

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**STRATEGI PENGELOLAAN HUTAN MANGROVE BERKELANJUTAN UNTUK
MITIGASI DAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM DI KABUPATEN
TAKALAR SULAWESI SELATAN**

Tahun ke: 2 dari rencana 2 tahun

Tim Peneliti

Abdul Malik, S.T., M.Si., Ph.D./001107705 (Ketua)

Dr. Abd. Rahim, S.P., M.Si. /0012127302 (Anggota)

Di biayai oleh
Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian
Tahun Anggaran 2022 Nomor: 133/E5/PG.02.00.PT/2022

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
NOVEMBER 2022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
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 email: lppm@unm.ac.id & lemlitunm@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN
Nomor:3388/UN36.11/LP2M/2022

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:

“Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove Berkelanjutan Untuk Mitigasi dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan”

Penelitian ini dilaksanakan sampai bulan November 2022

Skema Penelitian: Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi T.A. 2022

Anggota Peneliti : Dr. Abd. Rahim S.P, M.Si

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 25 November 2022
Ketua

Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T., IPU.
NIP 19611016198803 1 006

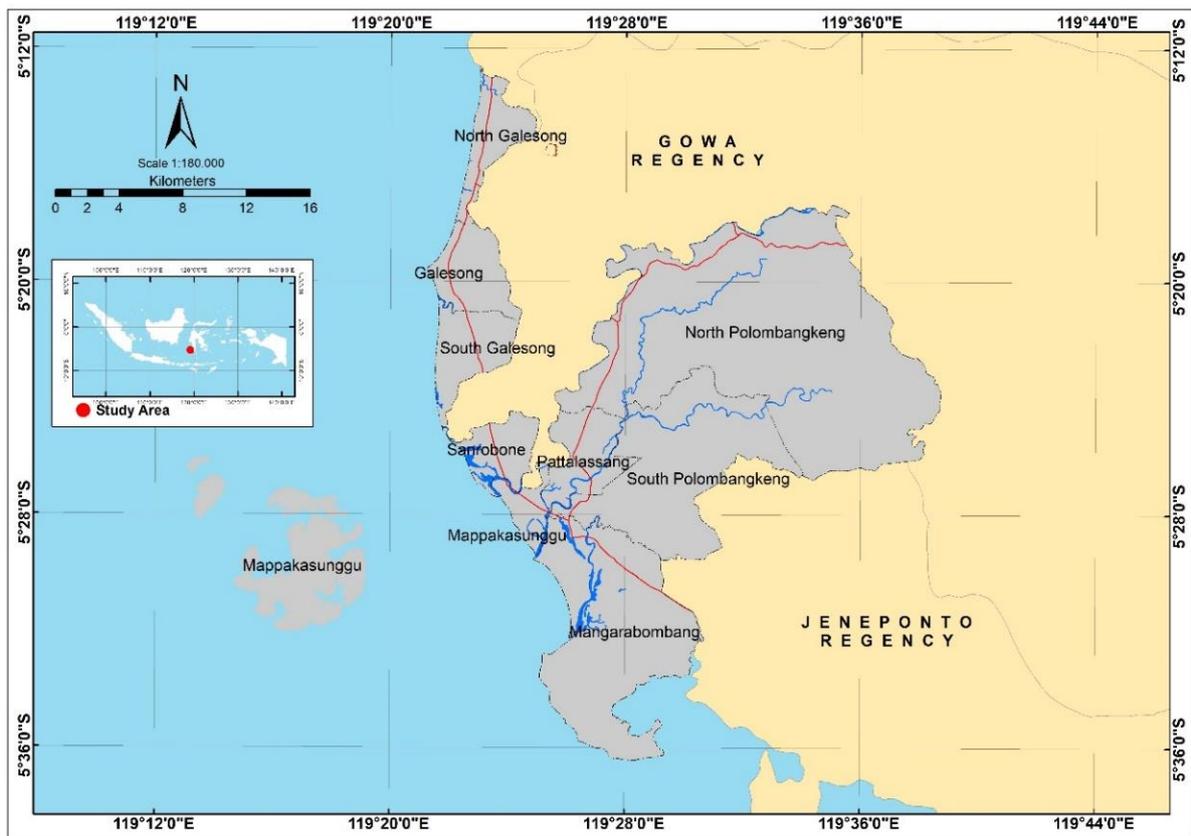
C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan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

