

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN TERAPAN**



**DESAIN SKEMA PEMBAYARAN JASA LINGKUNGAN HUTAN  
MANGROVE DI KABUPATEN BARRU SULAWESI SELATAN**

**Tahun ke-1 dari rencana 2 tahun**

**TIM PENELITI**

**Abdul Malik, S.T., M.Si. / NIDN: 0011107705**  
**Dr. Abdul Rahim, S.P., M.Si. / NIDN: 0012127302**

**UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR**  
**NOVEMBER 2021**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)  
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**  
Menara Pinisi Lantai 10 Jalan Andi Pangeran Pettarani Makassar  
Telpon (0411) 865677, Fax(0411) 861377 Kode Pos 90222  
Laman: [www.unm.ac.id](http://www.unm.ac.id) e-mail : [lppm@unm.ac.id](mailto:lppm@unm.ac.id) & [lemlitunm@yahoo.co.id](mailto:lemlitunm@yahoo.co.id)

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor:4817/UN36.11/LP2M/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T.  
NIP : 19611016198803 1 006  
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNM

Dengan ini menerangkan bahwa,

Nama : Abdul Malik, S.T., M.Si, Ph.D  
NIP : 197710112006041001  
Fakultas : FMIPA UNM

Telah melaksanakan penelitian dengan judul:

***“Desain Skema Pembayaran Jasa Lingkungan Hutan Mangrove Di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan”***

Skema Penelitian : Penelitian Terapan (Tahun ke- 1 dari 2 tahun)  
Jangka Waktu : 2 (dua) tahun  
Anggota Tim Peneliti : Dr. Abd. Rahim, S.P, M.Si

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 29 November 2021  
Ketua  
  
Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T.  
NIP.19611016198803 1 006

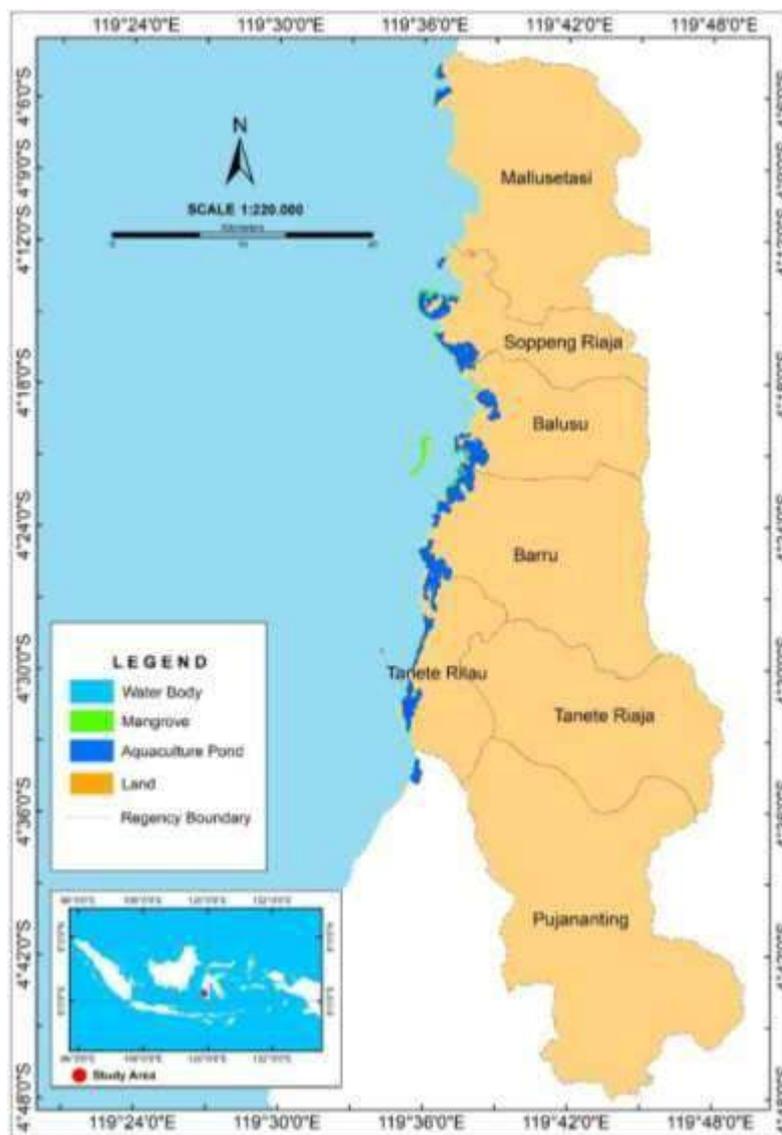
Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

**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.

Penelitian dengan judul “**Desain Skema Pembayaran Jasa Lingkungan Hutan Mangrove di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan**” tahap 1 (tahun 2021) telah memperoleh hasil kemajuan sebagai berikut:

### 1. Distribusi dan luasan hutan mangrove Kabupaten Barru tahun 2020

Tutupan hutan mangrove tahun 2020 di Kabupaten Barru tersebar di 4 Kecamatan (Balusu, Barru, Mallusetasi, dan Soppeng Riaja). Luasan terbesar ditemukan di Kecamatan Balusu (145.30 ha), sedangkan yang terkecil di Kecamatan Mallusetasi (46.80 ha) (Gambar 1, Tabel 1). Total luasan mangrove di Kabupaten Barru sebesar 365.3 ha (Tabel 1). Untuk luasan tambak tahun 2020 tersebar di 5 kecamatan (4 kecamatan sama dengan sebaran mangrove di tambah dengan kecamatan Tanete Rilau). Luasan tambak tertinggi ditemukan di Kecamatan Barru (679.01 ha), sedangkan terendah di Kecamatan Mallusetasi (82.60 ha).



