



Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
<https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/>

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN

ID Proposal: 739b4161-59a8-4cbe-8dc8-12276f84bded
laporan akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 1 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebagai jasa ekosistem pesisir

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Kemaritiman	-		Teknik Kelautan dan Ilmu Kelautan

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional			SBK Riset Pembinaan/ Kapasitas	2	1

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ADITYO RAYNALDO -	Universitas Oso	Ilmu Kelautan	Mengkoordinasikan pelaksanaan penelitian, melakukan pengambilan data	6770210	2

Ketua Pengusul			lapangan, melakukan analisis kondisi mangrove dan karbon vegetasi mangrove, menyusun laporan, dan menulis artikel ilmiah		
ROBIN SAPUTRA - Anggota Pengusul	Universitas Oso	Ilmu Kelautan	Melakukan pengambilan data lapangan, melakukan analisis spasial sebaran mangrove dan sebaran karbon mangrove, menyusun laporan, dan menulis artikel ilmiah	6770165	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
-------	------------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-6	Accepted	Jurnal Kelautan Tropis (Sinta 2), Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP. URL : https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jkt/index
1	Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-6	Submitted	Jurnal Kelautan Tropis (Sinta 2), Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP. URL : https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jkt/index
1	Video Kegiatan		

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
--------------	--------------	--	---

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 1 Tahun Rp. 0

Tahun 1 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

Tahun 2 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

Tahun 3 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Sumberdaya pesisir dan laut saat ini menjadi aset yang belum dapat dihitung valuasinya tiap tahun secara menyeluruh. Melalui lima kebijakan ekonomi biru, Kementerian Kelautan dan Perikanan menggagas pembuatan neraca sumberdaya perairan/laut sehingga jasa ekosistem pesisir dan laut dapat dirumuskan secara ekonomi di tingkat nasional. Studi kasus penerapan model neraca sumberdaya perairan di tingkat daerah diperlukan sebelum implementasinya di tingkat nasional. Kabupaten Kayong Utara merupakan salah satu Kabupaten di pesisir Provinsi Kalimantan Barat, memiliki potensi karbon biru pesisir terutama mangrove. Sebagian ekosistem mangrove di Kabupaten Kayong Utara menjadi kawasan konservasi dikarenakan peranya sebagai daerah refugia ikan dan udang sehingga dapat dijadikan model dalam pembuatan neraca sumberdaya perairan dalam mendukung ekonomi biru.

Data sebaran dan luasan mangrove eksisting, kondisi dan potensi karbon biru diperlukan untuk mendorong peningkatan ekonomi masyarakat pesisir sebagai jasa ekosistem pesisir yang masih terbatas saat ini. Tujuan penelitian ini adalah 1) untuk memetakan sebaran mangrove dan kondisinya, 2) memetakan distribusi spasial cadangan karbon hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara. Metode penelitian ini terdiri atas tiga tahapan, tahapan pertama adalah survei dan pemetaan mangrove, yakni dengan menggunakan kombinasi data penginderaan jauh dari citra satelit Sentinel 2 (resolusi spasial 10 m) untuk menghasilkan produk peta skala 1:50.000, dan data lapangan yang terdiri atas struktur dan komposisi mangrove. Tahapan kedua yaitu mengestimasi cadangan karbon pada hutan mangrove melalui plot pengamatan dan persamaan allometrik yang tersedia. Tahapan ketiga yaitu melakukan pemetaan cadangan karbon melalui formulasi model hubungan antara beberapa parameter yang diekstrak pada data citra satelit dengan nilai cadangan karbon di titik lokasi pengambilan sampel. Penelitian melibatkan mahasiswa sebagai tahap pengenalan riset. Tingkat kesiapan teknologi (TKT) penelitian yang diajukan ini berada pada TKT 1 dan diharapkan setelah penelitian selesai akan menuju TKT 2. Luaran penelitian ini adalah publikasi satu artikel ilmiah di jurnal nasional sinta terakreditasi peringkat 2 (Jurnal Kelautan

Tropis).

Hasil penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 terdiri atas empat komponen, yakni 1) Luasan, sebaran dan kondisi hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara, 2) Hasil data survey kerapatan, spesies dominan dan AGC di lapangan, 3) Model dan variabel regresi linear terbaik untuk estimasi AGC, 4) Sebaran dan nilai potensi AGC dari model yang dipilih. Luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, tersebar di Kecamatan Pulau Maya, Seponti, Teluk Batang, Simpang Hilir, Sukadana dan Kepulauan Karimata. Kondisi mangrove terdiri atas kategori jarang 3,92%, sedang 53,07% dan rapat 43,01%. Kerapatan pohon ($DBH \geq 10$ cm) dari 56 titik survey berkisar antara 100 – 2800 ind/ha dengan nilai AGC berkisar 4,21 – 1375,74 Mg/ha. Spesies mangrove dominan yang ditemukan antara lain *Avicennia alba*, *Avicennia lanata*, *Avicennia marina*, *Bruguiera parviflora*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Xylocarpus granatum*. Model regresi linear yang terbaik pada penelitian ini menggunakan variabel MDI2 dengan formulasi $y = 225,08x - 114,55$ dan nilai korelasi pearson (r) = 0,377. Nilai potensi AGC dari model yang dipilih berkisar antara 0 – 631,92 Mg/ha tersebar dengan nilai potensi terbesar terdapat di Kecamatan Pulau Maya.

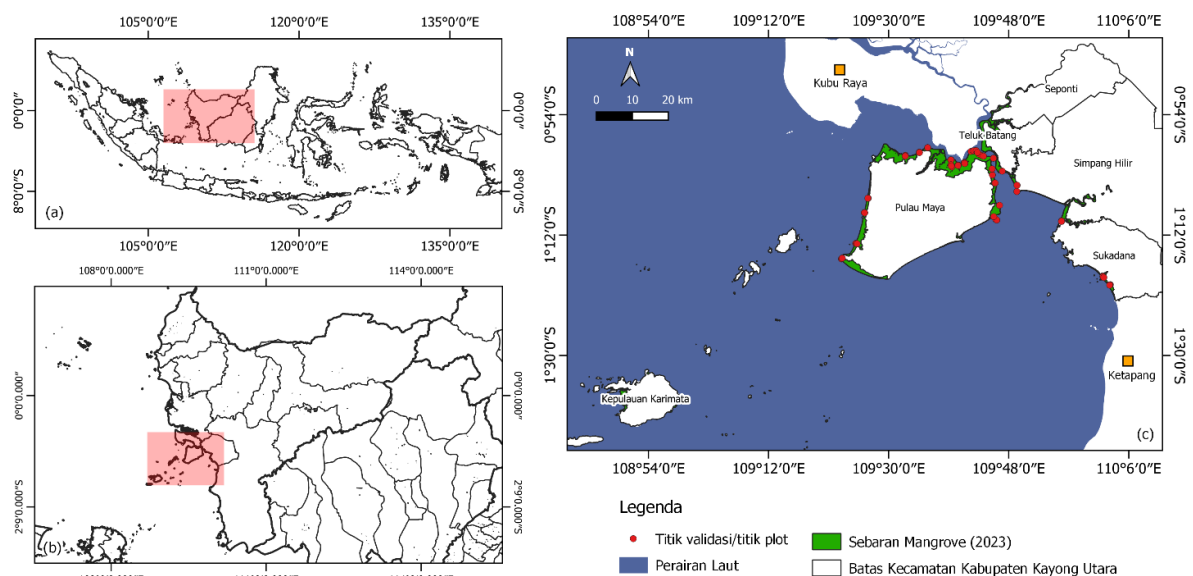
B. KATA KUNCI

Citra_satelit; ekonomi_biru; kawasan konservasi; cadangan karbon

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.

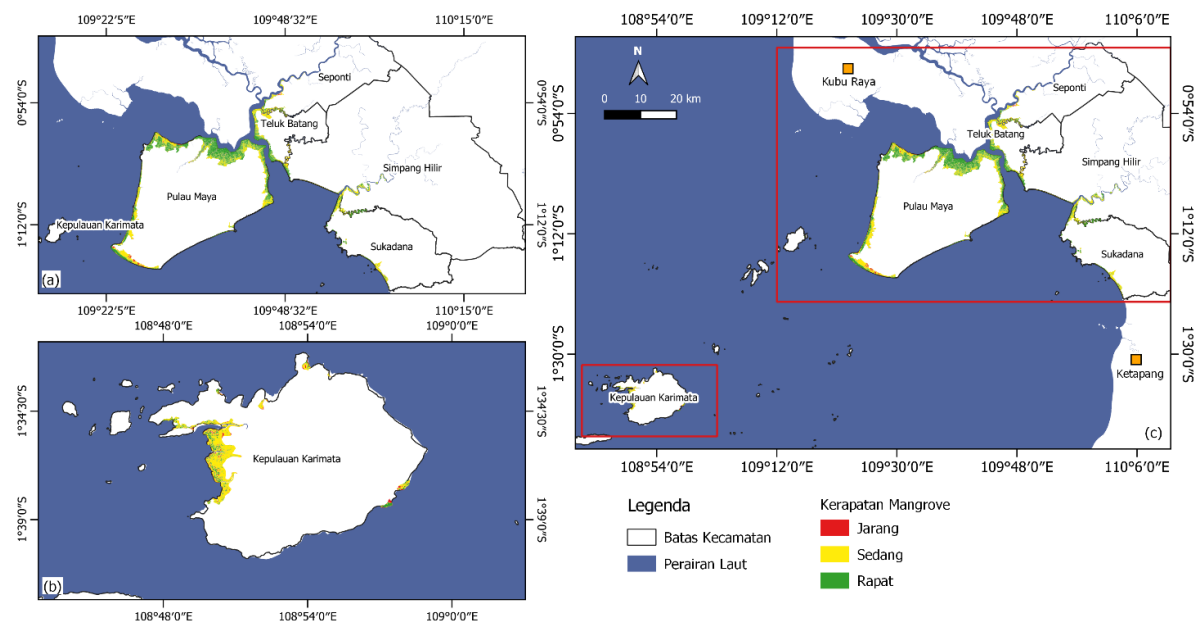
C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan 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.

Hasil penelitian yang dilakukan pada tahun 2023 terdiri atas empat komponen, yakni 1) Luasan, sebaran dan kondisi hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara, 2) Hasil data survey kerapatan, spesies dominan dan AGC di lapangan, 3) Model dan variabel regresi linear terbaik untuk estimasi AGC, 4) Sebaran dan nilai potensi AGC dari model yang dipilih. Survey lapangan dilakukan di Kecamatan Teluk Batang, Pulau Maya, Simpang Hilir dan Sukadana, sebanyak 56 titik dikunjungi untuk validasi keberadaan mangrove dan analisis kondisi serta nilai stok karbon. Sebaran titik lokasi survey untuk validasi dan analisis kondisi serta nilai stok karbon terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian: (a) Letak Geografis Provinsi Kalimantan Barat di Indonesia, (b) Letak Geografis Kabupaten Kayong di Provinsi Kalimantan Barat, (c) Sebaran mangrove berdasarkan data citra Sentinel-2 dan sebaran titik validasi/titik survey

Hasil analisis menunjukkan luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, tersebar di Kecamatan Pulau Maya, Seponti, Teluk Batang, Simpang Hilir, Sukadana dan Kepulauan Karimata (Gambar 2). Penggunaan metode cepat untuk pemantauan mangrove berdasarkan Winarso (2018) memudahkan dalam mengetahui sebaran mangrove di seluruh Kabupaten Kayong Utara. Penggunaan data sebaran mangrove dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan sebaran eksisting pada sebaran mangrove pada tahun 2023. Berdasarkan standar baku kerusakan hutan mangrove (Kepmen LH No. 201, 2004), kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara termasuk dalam kriteria baik (kategori kerapatan pohon rapat dan sedang) sebesar 92,08% dan kriteria rusak sebesar 3,92%. Kondisi mangrove dengan kriteria rusak disebabkan beberapa hal, diantaranya berada pada formasi awal zona mangrove (individu baru tumbuh), celah terbuka antara tutupan kanopi mangrove atau kondisi terbuka akibat penebangan mangrove (minim).