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

Penelitian yang berjudul “**Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove Berkelanjutan Untuk Mitigasi dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan**” yang merupakan tahap ke-2 dari 2 tahun telah dilakukan dengan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Gambaran umum Kabupaten Takalar

Kabupaten Takalar merupakan salah satu kabupaten yang terletak di bagian Selatan dari Propinsi Sulawesi Selatan. Kabupaten ini secara geografi terletak pada 5°12’ - 5°38’ LS dan 119°10’ - 119°39’BT (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan

Secara administratif Kabupaten Takalar berbatasan dengan Kabupaten Gowa dan Kabupaten Jeneponto di sebelah timur, Kabupaten Gowa di sebelah utara, serta Selat Makassar dan Laut Flores di sebelah barat dan selatan. Luasan Kabupaten ini sebesar 566,51 km² dan terbagi menjadi sepuluh kecamatan, yakni Galesong, Galesong Selatan, Galesong Utara,

Mangarabombang, Mappakasunggu, Pattallassang, Polombangkeng Selatan, Polombangkeng Utara, Sanrobone dan Kepulauan Tanekeke yang terdiri dari pulau-pulau kecil Tanekeke, Lantangpeo, Bauluang, Satangnga, dan Dayang-dayang. Kabupaten ini berjarak \pm 45 km dari ibu kota Sulawesi Selatan (Kota Makassar). Ibu kota adalah Pattallassang.

Kabupaten ini memiliki total panjang garis pantai sebesar 171.5 km yang terdiri dari 73.40 km untuk daratan utama, dan 98.10 km untuk Kepulauan Tanekeke (Pulau Tanekeke, Pulau Lantangpeo, Pulau Bauluang, Pulau Satangnga, dan Pulau Dayang-Dayang), dan beberapa sungai (Cikoang di Mangarabombang, Pappa di Pattallassang, Biringkassi di Sanrobone, Sabala di Galesong Selatan, Saro dan Galesong di Galesong dan Beba di Galesong Utara). Jumlah penduduk 300.853 jiwa, dan kepadatan penduduk 530 jiwa per km². Umumnya penduduk yang menghuni kawasan pesisir kabupaten ini memiliki mata pencaharian sebagai nelayan dan petani tambak.

2. Nilai Ekonomi Layanan Ekosistem Mangrove

Nilai ekonomi layanan ekosistem mangrove di Kabupaten Takalar terdiri dari nilai manfaat langsung (*Direct use value*) dan nilai manfaat tidak langsung (*Indirect use value*).

2.1. Nilai manfaat langsung (*Direct use Value*)

Berdasarkan Tabel 1, nilai ekonomi hasil perikanan dan kehutanan diperoleh dari hasil tangkapan (ikan, kepiting, udang) dan budidaya (monokultur udang dan monokultur ikan bandeng, polikultur udang dan bandeng, dan polikultur bandeng dan rumput laut), dan nilai kayu bakar, arang, dan kerajinan daun nipa.

Umumnya nelayan (70 responden) menangkap ikan sebanyak 20 kali atau 20 hari dalam sebulan dengan rata-rata produksi 10 kg per hari. Dengan harga pasar 30 ribu rupiah per kilogram, nilai manfaat untuk produk ikan adalah 896 juta rupiah per tahun (61,11 ribu USD/thn) atau per tahun per hektar setiap rumah tangga bisa mendapatkan 598,13 ribu rupiah (41 USD/thn/ha). Untuk nilai ekonomi dari tangkapan kepiting per tahun diperoleh nilai ekonomi sebesar 331,2 juta (22,59 USD/thn) atau per tahun per hektar diperoleh sebesar 221,09 ribu rupiah (15 USD/thn/ha), sedangkan untuk produk dari udang diperoleh nilai manfaat ekonomi sebesar 91,2 juta per tahun (6,2 ribu USD/thn) atau per tahun per hektar diperoleh sebesar 60,88 ribu rupiah (4 USD/thn/ha).

Produk budidaya dalam penelitian ini berasal dari budidaya udang dan bandeng 37 responden, dan polikultur udang dan bandeng, dan bandeng dan rumput laut dengan wawancara terhadap 15 responden.