Gambar 1. Distribusi hutan mangrove Kabupaten Barru tahun 2021 (Sumber: Hasil olahan dan analisis citra Landsat 8 OLI tahun 2020)

Tabel 1. Luasan hutan mangrove, tambak dan daratan Kabupaten Barru tahun 2020

Kecamatan	Mangrove (Ha)	Tambak (Ha)	Daratan (Ha)
Balusu	145.30	457.43	10399.45
Barru	58.80	679.01	18546.67
Mallusetasi	46.80	82.60	22088.89
Pujananting	0.00	0.00	32069.53
Soppeng Riaja	114.40	483.48	8061.15
Tanete Riaja	0.00	0.00	17901.02
Tanete Rilau	0.00	472.86	7427.89
Total	365.30	2175.38	116494.60

Sumber: Hasil olahan dan analisis citra Landsat 8 OLI tahun 2020

## 2. Nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove

### 2.1. Nilai ekonomi mangrove untuk produk perikanan dan kehutanan

Berdasarkan Tabel 2, nilai ekonomi hasil perikanan dan kehutanan diperoleh dari hasil tangkapan ikan, kepiting, budidaya tambak udang, dan nilai pemanfaatan kayu mangrove untuk kayu bakar. Umumnya nelayan (59 responden) menangkap ikan sebanyak 20 kali atau 20 hari dalam sebulan dengan rata-rata produksi 10 kg per hari. Dengan harga pasar rata-rata 20 ribu rupiah per kilogram, nilai ekonomi untuk produk ikan adalah 16.24 milyar rupiah per tahun (1.14 juta USD) atau per thn/ha memperoleh 44,48 juta rupiah (3.13 ribu USD/thn/ha). Untuk kepiting, jumlah responden 10 KK. Mereka menangkap kepiting umumnya 8 kali sebulan dengan produksi rata-rata 3 kg per penangkapan dan di jual dengan harga 80,000 per kg. Dalam setahun nilai ekonomi mencapai 5.18 milyar (365.07 ribu USD) atau dalam setahun per hektar mencapai 14.19 juta (999.37 USD/thn/ha).

Table 2. Nilai ekonomi mangrove untuk produk perikanan dan hutan

Produk perikanan dan hutan	Jumlah rumah tangga	Frekuensi	Produksi (Kg-ikat)	Harga/kg-ikat (Rp)	Nilai ekonomi/thn (Rp)	Nilai ekonomi/thn (USD)	Nilai ekonomi/thn/ha (Rp)	Nilai ekonomi/thn/ha (USD)
Ikan	59	20 x/month	10	20,000	16,236,800,000	1,143,437	44,447,851	3,130.13
Kepiting	10	8x/month	3	80000	5,184,000,000	365,070	14,191,076	999.37
Udang	25	2x/thn	300	70,000	1,025,866,000	72,244	2,808,284	197.77
Kayu Bakar	6	3x/thn	2 ikat	100,000	3,600,000	253.52	9,855	0.69
Total	100				22,450,266,000	1,581,005	61,457,065	4,328

Konversi 1 USD = 14,200 rupiah (Sumber: Hasil survei lapangan, 2021)

Produk udang dalam penelitian ini berasal dari budidaya tambak udang dengan jumlah responden 25 KK dengan frekuensi panen udang adalah 2 kali dalam setahun. Produksi udang yang dihasilkan rata-rata mencapai 300 kg per panen. Dengan harga pasar udang rata-rata Rp 70.000 per kg, nilai manfaat ekonomi yang diperoleh sebesar 1,03 milyar (72.24 ribu USD) atau per thn/ha sebesar 2.80 juta rupiah (197.77 USD). Selanjutnya, pengumpul/pemanfaat kayu bakar (6 responden) di daerah studi ini pada umumnya mengumpulkan kayu 3 kali per tahun dan ini digunakan hanya untuk konsumsi rumah tangga (memasak air). Dalam sekali pemanfaatan bisa mendapatkan 2 ikat dengan harga 100,000 rupiah per ikat, sehingga nilai ekonomi produk ini adalah 3.6 juta rupiah per tahun (253.52 USD) atau per thn/ha mencapai 9.8 ribu rupiah (0.69 USD). Untuk ketiga produk ini, nilai total ekonomi yang diperoleh sebesar 61.46 juta per thn/ha (4.3 ribu USD)

### 2.2. Nilai ekonomi mangrove perlindungan pantai dari abrasi

Berdasarkan Tabel 3, nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove untuk perlindungan pantai dari abrasi di Kabupaten Barru dengan panjang garis pantai 89,410 m dan luas mangrove 365.30 ha pada tahun 2020 (Tabel 1), sebesar Rp 116.23 miliar/tahun (8.18 juta USD/tahun) atau 318.18 juta rupiah/ha per tahun (22.41 ribu USD/thn/ha).

Nilai tersebut diperoleh dengan mengalikan panjang garis pantai (89,410 m) dan biaya perkiraan pembangunan pemecah gelombang (Rp 1.3 juta per m<sup>3</sup>) yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Pemerintah Kabupaten Barru.

Tabel 3. Nilai ekonomi mangrove untuk perlindungan pantai dari abrasi

Panjang garis pantai (m)	Biaya konstruksi Breakwater (Rp/m <sup>3</sup> )	Nilai ekonomi (Rp/thn)	Nilai ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)
89,410	1,300,000	116,233,000,000	8,185,423	318,185,053	22,407

Konversi 1 USD = 14,200 rupiah (Sumber: Hasil survei lapangan, 2021)

### 2.3. Nilai ekonomi mangrove untuk perlindungan pantai dari intrusi air laut

Berdasarkan Tabel 4, nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove untuk perlindungan pantai dari intrusi air laut dengan luas mangrove 365.30 ha pada tahun 2020 (Tabel 1), sebesar 75.46 milyar rupiah/tahun (5.3 juta USD/tahun) atau 206.58 juta rupiah/thn/ha (14.5 ribu USD/thn/ha). Jumlah ini diperoleh dari jumlah pengguna PDAM dan non-PDAM yang menggunakan air rata-rata sebesar 0.5 m<sup>3</sup>/hari.

Table 4. Nilai ekonomi mangrove untuk perlindungan pantai dari intrusi air laut

No.	Jumlah rumah tangga	Rata-rata penggunaan air (m <sup>3</sup> /hari)	Harga beli air per m <sup>3</sup> (Rp)	Nilai ekonomi (Rp/thn)	Nilai ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)
PDAM	8,658	0.5	3,500	5,454,540,000	384,122.54	14,931,672.60	1,051.53
Non - PDAM	32,412	0.5	12,000	70,009,920,000	4,930,276.06	191,650,479.06	13,496.51
Total	41,070	-	-	75,464,460,000	5,314,399	206,582,152	14,548

Konversi 1 USD = 14,200 rupiah (Sumber: Hasil survei lapangan, 2021)

### 2.4. Nilai ekonomi mangrove untuk serapan karbon

Nilai stok karbon (karbon biomassa atas permukaan dan akar, dan tanah) pada kawasan mangrove kabupaten barru adalah sebesar 674.33 Mg C ha<sup>-1</sup>. Nilai ini merupakan hasil survei lapangan yang kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan-persamaan allometrik berdasarkan spesies mangrove (untuk karbon biomassa), dan metode Loss of Ignition/LOI untuk karbon tanah. Dengan luasan mangrove yang mencapai 365.30 ha (Tabel 1), maka total nilai stok karbon daerah ini sebesar 246,333 Mg C.