Gambar 2. Peta sebaran kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara

Sebaran mangrove yang terdapat di enam kecamatan di Kabupaten Kayong Utara memiliki luasan antara 804,32 - 13.878,65 ha, terluas ditemukan di Kecamatan Pulau Maya dan terkecil ditemukan di Kecamatan Seponti (Tabel 1). Kecamatan Pulau Maya memiliki potensi luasan mangrove terbesar diantara semua Kecamatan di Kabupaten Kayong Utara, terutama di bagian Utara Kecamatan, tepatnya di Desa Dusun Kecil. Berdasarkan persentase kriteria kerapatan/tutupan tajuk, kawasan mangrove dengan kategori rapat ditemukan sebesar 43,01%, sedang 53,07% dan jarang 3,92% dari seluruh Kecamatan.

Tabel 1. Luasan dan kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara

No	Kecamatan	Luas per Kerapatan (ha)			Luas Sebaran Total (ha)
		Jarang	Sedang	Rapat	
1	Pulau Maya	490,97	6.717,34	6.670,34	13.878,65
2	Seponti	63,99	542,63	197,70	804,32
3	Teluk Batang	59,58	1.253,73	867,23	2.180,54
4	Simbang Hilir	49,92	832,58	505,31	1.387,81
5	Sukadana	41,68	851,84	460,82	1.354,34
6	Kepulauan Karimata	100,23	723,59	149,92	937,74
Total Luas Mangrove Kabupaten Kubu Raya					20.543,40 ha

Kerapatan pohon (DBH ≥ 10 cm) dari 56 titik survey berkisar antara 100 – 2800 ind/ha dengan nilai Aboveground Carbon Stock (AGC) berkisar 4,21 – 1375,74 Mg/ha dan rata-rata dari seluruh titik validasi sebesar 285,17 Mg/ha (Tabel 2). Spesies mangrove dominan yang ditemukan antara lain *Avicennia alba*, *Avicennia lanata*, *Avicennia marina*, *Bruguiera parviflora*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Xylocarpus granatum*. Nilai potensi stok karbon atas permukaan di Kabupaten Kayong Utara ditemukan lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa daerah di Indonesia berdasarkan penelitian Murdiyarso *et al.* (2015), seperti Kabupaten Kubu Raya (Kalimantan Barat) dengan nilai rerata 134,8 Mg/ha, Kabupaten Mimika (Provinsi Papua) dengan nilai rerata AGC 255,1 Mg/ha dan Kabupaten Cilacap (Jawa Tengah) dengan nilai rerata AGC 6,9 Mg/ha.

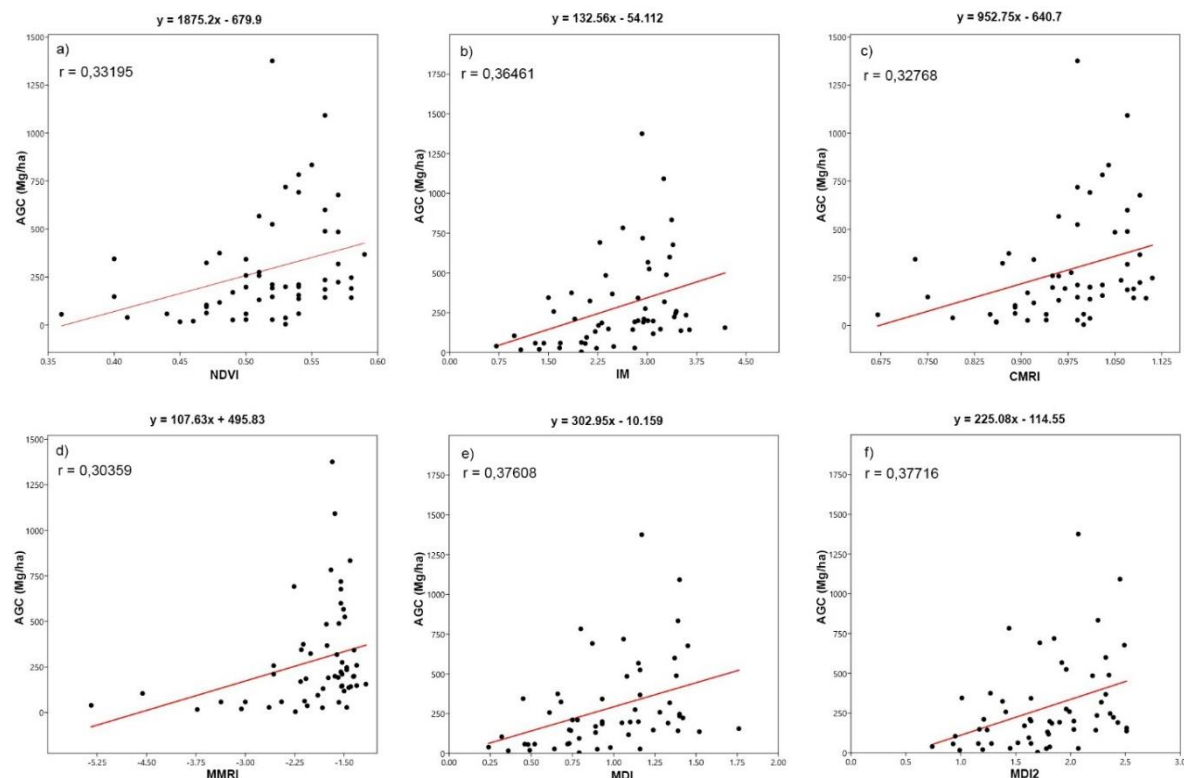
Tabel 2. Analisis Aboveground Carbon Stock (AGC)

Sampel Point	Kerapatan pohon (ind/ha)	AGC (Mg/ha)	Spesies Dominan
1	700	246.79	<i>Rhizophora apiculata</i>
2	1600	142.05	<i>Rhizophora apiculata</i>
3	1100	210.50	<i>Xylocarpus granatum</i>
4	2200	1092.06	<i>Rhizophora apiculata</i>

5	2300	318.05	<i>Xylocarpus granatum</i>
6	900	143.25	<i>Xylocarpus granatum</i>
7	900	155.51	<i>Rhizophora mucronata</i>
8	900	199.27	<i>Xylocarpus granatum</i>
9	500	190.55	<i>Rhizophora mucronata</i>
10	1000	197.47	<i>Rhizophora mucronata</i>
11	100	192.21	<i>Rhizophora mucronata</i>
12	700	718.99	<i>Xylocarpus granatum</i>
13	500	146.48	<i>Bruguiera parviflora</i>
14	400	55.83	<i>Xylocarpus granatum</i>
15	1100	833.70	<i>Rhizophora mucronata</i>
16	600	783.00	<i>Xylocarpus granatum</i>
17	400	117.55	<i>Rhizophora mucronata</i>
18	400	258.58	<i>Rhizophora mucronata</i>
19	500	275.14	<i>Xylocarpus granatum</i>
20	400	524.74	<i>Rhizophora mucronata</i>
21	500	1375.74	<i>Rhizophora mucronata</i>
22	700	566.95	<i>Rhizophora mucronata</i>
23	800	374.45	<i>Bruguiera parviflora,</i> <i>Excoecaria agallocha</i>
24	1200	147.77	<i>Rhizophora apiculata</i>
25	1600	234.72	<i>Rhizophora apiculata</i>
26	1200	223.16	<i>Rhizophora apiculata</i>
27	1700	323.59	<i>Rhizophora apiculata</i>
28	1100	185.40	<i>Rhizophora apiculata</i>
29	1600	210.62	<i>Excoecaria agallocha</i>
30	1700	488.54	<i>Rhizophora apiculata</i>
31	2100	599.59	<i>Rhizophora apiculata</i>
32	2300	677.00	<i>Rhizophora apiculata</i>
33	1200	342.51	<i>Rhizophora apiculata</i>
34	1100	199.53	<i>Rhizophora apiculata</i>
35	1300	136.75	<i>Rhizophora apiculata</i>
36	600	27.72	<i>Rhizophora apiculata</i>
37	1300	130.97	<i>Avicennia lanata</i>
38	1200	94.53	<i>Rhizophora stylosa</i>
39	700	26.23	<i>Avicennia lanata</i>
40	2800	62.64	<i>Excoecaria agallocha</i>
41	200	4.21	<i>Avicennia alba</i>
42	2700	484.59	<i>Rhizophora apiculata</i>
43	2000	367.80	<i>Rhizophora apiculata</i>
44	2200	344.49	<i>Rhizophora apiculata</i>
45	700	36.93	<i>Rhizophora apiculata</i>
46	1100	691.57	<i>Rhizophora apiculata</i>
47	2000	169.69	<i>Rhizophora apiculata</i>

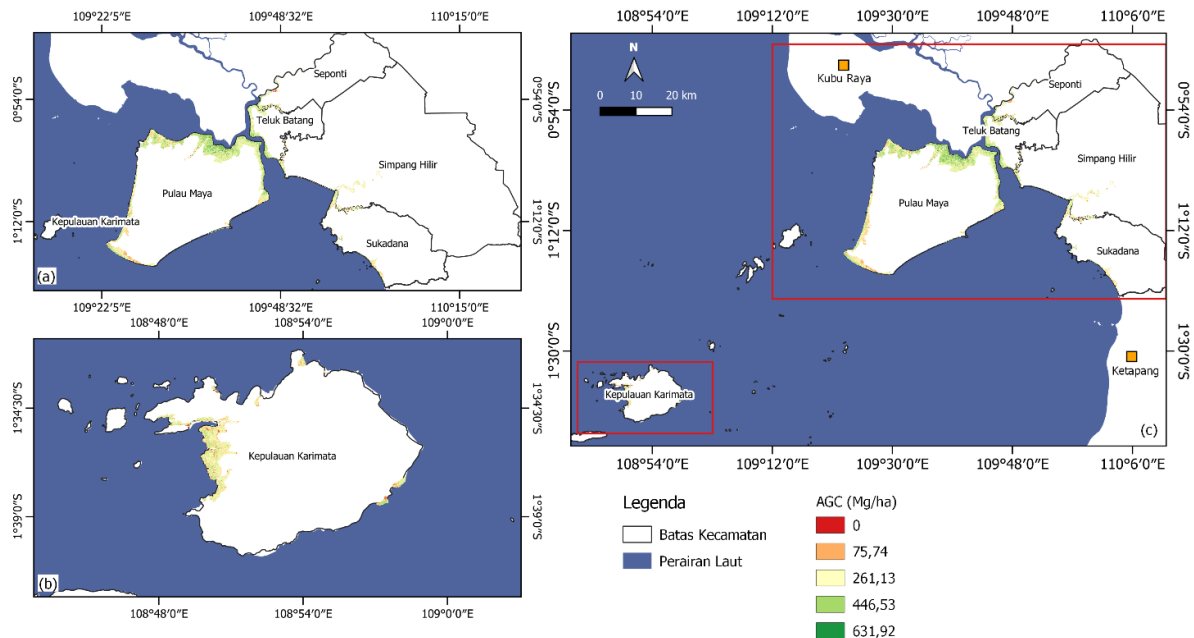
48	1000	28.11	<i>Excoecaria agallocha</i>
49	2000	104.53	<i>Excoecaria agallocha</i>
50	1000	57.95	<i>Excoecaria agallocha</i>
51	500	16.52	<i>Avicennia marina</i>
52	400	19.84	<i>Avicennia marina</i>
53	900	39.20	<i>Avicennia marina</i>
54	2100	58.00	<i>Excoecaria agallocha</i>
55	2300	257.10	<i>Excoecaria agallocha</i>
56	1300	58.75	<i>Excoecaria agallocha</i>