Untuk budidaya monokultur udang, frekuensi panen udang sebanyak 2 kali dalam setahun dengan produksi sebesar 500 kg per panen. Dengan harga udang sebesar 80 ribu per kg, maka nilai manfaat ekonomi komoditi ini sebesar 650 juta rupiah/thn (44,33 USD/thn) atau per tahun per hektar sebesar 433.9 ribu rupiah (30 USD/thn/ha). Untuk budidaya monokultur Bandeng dengan frekuensi panen sebanyak 4 kali setahun dan dengan produksi sebesar 2000 kg per panen dan harga 20 ribu per kg, diperoleh nilai manfaat ekonomi sebesar 2,59 miliar per tahun (176,78 ribu USD/thn), atau per tahun per hektar sebesar 1,73 juta rupiah (118 USD/thn/ha).

Untuk udang polikultur dan bandeng, frekuensi panen udang adalah dua kali dan bandeng empat dalam setahun. Produksi udang mencapai 300 kg per panen, sedangkan bandeng 1500 kg per panen. Dengan harga pasar Rp 80.000 per kg udang dan Rp 20.000 per kg bandeng, nilai manfaat dari usaha budidaya polikultur ini sebesar 1,18 miliar per tahun (81,02 ribu USD/thn) atau per tahun per hektar setiap rumah tangga dapat memperoleh sebesar 793,06 ribu rupiah (54 USD/ha/thn). Selanjutnya dari polikultur bandeng polikultur dan rumput laut, dengan frekuensi panen bandeng empat kali dalam setahun dan rumput laut delapan kali setahun, dan produksi bandeng per panen adalah 300 kg, sedangkan rumput laut adalah 1400 kg, serta

dengan harga pasar 20 ribu rupiah per kg untuk bandeng dan 30 ribu rupiah per kg rumput laut, nilai manfaat ekonomi dari usaha polikultur ini sebesar 1,73 miliar rupiah per tahun (117,86 ribu/thn) atau 1,15 juta rupiah/ha/thn (79 USD/ha/thn).

Selanjutnya, untuk produk hutan yang terdiri dari nilai ekonomi kayu bakar (20 responden), arang (5 responden), dan kerajinan nipa 93 responden), diperoleh masing-masing nilai ekonomi sebesar 142,99 ribu rupiah/thn/ha (10 USD/thn/ha), 492,66 ribu rupiah/thn/ha (34 USD/thn/ha), dan 4,8 ribu rupiah/thn/ha (0,33 USD/thn/ha). Akhirnya, berdasarkan perhitungan nilai tangkap ikan, polikultur udang dan bandeng, serta polikultur bandeng dan rumput laut, serta nilai kayu bakar pengumpulan, total nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove dari hasil perikanan dan kehutanan adalah sebesar 8,43 miliar rupiah per tahun (575,35 ribu USD/thn) atau 5,63 juta rupiah per tahun per hektar (384 USD/thn/ha).

Tabel 1. Nilai ekonomi mangrove untuk produk perikanan dan hutan

Nilai manfaat langsung	Jumlah rumah tangga	Frekuensi pemanfaatan		Produksi (Kg/Ikat/sak)		Harga (Rp)		Nilai ekonomi (Rp/thn)	Biaya operasional (Rp/thn)	Nett nilai ekonomi (Rp/thn)	Nett nilai ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)
Produk Perikanan													
Tangkapan:													
Ikan	56	160		10		30.000		2.688.000.000	1.792.000.000	896.000.000	61.110	598.131	41
Kepiting	9	80		4		125.000		360.000.000	28.800.000	331.200.000	22.589	221.095	15
Udang	5	96		3		80.000		115.200.000	24.000.000	91.200.000	6.220	60.881	4
Budidaya:													
Udang	13	2		500		80.000		1.040.000.000	390.000.000	650.000.000	44.332	433.912	30
Bandeng	24	4		2000		20.000		3.840.000.000	1.248.000.000	2.592.000.000	176.784	1.730.307	118
Udang + Bandeng	9	2	4	300	1.500	80.000	20.000	1.512.000.000	324.000.000	1.188.000.000	81.026	793.057	54
Bandeng + Rumput laut	6	4	8	300	1.400	20.000	30.000	2.160.000.000	432.000.000	1.728.000.000	117.856	1.153.538	79
Produk Hutan													
Kayu bakar	20	102		3		85.000		520.200.000	306.000.000	214.200.000	14.609	142.991	10
Arang	5	36		60		85.000		918.000.000	180.000.000	738.000.000	50.334	492.657	34
Kerajinan Nipa	3	12		200		5.000		36.000.000	28.800.000	7.200.000	491	4.806	0,33
Total	150							13.189.400.000	4.753.600.000	8.435.800.000	575.351	5.631.375	384

