus Penyebab AHPND pada Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)	PPS-PTM
12	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	0001116808	Ahmad Junaedi	Analisis Fisiologi Source dan Sink Varietas Padi Tipe Baru IPB	PPS-PTM

No	Kategori Institusi	Nama Institusi	NIDN	Nama	Judul	Ruang Lingkup
8955	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pancasakti Tegal	0015016601	Suyono	TEKNOLOGI HYBRID ENGINEERING, BIODISEL DAN BLUE CARBON TERINTEGRASI UNTUK REHABILITASI DAN KONSERVASI MANGROVE TERDAMPAK ABRASI DENGAN PENDEKATAN EKOLOGIS DAN CSR	PFR
8956	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pekalongan	0631089001	Hanindya Restu Aulia	PENGEMBANGAN GABI (GAME ANDROID BAHASA INDONESIA) WISATA NUSANTARA SEBAGAI MEDIA INTERNASIONALISASI BAHASA DAN PARIWISATA INDONESIA PADA MAHASISWA ASING DI BENUA ASIA DAN AUSTRALIA	PFR
8957	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pekalongan	0602049301	Heri Ariadi	Analisis Efektifitas Penggunaan Energi Solar Cell Pada Sistem Operasionalisasi Paddle Aerator Di Tambak Udang Pola Intensif	PDP Reguler
8958	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pekalongan	0624039502	Khafid Mahbub	Pemanfaatan Sumber Daya Laut Sponge Agelas cavernosa dari Gili Layar Lombok sebagai Anti-Virus Demam Berdarah Dengue dengan metode In-Vitro.	PDP Reguler
8959	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pekalongan	0624108602	Nur Baiti Nasution	Metode Erroneous Example dalam Differentiated Blended Learning Berbantuan Learning Analytics Dashboard untuk Meningkatkan Kemampuan Manipulasi Aljabar	PKDN
8960	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Pekalongan	0620128401	Wenti Ayu Sunarjo	The Integration of Social Media to the Theory of Planned Behavior: A Case Study in Green Product	PDP Reguler
8961	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Peradaban	0621109101	Cintya Nurika Irma	[Pengembangan Media BUKCERNALA untuk Penguatan Karakter Siswa sebagai Upaya Pencegahan Perilaku Bullying	PDP Reguler
8962	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Peradaban	0620119001	Rafika Arsyad	Analisis Perbandingan Pemanfaatan Model Pembayaran QRIS oleh Wisatawan di Indonesia, Malaysia dan Singapura Dalam Mendukung Pengembangan Green Economy	PDP Reguler
8963	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Peradaban	0602119303	Syaiful Prayogi	Penemuan Turunan TAM sebagai Inhibitor Enzim Polyketide Synthase 13 M. tuberculosis Resisten	PDP Reguler
8964	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas Peradaban	0613127804	Yusuf Yudhistira	Pengembangan Purwarupa Robot Line Follower Berbasis Arduino Nano Untuk Pengenalan Robotika/Automaton Pada Siswa Sekolah Menengah Menggunakan Project Based Learning	PDP Reguler
8965	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas PGRI Semarang	0619047301	Adhi Kusmantoro	Desain Baterai Inverter Satu Fasa Dengan Kontrol PI-Fuzzy Untuk Peningkatan Stabilitas Daya AC Mikrogrid	PT
8966	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas PGRI Semarang	0610107401	Arri Handayani	E parenting sebagai "sekolah" untuk meningkatkan ketrampilan pengasuhan	PT
8967	LLDIKTI Wilayah VI	Universitas PGRI Semarang	0623087001	Endah Rita Sulistyowati	Transformasi Digitalisasi Pembelajaran Biologi Berbasis E-Katalog Berorientasi ESD untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan dan Hasil Belajar Siswa	PPS-PTM



YAYASAN PENDIDIKAN PANCASAKTI
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM)
Jln. Halmahera Km. 1 – Tegal 52121
Sekretariat : Telp/Fax (0283) 351082/ Rektor: Telp/Fax (0283) 351267
Email: info@upstegal.ac.id website: www.upstegal.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 851/K/A-4/LPPM-UPS/XI/ 2024

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pancasakti Tegal menugaskan kepada:

Nama : 1. Dr.Ir. Suyono, M.Pi
2. Dr. Agus Wibowo, M.T
3. Abdulloh Mubarok
4. Karina Farkha Dina, S.Pi., M.P.
5. Saufik Lutfianto, M.T
6. Naauvang Dwi Afrianjani
7. Elysia Qutrotun Nada
8. Firmansyah Bagus Saputra
9. Safana Azzahra

Jabatan : 1. Ketua
2 - 9 Anggota

Institusi : Universitas Pancasakti Tegal

Judul : Teknologi Hybrid Engineering Biodiesel dan Blue Carbon Terintegrasi dan Rehabilitasi dan Konservasi Mangrove Terdampak Abrasi dengan Pendekatan Ekologis dan CSR

Nama Skema : Penelitian Fundamental – Reguler

Waktu : Juli – Desember 2024

Demikian Surat Tugas ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Tegal, 12 November 2024

Kepala LPPM

Prof. Dr. Rr. M.I. Retno Susilorini, ST., MT
NIDN 0629037001



YAYASAN PENDIDIKAN PANCASAKTI
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Halmahera KM 1 Kota Tegal 52121, Telp (0283) 351082
Email: lppm@upstegal.ac.id

KONTRAK PENELITIAN
NO: 090.a/K/A-4/VI/2024
ANTARA
KEPALA LPPM UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
DENGAN
KETUA PENELITI PENERIMA HIBAH KEMENDIKBUDRISTEK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
TENTANG
PELAKSANAAN PENELITIAN TAHUN TUNGGAL
TAHUN ANGGARAN 2024

Pada hari ini Kamis tanggal 12 (dua belas) bulan Juni tahun **Dua Ribu Dua Puluh Empat**, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Ir. TOFIK HIDAYAT, M.Eng.** sebagai Kepala LPPM Universitas Pancasakti Tegal, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**
2. **Ir. SUYONO, M.Pi.**, sebagai Ketua Peneliti, **Skema: Penelitian Fundamental**, dengan judul **“Teknologi Hybrid Engineering Biodiesel dan Blue Carbon Terintegrasi dan Rehabilitasi dan Konservasi Mangrove Terdampak Abrasi dengan Pendekatan Ekologis dan CSR”**, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian, dengan ketentuan dan syarat sebagai berikut:

Pasal 1

Kontrak Penelitian ini berdasarkan pada:

KONTRAK PENELITIAN Nomor: 108/E5/PG.02.00.PL/2024 TANGGAL 11 JUNI ANTARA KEPALA LEMBAGA LAYANAN PENDIDIKAN TINGGI WILAYAH VI DENGAN KEPALA LPPM UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL

Pasal 2

- (1) Kontrak Penelitian ini dilaksanakan dalam periode tahun 2024.



YAYASAN PENDIDIKAN PANCASAKTI
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Halmahera KM 1 Kota Tegal 52121, Telp (0283) 351082
Email: lppm@upstegal.ac.id

Pasal 3

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
 - a. membuat surat Penugasan Penelitian;
 - b. memberikan pendanaan penelitian kepada **PIHAK KEDUA** sebesar Rp. 126.990.000,00 (Seratus dua puluh enam juta sembilan ratus sembilan puluh ribu rupiah) dalam satu dua tahap yakni 80% dan 20% setelah ada pencairan dana dari LLDIKTI 6;
 - c. melakukan pemantauan dan evaluasi.
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
 - a. melaksanakan isi Kontrak Penelitian dengan penuh tanggungjawab, dan menyelesaikan seluruh pekerjaan dan menghasilkan luaran yang dijanjikan baik luaran wajib maupun luaran tambahan.
 - b. menyerahkan ke LPPM Universitas Pancasakti Tegal:
 1. **Hardcopy** Laporan Keuangan yang dilampiri *copy* bukti pengeluaran paling lambat pada hari Kamis, tanggal **15 Januari 2025** dengan menuliskannya dalam format *font* Times New Romans; ukuran 12; spasi 1,5; kertas A4; dan pada sampul (*cover*) putih ditulis:

Dibiayai oleh:

**Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2024
Nomor: 108/E5/PG.02.00.PL/2024**

2. Mengirimkan **softcopy/file** Laporan Akhir, Luaran Penelitian, SPTB 100% dan Laporan Keuangan 100% ke email lppm@upstegal.ac.id dengan nama file: **NAMA KETUA_SKEMA_LAPORAN AKHIR 2024** paling lambat **Kamis, 15 Januari 2025**

Pasal 4

- (1) Setiap Publikasi, makalah dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini **WAJIB** mencantumkan pemberi dana penelitian yaitu: **Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi**, sebagai pemberi dana.
- (2) Hasil Penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik Negara, dan dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga melalui **Berita Acara Serah Terima (BAST)**.
- (3) Pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (Hak Cipta maupun Paten) hasil dari riset hibah ini memakai **Pemegang Hak Cipta Lembaga**, dalam hal ini adalah **Sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal**.



YAYASAN PENDIDIKAN PANCASAKTI
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jl. Halmahera KM 1 Kota Tegal 52121, Telp (0283) 351082
Email: lppm@upstegal.ac.id

Pasal 5

- (1) Bila sampai batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan penugasan penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana yang sudah diatur dalam Kontrak ini, maka **PIHAK KEDUA** dikenai sanksi administratif sesuai dengan ketentuan pihak pemberi dana;
- (2) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa penghentian, pembayaran, dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (3) **PIHAK KEDUA** wajib menggunakan keseluruhan dana sesuai pagu dana (**tidak boleh bersisa**).