Berdasarkan harga pasar dunia karbon dunia (USD 35 per Mg CO<sub>2</sub>e) yang diterbitkan oleh Bank Dunia pada tahun 2021 dan luasan mangrove 365.3 ha, maka nilai ekonomi karbon mangrove Kabupaten Barru sebesar 8.62 juta USD/thn (Rp 122.43 miliar rupiah/thn) atau 335.14 juta per thn/ha (23.60 ribu USD/thn/ha) (Tabel 5).

Table 5. Nilai ekonomi mangrove untuk serapan karbon

Luasan hutan mangrove tahun 2020 (ha)	Nilai stok karbon (biomass+tanah) mangrove (Mg C/ha)	Total nilai karbon mangrove (Mg C)	Harga pasar karbon mangrove tahun 2021 per MgCO <sub>2</sub> e (in USD)	Nilai ekonomi stok karbon mangrove (USD/thn)	Nilai ekonomi stok karbon mangrove (Rp/thn)	Nilai ekonomi stok karbon mangrove (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi stok karbon mangrove (USD/thn/ha)
365.3	674.33	246,333	35	8,621,646	122,427,376,253	335,142,010	23,602

Konversi 1 USD = 14,200 rupiah (Sumber: Hasil survei lapangan, 2021)

### 2.5. Nilai ekonomi mangrove untuk ekowisata

Berdasarkan Tabel 6, jumlah pengunjung yang mengunjungi kawasan ekowisata mangrove Pulau Pannikiang, Desa Madelo, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru di dominasi oleh pengunjung yang berasal dari Kabupaten Barru sendiri, diikuti oleh pengunjung dari Kota/Kabupaten lainnya (Parepare, Pangkep, dan Makassar). Untuk mengakses kawasan ekowisata ini, total biaya yang dikeluarkan berasal dari biaya transportasi, konsumsi, dan parkir. Di kawasan ekowisata ini, saat ini akomodasi penginapan belum tersedia, karena itu umumnya pengunjung berkunjung dalam hitungan beberapa jam dan pulang, tapi jika ingin menginap dapat menyewa penginapan yang ada di Kota Barru.

Table 6. Jumlah pengunjung kawasan ekowisata mangrove Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru selama survei lapangan

No.	Asal Pengunjung	Jumlah Pengunjung
1	Kabupaten Barru	28
2	Kota Parepare	11
3	Kabupaten Pangkep	8
4	Kota Makassar	2
Total		49

Table 7. Biaya transportasi, konsumsi, tiket masuk, parkir dan total biaya perjalanan pengunjung

Asal Pengunjung	Biaya Transportasi (darat+laut) (Rp)	Biaya Konsumsi (Rp)	Biaya Tiket Masuk (Rp)	Biaya Parkir (Rp)	Biaya Perjalanan (Rp)
Kabupaten Barru	1,680,000	2,800,000	0	140,000	4,620,000
Kota Parepare	770,000	1,100,000	0	55,000	1,925,000
Kabupaten Pangkep	1,040,000	800,000	0	40,000	1,880,000
Kota Makassar	500,000	200,000	0	10,000	710,000

Table 8. Jumlah pengunjung per 1000 penduduk

Asal Pengunjung	Jumlah Pengunjung	Jumlah Penduduk (orang)	Jumlah Pengunjung per 1000 Penduduk
Kabupaten Barru	28	174,517	0.1604
Kota Parepare	11	145,783	0.0755
Kabupaten Pangkep	8	337,123	0.0237
Kota Makassar	2	1,538,207	0.0013

Tabel 9. Nilai ekonomi mangrove untuk jasa ekowisata di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru

Asal Pengunjung	Biaya Perjalanan (Rp)	Jumlah Penduduk (orang)	Nilai ekonomi/1000 kunjungan (Rp)	Nilai ekonomi/1000 kunjungan (USD)	Nilai ekonomi/1000 kunjungan/ha (Rp)	Nilai ekonomi/1000 kunjungan/ha (USD)
Kabupaten Barru	4,620,000	174,517	806,268,540	56,779.47	8,763,788	617.17
Kota Parepare	1,925,000	145,783	280,632,275	19,762.84	3,050,351	214.81
Kabupaten Pangkep	1,880,000	337,123	633,791,240	44,633.19	6,889,035	485.14
Kota Makassar	710,000	1,538,207	1,092,126,970	76,910.35	11,870,945	835.98
Total	9,135,000	2,195,630	2,812,819,025	198,086	30,574,120	2,153

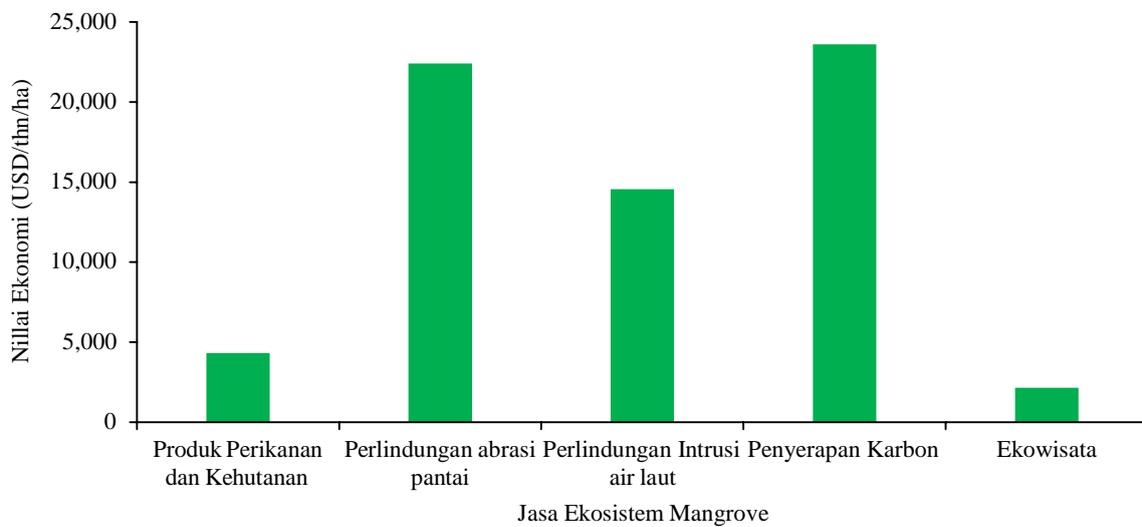
Konversi 1 USD = 14,200 rupiah; luasan kawasan ekowisata mangrove Pulau Pannikiang = 92 ha