Konversi 1 USD = 14.662 rupiah; luas mangrove = 1.498 ha

2.2. Nilai manfaat tidak langsung (*Indirect Use Value*)

a. Nilai Ekonomi untuk perlindungan pantai (*Coastline protection*)

Berdasarkan Tabel 2, nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove untuk pelindung pantai di Kabupaten Takalar dengan total luas mangrove 1.498 ha (73,40 km untuk daratan utama, dan 98,10 km untuk Kepulauan Tanakeke yang terdiri dari Pulau Tanakeke, Pulau Langtangpeo, Pulau Bauluang, Pulau Satangnga, dan Pulau Dayang-Dayang) pada tahun 2020, yakni sebesar Rp 234,95 miliar/tahun (16,02 juta USD/tahun) atau 156,84 juta rupiah per tahun per hektar (10,69 ribu USD per tahun per hektar).

Nilai tersebut diperoleh dengan mengalikan panjang garis pantai (171.500 m) dan biaya pembangunan pemecah gelombang (Rp 1,37 juta per m³). Biaya pemecah gelombang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Takalar.

Tabel 2. Nilai ekonomi mangrove untuk perlindungan pantai

Panjang pantai (m)	Biaya konstruksi breakwater (Rp/m ³)	Nilai ekonomi (Rp/thn)	Nilai ekonomi ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)
171.500	1.370.000	234.955.000.000	16.024.758	156.845.794	10.697

Konversi 1 USD = 14.662 rupiah; luas mangrove = 1.498 ha

b. Nilai Ekonomi untuk pencegahan intrusi air laut (*Seawater intrusion prevention*)

Berdasarkan Tabel 3, nilai ekonomi jasa ekosistem mangrove untuk pencegahan intrusi air laut dengan luas mangrove 1.498 ha pada tahun 2020, yakni sebesar 50,96 miliar rupiah/tahun (3,49 juta USD/tahun) atau 34,01 juta rupiah/tahun/ ha (2.327 USD/tahun/ha).

Tabel 3. Nilai ekonomi mangrove untuk pencegahan intrusi air laut

Jumlah rumah tangga (RT)	Pemakaian air rata-rata (m ³ /hari)	Harga air per m ³ (Rp)	Nilai ekonomi (Rp/thn)	Nilai ekonomi ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)
69.810	0.5	4.000	50.961.300.000	3.485.248	34.019.559	2.327

Konversi 1 USD = 14.662 rupiah; luas mangrove = 1.498 ha

c. Nilai ekonomi untuk penyerapan karbon (*Carbon sequestration*)

Nilai rata-rata stok karbon per hektar di kawasan mangrove Kabupaten Takalar sebesar 410,56 Mg C ha⁻¹. Nilai ini merupakan akumulatif dari nilai rata-rata karbon biomassa mangrove di atas permukaan tanah/pohon (5.10 Mg C ha⁻¹), di bawah permukaan/akar (2.09 Mg C ha⁻¹), dan karbon tanah (403,37 Mg C ha⁻¹) yang diperoleh dari hasil penelitian pada phase pertama riset ini. Dengan luas mangrove di wilayah studi pada tahun 2020 sebesar 1.498 ha, maka nilai stok karbon di kawasan mangrove ini sebesar 615.019 Mg C. Berdasarkan harga pasar karbon (USD 10 per Mg CO₂e) yang diterbitkan oleh Bank Dunia pada tahun 2022, nilai ekonomi karbon mangrove adalah 6.150.189 USD (Rp 89.928.060.634) atau Rp 60.032.083 per hektar (4.106 USD) (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai ekonomi mangrove untuk penyerapan karbon