Variabel indeks vegetasi yang umum digunakan dalam mendeteksi vegetasi dan mendeteksi keberadaan mangrove berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya (Gupta *et al.* 2018; Winarso *et al.*, 2014, Diniz *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2018) menghasilkan nilai korelasi yang cukup selaras, dengan nilai korelasi pearson berkisar 0,30 – 0,38 (hubungan positif rendah). Tiap kenaikan nilai variabel x indeks vegetasi maka nilai variabel y (AGC) ditemukan mengalami peningkatan, namun memiliki hubungan yang rendah karena sebagian data tersebar jauh dari garis linear (Gambar 3). Model regresi linear terbaik pada penelitian ini adalah menggunakan variabel MDI2 dengan formulasi $y = 225,08x - 114,55$ dan nilai korelasi pearson (r) = 0,38. Nilai hubungan analisis model AGC penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Suardana *et al.* (2023) di lokasi Teluk Benoa, Bali, beberapa faktor diantaranya karena sebagian besar kondisi mangrove di Kabupaten Kubu Raya memiliki kerapatan dan tutupan tajuk sedang-tinggi (Tabel 1) namun memiliki variasi nilai diameter yang cukup tinggi, sehingga indeks vegetasi yang digunakan tidak dapat sepenuhnya menggambarkan nilai stok karbon dari vegetasi mangrove. Variabel diameter tegakan mangrove merupakan variabel utama dalam penentuan stok karbon vegetasi mangrove (AGC dan BGC) (Komiyama *et al.* 2005), namun di lokasi penelitian nilai rerata diameter pada tiap titik tidak selalu menentukan besarnya nilai tutupan yang direkam oleh citra satelit.



Gambar 3. Hubungan antara nilai AGC dan indeks vegetasi NDVI (a), IM (b), CMRI (c), MMRI (d), MDI (e), dan MDI2 (f)

Variabel Mangrove Discrimination Index 2 (Wang *et al.*, 2018) dipilih untuk menggambarkan distribusi nilai AGC pada seluruh kawasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara karena memiliki nilai korelasi yang paling tinggi. Berdasarkan hasil analisis spasial, nilai potensi AGC dari model yang dipilih berkisar antara 0 – 677,69 Mg/ha di seluruh Kabupaten Kayong Utara, dengan nilai potensi stok karbon terbesar terdapat di Kecamatan Pulau Maya (Gambar 4). Nilai korelasi dari model yang dipilih memiliki akurasi yang lebih tinggi dari beberapa penelitian sejenis menggunakan indeks vegetasi, seperti Sun *et al.* (2021) menggunakan indeks EVI, BNDVI citra Sentinel-2 ($r = 0,25$ dan $0,35$).



Gambar 4. Peta prediksi sebaran stok karbon (AGC) mangrove berdasarkan variabel MDI2 citra Sentinel-2 di Kabupaten Kayong Utara

Adapun video kegiatan penelitian dapat dilihat pada tautan berikut https://drive.google.com/drive/folders/1-7WhhKqD1tfoM53NmtgSAepCh9eGmOmw?usp=drive_link ...

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, hasil pengujian 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 mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Luaran wajib penelitian ini adalah artikel di Jurnal Nasional Terakreditasi SINTA dengan status accepted/published. Artikel ini telah disubmit di Jurnal Kelautan Tropis dari Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro dengan akreditasi SINTA Peringkat 2. Judul artikel yang disubmit adalah Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara. Artikel telah melewati proses review (accepted) dan memasuki tahap editing untuk diterbitkan di terbitan terdekat...

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

.....

.....

.....

.....

.....

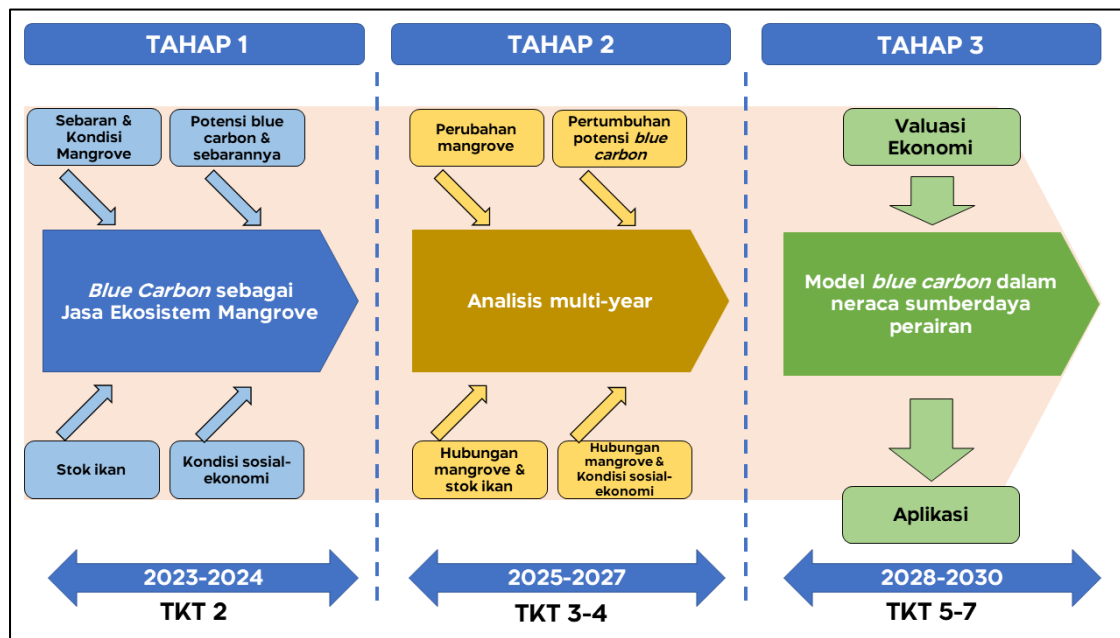
F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang ditemukan dalam pelaksanaan penelitian antara lain pertama, pada saat pelaksanaan survey kondisi gelombang laut sedang cukup tinggi, sehingga untuk mencapai lokasi diperlukan kapal yang lebih besar. Kendala kedua yang dialami adalah waktu untuk rekapitulasi data di lapangan, analisis data dan pembuatan artikel cukup singkat. Namun dari kendala-kendala selama penelitian dapat diselesaikan dengan baik...

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya 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. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Tahapan penelitian sesuai proposal penelitian yang terdiri atas 1) survey dan pemetaan mangrove, 2) estimasi cadangan karbon, 3) pemetaan distribusi karbon telah selesai dianalisis dan sesuai dengan indikator capaian yang ditetapkan. Tahap penelitian selanjutnya yakni 4) publikasi ilmiah, Artikel telah melewati proses review (accepted) dan memasuki tahap editing untuk diterbitkan di terbitan terdekat. Rencana kegiatan penelitian telah sesuai dengan agenda penelitian.

Sesuai dengan roadmap penelitian (Gambar 5), penelitian tahun 2023 telah selesai dilaksanakan, sesuai dengan roadmap penelitian Tahap 1, penelitian selanjutnya akan dilakukan dengan topik kajian mengenai stok ikan dan kondisi sosial ekonomi di wilayah pesisir Kabupaten Kayong Utara. Melalui hasil penelitian 2023 terkait kondisi mangrove, nilai potensi stok ikan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat pesisir akan dikaji untuk melihat hubungan antara keberadaan dan kondisi ekosistem mangrove terhadap nilai stok ikan serta kondisi sosial ekonomi masyarakat yang ada di pesisir Kabupaten Kayong Utara.



Gambar 5. Peta Jalan (Road Map) Penelitian...

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

1. Diniz C, Cortinhas L, Nerino G, Rodrigues J, Sadeck L, Adami M, et al. Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. *Remote Sensing*. 2019 Apr 4;11(7):808
2. Gupta K, Mukhopadhyay A, Giri S, Chanda A, Datta Majumdar S, Samanta S, et al. An index for discrimination of mangroves from non-mangroves using LANDSAT 8 OLI imagery. *MethodsX*. 2018;5:1129–39
3. Komiyama A, Pongparn S, Kato S. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *J Trop Ecol*. 2005 Jul;21(4):471–7
4. Murdiyarso D, Purbopuspito J, Kauffman JB, Warren MW, Sasmito SD, Donato DC, et al. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Clim Change*. 2015

Dec;5(12):1089–92

5. Wang D, Wan B, Qiu P, Su Y, Guo Q, Wang R, et al. Evaluating the Performance of Sentinel-2, Landsat 8 and Pléiades-1 in Mapping Mangrove Extent and Species. *Remote Sensing*. 2018 Sep 14;10(9):1468
6. Winarso G, Purwanto AD, Yuwono DM. New Mangrove Index As Degradation/Health Indicator Using Remote Sensing Data : Segara Anakan And Alas Purwo Case Study. 2014
7. Winarso. Metpde Cepat Pemantauan Hutan Mangrove menggunakan Data Penginderaan Jauh. Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional. 2018.

Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara

Adityo Raynaldo^{1*}, Robin Saputra¹, Zan Zibar¹

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO
Jl Untung Suropati No 99, Pontianak, 78113
Email Corresponding : *adityoraynaldo@oso.ac.id

Abstract

Mapping of Mangroves Blue Carbon Potential in North Kayong Regency

Distribution and extent of existing mangroves, conditions, and potential for blue carbon are needed to encourage the economy of coastal communities as coastal ecosystem services. Kayong Utara Regency as one of the regencies in the coastal area of West Kalimantan has the potential for mangroves to be utilized by coastal communities but there has been no ecological study of the potential for blue carbon contained therein. This study aims to map the distribution of mangroves and their conditions and to map the spatial distribution of mangrove carbon stocks in the Kayong Utara Regency. The mapping method for the distribution of existing mangroves is carried out using the visual interpretation method by making a certain false-color RGB composite, the distribution of mangroves is identified using nine key elements of image interpretation. Mangrove conditions were analyzed through mangrove cover using the hemispherical photography method. Mapping of carbon stocks was carried out using a linear regression model formulation of several vegetation index variables and carbon stock values from making observation plots, then analyzed spatially. The research results show that the mangrove area in North Kayong Regency is 20,543.40 ha, spread throughout the district. Mangrove conditions consist of the categories rare 3.92%, moderate 53.07%, and dense 43.01%. Tree density (DBH ≥ 10 cm) from 56 survey points ranged from 100 – 2800 individual ha⁻¹ with AGC values ranging from 4.21 – 1375.74 Mg ha⁻¹. The dominant mangrove species found included *Avicennia alba*, *A. lanata*, *A. marina*, *Bruguiera parviflora*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, *Xylocarpus granatum*. The best linear regression model in this study uses the MDI2 variable with the formulation $y = 225.08x - 114.55$ and the Pearson correlation value (r) = 0.377. The AGC potential value of the selected model ranges from 0 – 631.92 Mg ha⁻¹ spread with the largest potential value found in Pulau Maya District.