Berdasarkan Tabel 7, biaya perjalanan tertinggi diperoleh dari Kabupaten Barru di ikuti dari Kota Parepare dan Kabupaten Pangkep, dan yang terendah dari Kota Makassar. Untuk jumlah kunjungan pengunjung per 1000 penduduk tertinggi juga berasal dari Kabupaten Barru, sedangkan terendah dari Kota Makassar. Meskipun Kota Makassar memiliki jumlah penduduk terbesar dibandingkan kabupaten/kota lainnya, namun jumlah pengunjung dari kota Makassar yang mengunjungi kawasan ekowisata ini paling sedikit (Tabel 8).

Berdasarkan perhitungan nilai ekonomi yang mengacu pada biaya perjalanan dan jumlah kunjungan pengunjung per 1000 penduduk (Tabel 9), total nilai ekonomi mangrove untuk jasa ekowisata sebesar 2.81 miliar rupiah per thn (198.09 ribu USD/thn) atau sebesar 30.57 juta rupiah per thn/ha (2.15 ribu USD/thn/ha). Kontribusi terbesar diperoleh dari Kota Makassar dengan jumlah penduduk terbesar, sedangkan terendah dari Kota Parepare.

## 2.6. Ringkasan nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove di Kabupaten Barru

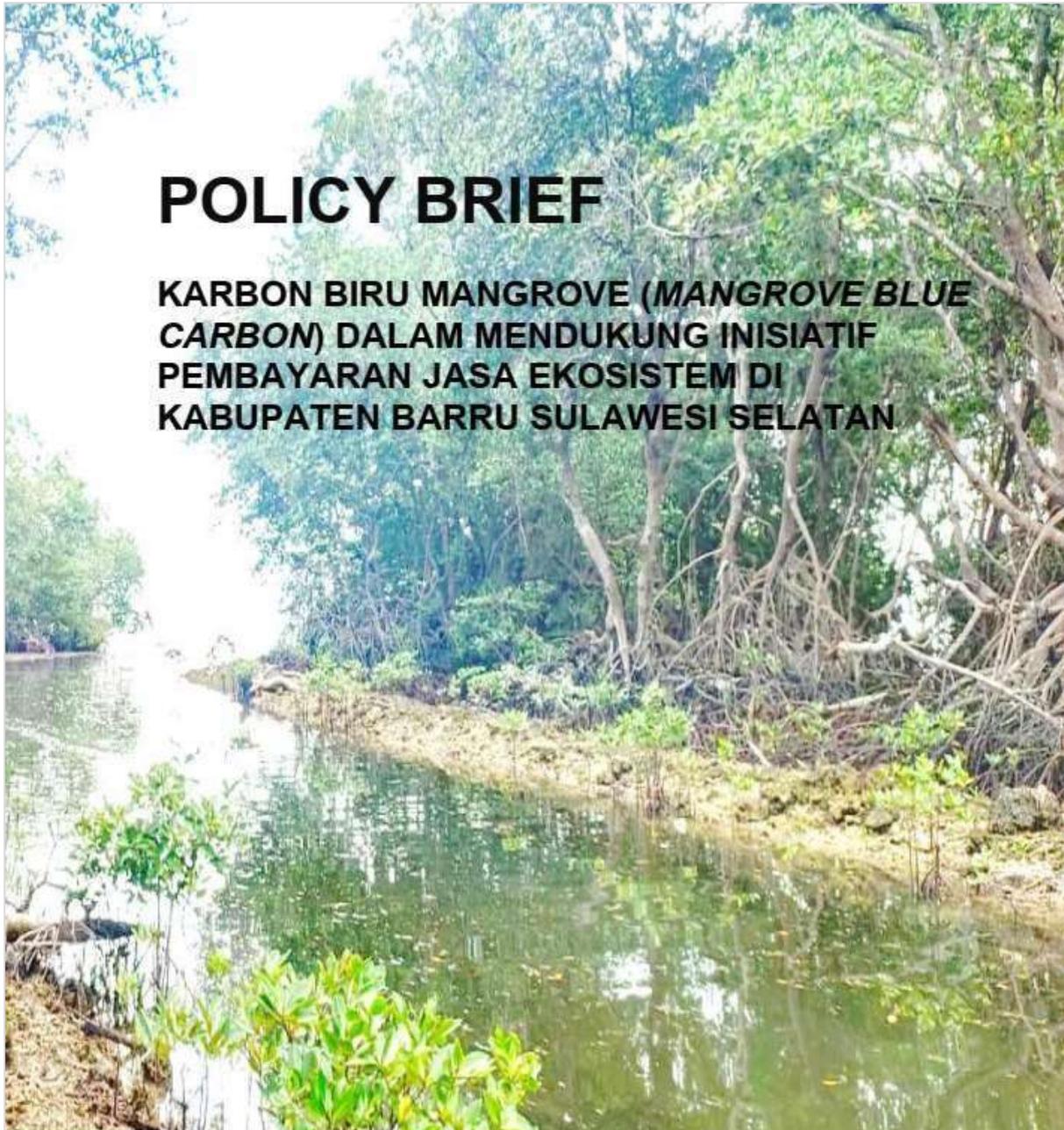
Ringkasan nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove di Kabupaten Barru di sajikan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Nilai jasa ekosistem mangrove Kabupaten Barru