Pasal 6

Hal-hal yang belum diatur dalam Kontrak Penelitian ini akan diatur kemudian oleh kedua belah pihak.

Pasal 7

Kontrak Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua), bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku.



PIHAK KEDUA

Ir. SUYONO, M.Pi.
NIDN 15016601

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Luas kawasan mangrove Kabupaten Brebes 2.327 ha. (1983), berkurang menjadi 505,2 ha (2000), 274,00 ha (2010), 243,20 ha (2015) [1], dan meningkat menjadi 370,62 ha (2018) karena faktor reboisasi [2], [3]. Rehabilitasi-konservasi mangrove belum sepenuhnya efektif. Penelitian ini merupakan penelitian tahun kedua terkait dengan rehabilitasi dan konservasi mangrove wilayah Brebes. Hasil/kemajuan penelitian tahun pertama (2023) : 1. Wadah budidaya kepiting bakau portabel/fleksibel dan terkontrol (beraerasi, resirkulasi dan lampu penerang-stabilitas suhu air [4], [5], [6], [7]; 2. *Hybrid engineering* dipadukan ban mobil bekas dan PVC bersemen yang ditancapkan 1,07 m mengurangi terjangan gelombang laut 20% [8]. Penelitian tahun kedua (2024) ini terkait peran penting mangrove sebagai penyerap karbon dan sumber biodiesel baru-terbarukan dari jenis nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.).

2. Rumusan Permasalahan Penelitian Tahun 2024

Rumusan permasalahan penelitian tahun kedua (2024) adalah sebagai berikut :

- a. Berapa besar potensi mangrove Brebes Timur untuk meminimalisir pencemaran udara ?
- b. Bagaimana mengoptimalkan potensi mangrove Brebes Timur sebagai energi baru-terbarukan ?

3. Urgensi dan Keterkaitan Antar Aspek Penelitian

Upaya memaksimalkan peran integratif aspek ekologis-ekonomis ekosistem mangrove di Brebes sangat urgen dilakukan, terkait dengan :

- a. Optimalisasi pemanfaatan kawasan mangrove sebagai sumberdaya perikanan pantai khususnya budidaya kepiting bakau (Tahun pertama, 2023; Sudah dilaksanakan).
- b. Efektivitas teknik pemasangan Alat Pemecah Ombak *hybrid engineering* kombinasi PVC ber-semen dan ban mobil bekas (Tahun pertama, 2023; Sudah dilaksanakan).
- c. Issue pemanasan global : *Blue carbon*, tanggung jawab CSR industri penghasil emisi carbon (*carbon trading* mangrove) belum memadai (Tahun kedua, 2024; Sedang dilaksanakan)
- d. Potensi energi baru terbarukan, biodiesel mangrove jenis nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dengan tingkat viskositas belum terstandarisasi (Tahun kedua, 2024; Sedang dilaksanakan).
- e. Pemanfaatan kawasan ekosistem mangrove di Brebes Timur sebagai eko-edu-wisata terintegrasi dengan konservasi ekologis-ekonomis (Tahun ketiga, 2025).

Kelima aspek penelitian di atas saling kait dan menguatkan sebagai metode rehabilitasi dan konservasi ekosistem mangrove yang efektif

4. Pendekatan Pemecahan Permasalahan

Pendekatan pemecahan permasalahan dalam penelitian ini meliputi :

- Pemecahan permasalahan kesatu tahun 2024 melalui pendekatan mangrove sebagai *carbon trap* dengan penekanan kesetaraan CSR reboisasi mangrove terhadap emisi carbon yang dihasilkan [9], [10].
- Pemecahan permasalahan kedua tahun 2024 melalui pendekatan peningkatan kualitas produk minyak-biodisel mangrove jenis nyamplung (*Callophyllum inophyllum* L.) [11], [12], [13].

C.1 Penyerapan Karbon oleh Mangrove (*Carbon Trap*)

C.1.1 Vegetasi Mangrove

Vegetasi mangrove yang dihitung dalam penelitian ini terdiri dari : Kerapatan (K), Basal area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominasi Relatif (DR), Indeks Nilai Penting (INP). Perhitungan data vegetasi mangrove tiap Stasiun tersaji pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Pembuatan transek perhitungan vegetasi mangrove di lokasi penelitian
(Ketua Tim Peneliti ber-kaos hijau, anggota Tim ber-kaos biru serta mahasiswa ber-jaket kuning)

Tabel 1. Data Vegetasi Mangrove Tiap Stasiun

No	Jenis Mmangrove	K	D (cm)	BA (m ²)	KR	DR	INP
Stasiun 1							
a1	<i>Rhizophora mucronata</i>	19	532	2.221,74	100,00	100,00	200,00
	<i>Avicenia marina</i>	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Jumlah	19		2.221,74			
a2	<i>Rhizophora mucronata</i>	8	175	240,41	42,11	34,71	76,82
	<i>Avicenia marina</i>	11	240	452,16	57,89	65,29	123,18
	Jumlah	19		692,57			
a3	<i>Rhizophora mucronata</i>	19	386	1.169,62	70,37	82,14	152,51
	<i>Avicenia marina</i>	8	180	254,34	29,63	17,86	47,49
	Jumlah	27		1.423,96			
Stasiun 2							
b1	<i>Rhizophora mucronata</i>	3	86	58,06	37,50	38,80	76,30
	<i>Avicenia marina</i>	5	108	91,56	62,50	61,20	123,70

	Jumlah	8		149,62			
b2	<i>Rhizophora mucronata</i>	5	98	75,39	45,45	39,61	85,07
	<i>Avicenia marina</i>	6	121	114,93	54,55	60,39	114,93
	Jumlah	11		190,32			
b3	<i>Rhizophora mucronata</i>	2	33	8,55	28,57	14,24	42,81
	<i>Avicenia marina</i>	5	81	51,50	71,43	85,76	157,19
	Jumlah	7		60,05			
Stasiun 3							
c1	<i>Rhizophora mucronata</i>	13	335	880,97	61,90	72,95	134,85
	<i>Avicenia marina</i>	8	204	326,69	38,10	27,05	65,15
	Jumlah	21		1.207,65			
c2	<i>Rhizophora mucronata</i>	10	312	764,15	47,62	54,69	102,31
	<i>Avicenia marina</i>	11	284	633,15	52,38	45,31	97,69
	Jumlah	21		1.397,30			
c3	<i>Rhizophora mucronata</i>	6	178,5	250,12	31,58	20,46	52,03
	<i>Avicenia marina</i>	13	352	972,65	68,42	79,54	147,97
	Jumlah	19		1.222,77			
Stasiun 4							
d1	<i>Rhizophora mucronata</i>	13	496	1.931,23	65,00	74,79	139,79
	<i>Avicenia marina</i>	7	288	651,11	35,00	25,21	60,21
	Jumlah	20		2.582,34			
d2	<i>Rhizophora mucronata</i>	13	402	1.268,59	59,09	64,08	123,17
	<i>Avicenia marina</i>	9	301	711,22	40,91	35,92	76,83
	Jumlah	22		1.979,81			
d3	<i>Rhizophora mucronata</i>	14	445	1.554,50	73,68	92,25	165,93
	<i>Avicenia marina</i>	5	129	130,63	26,32	7,75	34,07
	Jumlah	19		1.685,13			

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa jenis vegetasi mangrove yang mendominasi kawasan mangrove di Kaliwlingi, Brebes Timur adalah jenis *Rhizophora mucronata* dengan Kerapatan Relatif (KR) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 42,11 – 100%, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 28,57 - 45,45%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 31,58 - 61,90%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 59,09 - 73,68%. Dominasi Relatif (DR) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 34,71 – 100 %, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 14,24 - 39,61%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 20,46 - 72,95%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 64,08 - 92,25%. Indeks Nilai Penting (INP) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 76,82 – 200%, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 42,81 - 85,07%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 52,03 - 134,85%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 123,17 - 165,93%.

Jenis *Avicenia marina* dengan Kerapatan Relatif (KR) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 0,00 – 57,89%, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 54,55 - 71,43%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 38,10 - 68,42%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 26,32 - 40,91%. Dominasi Relatif (DR) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 0,00 – 65,29%, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 60,39 - 85,76%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 27,05 - 79,54%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 7,75 - 35,92%. Indeks Nilai Penting (INP) pada Stasiun 1 (tambak) sebesar : 0,00 – 123,18%, Stasiun 2 (pemukiman rumah) sebesar : 114,93 - 157,19%, Stasiun 3 (sungai) sebesar : 65,15 - 147,97%, Stasiun 4 (pantai) sebesar : 34,07 - 76,83%. Kerapatan mangrove di daerah pantai (Stasiun 4) mempunyai kerapatan mangrove lebih tinggi dari pada Stasiun yang lainnya.