Keyword : satellite imagery; regression model; conservation area; carbon stock

Abstrak

Data sebaran dan luasan mangrove eksisting, kondisi dan potensi karbon biru diperlukan untuk mendorong peningkatan ekonomi masyarakat pesisir sebagai jasa ekosistem pesisir yang masih terbatas saat ini. Kabupaten Kayong Utara sebagai salah satu Kabupaten di wilayah pesisir Kalimantan Barat memiliki potensi mangrove yang dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir namun belum ada kajian ekologis tentang potensi karbon biru yang terdapat didalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran mangrove dan kondisinya serta memetakan distribusi spasial stok karbon mangrove di Kabupaten Kayong Utara. Metode pemetaan sebaran mangrove eksisting dilakukan dengan menggunakan metode interpretasi visual dengan membuat komposit *false-color* RGB tertentu, sebaran mangrove diidentifikasi dengan menggunakan sembilan unsur kunci interpretasi citra. Kondisi mangrove dianalisis melalui tutupan mangrove dengan metode *hemispherical photography*. Pemetaan stok karbon dilakukan dengan formulasi model regresi linear beberapa variabel indeks vegetasi dan nilai stok karbon dari pembuatan plot pengamatan, kemudian dianalisis secara spasial. Hasil penelitian menunjukkan luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, tersebar di seluruh Kecamatan. Kondisi mangrove terdiri atas kategori jarang 3,92%, sedang 53,07% dan rapat 43,01%. Kerapatan pohon (DBH ≥ 10 cm) dari 56 titik survey berkisar antara 100 – 2800 ind ha⁻¹ dengan nilai AGC berkisar 4,21 – 1375,74 Mg ha⁻¹. Spesies mangrove dominan yang ditemukan antara lain *Avicennia alba*, *A. lanata*, *A. marina*, *Bruguiera parviflora*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, *Xylocarpus granatum*. Model regresi linear yang terbaik pada penelitian ini menggunakan variabel MDI2 dengan formulasi $y = 225,08x - 114,55$ dan nilai korelasi pearson (r) = 0,377. Nilai potensi AGC dari model yang dipilih berkisar antara 0 – 631,92 Mg ha⁻¹ tersebar dengan nilai potensi terbesar terdapat di Kecamatan Pulau Maya.

Kata kunci : citra satelit; model regresi; kawasan konservasi; stok karbon

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu jenis ekosistem yang menyusun kawasan pesisir. Ekosistem mangrove disusun oleh jeni-jenis tumbuhan yang memiliki kemampuan adaptasi terhadap salinitas dan pasang surut air laut, umumnya membentuk zonasi berupa penyebaran jenis yang mengelompok ke arah darat (Yuvaraj *et al.*, 2017; Jones *et al.*, 2015). Ekosistem mangrove berperan penting memberikan jasa lingkungan bagi Kawasan pesisir, keberadaan mangrove berperan sebagai habitat ikan (Vincentius *et al.*, 2019), perlindungan dari badai tropis (Zhang *et al.*, 2022), dan memiliki produktivitas tinggi (Alongi, 2020).

Indonesia memiliki potensi emisi karbon yang cukup tinggi dengan kisaran 10-100 Tg CO₂eq dibandingkan dengan beberapa negara lain (Adame *et al.*, 2021). Deforestasi dan peningkatan emisi karbon di Indonesia ini utamanya disebabkan oleh degradasi dan alih guna lahan untuk tambak (*agriculture*), pembangunan dan pemanfaatan hasil kayu (Arifanti *et al.*, 2021). Kawasan mangrove sebagai salah satu penyimpan karbon terbesar (Murdiyarso *et al.*, 2015) berpotensi menambah emisi karbon akibat deforestasi alih guna lahan.

Karbon biru pesisir pada ekosistem mangrove dapat dianalisis dari biomassa dan nilai karbon organik tanah (Howard *et al.*, 2014). Berdasarkan beberapa penelitian global sebelumnya, nilai stok karbon pada ekosistem mangrove rata-rata sebesar 702.5 Mg C_{org} ha⁻¹ (Alongi, 2020). Pemetaan sebaran dan potensi penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove dapat dilakukan dengan pendekatan penginderaan jauh (Tran *et al.*, 2022), sehingga potensi karbon yang disimpan dan mungkin dilepas akibat degradasi dan alih guna lahan dapat diestimasi. Kombinasi band dapat dilakukan untuk memvisualisasikan citra sehingga dapat diaplikasikan dalam klasifikasi kawasan mangrove. Beberapa pendekatan indeks vegetasi juga umum dilakukan untuk mengklasifikasikan mangrove dari nilai spektral band pada citra (Gupta *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2018).

Penelitian mengenai kondisi hutan mangrove saat ini di Kabupaten Kayong Utara masih cukup minim, belum terdapat publikasi mengenai sebaran mangrove dan potensi karbon biru yang terdapat pada ekosistem mangrove. Data sebaran spasial, kondisi mangrove, serta analisis potensi karbon ekosistem ini sangat diperlukan dalam pengelolaan Kawasan mangrove serta keberlanjutannya. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran mangrove serta kondisinya, mengestimasi nilai stok karbon dan memetakan sebaran stok karbon mangrove melalui pendekatan penginderaan jauh di Kabupaten Kayong Utara.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini mengkaji seluruh kawasan mangrove yang ada di Kabupaten Kayong Utara melalui tiga tahapan, tahapan pertama adalah survei dan pemetaan mangrove dengan menggunakan kombinasi data penginderaan jauh dan data validasi/titik plot di lapangan. Tahapan kedua mengestimasi stok karbon mangrove melalui plot pengamatan dan persamaan allometrik yang tersedia. Tahapan ketiga yaitu melakukan pemetaan stok karbon melalui formulasi model hubungan antara beberapa parameter yang diekstrak pada data citra satelit dengan nilai cadangan karbon di titik lokasi pengambilan sampel.

Tabel 1. Data penginderaan jauh yang digunakan pada penelitian ini

ID	Kode Citra	Tanggal	Resolusi spasial (m)
1	S2A_MSIL2A_20230812T025551_N0509_R032_T49MBU_20230812T090410	12 Agustus 2023	10
2	S2B_MSIL2A_20230725T024529_N0509_R132_T49MCU_20230725T055533	25 Juli 2023	10
3	S2B_MSIL2A_20230725T024529_N0509_R132_T49MCV_20230725T055533	25 Juli 2023	10

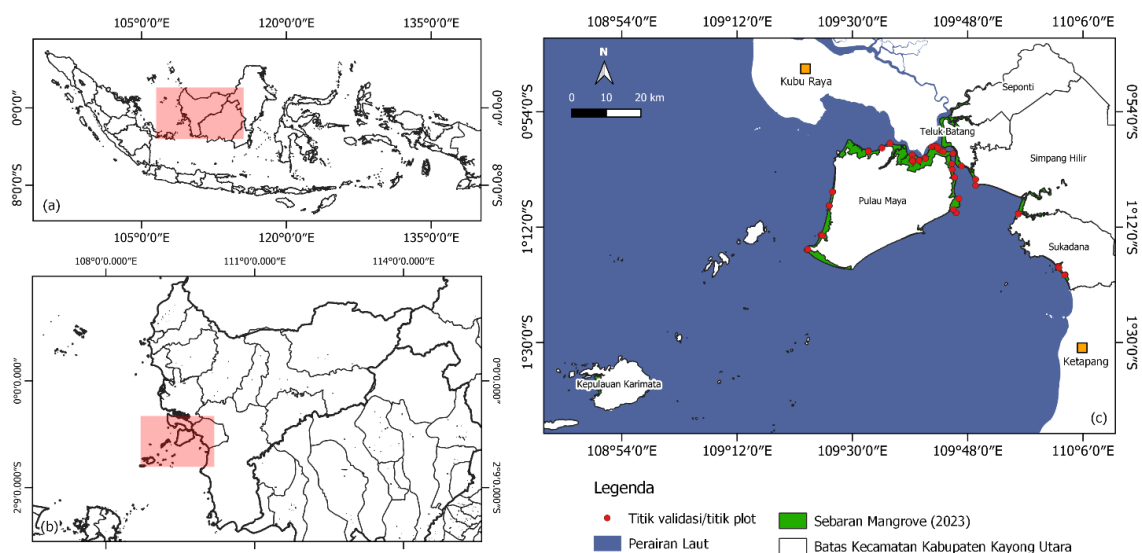
Data penginderaan jauh yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari citra satelit Sentinel-2 (Multi-spectral Imager Instrument, MSI) dengan waktu perekaman citra dari bulan Juli – Agustus 2023. Citra satelit diunduh melalui laman <https://scihub.copernicus.eu/>. Data citra Sentinel-2 yang digunakan telah dilakukan orthorektifikasi dan terkoreksi secara atmosferik (Level 1C). Spesifikasi data yang digunakan pada penelitian ini tersaji pada Tabel 1.

Pemetaan kawasan mangrove dilakukan dengan metode cepat menggunakan data penginderaan jauh (Winarso, 2018), peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) mangrove yang dikeluarkan oleh BIG digunakan sebagai data dasar dalam penentuan sebaran mangrove. Pemetaan mangrove eksisting tahun 2023 dilakukan melalui pendekatan komposit *false-color* RGB band NIR-SWIR-Red untuk memvisualisasikan keberadaan vegetasi mangrove dan dilakukan interpretasi visual dengan memperhatikan sembilan unsur kunci interpretasi citra, meliputi rona, warna, bentuk, ukuran, tekstur, pola bayangan, situs (letak), asosiasi dan konvergensi (Prahasta, 2008). Pemetaan kondisi mangrove dilakukan melalui klasifikasi NDVI dengan basis data data tutupan tajuk (metode *hemispherical photography*) yang diambil di lapangan. Kriteria standar baku kerusakan mangrove didasarkan pada Kepmen LH No 201 Tahun 2004 (Tabel 2).