**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 unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Luaran wajib dalam penelitian ini berupa draf naskah kebijakan (*Policy Brief*) telah selesai disusun dan segera akan diserahkan ke Pemerintah Daerah Kabupaten Barru. Untuk luaran tambahan yakni artikel telah berstatus *Submitted* pada jurnal internasional bereputasi tinggi dan berdampak (*New Forests*, IF 2020 = 6.2 dan SJR = 0.71, publisher Springer), sedangkan untuk hak cipta berupa peta statusnya *Draf* dan saat ini dalam proses registrasi untuk memperoleh status *granted*. Untuk lebih jelasnya ketercapaian ini terdapat bukti dokumen berikut:



# POLICY BRIEF

**KARBON BIRU MANGROVE (*MANGROVE BLUE CARBON*) DALAM MENDUKUNG INISIATIF PEMBAYARAN JASA EKOSISTEM DI KABUPATEN BARRU SULAWESI SELATAN**



**Abdul Malik dan Abd.Rahim**



2021



## HASIL/TEMUAN UTAMA

1. Kawasan mangrove di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan per hektarnya rata-rata menyimpan karbon biru (*mangrove blue carbon*) sebesar 674.33 Mg C ha<sup>-1</sup>, dengan proporsi terbesar (570.76 ± 97.70 Mg C ha<sup>-1</sup> atau 85%) ditemukan dibagian tanah, sedangkan sisanya pada bagian pohon dan akar masing-masing sebesar 100.66 ± 23.44 Mg C ha<sup>-1</sup> dan 2.81 ± 1.16 Mg C ha<sup>-1</sup>. Dengan luasan mangrove yang mencapai 365.30 ha pada tahun 2020, maka total nilai stok karbon biru mangrove Kabupaten Barru mencapai 246,333 Mg C.
2. Struktur hutan (*forest structures*), seperti nilai DBH, kerapatan, tinggi pohon dan basal area memiliki peran penting dalam menentukan level kandungan karbon pada hutan mangrove
3. Nilai stok karbon organik tanah cenderung lebih tinggi pada lapisan yang lebih dalam (Riset ini menemukan konsentrasi tertinggi terdapat pada interval kedalaman tanah 50cm - 100cm).
4. Nilai stok karbon biru mangrove rata-rata per hektar di daerah ini masih lebih rendah jika dibandingkan pada beberapa kawasan mangrove lainnya di Indonesia.
5. Eksploitasi yang berlebihan utamanya dari kegiatan alih fungsi mangrove menjadi pertambakan selama beberapa dekade telah mengakibatkan mangrove mengalami degradasi dan deforestasi, dan melepaskan kandungan karbon yang tersimpan ke atmosfer secara signifikan.
6. Mengacu pada harga pasar karbon dunia yang diterbitkan oleh Bank Dunia pada tahun 2021 sebesar USD 35 per Mg CO<sub>2e</sub>, maka nilai ekonomi karbon biru mangrove Kabupaten Barru mencapai 8.62 juta USD/tahun (Rp 122.43 miliar rupiah/tahun) atau 335.14 juta per tahun/ha (23.60 ribu USD/tahun/ha).
7. Nilai stok dan ekonomi karbon biru mangrove di daerah ini merupakan potensi besar dalam inisiasi dan penerapan skema Pembayaran Jasa Ekosistem (PJE) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pendapatan baru melalui mekanisme insentif atau kompensasi bagi masyarakat yang melakukan kegiatan pengelolaan lahan, restorasi/rehabilitasi, konservasi, dan pemanfaatan berkelanjutan, sehingga tidak hanya dapat mendukung pencapaian kesejahteraan masyarakat, tetapi juga perlindungan terhadap ekosistem mangrove yang berperan penting dalam penyerapan karbon.

## REKOMENDASI KEBIJAKAN

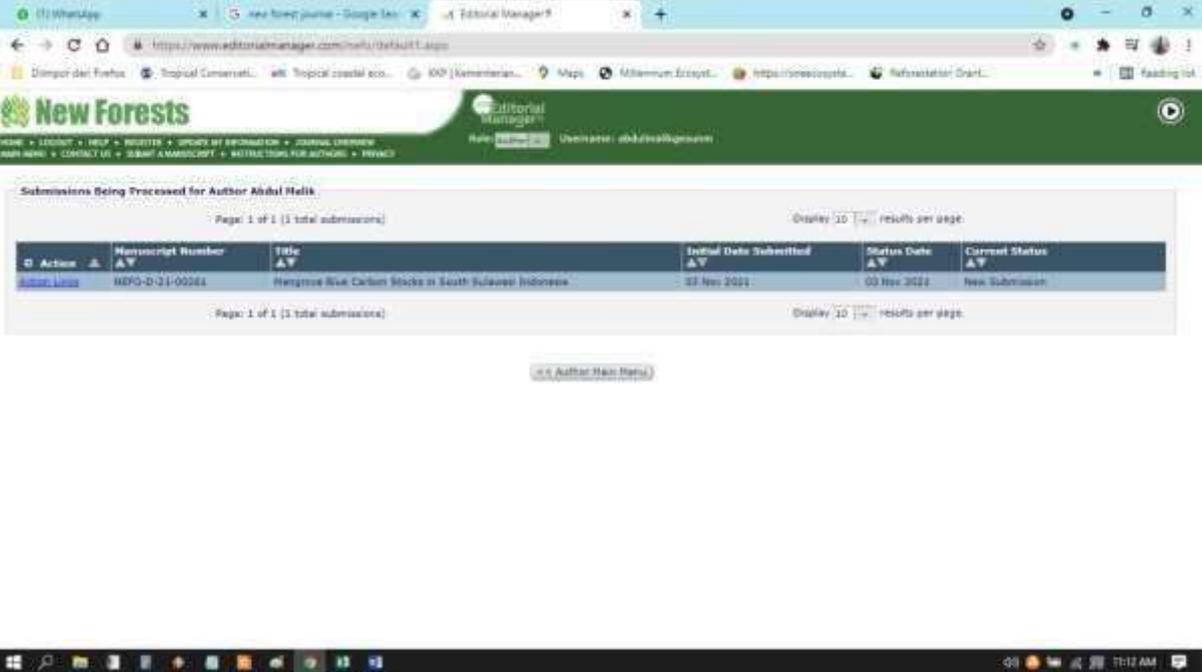
1. Membangun kawasan lindung untuk memastikan perlindungan terhadap hutan mangrove yang melibatkan masyarakat dengan kepatuhan hukum dan pengelolaan yang jelas, serta menetapkan kawasan sabuk hijau (*buffer zone*).
2. Mendorong dan melakukan kegiatan konservasi dan restorasi mangrove untuk memulihkan hutan mangrove dan mempertahankan dan meningkatkan cadangan karbon yang ada sebagai bagian dari adaptasi dan

rencana pengurangan dampak perubahan iklim dan penurunan emisi karbon.