Tingginya kerapatan mangrove di daerah pantai terkait program rehabilitasi mangrove di Kaliwlingi, Brebes Timur yang dilaksanakan sejak tahun 2010. Indeks Keanekaragaman (H) dan Indeks Keseragaman (J) Mangrove di Kelurahan Kaliwlingi tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman (H) dan Indeks Keseragaman (J) Mangrove di Kaliwlingi, Brebes Timur

No	Jenis Mmangrove	Pi	PiLnPi	H'	J'
Stasiun 1					
a1	<i>Rhizophora mucronata</i>	1,000	0,000	0,000	0,000
	<i>Avicenia marina</i>	0,000	0,000		
	Jumlah				
a2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,421	0,364	0,681	2,004
	<i>Avicenia marina</i>	0,579	0,316		
	Jumlah				
a3	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,704	0,247	0,608	2,003
	<i>Avicenia marina</i>	0,296	0,360		
	Jumlah				
Stasiun 2					
b1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,375	0,368	0,662	1,376
	<i>Avicenia marina</i>	0,625	0,294		
	Jumlah				
b2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,455	0,358	0,689	1,652
	<i>Avicenia marina</i>	0,545	0,331		
	Jumlah				
b3	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,286	0,358	0,598	1,164
	<i>Avicenia marina</i>	0,714	0,240		
	Jumlah				
Stasiun 3					
c1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,619	0,297	0,665	2,023
	<i>Avicenia marina</i>	0,381	0,368		
	Jumlah				
c2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,476	0,353	0,692	2,107
	<i>Avicenia marina</i>	0,524	0,339		
	Jumlah				
c3	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,316	0,364	0,624	1,836
	<i>Avicenia marina</i>	0,684	0,260		
	Jumlah				
Stasiun 4					
d1	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,650	0,280	0,647	1,940
	<i>Avicenia marina</i>	0,350	0,367		
	Jumlah				
d2	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,591	0,311	0,677	2,091
	<i>Avicenia marina</i>	0,409	0,366		
	Jumlah				
d3	<i>Rhizophora mucronata</i>	0,737	0,225	0,576	1,697
	<i>Avicenia marina</i>	0,263	0,351		
	Jumlah				

Tabel 2 di atas memperlihatkan bahwa keseragaman jenis mangrove yang mendominasi di kawasan mangrove di Kaliwlingi adalah jenis *Rhizophora mucronata*. Indeks Keanekaragaman (H) mangrove berkisar antara 0,000 – 0,692 dan Indeks Keseragaman (J) mangrove berkisar antara 0,000 – 2,107.

C.1.2 Kandungan Karbon

Kandungan karbon yang diukur dalam penelitian ini terdiri dari : total kandungan karbon biomassa pohon per hektar pada plot (C_b , ton /ha), total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (C_{serasah} , ton/ha) , total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (C_{tb} , ton/ha), total kandungan karbon nekromassa per hektar pada plot (C_{nk} ,ton/ha), total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (C_{daun} , ton/ha), total kandungan karbon pada akar per hektar pada plot (C_{akar} , ton/ha) dan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (C_{tanah} ,ton/ha). Kandungan Karbon selama Penelitian tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Karbon selama Penelitian

Lokasi	Total karbon (ton/Ha)						
	C_b	C_{serasah}	C_{tb}	C_{nk}	C_{daun}	C_{akar}	C_{tanah}
Stasiun 1							
a1	7.993,21	4.750,13	222,47	1,15	5.922,00	5.113,60	156.275,00
a2	2.607,10	4.649,87	219,33	1,15	5.796,67	5.138,67	155.100,00
a3	3.616,28	4.659,27	219,33	1,15	5.890,67	5.107,33	156.275,00
Rata-Rata	4.738,86	4.686,42	220,38	1,15	5.869,78	5.119,87	155.883,33
Stasiun 2							
b1	1.077,62	4.173,60	162,93	2,19	4.991,40	5.057,20	151.222,50
b2	1.271,27	3.822,67	156,67	2,19	4.856,67	5.013,33	150.635,00
b3	499,24	3.825,80	156,67	2,19	4.888,00	5.107,33	150.400,00
Rata-Rata	949,38	3.940,69	158,76	2,19	4.912,02	5.059,29	150.752,50
Stasiun 3							
c1	4.738,50	4.894,27	263,20	2,31	5.865,60	5.148,07	159.565,00
c2	5.690,58	4.862,93	253,80	2,31	5.796,67	5.013,33	159.800,00
c2	499,24	4.888,00	250,67	2,31	5.765,33	5.107,33	158.625,00
Rata-Rata	3.642,77	4.881,73	255,89	2,31	5.809,20	5.089,58	159.330,00
Stasiun 4							
d1	17.638,48	4.869,20	288,27	2,34	5.943,93	5.144,93	161.445,00
d2	11.531,73	4.888,00	288,27	2,34	5.890,67	5.107,33	159.800,00
d3	10.234,13	4.897,40	294,53	2,34	5.903,20	5.151,20	160.505,00
Rata-Rata	13.134,78	4.884,87	290,36	2,34	5.912,60	5.134,49	160.583,33

Sumber : Data hasil penelitian (2024)

Berdasarkan analisa kandungan karbon pada Stasiun 4 (kawasan mangrove pada area pantai) diperoleh kandungan karbon lebih tinggi dari pada Stasiun yang lain. Hal ini terkait dengan kerapatan mangrove yang ada di Stasiun 4. Cadangan karbon total dalam stratum yang terkandung pada kawasan mangrove di Kaliwlingi Brebes Timur tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Cadangan Karbon Total dalam Stratum

Lokasi	C_{plot} (ton/ha)	C_{stratum} (ton)
Stasiun 1		
a1	180.277,56	12.018.504,20
a2	173.512,78	
a3	175.769,03	
Rata-Rata	1765.19,79	
Stasiun 2		
b1	166.687,44	11.112.496,20
b2	165.757,79	

b3	164.879,22	
Rata-Rata	165.774,82	
Stasiun 3		
c1	180.476,95	12.031.796,75
c2	181.419,62	
c2	175.137,88	
Rata-Rata	179.011,49	
Stasiun 4		
d1	195.332,16	13.022.143,71
d2	187.508,34	
d3	186.987,81	
Rata-Rata	189.942,77	

Sumber : Data hasil penelitian (2024)

Total kandungan karbon dalam plot (ton/ha) terbesar dihasilkan pada Stasiun 4 dengan jumlah rata-rata total kandungan karbon dalam plot (ton/ha) sebesar 189.942,77 ton/ha. Disusul pada Stasiun 3 dengan jumlah rata-rata total kandungan karbon dalam plot (ton/ha) sebesar 179.011,49 ton/ha, pada Stasiun 1 dengan jumlah rata-rata total kandungan karbon dalam plot (ton/ha) sebesar 176.519,79 ton/ha dan pada Stasiun 2 dengan jumlah rata-rata total kandungan karbon dalam plot (ton/ha) sebesar 165.774,82 ton/ha. Berdasarkan perhitungan cadangan karbon dalam suatu stratum hutan mangrove (C_{stratum}) diperoleh cadangan karbon total dalam stratum pada Stasiun 4 hutan mangrove kandungan karbon tertinggi sebesar 13.022.143,71 ton/ha.

C.1.3 Hubungan antara Kerapatan dengan Kandungan Karbon

Hubungan antara kerapatan mangrove (x) dengan kandungan karbon (y) dapat dilihat dari hubungan regresi linier sebagai berikut :

1. Total kandungan karbon biomassa pohon (batang) per hektar pada plot (C_b , ton/ha).
Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon biomassa pohon (batang) per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = -1544,820 + 403,452 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,452 dan determinan (D) = 0,205. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 2,571 < F tabel ($_{(1;10)}$) = 4,96 dengan probabilitas *sig/significance* 0,140 lebih besar (> 0,05), sehingga persamaan regresi tidak dapat meramal nilai total kandungan karbon biomassa pohon per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x).
2. Total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (C_{seasah} , ton/ha)
Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 3562,271 + 58,375 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,840 dan determinan (D) = 0,705. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 23,876 > F tabel ($_{(1;10)}$) = 4,96 dengan probabilitas *sig/significance* 0,001 lebih kecil (< 0,05), sehingga persamaan regresi dapat meramal nilai total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x). Uji t untuk mengetahui signifikansi konstanta dan variabel dependen (total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot) diperoleh t hitung 4,886 > t tabel $_{0,025 (11)}$ = 2,201 dengan probabilitas *sig/significance* 0,001 lebih kecil (< 0,05), sehingga diputuskan terdapat korelasi yang positif (nyata) antara kerapatan

mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y). Hal ini berarti bahwa kerapatan mangrove (x) dan total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y) mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Setiap penambahan kerapatan mangrove (x) sangat mempengaruhi penambahan total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y).

3. Total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (C_{tb} , ton/ha)
Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (y), diperoleh persamaan garis regresi $y = 118,837 + 6,338 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,743 dan determinan (D) = 0,552. Uji F diperoleh nilai F hitung = 12,305 > F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,006 lebih kecil (< 0,05), sehingga persamaan regresi dapat meramal nilai total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x). Uji t untuk mengetahui signifikansi konstanta dan variabel dependen (total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot) diperoleh t hitung 3,508 > t tabel $0,025 (11) = 2,201$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,006 lebih kecil (< 0,05), sehingga diputuskan terdapat korelasi yang positif (nyata) antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (y). Hal ini berarti bahwa kerapatan mangrove (x) dan total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot (y) mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Setiap penambahan kerapatan mangrove (x) sangat mempengaruhi penambahan total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot (y).
4. Total kandungan karbon nekromassa per hektar pada plot (C_{nk} , ton/ha)
Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon nekromassa per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 2,456 + 0,026 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,300 dan determinan (D) = 0,090. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 0,987 < F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,344 lebih besar (> 0,05), sehingga persamaan regresi tidak dapat meramal nilai total kandungan karbon nekromassa per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x), hal ini disebabkan nekromas pada tumbuhan mangrove yang mati memiliki nilai nutrisi sedikit yang dibutuhkan untuk tumbuh dengan baik, karena pelapukan dan penggenangan yang sering terjadi.
5. Total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (C_{daun} , ton/ha)
Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 4447,564 + 66,385 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,912 dan determinan (D) = 0,831. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 49,207 > F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,000 lebih kecil (< 0,05), sehingga persamaan regresi dapat meramal nilai total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x). Uji t untuk mengetahui signifikansi konstanta dan variabel dependen (total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot) menghasilkan t hitung 7,015 > t tabel $0,025 (11) = 2,201$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,000 lebih kecil (< 0,05), sehingga diputuskan terdapat korelasi yang positif (nyata) antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (y). Hal ini berarti bahwa kerapatan

mangrove (x) dan total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (y) mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain sebab kerapatan mangrove yang tinggi, biomassa pohon yang besar dan sebaran daun yang lebat sehingga daya serapan dan penyimpanan karbon pun lebih tinggi. Setiap penambahan kerapatan mangrove (x) sangat mempengaruhi penambahan total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot (y).