Tabel 2. Kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove

Kriteria	Kategori	Persentase tutupan	Kerapatan pohon (ind ha^{-1})
Baik	Padat	$\geq 75\%$	≥ 1.500
	Sedang	50%-75%	1.000-1.500
Rusak	Jarang	$< 50\%$	< 1.000

Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Juni dan Agustus 2023 di empat kecamatan di Kabupaten Kayong Utara (Gambar 1). Sampel uji lapangan dipilih berdasarkan *purposive* dan *proportional sampling* berdasarkan pertimbangan keberadaan dan stratifikasi mangrove di Kabupaten Kayong Utara. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3 (2014), jumlah minimal sampel dengan skala peta 1:50.000 adalah 30 sampel, ditambah dengan pertimbangan luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara lebih kurang 20.000 hektar, maka jumlah sampel minimal pada penelitian ini adalah ± 43 titik validasi dan 26 plot. Jumlah titik validasi dan titik plot yang dilakukan survey pada penelitian ini adalah sejumlah 56 titik.



Gambar 1. Lokasi penelitian: (a) Letak Geografis Provinsi Kalimantan Barat di Indonesia, (b) Letak Geografis Kabupaten Kayong di Provinsi Kalimantan Barat, (c) Sebaran mangrove berdasarkan data citra Sentinel-2 dan titik survey.

Estimasi stok karbon atas permukaan/ aboveground carbon stock (AGC) dilakukan dilakukan dengan membuat plot pengamatan 10 x 10 m² pada tiap titik suvey yang mewakili stratifikasi mangrove berdasarkan pedoman dari Dharmawan *et al.* (2020) dan Howard *et al.* (2014). Pengukuran dalam setiap plot dilakukan pada setiap tegakan dengan *diameter breast height* (dbh) ≥ 10 cm sesuai pedoman teknis pengumpulan dan pengeolahan data geospasial mangrove (Peraturan Kepala BIG No 3, 2014), identifikasi jenis dilakukan berdasarkan pedoman Sidik *et al.* (2019). Perhitungan biomassa dan cadangan karbon atas permukaan dilakukan berdasarkan allometrik dari Komiyama *et al.* (2005) atau allometrik spesies spesifik lain yang tersedia.

$$AGB \text{ (Above ground biomass) (kg)} = 0.251 * \rho * D^{2.46}$$

dimana ρ merupakan densitas kayu spesifik per spesies dalam satuan g/cm³ (Komiyama *et al.*, 2005; Zanne *et al.*, 2009), D merupakan diameter pohon setinggi dada dalam satuan cm. AGC dihitung berdasarkan nilai AGB, dimana 47% dari nilai AGB merupakan nilai AGC tiap individu pohon (Kauffman dan Donato, 2012).

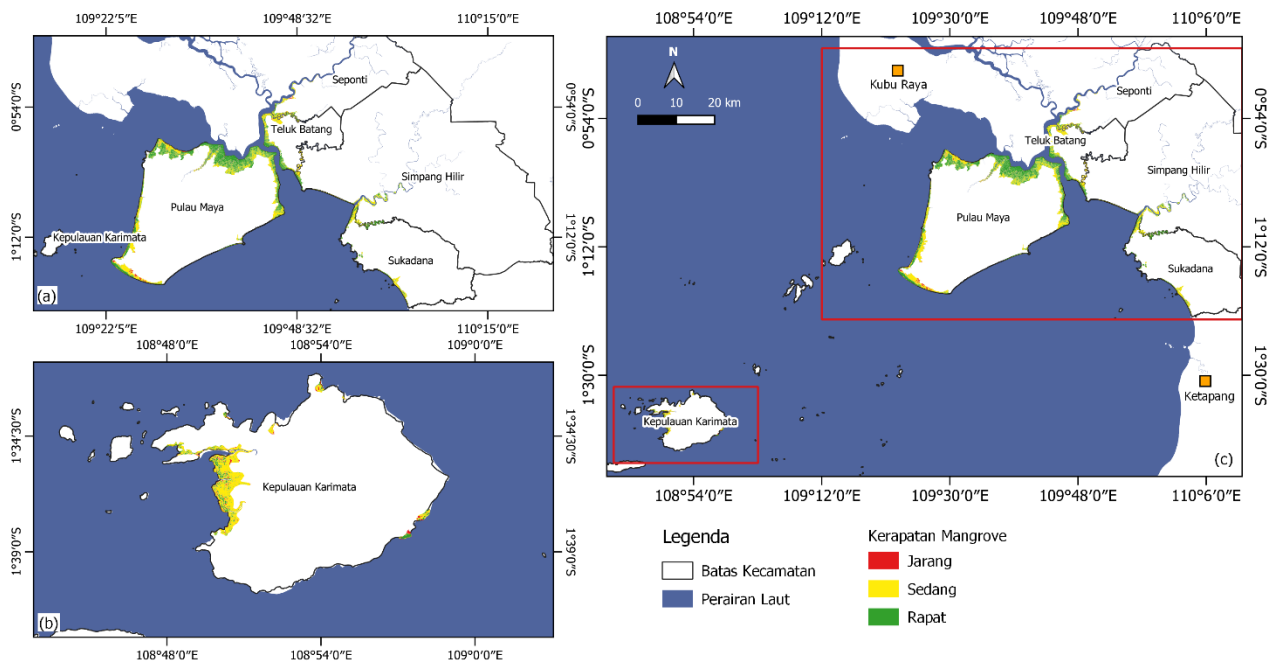
Pemetaan stok karbon dilakukan dengan formulasi model regresi linear nilai indeks vegetasi dari data citra satelit (Tabel 3) dan nilai stok karbon yang didapatkan pada plot pengamatan. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai korelasi tertinggi dari keempat model regresi dan nilai deviasi terendah.

Tabel 3. Indeks vegetasi yang digunakan untuk formulasi model

Kategori	Formulasi	Sumber
NDVI	$(NIR - RED)/(NIR + RED)$	Ramdani <i>et al.</i> , 2019
IM	$(NIR - SWIR)/(NIR \times SWIR) \times 10000$	Winarso <i>et al.</i> , 2014
CMRI	$(NDVI - NDWI)$	Gupta <i>et al.</i> , 2018
MMRI	$(MNDWI - NDVI)/(MNDWI + NDVI)$	Diniz <i>et al.</i> , 2019
MDI	$(NIR - SWIR-1)/SWIR-1$	Wang <i>et al.</i> , 2018
MDI2	$(NIR - SWIR-2)/SWIR-2$	Wang <i>et al.</i> , 2018

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, tersebar di Kecamatan Pulau Maya, Seponti, Teluk Batang, Simpang Hilir, Sukadana dan Kepulauan Karimata (Gambar 2). Penggunaan metode cepat untuk pemantauan mangrove berdasarkan Winarso (2018) memudahkan dalam mengetahui sebaran mangrove di seluruh Kabupaten Kayong Utara. Penggunaan data sebaran mangrove dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan sebaran eksisting pada sebaran mangrove pada tahun 2023. Berdasarkan standar baku kerusakan hutan mangrove (Kepmen LH No. 201, 2004), kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara termasuk dalam kriteria baik (kategori kerapatan pohon rapat dan sedang) sebesar 92,08% dan kriteria rusak sebesar 3,92%. Kondisi mangrove dengan kriteria rusak disebabkan beberapa hal, diantaranya berada pada formasi awal zona mangrove (individu baru tumbuh), celah terbuka antara tutupan kanopi mangrove atau kondisi terbuka akibat penebangan mangrove (minim).



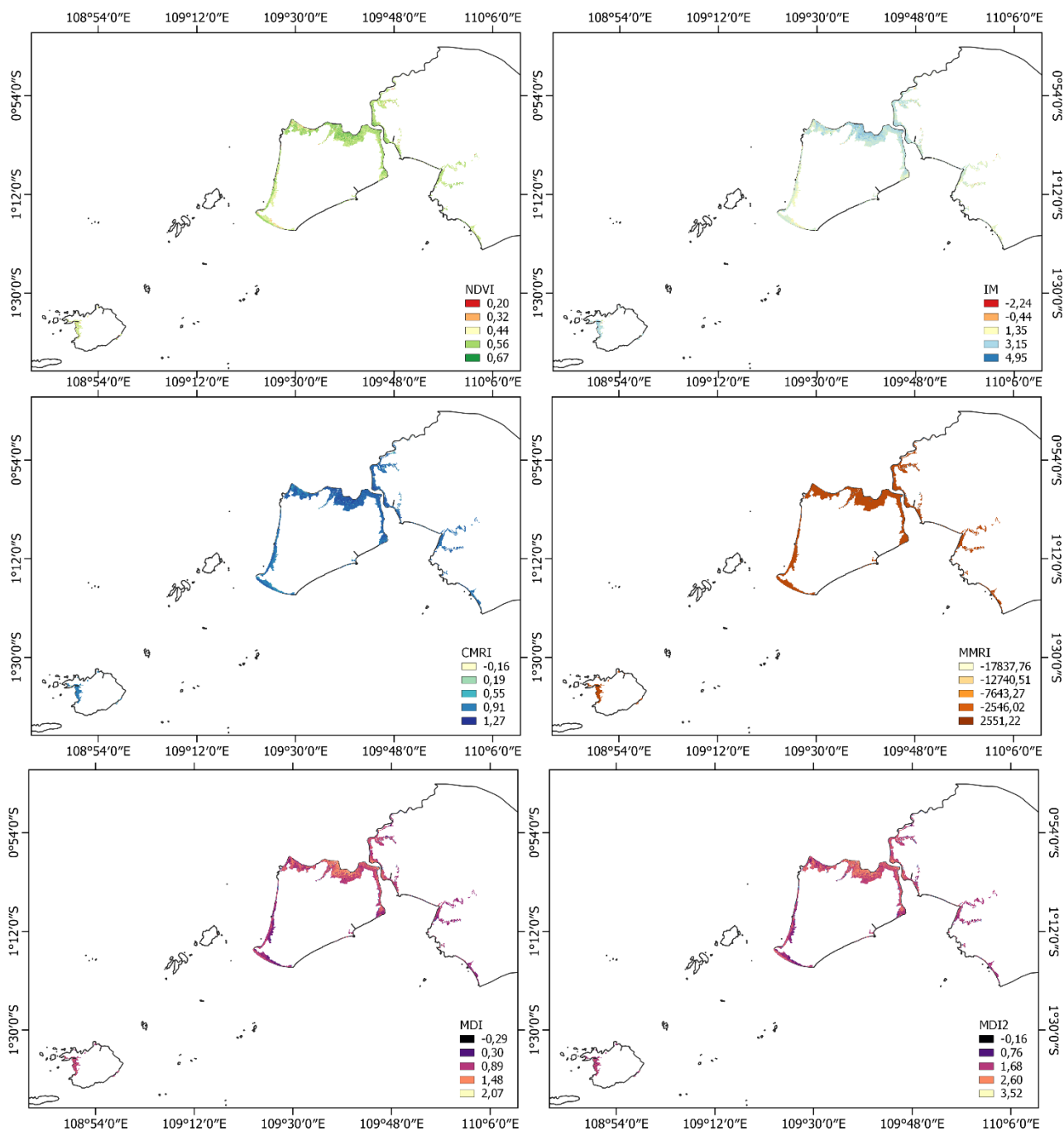
Gambar 2. Peta sebaran kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara

Sebaran mangrove yang terdapat di enam kecamatan di Kabupaten Kayong Utara memiliki luasan antara 804,32 - 13.878,65 ha, terluas ditemukan di Kecamatan Pulau Maya dan terkecil ditemukan di Kecamatan Seponti (Tabel 4). Kecamatan Pulau Maya memiliki potensi luasan mangrove terbesar diantara semua Kecamatan di Kabupaten Kayong Utara, terutama di bagian Utara Kecamatan, tepatnya di Desa Dusun Kecil. Berdasarkan persentase kriteria kerapatan/tutupan tajuk, kawasan mangrove dengan kategori rapat ditemukan sebesar 43,01%, sedang 53,07% dan jarang 3,92% dari seluruh Kecamatan.