3. Mengembangkan rencana pengelolaan yang integratif dengan melibatkan berbagai stakeholder, termasuk pengelolaan yang terintegrasi ke dalam kerangka tata ruang pengelolaan wilayah pesisir.
4. Mendefinisikan dan memastikan dengan jelas terkait hak kepemilikan, akses, dan penerapan pemanfaatan hutan mangrove yang berkelanjutan dan bermanfaat jangka panjang bagi masyarakat dengan perencanaan yang baik dan sesuai dengan kondisi setempat, termasuk memastikan tidak terjadi lagi perluasan tambak dengan mengkonversi mangrove, tetapi lebih mendorong pada upaya praktek budidaya tambak yang berkelanjutan.
5. Meningkatkan pengetahuan dan akses pendidikan bagi masyarakat guna meningkatkan kesadaran akan pentingnya fungsi dan manfaat mangrove bagi kehidupan sosial ekonomi masyarakat dan mitigasi perubahan iklim.
6. Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan mangrove.
7. Mendorong dan mendukung pengembangan ekowisata mangrove sebagai bentuk perlindungan kawasan mangrove, meningkatkan pengetahuan, dan menghasilkan pendapatan dan lapangan kerja bagi masyarakat lokal.
8. Mendorong dan mendukung pengembangan bentuk-bentuk pekerjaan baru atau alternatif berbasis bahan non-kayu, seperti budidaya rumput laut yang dapat menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi daripada kegiatan penebangan kayu mangrove, dan risiko kerugian akibat gagal panen lebih kecil daripada budidaya tambak udang.
9. Menetapkan kerangka kebijakan dan legislasi untuk perlindungan dan pengelolaan mangrove di tingkat kabupaten.

## 2. Luaran tambahan:

Artikel *Submitted* pada jurnal internasional bereputasi tinggi dan berdampak (New Forests):



The screenshot displays the 'Editorial Manager' interface for the journal 'New Forests'. The page title is 'Submissions Being Processed for Author Abdul Malik'. Below the title, it indicates 'Page: 1 of 1 (1 total submissions)' and 'Display: 10 results per page'. A table lists the submission details:

Actions	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
<a href="#">Action Link</a>	BFPO-D-21-00261	Restoring Blue Carbon Stocks in South Sulawesi, Indonesia	22 Nov 2021	03 Nov 2021	New Submission

Below the table, it again shows 'Page: 1 of 1 (1 total submissions)' and 'Display: 10 results per page'. At the bottom of the page, there is a button labeled '<< Author Main Menu >>'. The browser's address bar shows the URL 'https://www.editorialmanager.com/nfo/default1.aspx'.

**New Forests**  
**Mangrove Blue Carbon Stocks in South Sulawesi Indonesia**  
 –Manuscript Draft–

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	Mangrove Blue Carbon Stocks in South Sulawesi Indonesia
<b>Article Type:</b>	Original research
<b>Keywords:</b>	Mangrove carbon pool; biomass carbon stock; soil organic carbon stock; climate change mitigation
<b>Corresponding Author:</b>	Abdul Malik Universitas Negeri Makassar Makassar, South Sulawesi INDONESIA
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Universitas Negeri Makassar
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Abdul Malik
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Abdul Malik Abd. Rahim Abd. Rasyid Jalil Muhammad Fathurachman Amir, S.Pd. Dary Setiawan Arif Muhammad Rizal Justikharah Husain D'rollins William Nurul Jihad
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Funding Information:</b>	Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (122/UN36.9/L.P2M/2021) Dr. Abdul Malik
<b>Abstract:</b>	Mangroves are one of the major sink of blue carbon in coastal ecosystems. However, due to high levels of anthropogenic activities, mangroves rapidly disappear worldwide, resulting in a significant loss of carbon stocks. This study aims to estimate mangrove biomass and soil organic carbon stocks in South Sulawesi, Indonesia. The mangroves of Barru district in South Sulawesi are a disturbed ecoregion where rigorous studies of mangrove blue carbon have not been conducted. We investigated the structure and composition of mangrove vegetation at 6 study sites in a 20 m x 50 cm transect and sampled six soil cores at depths of 0 cm - 15 cm, 15 cm - 30 cm, 30 cm - 50 cm, and 50 cm - 100 cm. To estimate biomass carbon stocks, we used allometric equations for specific species from previous studies and the Loss on Ignition method for soil analysis. The mean values of aboveground (tree) and belowground (root) carbon of mangroves were $100.66 \pm 23.44$ Mg C ha <sup>-1</sup> and $2.81 \pm 1.16$ Mg C ha <sup>-1</sup> , respectively, while the mean value of soil organic carbon was $570.76 \pm 97.70$ Mg C ha <sup>-1</sup> . Over-exploitation of mangrove areas in this region in the last two decades (for various purposes, but mainly related to aquaculture pond development) has resulted in lower blue carbon estimates than other regions in Indonesia. Therefore, protecting intact mangrove areas and rehabilitating and restoring areas that have been degraded or lost is essential actions to conserve blue carbon and rebuild and increase carbon stocks to

	mitigate climate change and ensure mangrove sustainability.
<b>Suggested Reviewers:</b>	Cecep Kusmana
	Daniel Friess

[Click here to view linked References](#)

## Mangrove Blue Carbon Stocks in South Sulawesi Indonesia

Abdul Malik<sup>\*1</sup>, Abd. Rahim<sup>2</sup>, Abd. Rasyid Jalil<sup>3</sup>, Muhammad Fathurachman Amir<sup>4</sup>, Dary Setiawan Arif<sup>5</sup>, Muhammad Rizal<sup>1</sup>, Justikharah Husain<sup>1</sup>, D'rollins William<sup>1</sup>, Nurul Jihad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Geography, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90224, South Sulawesi, Indonesia.

<sup>2</sup>Department of Economic, Faculty of Economics and Business, Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, South Sulawesi, Indonesia.

<sup>3</sup>Department of Marine Science, Faculty of Marine Science and Fishery, Hasanuddin University, Makassar, 90245, South Sulawesi, Indonesia.