6. Total kandungan karbon pada akar per hektar pada plot (C_{akar} , ton/ha)

Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon pada akar per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 5049,370 + 2,898 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,358 dan determinan (D) = 0,128. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 1,470 < F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,253 lebih besar (> 0,05), sehingga persamaan regresi tidak dapat meramal nilai total kandungan karbon pada akar per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x), dilihat dari kandungan karbon total pada akar, Stasiun 4 (pantai) memiliki nilai tertinggi dan terendah pada Stasiun 2 (perumahan) dimana pada kawasan ini sering terjadi pasang maka pohon sering mengalami proses adaptasi terhadap tempat tumbuhnya dan memiliki sistem pengakaran yang lemah.

7. Total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (C_{tanah} , ton/ha)

Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 147315,120 + 525,193 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,781 dan determinan (D) = 0,610. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 15,616 > F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,003 lebih kecil (< 0,05), sehingga persamaan regresi dapat meramal nilai total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x). Uji t untuk mengetahui signifikansi konstanta dan variabel dependen (total kandungan karbon tanah per hektar pada plot) menghasilkan t hitung 3,952 > t tabel $0,025 (11) = 2,201$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,003 lebih kecil (< 0,05), sehingga diputuskan terdapat korelasi yang positif (nyata) antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y). Hal ini berarti bahwa kerapatan mangrove (x) dan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y) mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Setiap penambahan kerapatan mangrove (x) sangat mempengaruhi penambahan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y), hal ini disebabkan karena tanah merupakan sumber nutrisi organik yang berasal dari bahan-bahan biogenik yang terdegradasi mikroba/mikroorganisme (proses dekomposisi).

8. Total kandungan karbon dalam plot (ton/ha)

Analisa regresi antara kerapatan mangrove (x) terhadap total (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 158950,787 + 1062,616 x$ dengan koefisien korelasi (r) = 0,673 dan determinan (D) = 0,453. Uji F menghasilkan nilai F hitung = 8,285 > F tabel $(1;10) = 4,96$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,016 lebih kecil (< 0,05), sehingga persamaan regresi dapat meramal nilai total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y) berdasarkan nilai-nilai kerapatan mangrove (x). Uji t untuk mengetahui signifikansi konstanta dan variabel dependen (total kandungan karbon tanah per hektar pada plot), menghasilkan t hitung 2,878 > t tabel $0,025 (11) = 2,201$ dengan probabilitas *sig/significance* 0,016 lebih kecil (< 0,05), sehingga diputuskan terdapat korelasi yang positif (nyata)

antara kerapatan mangrove (x) terhadap total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y). Hal ini berarti bahwa kerapatan mangrove (x) dan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y) mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Setiap penambahan kerapatan mangrove (x) sangat mempengaruhi penambahan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot (y).

C.1.4 Pembahasan Penyerapan Karbon oleh Mangrove (*Mangrove Trap*)

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa Stasiun 4 yang merupakan kawasan pantai mempunyai kerapatan mangrove lebih tinggi dengan Kerapatan Relatif (KR) antara 26,32% = 73,68%, Dominasi Relatif (DR) antara 7,75 % - 92,25% dan, Indeks Nilai Penting (INP) antara 34,07% = 165,93%. Hal ini terkait dengan adanya program rehabilitasi mangrove yang ada di sekitar pantai Kaliwlingi yang dilaksanakan pada tahun 2010 – 2012. Jenis mangrove yang mendominasi pada kawasan mangrove di Kelurahan Kaliwlingi adalah jenis *Rhizophora mucronata*. Indeks Keanekaragaman (H) mangrove berkisar antara 0,000 – 0,692 dan Indeks Keseragaman (J) mangrove berkisar antara 0,000 – 2,107. Mendominasinya tumbuhan *Rhizophora mucronata* di area ini menunjukkan bahwa spesies ini memang lebih mampu beradaptasi dengan baik, mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut [14].

Kandungan karbon pada mangrove di kawasan pantai (Stasiun 4) mempunyai total kandungan karbon dalam plot lebih tinggi dari pada kawasan tambak, pemukiman penduduk dan sungai. Hal ini disebabkan karena pada kawasan pantai mempunyai kerapatan mangrove lebih tinggi dari pada kawasan yang lainnya. Sedangkan berdasarkan regresi linier diperoleh bahwa kerapatan mangrove mempunyai hubungan yang sangat erat dengan total kandungan karbon pada serasah per hektar pada plot, total kandungan karbon pada tumbuhan bawah per hektar pada plot, total kandungan karbon pada daun per hektar pada plot, dan total kandungan karbon tanah per hektar pada plot. Sedangkan total kandungan karbon biomassa pohon per hektar pada plot, total kandungan karbon nekromassa per hektar pada plot, dan total kandungan karbon pada akar per hektar pada plot tidak mempunyai hubungan korelasi positif dengan kerapatan mangrove. Namun secara keseluruhan total cadangan karbon mempunyai hubungan yang erat dengan kerapatan mangrove.

Kandungan karbon yang dihasilkan pada tiap total karbon, menunjukkan kandungan karbon biomassa pohon pada bagian batang di Stasiun 4 (pantai) memiliki nilai tertinggi dengan rata-rata sebesar 13.134,78 ton/ha. Hal ini menunjukkan perbedaan rasio stok karbon diantara setiap organ tumbuhan mangrove memiliki perbedaan yang cukup nyata, dimana nilai stok karbon yang terdapat pada batang merupakan yang tertinggi, karena kandungan biomassa pada batang berkaitan erat dengan hubungan hasil produksi pohon yang didapat melalui proses fotosintesis yang umumnya tersimpan di bagian batang. Menurut [15] laju pertumbuhan pohon yang tinggi akan mengacu terhadap produksi pohon menjadi semakin tinggi pula, tingginya suatu pertumbuhan pohon ditandai dengan ukuran diameter dan tinggi pohon yang semakin besar maka akan menyimpan kandungan biomassa yang semakin besar pula.

Dalam aktivitas fisiologi tumbuhan, sebagian karbon organik akan terurai dan dibebaskan lagi ke udara melalui respirasi, sebagian diubah menjadi senyawa organik kompleks dalam tubuh-tumbuhan selama pertumbuhannya. Fotosintesis merupakan penggabungan karbon dioksida dan air secara kimiawi dalam klorofil untuk membentuk

karbohidrat dengan bantuan cahaya matahari sebagai sumber energi. Secara alami fotosintesis berlangsung dengan bantuan energi cahaya matahari dan terjadi di siang hari. Fotosintesis bisa juga terjadi pada malam hari dengan bantuan cahaya lampu atau cahaya lainnya. Tumbuhan menggunakan pigmen hijau yang disebut klorofil untuk mengubah energi sinar matahari (energi fisik) menjadi energi kimia. Tanaman mengambil dan menggabungkan energi cahaya dengan enam molekul karbon dioksida dan enam molekul air untuk membentuk satu molekul glukosa dan enam molekul oksigen.

Kandungan karbon tanah terbesar pada Stasiun 4 dengan rata-rata sebesar 160.134,78 ton/ha. Tingkat respirasi yang menurun pada lahan yang lebih tua didukung oleh masukan bahan organik dari produksi serasah yang lebih besar pula. Pernyataan ini didukung pula oleh data C-organik, karena C-organik memegang peranan yang sangat penting dalam penyediaan energi dan unsur hara untuk pertumbuhan mikrobia tanah. Tinggi rendahnya aktivitas mikrobia tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan C-organik di dalam tanah yang menjadi sumber energi dan makanan bagi mikrobia tanah [16]

Biomassa ini merupakan makanan organisme detritus. Ekosistem mangrove mendukung sejumlah besar kehidupan melalui rantai makanan. Tumbuhan mangrove merupakan lumbung daun yang kaya nutrisi yang akan diuraikan oleh fungi dan bakteri atau langsung dimakan kepiting. Nutrien yang dilepaskan ke dalam air selama peruraian serasah juga dimakan plankton dan alga. Detritus mangrove merupakan sumber utama karbon berbagai spesies laut yang terhubung dalam jaring-jaring makanan bersama plankton dan alga [17].

Di daerah dengan rentang pasang yang lebar, pneumatofora *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Aegialites* tumbuh lebih tinggi daripada di daerah yang rentangnya sempit. Pasang surut juga mempengaruhi penyebaran biji/propagul mangrove yang akan terbatas oleh pasang surut. Pada saat laut surut, kolam-kolam yang terbentuk dapat menjadi hipersalin (>30 ppt), karena evaporasi. Semakin ke arah daratan semakin tawar [18]. Hal ini sesuai dengan pengambilan sampel parameter salinitas air dimana salinitas di zona pasang terendah lebih besar daripada zona pasang tertinggi.