Tabel 4. Luasan dan kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara

No	Kecamatan	Luas per Kerapatan (ha)			Luas Sebaran Total (ha)
		Jarang	Sedang	Rapat	
1	Pulau Maya	490,97	6.717,34	6.670,34	13.878,65
2	Seponti	63,99	542,63	197,70	804,32
3	Teluk Batang	59,58	1.253,73	867,23	2.180,54
4	Simpang Hilir	49,92	832,58	505,31	1.387,81
5	Sukadana	41,68	851,84	460,82	1.354,34
6	Kepulauan Karimata	100,23	723,59	149,92	937,74
Total Luas Mangrove Kabupaten Kayong Utara					20.543,40

Distribusi spasial beberapa model input yang dipilih menunjukkan variasi yang berbeda antar variabel, variabel MDI dan MDI2 lebih menunjukkan perbedaan yang kontras antar sebaran mangrove di Kabupaten Kayong Utara (Gambar 3). Nilai indeks NDVI di lokasi ditemukan pada rentang 0,20 – 0,67, indeks mangrove (IM) pada rentang -2,24 – 4,95, CMRI pada rentang -0,16 – 1,27, MMRI pada rentang -17.000 – 2551,22, MDI pada rentang -0,29 – 2,07 dan MDI2 pada rentang -0,16 – 3,52. Rentang nilai indeks variabel sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya (Sun et al., 2021; Suardana et al., 2023).



Gambar 3. Distribusi spasial variabel model input NDVI (a), IM (b), CMRI (c), MMRI (d), MDI (e), dan MDI2 (f).

Kerapatan pohon ($DBH \geq 10$ cm) dari 56 titik survey berkisar antara 100 – 2800 ind/ha dengan nilai Aboveground Carbon Stock (AGC) berkisar 4,21 – 1375,74 Mg ha⁻¹ dan rata-rata dari seluruh titik validasi sebesar 285,17 Mg ha⁻¹ (Tabel 5). Spesies mangrove dominan yang ditemukan antara lain *Avicennia alba*, *Avicennia lanata*, *Avicennia marina*, *Bruguiera parviflora*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa*, *Xylocarpus granatum*. Nilai potensi stok karbon atas permukaan di Kabupaten Kayong Utara ditemukan lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa daerah di Indonesia berdasarkan penelitian Murdiyarso *et al.* (2015), seperti Kabupaten Kubu Raya (Kalimantan Barat) dengan nilai rerata 134,8 Mg ha⁻¹,

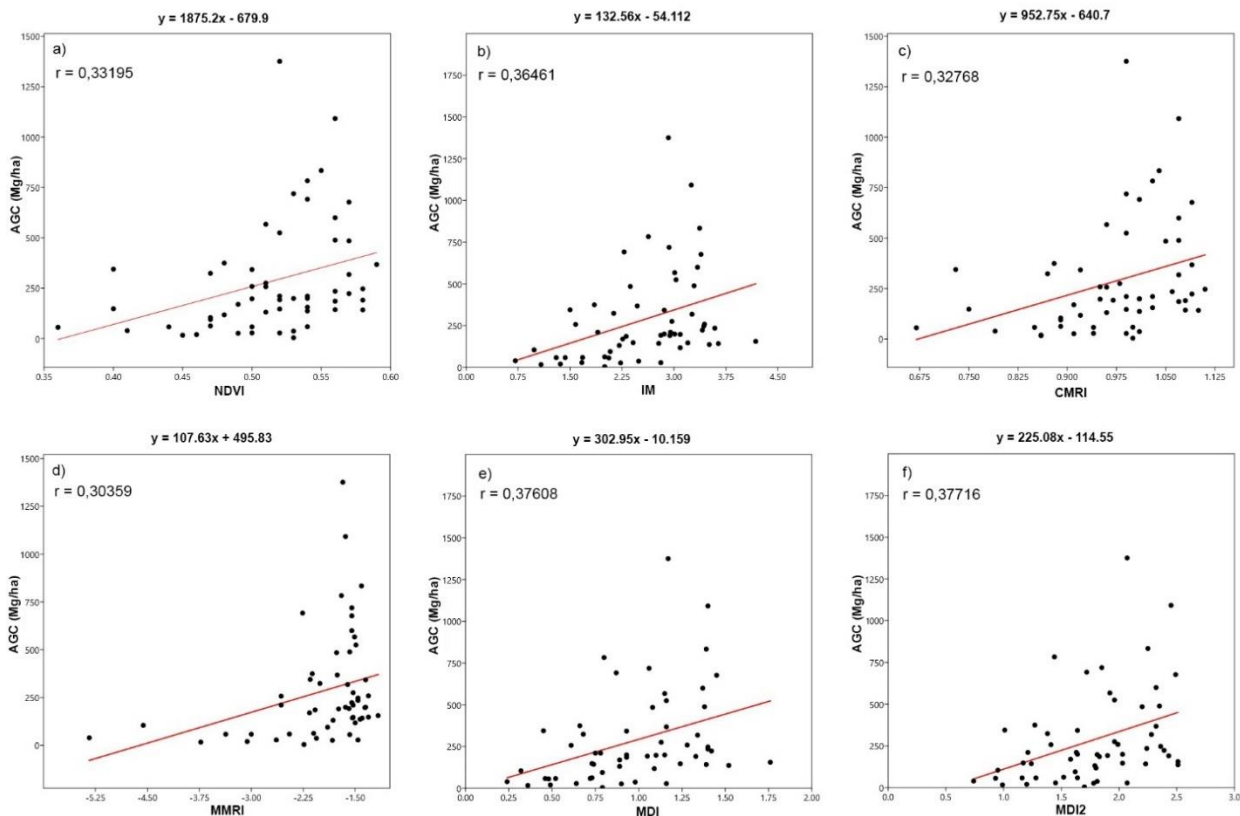
Kabupaten Mimika (Provinsi Papua) dengan nilai rerata AGC 255,1 Mg ha⁻¹ dan Kabupaten Cilacap (Jawa Tengah) dengan nilai rerata AGC 6,9 Mg ha⁻¹.

Tabel 5. Analisis Aboveground Carbon Stock (AGC)

Sampel Point	Kerapatan pohon (ind ha ⁻¹)	AGC (Mg ha ⁻¹)	Spesies Dominan	Sampel Point	Kerapatan pohon (ind ha ⁻¹)	AGC (Mg ha ⁻¹)	Spesies Dominan
1	700	246.79	<i>R. apiculata</i>	29	1600	210.62	<i>E. agallocha</i>
2	1600	142.05	<i>R. apiculata</i>	30	1700	488.54	<i>R. apiculata</i>
3	1100	210.50	<i>X. granatum</i>	31	2100	599.59	<i>R. apiculata</i>
4	2200	1092.06	<i>R. apiculata</i>	32	2300	677.00	<i>R. apiculata</i>
5	2300	318.05	<i>X. granatum</i>	33	1200	342.51	<i>R. apiculata</i>
6	900	143.25	<i>X. granatum</i>	34	1100	199.53	<i>R. apiculata</i>
7	900	155.51	<i>R. mucronata</i>	35	1300	136.75	<i>R. apiculata</i>
8	900	199.27	<i>X. granatum</i>	36	600	27.72	<i>R. apiculata</i>
9	500	190.55	<i>R. mucronata</i>	37	1300	130.97	<i>A. lanata</i>
10	1000	197.47	<i>R. mucronata</i>	38	1200	94.53	<i>R. stylosa</i>
11	100	192.21	<i>R. mucronata</i>	39	700	26.23	<i>A. lanata</i>
12	700	718.99	<i>X. granatum</i>	40	2800	62.64	<i>E. agallocha</i>
13	500	146.48	<i>B. parviflora</i>	41	200	4.21	<i>A. alba</i>
14	400	55.83	<i>X. granatum</i>	42	2700	484.59	<i>R. apiculata</i>
15	1100	833.70	<i>R. mucronata</i>	43	2000	367.80	<i>R. apiculata</i>
16	600	783.00	<i>X. granatum</i>	44	2200	344.49	<i>R. apiculata</i>
17	400	117.55	<i>R. mucronata</i>	45	700	36.93	<i>R. apiculata</i>
18	400	258.58	<i>R. mucronata</i>	46	1100	691.57	<i>R. apiculata</i>
19	500	275.14	<i>X. granatum</i>	47	2000	169.69	<i>R. apiculata</i>
20	400	524.74	<i>R. mucronata</i>	48	1000	28.11	<i>E. agallocha</i>
21	500	1375.74	<i>R. mucronata</i>	49	2000	104.53	<i>E. agallocha</i>
22	700	566.95	<i>R. mucronata</i>	50	1000	57.95	<i>E. agallocha</i>
23	800	374.45	<i>B. parviflora,</i> <i>E. agallocha</i>	51	500	16.52	<i>A. marina</i>
24	1200	147.77	<i>R. apiculata</i>	52	400	19.84	<i>A. marina</i>
25	1600	234.72	<i>R. apiculata</i>	53	900	39.20	<i>A. marina</i>
26	1200	223.16	<i>R. apiculata</i>	54	2100	58.00	<i>E. agallocha</i>
27	1700	323.59	<i>R. apiculata</i>	55	2300	257.10	<i>E. agallocha</i>
28	1100	185.40	<i>R. apiculata</i>	56	1300	58.75	<i>E. agallocha</i>