<sup>4</sup>Study Program of Geography Education, Postgraduate School of Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, South Sulawesi, Indonesia.

\*Corresponding author: Abdul Malik, E-mail: [abdulmalik@unm.ac.id](mailto:abdulmalik@unm.ac.id)

### Abstract

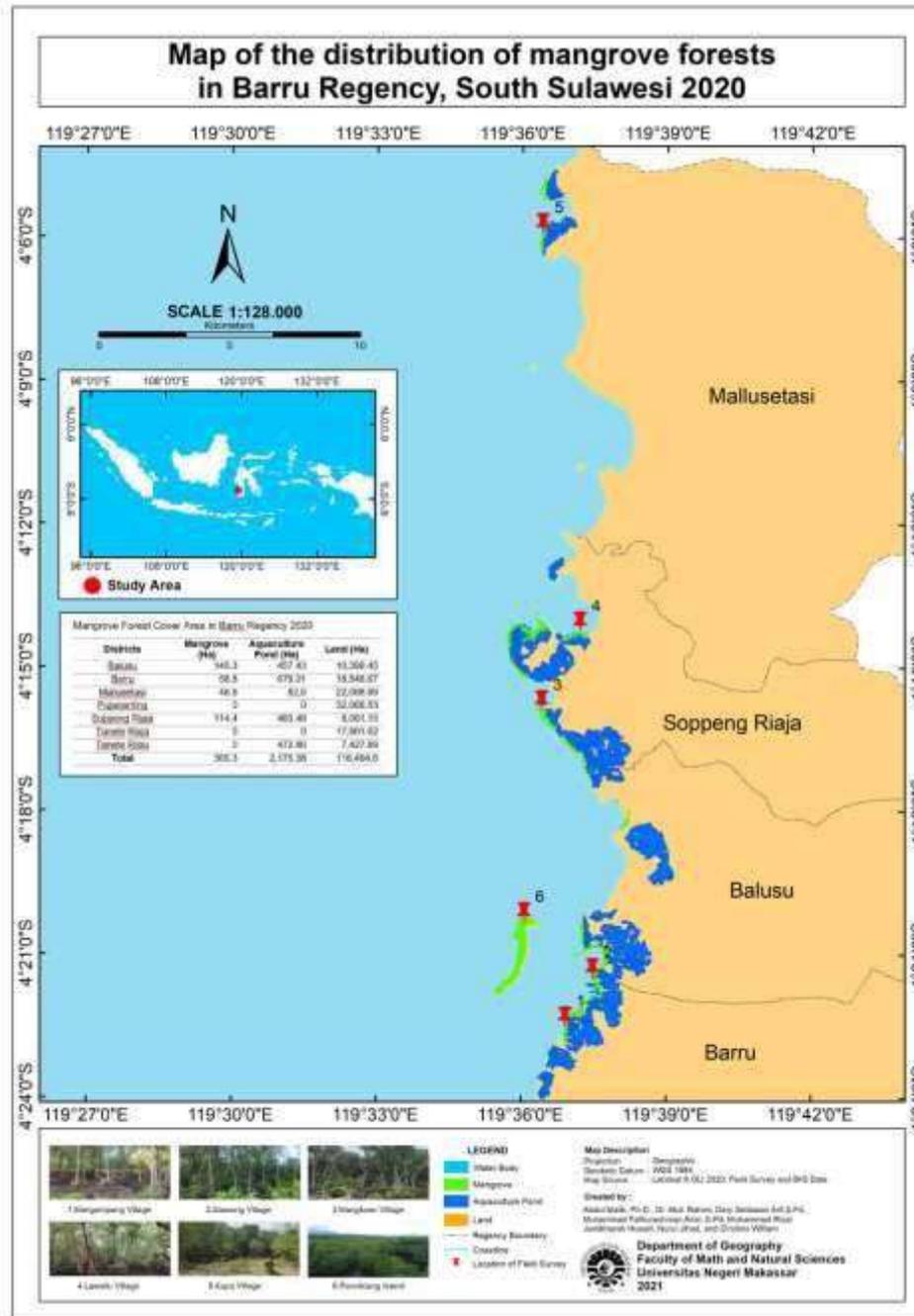
Mangroves are one of the major sink of blue carbon in coastal ecosystems. However, due to high levels of anthropogenic activities, mangroves rapidly disappear worldwide, resulting in a significant loss of carbon stocks. This study aims to estimate mangrove biomass and soil organic carbon stocks in South Sulawesi, Indonesia. The mangroves of Barru district in South Sulawesi are a disturbed ecoregion where rigorous studies of mangrove blue carbon have not been conducted. We investigated the structure and composition of mangrove vegetation at 6 study sites in a 20 m x 50 cm transect and sampled six soil cores at depths of 0 cm - 15 cm, 15 cm - 30 cm, 30 cm - 50 cm, and 50 cm - 100 cm. To estimate biomass carbon stocks, we used allometric equations for specific species from previous studies and the Loss on Ignition method for soil analysis. The mean values of aboveground (tree) and belowground (root) carbon of mangroves were  $100.66 \pm 23.44$  Mg C ha<sup>-1</sup> and  $2.81 \pm 1.16$  Mg C ha<sup>-1</sup>, respectively, while the mean value of soil organic carbon was  $570.76 \pm 97.70$  Mg C ha<sup>-1</sup>. Over-exploitation of mangrove areas in this region in the last two decades (for various purposes, but mainly related to aquaculture pond development) has resulted in lower blue carbon estimates than other regions in Indonesia. Therefore, protecting intact mangrove areas and rehabilitating and restoring areas that have been degraded or lost is essential actions to conserve blue carbon and rebuild and increase carbon stocks to mitigate climate change and ensure mangrove sustainability.

**Keywords:** Mangrove carbon pool, biomass carbon stock, soil organic carbon stock, climate change mitigation

### 1. Introduction

Mangroves contribute significantly to coastal blue carbon (Donato et al. 2011; Mcleod et al. 2011; Pendleton et al. 2012) by sequestering significant amounts of carbon from the atmosphere

Hak Cipta berupa Peta *Submitted* dan saat ini dalam proses registrasi dan penilaian:



## SURAT PENGALIHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

N a m a : Abdul Malik  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a : Abd. Rahim  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a :Dary Setiawan Arif  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a : Muhammad Fathurachman Amir  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a :Muhammad Rizal  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a : Justikharah Husain  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a : Nurul Jihad  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a :D' rollins Wiliam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

N a m a :Destri Wahyudin  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Jln. A.P. Pettarani, Makassar 90222

Adalah **Pihak I** selaku pencipta, dengan ini menyerahkan karya ciptaan saya kepada :

N a m a : UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
Alamat : Jln. A.P.Pettarani, Makassar 90222

Adalah **Pihak II** selaku Pemegang Hak Cipta berupa **PETA** dengan Judul **"Map of the Distribution of Mangrove Forests in Barru Regency, South Sulawesi 2020"** untuk didaftarkan di Direktorat Hak Cipta dan Desain Industri, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.