Nekromassa merupakan pohon mati (baik yang masing berdiri maupun yang sudah roboh) yang terdapat pada plot penelitian [19]. Perhitungan stok karbon nekromassa dilakukan dengan mengukur diameter pohon mati pada plot penelitian. Dari penelitian di lapangan didapatkan hasil bahwa pada plot di semua Stasiun pengambilan sampel mempunyai nilai kandungan karbon paling kecil. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan yang mati dalam kawasan mangrove di Kelurahan Kaliwlingi digolongkan sedikit, sehingga kandungan karbon yang dihasilkan paling kecil dibandingkan pada kandungan karbon yang lainnya. Tumbuhan mangrove yang mati disebabkan karena kurangnya nutrisi yang dibutuhkan oleh pohon mangrove untuk tumbuh dengan baik. Penggenangan juga akan mengubah transportasi sedimen dan mangrove dengan akar nafas akan terganggu. Penggenangan juga akan mengubah transportasi sedimen dan mangrove, tapi kondisi seperti ini tidak akan mempengaruhi pertumbuhan *Rhizophora stylosa* karena mempunyai akar tunjang sehingga masih dapat bertahan hidup.

Namun jika dilihat dari kandungan karbon total kandungan karbon pada serasah, kandungan karbon pada daun, kandungan karbon pada akar, kandungan karbon nekromassa dan kandungan karbon pada tumbuhan bawah, kandungan karbon nilainya lebih kecil dari pada kandungan karbon biomassa dan kandungan karbon tanah.

Nilai - nilai salinitas yang mempengaruhi produksi serasah, suhu udara juga sangat mempengaruhi produksi serasah. Hal ini disebabkan karena naiknya suhu udara akan menyebabkan menurunnya kelembaban udara sehingga transpirasi akan meningkat, dan untuk mengurangnya maka daun harus segera digugurkan [20]. Karbon yang diserap dari udara akan didistribusikan pada batang, akar dan daun, selain itu bahan organik dari serasah juga masih menyimpan karbon. Tingginya kontribusi daun terhadap produktifitas serasah yang dihasilkan terkait dengan salah satu bentuk adaptasi tumbuhan mangrove untuk mengurangi kehilangan air agar dapat bertahan hidup. Menurut [21], terdapat 3 cara mangrove untuk bertahan terhadap air garam : (i) Mangrove menghindari penyerapan garam berlebihan dengan cara menyaring melalui bagian akarnya, (ii) Secepatnya mengeluarkan garam yang masuk ke dalam sistem pepohonan melalui daun, (iii) Menumpuk kelebihan garam pada kulit pohon dan daun tua lalu segera digugurkan.

Semakin rimbun vegetasi akan menyebabkan makin berkembangnya mikroorganisme tanah akibat makin banyaknya serasah yang dihasilkan. Semakin besar usia tanaman karat akan makin banyak memberikan serasah pada tapak tumbuhnya. Semakin banyak serasah akan menghasilkan tingkat pengembalian karbon pada tanah yang semakin banyak pula, dan hal ini akan menjadi daya dukung lingkungan bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme tanah. Laju respirasi tanah merupakan pencerminan status ketersediaan bahan organik tanah bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dan merupakan ukuran dasar bagi laju daur balik (*turnover*) tanah [22].

Mangrove menyimpan karbon lebih dari hampir semua hutan lainnya di bumi, sebuah penelitian yang dilakukan tim peneliti dari US Forest Service Pasifik Barat Daya dan Stasiun penelitian Utara, Universitas Helsinki dan Pusat Penelitian Kehutanan Internasional meneliti kandungan karbon dari 25 hutan mangrove di wilayah Indo-Pasifik dan menemukan bahwa hutan mangrove per hektar menyimpan sampai empat kali lebih banyak karbon daripada kebanyakan hutan tropis lainnya di seluruh dunia [23].

Dampak langsung konversi hutan tersebut adalah terlepasnya cadangan karbon dalam biomassa tumbuhan dan memicu terjadinya degradasi tanah yang menyebabkan terlepasnya karbon dari bahan organik tanah. Perubahan vegetasi penutup lahan juga menyebabkan tidak terjadinya proses penyerapan karbon sehingga yang terjadi bukan hanya pelepasan cadangan karbon di hutan namun juga hilangnya fungsi penyerapan karbon oleh hutan. Hal yang sama terjadi dalam proses degradasi hutan. Berkurangnya vegetasi hutan menyebabkan berkurangnya kandungan karbon dalam tutupan hutan dan turut berkurangnya fungsi penyerapan karbon oleh hutan. Pada perubahan penutupan lahan hutan menjadi kawasan budidaya pertanian, proses fotosintesis yang terjadi dapat menyamai proses fotosintesis.

Hutan mangrove sebagai salah satu ekosistem wilayah pesisir dan lautan yang sangat potensial bagi kesejahteraan masyarakat baik dari segi ekonomi, sosial dan lingkungan hidup selain itu pelestarian hutan mangrove sangat penting dilakukan dalam mitigasi perubahan iklim global karena tumbuhan mangrove menyerap CO₂ dari atmosfer sebagai bahan fotosintesis dan mengubahnya menjadi karbon organik yang disimpan dalam *biomassa* tubuhnya, seperti akar, batang, dan bagian lainnya. Biomassa tegakan dipengaruhi oleh faktor iklim seperti curah hujan dan, selain itu juga dipengaruhi oleh umur tegakan, sejarah perkembangan vegetasi, komposisi dan struktur tegakan [24].

Pohon di hutan mampu menyerap karbondioksida (CO_2) untuk fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk karbohidrat pada kantong karbon di akar, batang, dan daun sebelum dilepaskan kembali ke atmosfer. Hal ini menimbulkan keterkaitan antara biomassa hutan dengan kandungan karbon. Hutan memiliki setidaknya empat kolam karbon; biomassa atas permukaan (*aboveground biomass*), biomassa bawah permukaan (*underground biomass*), bahan organik mati, dan kandungan karbon organik tanah. Semua komponen vegetasi hutan termasuk pohon dan strata tumbuhan bawah termasuk dalam biomassa permukaan. Sedangkan akar termasuk dalam biomassa bawah permukaan selain kandungan organik tanah yang memiliki kelas tersendiri dalam perhitungan *carbon pools*. Serasah dan kayu mati yang telah ditetapkan berdasarkan berbagai tingkat dekomposisi termasuk dalam bahan organik mati.

C.2 Biodisel Mangrove Jenis Nyamplung (*Chalophyllum inophyllum* L.)

C.2.1 Kualitas Biodisel dari Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)

Biji nyamplung dan minyak-biodisel mangrove disajikan pada Gambar 2, dan kualitas biodisel dari mangrove jenis nyamplung hasil penelitian disajikan pada Tabel 5, 6 dan 7.



Gambar 2. Pohon, biji kering dan minyak-biodisel dari biji mangrove jenis nyamplung hasil penelitian

Tabel 5. Kandungan mineral biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)

No	Sampel	Komponen	Komposisi (% berat)
1	Biji nyamplung	Karbon C	13,47
		Natrium oksida, Na ₂ O	0,76
		Magnesium oksida, MgO	6,83
		Fosfor pentaoksida, P ₂ O ₅	35,07
		Sulfur, SO ₃	2,63
		Kalium oksida, K ₂ O	30,31
		Kalsium oksida, CaO	9,81
		Tembaga (II) oksida, CuO	1,13

Sumber : Hasil penelitian, sampel diabukan (2024)

Tabel 6. Hasil analisis kualitas biji, minyak dan biodisel dari nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)

No	Sampel	Parameter Uji	Nilai	Satuan	Metode
1	Biji nyamplung	Kadar air	36,13 ± 0,5966	% berat	SNI 0129811992
		Kadar abu	1,6505 ± 0,1286		
		Lemak	11,4601 ± 0,4099		
		Serat kasar	49,2098 ± 0,3089		
		Protein	0,4650 ± 0,0028		Bradford
2	Minyak nyamplung	Angka asam	27,98	mg KOH/gr	FBI-a02-01
		Nilai kalor	30.865	j/gr	Bomb calorimeter
		Angka setana	36,5	-	ASTM D 613
3	Biodisel nyamplung	Densitas	0,8931	gr/ml	Gravimetri
		Viskositas	0,1572 ± 0,0054	cm ² /s	
		Angka setana	79,5	-	ASTM D 613
		Nilai kalor	41.388	j/gr	Bomb calorimeter
		Bilangan penyabunan	48,13	mg KOH/gr	FBI-a02-03
		Angka asam	1,86	mg KOH/gr	FBI-a02 01
		Metil ester	26,6941	%	GCMS

Sumber : Hasil penelitian (2024)

Tabel 7. Senyawa penyusun biodisel dari biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)

Komponen	Rumus kimia	Komposisi (%area)
Hexadecanoic acid, methyl ester	C17H34O2	9,89
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	C19H34O2	24,65
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	C19H36O2	45,44
Octadecanoic acid, methyl ester	C19H38O2	6,69
Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3- propanediyl ester	C35H68O5	0,12
4,8-Ethano-4H-1,3-benzodioxin, hexa hydro- Bicyclo [5.3.0] decane,		
2-methyl ene-5-(1- methylvinyl)-8-methyl ester	C10H16O2	0,23
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	C15H24	0,21
Eicosanoic acid, methyl ester	C19H36O2	0,28
Methyl eicosa-5,8,11,14,17-pentaenoate	C21H42O2	0,74
DI-(9-OCTADECENOYL)-GLYCEROL	C21H32O2	0,29
Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1- (hydroxymethyl)ethyl ester	C39H72O5	0,34
Octadecanoic acid, 2-hydroxy-1,3- propanediyl ester	C19H38O4	0,48
1,2 Benzenedicarboxylic acid, dioctyl ester	C39H76O5	0,36
Docosanoic acid, methyl ester	C24H38O4	7,90
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3- dihydroxypropyl ester	C23H46O2	0,31
9-Octadecenoic acid(Z)9-octadecenyl ester	C21H38O4	0,24
Tetracosanoic acid, methyl ester	C36H68O2	1,50
2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-ester	C25H50O2	0,11
	C30H50	0,21

Sumber : Hasil penelitian (2024)

C.2.2 Pembahasan Biodisel Mangrove Jenis Nyamplung (*Callophylum inophyllum* L.)