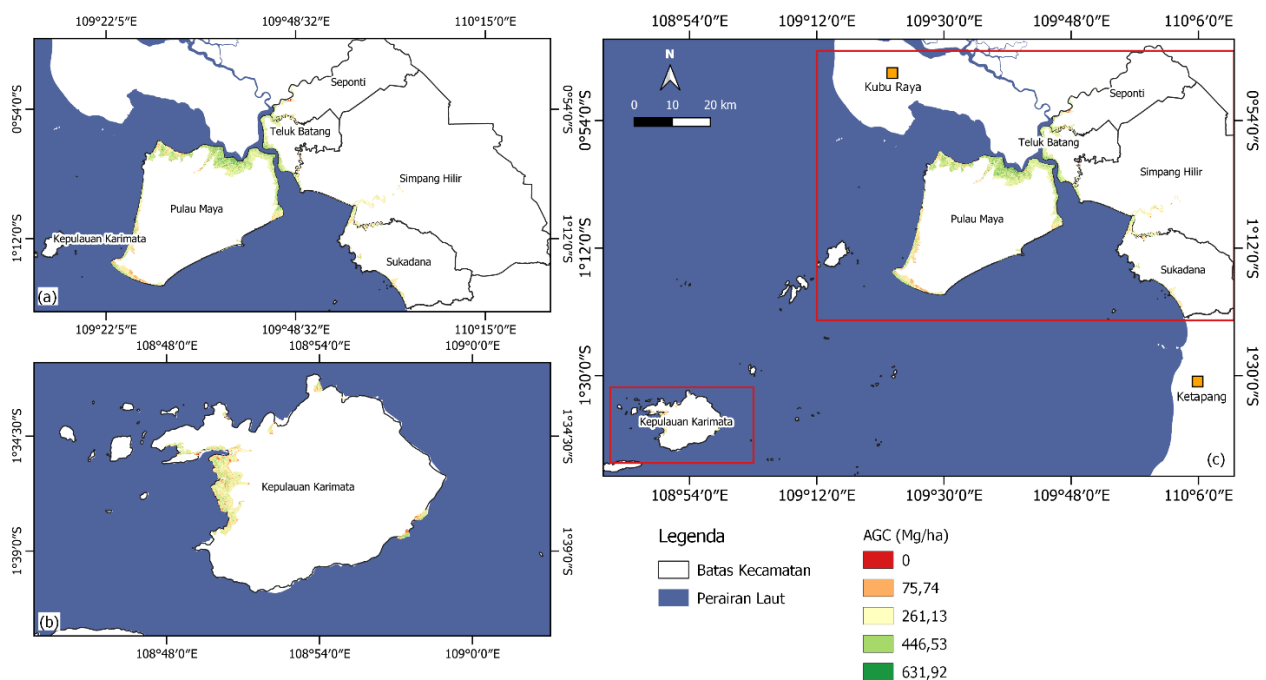
Variabel indeks vegetasi yang umum digunakan dalam mendeteksi vegetasi dan mendeteksi keberadaan mangrove berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya (Gupta *et al.* 2018; Winarso *et al.*, 2014, Diniz *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2018) menghasilkan nilai korelasi yang cukup selaras, dengan nilai korelasi pearson berkisar 0,30 – 0,38 (hubungan positif rendah). Tiap kenaikan nilai variabel x indeks vegetasi maka nilai variabel y (AGC) ditemukan mengalami peningkatan, namun memiliki hubungan yang rendah karena sebagian data tersebar jauh dari garis linear (Gambar 4). Model regresi linear terbaik pada penelitian ini adalah menggunakan variabel MDI2 dengan formulasi $y = 225,08x - 114,55$ dan nilai korelasi pearson (r) = 0,38.

Nilai hubungan analisis model AGC penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Suardana et al. (2023) di lokasi Teluk Benoa, Bali, beberapa faktor diantaranya karena sebagian besar kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Utara memiliki kerapatan dan tutupan tajuk sedang-tinggi (Tabel 4) namun memiliki variasi nilai diameter yang cukup tinggi, sehingga indeks vegetasi yang digunakan tidak dapat sepenuhnya menggambarkan nilai stok karbon dari vegetasi mangrove. Variabel diameter tegakan mangrove merupakan variabel utama dalam penentuan stok karbon vegetasi mangrove (AGC) (Komiyama et al. 2005), namun di lokasi penelitian nilai rerata diameter pada tiap titik tidak selalunya menentukan besarnya nilai tutupan yang direkam oleh citra satelit.



Gambar 4. Hubungan antara nilai AGC dan NDVI (a), IM (b), CMRI (c), MMRI (d), MDI (e), dan MDI2 (f)

Variabel Mangrove Discrimination Index 2 (Wang et al., 2018) dipilih untuk menggambarkan distribusi nilai AGC pada seluruh kawasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara karena memiliki nilai korelasi yang paling tinggi. Berdasarkan hasil analisis spasial, nilai potensi AGC dari model yang dipilih berkisar antara 0 – 677,69 Mg ha⁻¹ di seluruh Kabupaten Kayong Utara, dengan nilai potensi stok karbon terbesar terdapat di Kecamatan Pulau Maya (Gambar 5). Nilai korelasi dari model yang dipilih memiliki akurasi yang lebih tinggi dari beberapa penelitian sejenis menggunakan indeks vegetasi, seperti Sun et al. (2021) menggunakan indeks EVI, BNDVI citra Sentinel-2 ($r = 0,25$ dan $0,35$).



Gambar 5. Peta prediksi sebaran stok karbon (AGC) mangrove berdasarkan variabel MDI2 citra Sentinel-2 di Kabupaten Kayong Utara

Tabel 6 menampilkan kesimpulan dari peta prediksi sebaran stok karbon (AGC) mangrove berdasarkan variabel MDI2 citra Sentinel-2 di Kabupaten Kayong Utara. Hasil menunjukkan rata-rata nilai AGC mangrove di Kabupaten Kayong Utara berkisar antara 260 – 320 Mg ha⁻¹. Nilai prediksi total AGC tiap kecamatan berkisar antara 56.569 – 1.100.304 Mg dengan nilai potensi tertinggi ditemukan di Kecamatan Pulau Maya. Luaran peta prediksi stok karbon pada penelitian ini relatif lebih besar dibandingkan dengan beberapa penelitian lain seperti Suardana *et al.* (2023) dengan kisaran nilai prediktif 0 – 163 Mg ha⁻¹ dan Sun *et al.* (2021) dengan kisaran nilai prediktif 0 – 30 Mg ha⁻¹.

Tabel 6. Nilai Prediksi Stok Karbon di Kabupaten Kayong Utara

No	Kecamatan	Mean AGC ± SD (Mg ha ⁻¹)	Total AGC (Mg)
1	Pulau Maya	319,77 ± 97,65	1.100.304
2	Seponti	290,24 ± 81,75	56.569
3	Teluk Batang	321,35 ± 71,72	172.592
4	Simpang Hilir	272,19 ± 62,26	91.561
5	Sukadana	261,19 ± 71,54	86.441
6	Kepulauan Karimata	263,04 ± 88,69	64.182

KESIMPULAN

Luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, tersebar di Kecamatan Pulau Maya, Seponti, Teluk Batang, Simpang Hilir, Sukadana dan Kepulauan Karimata. Kondisi mangrove 92,08% dalam keadaan baik menurut kriteria Kepmen LH No 201 Tahun 2004. Nilai stok karbon mangrove di Kabupaten Kayong Utara berkisar antara 4,21 – 1375,74 Mg ha⁻¹ dan nilai total prediksi stok karbon tertinggi di Kecamatan Pulau Maya dengan nilai 1,1 juta Mg. Model regresi linear terbaik dalam penelitian ini menggunakan variabel mangrove discrimination index 2 (MDI 2) dengan nilai korelasi pearson (r) = 0,38 dan formulasi $y = 225,08x - 114,55$. Model regresi linear memiliki

hubungan yang rendah antar variabel x dan y, diperlukan kombinasi beberapa variabel dan atau menggunakan model regresi lainnya untuk meningkatkan akurasi model..

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 Surat Keputusan Nomor 0536/E5/PG.02.00/2023 dan kontrak penelitian Nomor 187/E5/PG.02.00.PL/2023; 123/LL11/KM/2023; 47/UNOSO.4/PL/VII/2023, serta pemerintah Kabupaten Kayong Utara dan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalbar yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adame, M.F., Connolly, R.M., Turschwell, M.P., Lovelock, C.E., Fatoyinbo, T., & Lagomasino, D. (2021). Future carbon emissions from global mangrove forest loss. *Glob Change Biol.*, 27(12), 2856–66. Doi: 10.1111/gcb.15571.
- Alongi, D.M. (2020). Carbon Balance in Salt Marsh and Mangrove Ecosystems: A Global Synthesis. *JMSE*, 8(10), 1-21. Doi: 10.3390/jmse8100767.
- Arifanti, V.B., Novita, N., Subarno, & Tosiani, A. (2021). Mangrove deforestation and CO₂ emissions in Indonesia. In: *The 6th INAFOR 2021 Stream 3*. IOP Publishing, 1–9. Doi: 10.1088/1755-1315/874/1/012006.
- Dharmawan, I.W.E., Suyarso, Ulumuddin, Y.I., Prayudha, B., & Pramudji. (2020). *Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia*. PT Media Sains Nasional, Bogor.
- 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): 1-19. Doi: 10.3390/rs11070808.
- Gupta, K., Mukhopadhyay, A., Giri, S., Chanda, A., Datta Majumdar, S., & Samanta, S. (2018). An index for discrimination of mangroves from non-mangroves using LANDSAT 8 OLI imagery. *MethodsX*, 5 (2018):1129–1139. Doi: 10.1016/j.mex.2018.09.011.
- LAPAN. 2015. Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 Untuk Mangrove. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Jakarta.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (2014). Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. *Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO*, International Union for Conservation of Nature, USA.
- Kauffman, J.B., Donato, D.C. (2012). Protocols for the Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor.
- Jones, T., Ratsimba, H., Ravaoarinorotsihoarana, L., Glass, L., Benson, L., & Teoh, M. (2015). The Dynamics, Ecological Variability and Estimated Carbon Stocks of Mangroves in Mahajamba Bay, Madagascar. *JMSE*. 2015 Aug 4;3(3): 793–820. Doi: 10.3390/jmse3030793.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 201. (2014). Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. KLH, Jakarta.
- Komiyama, A., Pongparn, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *J Trop Ecol.*, 21 (4): 471–477. Doi: 10.1017/S0266467405002476
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J.B., Warren, M.W., Sasmito, S.D., & Donato, D.C. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Clim Change*, 5 (12):1089–1092. Doi: 10.1038/nclimate2734.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 3. (2014). Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. BIG, Jakarta.
- Prahasta, E. 2008. Remote Sensing: *Praktis Penginderaan Jauh & Pengelahan Citra Dijital Dengan Perangkat Lunak ER Mapper*. Informatika, Bandung.

- Ramdani, F., Rahman, S., & Giri, C. (2018). Principal polar spectral indices for mapping mangroves forest in South East Asia: study case Indonesia. *International Journal Of Digital Earth*, 12 (10): 1103–1117. Doi: 10.1080/17538947.2018.1454516.
- Sidik, F., Kusuma, D.W., Kadarisman, H.P., & Suhardjono. *Panduan Mangrove: Survei Ekologi dan Pemetaan*. Balai Riset dan Observasi Laut (BRSDM) – KKP, Bali.
- Sun, S., Wang, Y., Song, Z., Chen, C., Zhang, Y., Chen, X., Chen, W., Yuan, W., Wu, X., & Ran, X. (2021). Modelling Aboveground Biomass Carbon Stock of the Bohai Rim Coastal Wetlands by Integrating Remote Sensing, Terrain, and Climate Data. *Remote Sensing*, 2021 (13), 1-16. Doi: 10.3390/rs13214321.
- Suardana, A.A.Md.A.P, Anggraini, N., Nandika, M.R., Aziz, K., As-syakur, Abd.R., Ulfa, A., Wijaya, A.D., Prasetyo, W., Winarso, G., & Dimiyati, R.D. (2023). Estimation and Mapping Above-Ground Mangrove Carbon Stock Using Sentinel-2 Data Derived Vegetation Indices in Benoa Bay of Bali Province, Indonesia. *Forest and Society*, 7 (11): 116-134. Doi: 10.24259/fs.v7i1.22062
- Tran, T.V., Reef, R., & Zhu, X. (2022). A Review of Spectral Indices for Mangrove Remote Sensing. *Remote Sensing*, 14 (4868): 1-29. Doi: 10.3390/rs14194868.
- 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), 04 – 07 November 2014, Bali.
- Winarso, G. (2018). Metode Cepat Pemantauan Hutan Mangrove Menggunakan Data Penginderaan Jauh. *Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*, September 2018, Bogor.
- Vincentius, A., Nessa, M.N., Jompa J., & Saru, A. (2019). Complex Relationship Between Mangrove Ecosystem Variables and Fish Assemblages at Maumere Bay, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 253: 1-10. Doi:10.1088/1755-1315/253/1/012035
- Wang, D., Wan, B., Qiu, P., Su, Y., Guo, Q., & Wang, R. (2018). Evaluating the Performance of Sentinel-2, Landsat 8 and Pléiades-1 in Mapping Mangrove Extent and Species. *Remote Sensing*, 10(9): 1-27. Doi: 10.3390/rs10091468.
- Yuvaraj, E., Dharanirajan, K., Jayakumar, S., & Balasubramaniam, J. (2017). Distribution and zonation pattern of mangrove forest in Shoal Bay Creek, Andaman Islands, India. *Indian J Mar Sci*, 46(03): 1-9. Doi: nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/40797.
- Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., & Chave, J. (2009). Global wood density database. Available via Dryad: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.234>.
- Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V., Siman, K., & Koh, L.P. (2021). Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Current Biology*, 31(8): 1737-1743. Doi: 10.1016/j.cub.2021.01.070.
- Zhang, X., Lin, P., & Chen, X. (2022). Coastal Protection by Planted Mangrove Forest during Typhoon Mangkhut. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (1288): 1-20. Doi: 10.3390/jmse10091288