Demikianlah surat pengalihan hak ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 21-10-2021

Pemegang Hak Cipta

Pencipta

(UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR)



(Abdul Malik)

(Abd. Rahim)

(Dary Setiawan Arif)

(Muhammad Fathurachman Amir)

(Justikhārah Husain)

(Muhammad Rizal)

(Nurul Jihad)



(D'rollins Wiliam)



(Destri Wahyudin)

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

Mitra dalam penelitian ini menunjukkan kerjasama dan kontribusi dengan turut mengambil peran dalam proses pengumpulan data. Selain itu mitra memberi kontribusi *in-kind* dalam membantu penyediaan akomodasi dan transportasi lokal selama pelaksanaan penelitian.

**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.

Hingga laporan kemajuan ini dibuat dan luaran yang telah dicapai, peneliti tidak menemukan kesulitan dan hambatan dalam pelaksanaannya dan sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

**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. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana selanjutnya:

- (1) Luaran wajib: Draf naskah kebijakan dalam bentuk Policy Brief yang telah dibuat akan diserahkan sekaligus menjadi bahan diskusi dengan pihak Pemerintah Daerah Kabupaten Barru. Jika ada masukan dan saran, dokumen ini siap untuk diperbaiki;
- (2) Luaran tambahan: Artikel pada jurnal internasional bereputasi yang telah di *submit*, akan menunggu hasil review dari reviewer jurnal dan akan direvisi berdasarkan masukan dari reviewer, sedangkan untuk HAKI Hak Cipta sisa menunggu hasil penilaian dari pihak Kemenkumham untuk memperoleh status *granted*.

**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. UNEP-WCMC. (2011). *Marine and coastal ecosystem services: Valuation methods and their practical application*. UNEP-WCMC Biodiversity Series No. 33. 46 pp
2. Malik, A., Fensholt, R., & Mertz, O. (2015). Economic valuation of mangroves for comparison with commercial aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Forests*, 6, 3028–3304.
3. Malik, A., Jalil, A.R., Arifuddin, A., & Syahmuddin, A. (2020). Biomass Carbon Stocks in The Mangrove Rehabilitated Area of Sinjai District, South Sulawesi, Indonesia. *Geography, Environment, Sustainability*, 13(3), 32-38.
4. Malik, A., Mertz, O., & Fensholt, R. (2017). Mangrove forest decline: Consequences for livelihoods and environment in South Sulawesi. *Regional Environmental Change*, 17, 157-169.
5. Idrus, S., Ismail, A., & Ekayani, M. (2016). Potensi pembayaran jasa lingkungan hutan mangrove di Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat (Potency of payment for environmental services of mangrove forest in Sub-district of Jailolo of West Halmahera District). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 21(3), 195-202
6. Herbert T., Vonada R., Jenkins M., Bayon R., & Leyva J.M.F. (2010). *Environmental funds and payments for ecosystem services*. RedLAC capacity building project for environmental funds. Rio de Janeiro, Brazil, p. 102.

7. Fauzi, A., & Anna, Z. (2013). The complexity of the institution of payment for environmental services: A case study of two Indonesian PES schemes. *Ecosystem Services*, 6, 54-63
8. Heyde J., Lukas M., & Flitner M. (2012). Payments for Environmental Services in Indonesia: A Review of Watershed-Related Schemes. *Artec-Paper 186*. Research Center for Sustainability Studies, University of Bremen
9. Friess, D.A., & Thompson, B.S. (2016). Mangrove Payments for Ecosystem Services (PES): A Viable Funding Mechanism for Disaster Risk Reduction? In *Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice* (pp. 75-98). Springer, Cham.
10. Sudarma, I. M. (2014). Pembayaran Jasa Lingkungan Sebagai Instrumen Ekonomi Menuju Pembangunan Berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional Prodi Biologi FMIPA UNHI, Denpasar, Bali. ISBN: 978-602-9138-68-9.
11. Harrison, P.A., Berry, P.M., Simpson, G., Haslett, J.R., Blicharska, M., Bucur, M., Dunford, R., Ego, B., Garcia-Liorente, M., Geamana, N., Geertsema, W., Meiresonne, L. & Tulkelboom, F. (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: a systematic review. *Ecosystem Services*, 9, 191-203.
12. Albert, J.A, Warren-Rhodes, K, Schwarz, A.J & Duke, N.D. (2012). *Mangrove Ecosystem Services & Payments for Blue Carbon in Solomon Islands*. The WorldFish Center, Solomon Islands. AAS-2012-06.
13. Ajonina, G. (2011). *Rapid Assessment of Mangrove Status to Assess Potential for Payment for Ecosystem Services in Amanzule in the Western Region of Ghana*. USAID Integrated Coastal and Fisheries Governance Program for the Western Region of Ghana. Narragansett, RI: Coastal Resources Center, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island.
14. Carandang, A.P., Camacho, L.D., Gevaña, D.T, Dizon, J.T., Camacho, S.C., Catherine, C.L., Florencia, B., Pulhin, F.B., Combalicer, E.A., Paras, F.D., Peras, R.J.J, & Rebugio, L.L. (2013). Economic valuation for sustainable mangrove ecosystems management in Bohol and Palawan, Philippines, *Forest Science and Technology*, 9:3, 118-125.
15. Suharti, S., Darusman, D., Nugroho, B., & Sundawati L. (2016). Economic valuation as basis for sustainable mangrove resource management. A Case in East Sinjai, South Sulawesi. *Journal of Tropical Forest Management*, 22 (1), 12 - 23.
16. LAPAN. (2015). *Pedoman pengolahan data penginderaan jauh Landsat 8 untuk mangrove*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Jakarta.
17. World Bank. (2021). *State and Trends of Carbon Pricing 2020*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33809>.