Yield biodisel yang dihasilkan dari minyak biji nyamplung pada penelitian ini sebesar 82,87% dan ada diantara 79,03% [25] serta 89 % [26] Hasil pengukuran produk dari minyak nyamplung 0,8931 gr/ml atau 893,1 kg/m³, sehingga meskipun melebihi namun relatif masih memenuhi standar masa jenis SNI sebagai biodisel yaitu antara 850-890 kg/m³. Masa jenis minyak nabati lebih tinggi dibanding masa jenis biodisel yang ditetapkan SNI. Nilai masa jenis tersebut menunjukkan bahwa proses pemurnian biodisel relatif cukup berhasil. Kurang murninya biodisel karena masih mengandung pengotor.

Viskositas kinematik biodisel yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 0,1572 ± 0,0054 cm²/s atau 15,7 mm²/s, sedangkan viskositas kinematik biodisel menurut SNI pada suhu 40 °C berkisar 2,3 – 6,0 mm²/s, sehingga masih terlalu tinggi sebagai bahan bakar mesin disel sesuai dengan ketentuan SNI. Untuk itu masih diperlukan penyempurnaan sintesa biodisel melalui proses transesterifikasi dua tahap, pengalihan jenis dan kadar katalis ataupun perubahan suhu pada prosesnya.

Angka setana yang semula sebesar 36,5 pada minyak nyamplung dapat ditingkatkan menjadi 79,5 setelah menjadi biodisel. Angka setana tersebut sudah memenuhi SNI minimal 51. Nilai kalor yang dihasilkan pada minyak nyamplung yang hanya 30.865 joule/gram minyak nyamplung meningkat menjadi sebesar 41.388 joule/gram biodisel nyamplung. Titik kabut biodisel minyak nyamplung pada penelitian ini 20°C. Titik kabut tersebut sedikit melebihi SNI yaitu maksimal 18°C. Hal tersebut berhubungan dengan tingginya kandungan asam lemak jenuh dan rendahnya asam lemak tak jenuh penyusun biodisel.

Angka asam yang semula sangat besar pada minyak nyamplung yakni sebesar 27,98 mg KOH/gram dapat diturunkan secara signifikan menjadi 1,86 mg KOH/gram biodisel sedangkan SNI mempersyaratkan maksimal hanya 0,8 mg KOH/gram biodisel. Munculnya angka asam yang cukup tinggi ini dimungkinkan karena proses transesterifikasi yang agak lama. Gliserol total produk biodisel penelitian ini adalah 0,26 %. Hasil ini masih sedikit di atas dari kadar gliserol maksimal yang ditetapkan SNI yaitu 0,24 %. Kadar alkil ester biodisel dari penelitian ini adalah 99,71 % dan lebih tinggi dibandingkan kadar minimal yang ditetapkan SNI yaitu sebesar 96,5 % sehingga telah memenuhi syarat sebagai bahan bakar mesin disel.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Luran penelitian adalah artikel ilmiah di Jurnal Internasional Bereputasi.

1. Nama jurnal : *Heliyon* (Q1)
<https://www2.cloud.editorialmanager.com/heliyon/Default.aspx>
Judul artikel : *Innovative Silvofishery Model in Restored Mangrove Forests: A 10-Year Assessment*
Status luaran : *Revision being processed/with Editor* (Bukti dokumen terlampir).
2. Nama jurnal : *Fisheries and Aquatic Sciences* (Q3),
<https://www.e-fas.org/info/about>

Judul artikel : *Study on Carbon Content and Ecological Mangrove Index in Kaliwlingi Brebes Regency, Central Java*
 Status luaran : Draft (Bukti dokumen terlampir).

← Revisions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total revisions being processed) Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Date Submission Began	Status Date	Current Status
Action Links	HELIYON-D-23-26611R1	Innovative Silvofishery Model in Restored Mangrove Forests: A 10-Year Assessment	Dec 08, 2024	Dec 08, 2024	Revision Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total revisions being processed) Results per page 10

Heliyon <em@editorialmanager.com>
 to me ▾

Dec 8, 2024, 2:03 PM (13 days ago) ☆ ↶ ⋮

This is an automated message.

Manuscript Number: HELIYON-D-23-26611R1

Innovative Silvofishery Model in Restored Mangrove Forests: A 10-Year Assessment

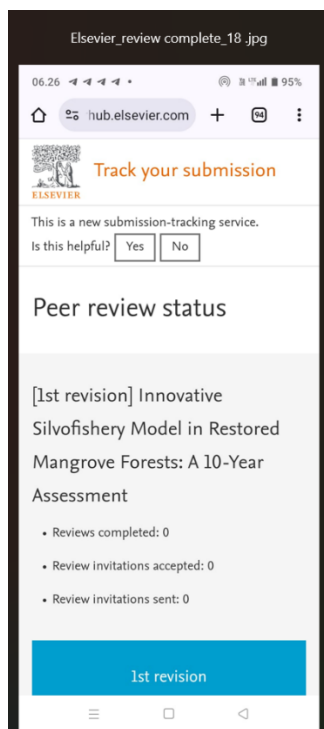
Dear Dr Suyono,

We have received the above referenced revision of your manuscript at Heliyon. To track the status of your manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/heliyon/>, and navigate to the "Revisions Being Processed" folder.

Kind regards,
 Heliyon

More information and support

Search You will find information relevant for you as an author on Elsevier's Author Hub: <https://www.elsevier.com/authors>



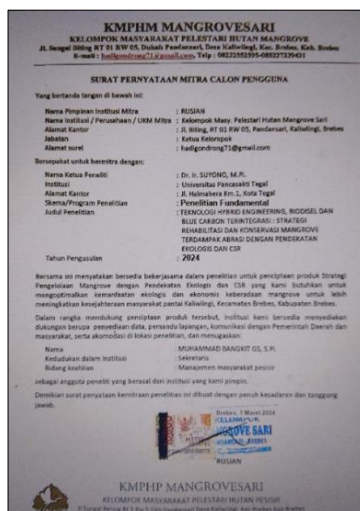
Gambar 3. Bukti revision being processed artikel Jurnal Heliyon dan draft artikel jurnal Fisheries and Aquatic Sciences.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta mengunggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (*Fundamental*, *Pascasarjana*, *PKDN*, *Dosen Pemula*) boleh mengisi bagian ini (*tidak wajib*) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

Mitra penelitian berperan sebagai pelaksana sebagian kegiatan penelitian sekaligus penerima manfaat penelitian. Bpk. Rusjan selaku Ketua Kelompok Masyarakat Pelestari Hutan Mangrove Desa Kaliwlingi, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes menugaskan Bpk. Muhammad Bangkit GS selaku Sekretaris Kelompok sebagai Ketua Pelaksana dari pihak Mitra. Mitra dan masyarakat dilokasi penelitian menerima hibah bibit pohon mangrove jenis nyamplung (*Callophyllum inophyllum*L.) sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemberian dan penanaman bibit mangrove jenis nyamplung kepada Mitra

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

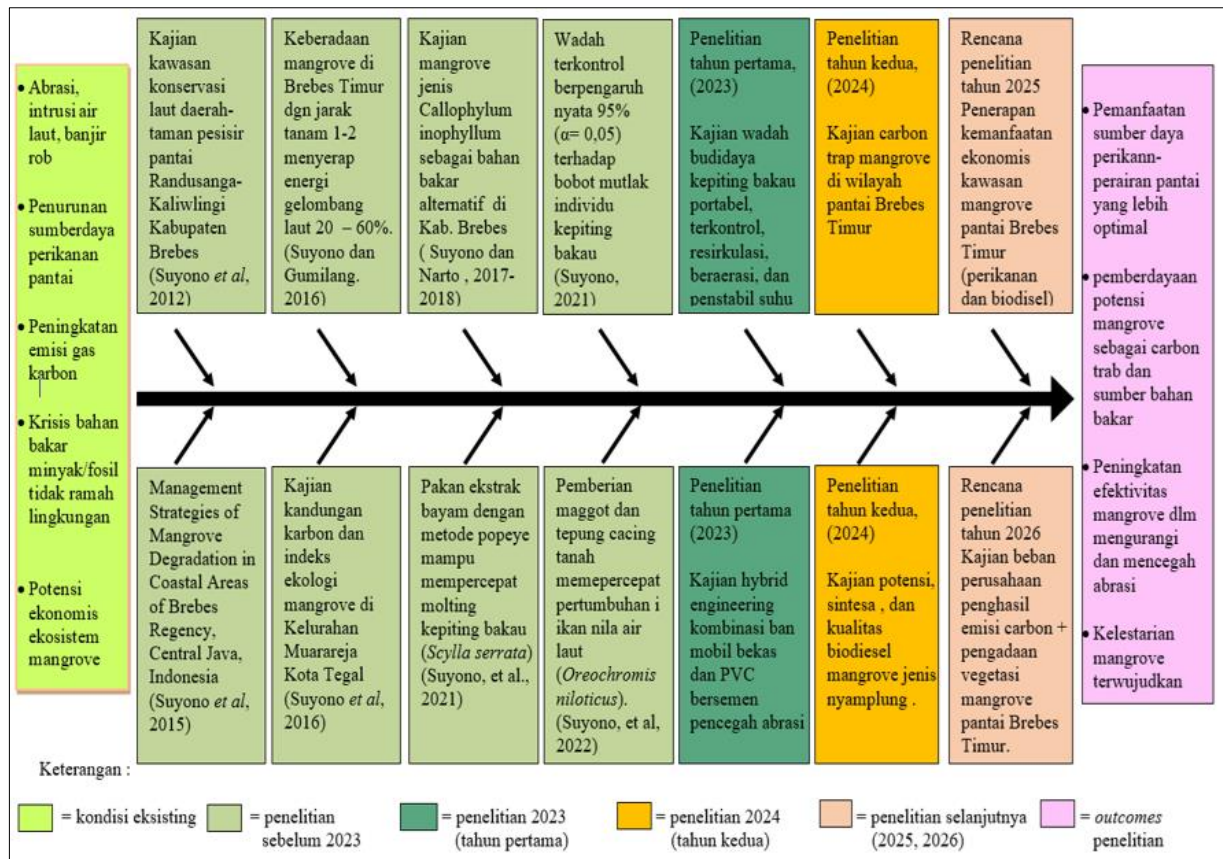
Kendala yang masih ditemui, diantaranya :