ABOUT THIS JOURNAL

[Editorial Team](#)
[Peer Reviewer List](#)
[Focus and Scope](#)
[Publication Ethics](#)
[Article Processing Charges \(APCs\)](#)

FOR AUTHOR

[Author Guidelines](#)
[How to Submit](#)

COLLABORATION WITH



INDEXING



Submission

Authors	Adityo Raynaldo, Robin Saputra, Zan Zibar
Title	Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara
Section	Articles
Editor	Jurnal Tropis

Peer Review

Round 1

Review Version	20196-69665-1-RV.docx 08-09-2023
Initiated	04-10-2023
Last modified	04-10-2023
Uploaded file	Reviewer A 20196-70672-1-RV.docx 04-10-2023

Editor Decision

Decision	Accept Submission 05-11-2023
Notify Editor	Editor/Author Email Record 09-10-2023
Editor Version	None
Author Version	20196-70847-1-ED.docx 09-10-2023
Upload Author Version	Choose File No file chosen Upload

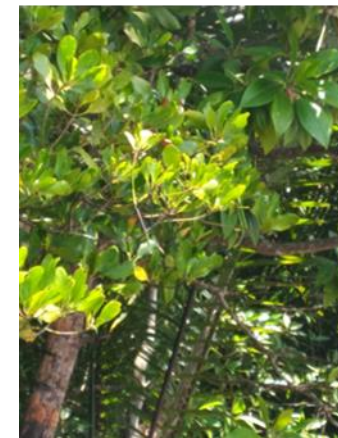


Program Studi Ilmu Kelautan
Fakultas IPA dan Kelautan
Universitas OSO

Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebagai jasa ekosistem pesisir

Lokasi Kegiatan : Kabupaten Kayong Utara, Provinsi Kalimantan Barat
Tahun Pelaksanaan : 2023

Ketua Pengusul : Adityo Raynaldo, S.Si., M.Si (1107069501)
Anggota Pengusul : Robin Saputra, S.Pi., M.Si (1115119203)
Universitas OSO
Pontianak



**SKEMA
PENELITIAN DOSEN PEMULA**

TA 2023

Latar Belakang

- Ekosistem khas penyusun daerah pesisir, dipengaruhi oleh pasang-surut air laut, memiliki adaptasi terhadap salinitas.
- Kemampuan serapan karbon tinggi
- Potensi ekowisata
- Minimnya hasil riset mangrove di Kab. Kayong Utara

Tujuan

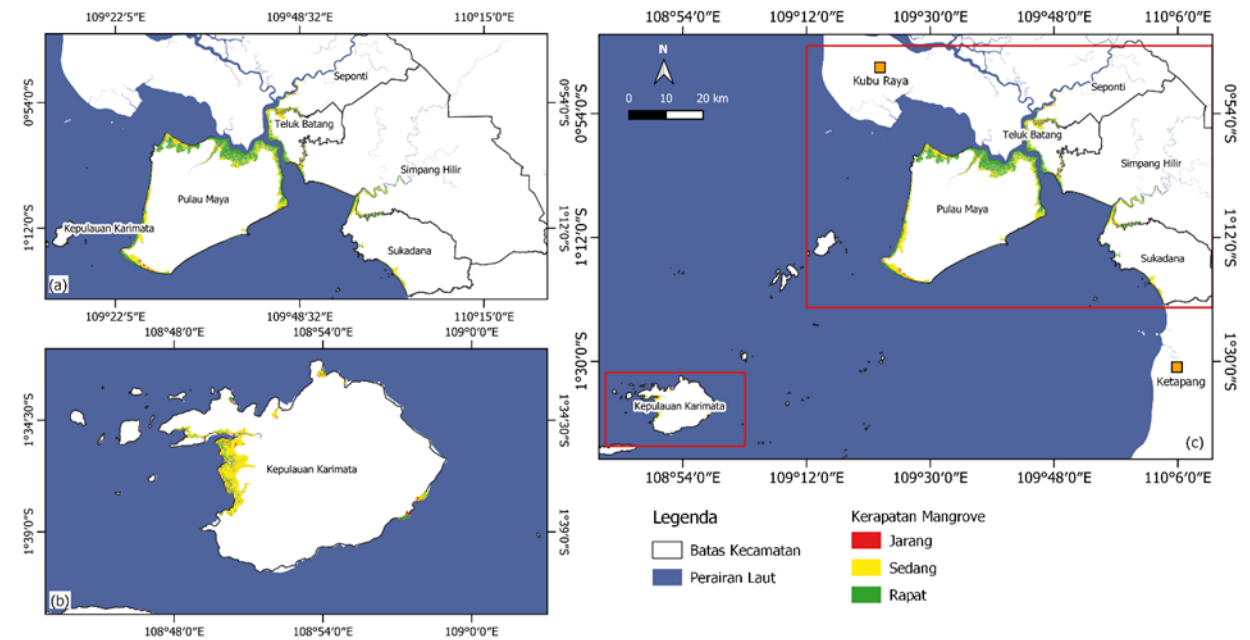
1. Memetakan sebaran mangrove serta kondisinya,
2. Mengestimasi nilai stok karbon dan
3. Memetakan sebaran stok karbon mangrove melalui pendekatan penginderaan jauh

Kebaharuan

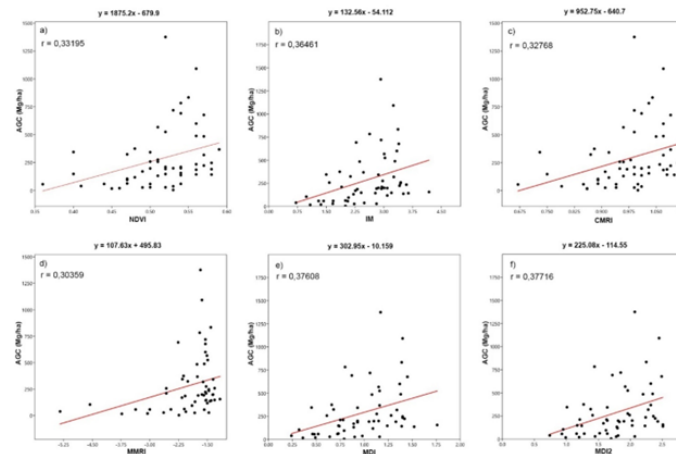
1. Sebaran dan kondisi mangrove di Kabupaten Kayong Tahun 2023 (eksisting)
2. Model regresi hubungan indeks vegetasi dan nilai karbon lapangan di lokasi

Metode dan Hasil Utama

- Kombinasi data penginderaan jauh (Citra Sentinel 2, Akuisisi 2023) dan data validasi/titik plot di lapangan
- Pemetaan mangrove eksisting tahun 2023 dilakukan melalui pendekatan komposit false-color RGB band NIR-SWIR-Red
- Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Juni dan Agustus 2023
- Estimasi stok karbon dilakukan dengan membuat plot pengamatan 10 x 10 m² pada tiap titik suvey sesuai pedoman teknis pengumpulan dan pengeolahan data geospasial mangrove (Peraturan Kepala BIG No 3, 2014)



Gambar 1. Peta sebaran kondisi mangrove di Kab Kayong Utara



Gambar 2. Hubungan antara nilai AGC dan NDVI (a), IM (b), CMRI (c), MMRI (d), MDI (e), dan MDI2 (f)

Model regresi linear terbaik pada penelitian ini adalah menggunakan variabel MDI2 dengan formulasi

$$y = 225,08x - 114,55$$

Luaran

- Jurnal Kelautan Tropis (Sinta 2), Jurusan Ilmu Kelautan UNDIP.
- Status
 - Submit : 8 September 2023
 - Diterima dengan revisi : 4 Oktober 2023
 - Revisi : 9 Oktober 2023
 - Diterima (editing) : 5 November 2023



Kesimpulan, Saran, Rekomendasi

- Luasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebesar 20.543,40 ha, dengan 92,08% dalam kategori baik.
- Nilai stok karbon mangrove di Kabupaten Kayong Utara berkisar antara 4,21 – 1375,74 Mg ha⁻¹
- Model regresi linear terbaik index 2 (MDI 2) dengan nilai korelasi pearson (r) = 0,38 dan formulasi $y = 225,08x - 114,55$.

Saran, Rekomendasi

- Model-model lain dapat dicoba seperti model linear berganda atau logaritmik dan dikaji model terbaik dari berbagai model yang digunakan (variabel yang sama atau tambahan)

Dokumentasi Penelitian



Gambar Pengolahan data kerapatan kanopi mangrove



SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ADITYO RAYNALDO S.Si, M.Si

Alamat : JL. UJUNG PANDANG GG. SELAT PANJANG NO. 7

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 0536/E5/PG.02.00/2023 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 187/E5/PG.02.00.PL/2023; 123/LL11/KM/2023; 47/UNOSO.4/PL/VII/2023 mendapatkan Anggaran Penelitian Pemetaan Potensi Karbon Biru pada Kawasan Mangrove di Kabupaten Kayong Utara sebagai jasa ekosistem pesisir Sebesar 19,900,000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan Pembelian ATK, ethanol 96%, spiritus, cooler box, plastik sampel, meteran roll dan tali nilon (gulung)	1,211,000
02	Pengumpulan Data Rapat persiapan, honorarium pembantu peneliti, honorarium sekretariat penelitian, honorarium pembantu lapangan, transport Pontianak-Kayong, uang harian luar kota pengambilan data, penginapan, konsumsi pengambilan data	9,030,000
03	Analisis Data(Termasuk Sewa Peralatan Sewa GPS navigasi, sewa kapal, sewa mobil , honor sekretariat, honor pengolah data, uang harian dan konsumsi rapat	8,135,000
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Konsumsi rapat, biaya publikasi artikel (APCs), Monev dan uang harian rapat	1,940,000
05	Lain-lain	0
	Jumlah	20,316,000

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

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Pontianak, 22-12-2023

Ketua,



(ADITYO RAYNALDO S.Si, M.Si)

NIP/NIK 6171050706950001