1. Keberadaan vegetasi mangrove jenis nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) di lokasi penelitian masih perlu diperbanyak melalui program reboisasi masive.
2. Proses pemuatan artikel jurnal internasional bereputasi relatif lama (2 tahun).

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

1. Hasil dan Tagihan Luaran Penelitian tahun pertama (2023) dan tahun kedua (2024)
 - a. Hasil penelitian tahun pertama (2023) berupa prototipe dan Hak Cipta wadah terkontrol budidaya kepiting bakau (*Scylla serrata*) dan Alat Pemecah Ombak (APO) *hybrid engineering* kombinasi. Penelitian tahun kedua (2024) telah menghasilkan besaran serapan karbon mangrove (*mangroves carbon trap*) di Kaliwlingi, Brebes Timur serta kandungan dan kualitas biodisel dari mangrove jenis nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.).
 - b. Tagihan luaran penelitian tahun pertama (2023) berupa artikel jurnal Internasional bereputasi (Q3) Egyptian Journal of Biology Aquatic and Fisheries (Q3) dengan judul *Acceleration of the Growth of Mangrove Crab (Scylla serrata) Through Aerated Portable Controlled Container with Different Feeding Frequency* yang saat ini berstatus *revision being processed/manuscript revised by author*. Adapun luaran penelitian tahun kedua (2024) berupa artikel jurnal internasional bereputasi Heliyon Journal (Q1) dengan judul *Innovative Silvofishery Model in Restored Mangrove Forests: A 10-Year Assessment* yang saat ini berstatus *revision being processed/with Editor*. Luaran tambahan berupa artikel di jurnal internasional bereputasi Journal of Fisheries and Aquatic Science (Q3) dengan judul *Study on Carbon Content and Ecological Mangrove Index in Kaliwlingi Brebes Regency, Central Java* yang masih berstatus *draft*.
2. Rencana Tahapan Penelitian Selanjutnya
 - a. Menyelesaikan tagihan luaran penelitian tahun 2023 dan 2024 pemuatan artikel jurnal internasional bereputasi tersebut di atas sampai dengan *published*.
 - b. Mengajukan Hak Cipta terkait *Mangrove's Carbon Trap* Kaliwlingi, Brebes Timur dan Biodisel Mangrove jenis Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.)
 - c. Melanjutkan penelitian tahap terakhir/tahun ketiga (2025), berupa :
 - Optimalisasi edu-eko-wisata mangrove Brebes Timur.
 - Finalisasi kesetaraan CSR penghasil emisi Carbon dengan reboisasi mangrove.
 - Kajian biodisel nyamplung (*Callophyllum inophyllum* L.) skala industri.

Peta jalan (*road map*) penelitian tiga tahap/tahun secara lengkap disajikan pada Gambar 5.



Gambar5. Peta jalan (road map) penelitian

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] S. Faperi and IB. Hendrarto. *Management Strategies of Mangrove Degradation in Coastal Areas of Brebes Regency, Central Java, Indonesia*, Journal of Coastal Zone Management, vol. 18, no. 2, 2015, [doi: 10.4172/2473-3350.1000401](https://doi.org/10.4172/2473-3350.1000401)
- [2] A. Y. N. Annisa, R. Pribadi, and I. Pratikto. *Analisis Perubahan Luasan Hutan Mangrove di Kecamatan Brebes dan Wanasari, Kabupaten Brebes Menggunakan Citra Satelit Landsat Tahun 2008, 2013 dan 2018*. J. Mar Res, vol. 8, no. 1, pp. 27–35, 2019.
- [3] Suyono dan Gumilang. 2016. *Kajian Dinamika Pesisir Utara Jawa untuk Mitigasi Bencana Abrasi di Kecamatan Brebes*. Kerjasama Balai Kerentanan Bencana Pesisir, Kementerian Kelautan Perikanan Padang - Universitas Pancasakti Tegal
- [4] Suyono dan Sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal. 2024. *Wadah Budidaya Kepiting Bakau Terkontrol-Portabel*. Hak Cipta.
- [5] Suyono. *Success rate of mangrove crab (Scylla Serrata) molting with different salinity treatments in controlled containers*, in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing Ltd, May 2021. [doi: 10.1088/1755-1315/755/1/012037](https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012037)
- [6] Suyono, H. Nu, and Nhsa. *Effectiveness of feeding trash fish and spinach extract on Mud Crab (Scylla Serrata) feed for molting acceleration with the popeye method*, in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing Ltd, May 2021. [doi: 10.1088/1755-1315/755/1/012050](https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012050)

- [7] Kusnadi, S. Prabandari, Syarifudin, and Suyono. *Potential of maggot and earthworm meals as protein sources for the growth of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. AACL Bioflux, vol. 15, no. 5, pp. 2609–2619, 2022, [Online]. Available: <http://www.bioflux.com.ro/aac>
- [8] Suyono dan Sentra HKI Universitas Pancasakti Tegal. 2024. *Hybrid Engineering Kombinasi PVC Bersemen dan Ban Bekas Sebagai Pelindung Vegetasi Mangrove Pencegah Abrasi Pantai*. Hak Cipta
- [9] Wayan, I. and S. Dharmawan. *Pendugaan Biomasa Karbon di Atas Tanah pada Tegakan Rhizophora Mucronata di Ciasem, Purwakarta (Estimation of Above Ground Biomass Carbon of Rhizophora Mucronata Stand at Ciasem, Purwakarta)*. 2010.
- [10] Rifandi, R. *Pendugaan Stok Karbon dan Serapan Karbon pada Tegakan Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Desa Mojo Kabupaten Pemalang*. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah, vol. 19, no. 1, pp. 93–103, Sep. 2021, [doi: 10.36762/jurnaljateng.v19i1.871](https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v19i1.871)
- [11] Utami, NDN., D. Susiloningtyas, and T. Handayani. *Community Perception and Participation of Mangrove Ecosystem in Ngurah Rai Forest Park Bali, Indonesia*, in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Institute of Physics Publishing, May 2018. [doi: 10.1088/1755-1315/145/1/012147](https://doi.org/10.1088/1755-1315/145/1/012147)
- [12] Pratama, IA., I. Kurniaty, U. H. Hasyim, and G. Fitriyano. *Review: Pemanfaatan Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum) sebagai Bahan Baku Biodiesel Berdasarkan Proses Produksi Dan Penambahan Katalis*. Jurnal Konversi, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [13] Sarwono, E., N. Erzha, and B. Nining Widarti. *Pengolahan Biodiesel dari Biji Nyamplung (Calophyllum inophyllum L) Menggunakan Katalis Koh*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Iv, pp. 34–41, 2017.
- [14] Wacira, Teresia Nyambura, Makonde, Huxley Mae, Bosire, Carren Moraa, & Kibiti, Cromwell Mwit (2024). *Molecular Characterization and Antibacterial Potential of Endophytic Fungal Isolates from Selected Mangroves along the Coastline of Kenya*. International Journal of microbiology, 2024, 1261721, ISSN 1687-918X, <https://doi.org/10.1155/2024/1261721>
- [15] Sholikhah, R, and S. Nurmasitah. (2024). *Use of Mangrove Rhizophora Mucronata as a Natural Dye in Exploration of Natural Dye Shibori*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1381/1/012003>
- [16] Sinaga, C., RW. Nusantara, E. Gusmayanti, dan GZ. Anshari. 2024. *Pengujian Tiga Metode Pengukuran Bobot Isi Pada Tanah Gambut*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 11(2), 379–385. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.2.9>
- [17] Sari, RP. 2024. *Uji Organoleptik dan Daya Hambat Ekstrak Alga Coklat (Sargassum Polycystum) terhadap Jamur Candida albicans*. Surabaya Biomedical Journal, 3(2), 142–152, ISSN2808-649X, Universitas Hang Tuah. <https://doi.org/10.30649/sbj.v3i2.120>
- [18] Muhaimin, M., N. Latifah, AY. Chaerunisaa, A. Subarnas, Y.Susilawati, and R.Hirzan. 2024. *Antiplasmodial Activity of Ethanol Extract of Sonneratia alba Leaves*. Tropical Journal of Natural Product Research (TJNPR), 8(4), 6884–6890. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v8i4.19>
- [19] Suryani, AA. Wildan, Tito, S. Iradat, Prasetyo, dan H.Dwi 2024. *Penghitungan Berat Nekromassa dan Cadangan Karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar Malang*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Sains Unisma Malang, 2(2), 51, ISSN 2986-4623, Universitas Islam Malang, <https://doi.org/10.33474/jimsum.v2i2.23749>
- [20] Yastanto, A. Juni, Indrati, dan Retno. 2024. *Suplementasi Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia catappa) pada Potato Sucrose Agar (PSA) untuk Menggantikan Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) pada Praktikum Mikrobiologi Pangan dan*

Pengolahan. Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan, 6(2), 116-125, ISSN 2654-251X, LPPM UNDIP, <https://doi.org/10.14710/jplp.6.2.116-125>

- [21] Rohim, Nur, Saputra, Eleven, Kartika, P. Mei, Harefa, dan M. Suriani. 2024. *Mangrove untuk Ketahanan Iklim berdasarkan Indeks Kerentanan Pesisir, Penerapan di Mempawah, Kalimantan Barat*. AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences, 3(1), 38-49, ISSN 2829-1751, Universitas Sumatera Utara, <https://doi.org/10.32734/jafs.v3i1.15545>
- [22] Zahro, Lailatuz. 2024. *Studi Review: Perbandingan Cadangan Karbon pada Tanah Gambut dan Tanah Mangrove*. Journal of Tropical Silviculture, 15(1), 27-30, ISSN 2807-3282, Institut Pertanian Bogor, <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.15.01.27-30>
- [23] Lee, Taeyoon, Vatandaslar, Can, Merry, Krista, Bettinger, Pete, Peduzzi, Alicia, and S. Jonathan. 2024. *Estimating Forest Inventory Information for the Talladega National Forest Using Airborne Laser Scanning Systems*. Remote Sensing, 16(16), 2933, ISSN 2072-4292, MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/rs16162933>
- [24] Kua, Glen Kai Bin, Kong, Shik Nie, Zhang, Hongfang, and GKT. Nguyen. 2024. *Microalgae Isolated from Singapore Mangrove Habitat as Promising Microorganisms for the Sustainable Production of Omega-3 Docosahexaenoic Acid*. Biomass, 4(3), 751-764, ISSN 2673-8783, MDPI AG, <https://doi.org/10.3390/biomass4030042>
- [25] Ilminnafik, N. and IR. Sugara. 2024. *Analysis of Calophyllum Inophyllum Biodiesel Combustion with Variations of Magnetic Field Strength*. J. of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences, 114(1), 30–42. <https://doi.org/10.37934/arfmts.114.1.3042>
- [26] Azhar, Badril, Gunawan, Setiyo, Muharja, Maktum, Avian, Cries, Satrio, Dendy, and HW. Aparamarta. 2024. *Optimization of microwave-assisted extraction in the purification of triglycerides from non-edible crude Calophyllum inophyllum oil as biodiesel feedstock using artificial intelligence*. South African Journal of Chemical Engineering, 47, 312-321, ISSN 1026-9185, Elsevier BV, <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.12.001>

TEKNOLOGI HYBRID ENGINEERING, BIODISEL, DAN BLUE CARBON TERINTEGRASI UNTUK REHABILITASI DAN KONSERVASI MANGROVE TERDAMPAB ABRA SI DENGAN PENDEKATAN EKOLOGIS DAN CSR (TAHUN KEDUA)

Dr. Ir. SUYONO, M.P., Dr. AGUS W., S.T.M.T., Dr. A. MUBAROK, S.E., KARINA F.D., S.B., M.S., SAUFIK L., S.T., M.T.

PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN, FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN UNIVERSITAS PANGSAKTI TESAL

Kontrak Penelitian

Surat Keputusan Nomor 066/1/ES/AL/04/2024 tanggal 30 Mei 2024

Revisi / Surat Nomor 108/ES/PG/02.00/P/2024 ; 012/LLS/PS/AL/04/2024 ; 010.a/K/A4/V/2024

Dana Rp. 126.900.000,-

Kandungan Karbon

Sumber : Data hasil penelitian (2024)

Salinitas	Revisi	Revisi	Revisi	Revisi	Revisi	Revisi	Revisi
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Latar Belakang

Luas kawasan mangrove Kab. Brebes 2.327 ha (tahun 1983), berkurang menjadi 505,2 ha (tahun 2000), 249,24 ha (tahun 2002), 284,31 ha (tahun 2008), 274,60 ha (tahun 2010), 258,04 ha (tahun 2011) dan tinggal 243,20 ha (tahun 2015). Keberadaan mangrove Kab. Brebes didominasi di Kabupaten Brebes Timur yang merupakan bagian dari 48,42 ha (tahun 2008), 149,87 ha (tahun 2013) dan menjadi 333,28 ha (tahun 2018). Mangrove memiliki manfaat ekologis, ekologis mangrove yang terakumulasi. Pemanfaatan mangrove juga masih terbatas untuk wisata bahari dan belum optimal. Pemanfaatan ekologis dan ekonomisnya belum optimal, khususnya pengembangan budidaya perikanan air tawar (kudung bekul). Sebagai bahan biodiesel, mangrove memiliki potensi sebagai karbon (carbon trap).

Keluaran Hasil Penelitian (Tahun 2024)

- Biodiesel mangrove jenis *Sonneratia speciosa* (Callorhynchus) (mangrove).
- Potensi carbon trading mangrove Brebes Timur

Tujuan Penelitian

1. Mengkaji energi baru terbarukan/biodiesel dan carbon trading dari mangrove Brebes Timur (Tahun kedua, 2024).
2. Biotransformasi mangrove Brebes Timur (Tahun ketiga, 2025)

Metode Penelitian

1. Produksi biodiesel melalui proses esterifikasi bertingkat
2. Pemanfaatan mangrove sebagai bahan baku ekologi mangrove Brebes Timur



Hasil penelitian awal dari mangrove



Proses pengumpulan dan minyak-biodieselnya



Pengumpulan sampel mangrove

Hasil / Kesimpulan

1. Yield biodiesel yang dihasilkan sebesar 82,87% dengan produk 893,1 kg/m³, viskositas kinetik 15,7 mm²/s, angka setana 78,5, nilai kalor 41.388 joule/gram, titik kabut 20°C, angka asam 1,88 mg KOH/gram, gliserol total 0,28 %, dan kadar alkil ester biodiesel 99,71%.
2. Biotransformasi mangrove (x) terhadap total (y), menghasilkan persamaan garis regresi $y = 158950,787 + 1082,818 x$ dengan koefisien korelasi $(r) = 0,873$

Referensi Penelitian

- a. *Article Journal of Heliyon* (Q1), dengan judul "Innovative Bioremediation Model in Restored Mangrove Forests: A 10-Year Assessment" (Revision being processed/with Editor 1).
- b. *Article Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries* (Q3), dengan judul "Acceleration of the Growth of Mangrove Crab (*Scylla serrata*) Through Aerated Portable Controlled Container with Different Feeding Frequency" (Revision being processed/manuscript revised by a author 1).



Dibuat oleh Komunitas Penelitian dan Pengembangan Riset, dan Teknologi Perikanan Fundamental Brebes Tahun Kedua (2024) dari Tiga Tahun Riset Penelitian

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr Ir Suyono M.Pi

Alamat : Jl. Pala 7 No. 28

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 0667/E5/AL.04/2024 tanggal 30 Mei 2024 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 108/E5/PG.02.00.PL/2024 ; 012/LL6/PB/AL.04/2024 ; 090.a/K/A-4/VI/2024 mendapatkan Anggaran Penelitian TEKNOLOGI HYBRID ENGINEERING, BIODISEL DAN BLUE CARBON TERINTEGRASI UNTUK REHABILITASI DAN KONSERVASI MANGROVE TERDAMPAK ABRASI DENGAN PENDEKATAN EKOLOGIS DAN CSR Sebesar Rp.126.990.000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	RAB 100%	Realisasi
1	Bahan ATK (kertas HVS, tinta printer, copy, dll.)	Rp.2.360.800	Rp.2.360.800
2	Pengumpulan Data Honor pembantu peneliti, honor petugas lapangan, petugas survei, uang harian, biaya konsumsi pengumpulan data vegetasi mangrove, data carbon trap, biji nyamplung, dan biaya FGD.	Rp.40.970.000	Rp.40.970.000
3	Analisis Data Honor narasumber ekosistem mangrove, narasumber carbon trading, nara sumber SIG, nara sumber biodisel, analisis carbon trap pada vegetasi dan serasah mangrove, sintesa dan uji kualitas minyak-biodisel dari mangrove jenis nyamplung (<i>Callophyllum inophyllum</i> L.).	Rp.39.460.000	Rp.39.460.000
4	Sewa Peralatan Sewa mobil dan perahu penelitian, serta GPS dan pengukur arus.	Rp.14.999.200	Rp.14.999.200
5	Pelaporan Luaran Wajib Konsumsi penyusunan laporan, uang harian tim penyusun laporan penelitian, penulisan manuskrip, prooread, subsidi pemuatan artikel jurnal, dan biaya pengurusan Hak Cipta	Rp.29.200.000	Rp.29.200.000
6	Lain-lain —	Rp.0	Rp.0
Realisasi (100 %)			Rp.126.990.000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Tegal, 23-12-2024, Ketua



Dr Ir Suyono M.Pi

NIP/NIPK 19660115 199303 1 004