Luasan mangrove tahun 2020 (ha)	Nilai kandungan stok karbon (Mg C/ha)	Total kandungan stok karbon (Mg C)	Harga pasar karbon per MgCO ₂ e (in USD)	Nilai ekonomi stok karbon (USD)	Nilai ekonomi stok karbon (Rp)	Nilai ekonomi stok karbon per hektar (Rp)	Nilai ekonomi stok karbon per hektar (USD)
1.498	410,56	615.019	10	6.150.189	89.928.060.634	60.032.083	4.106

Konversi 1 USD = 14.662 rupiah; luas mangrove = 1.498 ha

2.3. Nilai ekonomi manfaat pilihan (*Option Use Value*)

Nilai manfaat pilihan mangrove dihitung menggunakan metode nilai transfer terhadap nilai bahan obat sebesar 157 USD per hektar (Sribianti, 2008) atau 2.295.654 rupiah (nilai tukar dollar = 14.662 rupiah Agustus 2022). Dengan luasan hutan mangrove Kabupaten Takalar 1.498 ha pada tahun 2020, maka diperoleh nilai manfaat sebesar 3.438.889.692 rupiah (235.186 USD) (Tabel 5)

Tabel 5. Nilai ekonomi manfaat pilihan

Luasan mangrove tahun 2020 (ha)	Nilai ekonomi manfaat pilihan (USD)	Nilai ekonomi manfaat pilihan (Rp)	Nilai ekonomi manfaat pilihan per hektar (Rp)	Nilai ekonomi manfaat pilihan per hektar (USD)
1.498	235.186	3.438.889.692	2.295.654	157

Konversi 1 USD = 14,662 rupiah; luas mangrove = 1.498 ha

2.4. Total Nilai Ekonomi Mangrove

Tabel 6. Nilai total ekonomi mangrove di Kabupaten Takalar

Nilai jenis pemanfaatan	Nilai ekonomi (Rp/thn)	Nilai ekonomi (USD/thn)	Nilai ekonomi (Rp/thn/ha)	Nilai ekonomi (USD/thn/ha)	Persentase (%)
Nilai manfaat langsung	8.435.800.000	575.351	5.631.375	384	2
Nilai manfaat tidak langsung	375.844.360.634	25.704.032	250.897.437	17.112	97
Nilai manfaat pilihan	3.438.889.692	235.186	2.295.654	157	1
Total	387.719.050.326	26.514.569	258.824.466	17.653	100

Konversi 1 USD = 14,662 rupiah; luas mangrove = 1,498 ha

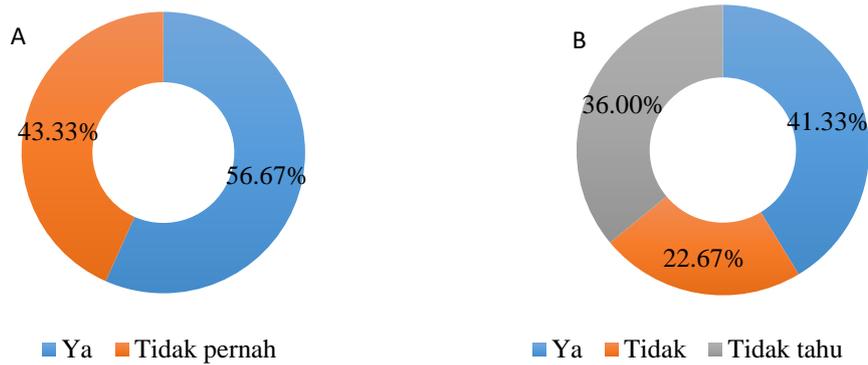
Berdasarkan Tabel 6, nilai total ekonomi hutan mangrove di Kabupaten Takalar diperoleh sebesar 387,72 miliar rupiah per tahun (26,51 juta USD/thn), atau per tahun per hektar sebesar 258,82 juta rupiah (17,65 ribu USD/thn/ha). Nilai manfaat ekonomi terbesar (97%) diperoleh dari nilai manfaat tidak langsung, sedangkan terkecil dari nilai manfaat pilihan (1%), yang mana nilainya tidak jauh berbeda dengan nilai manfaat langsung (2%).

3. Kerentanan Kehidupan Masyarakat Pesisir terhadap Perubahan Iklim

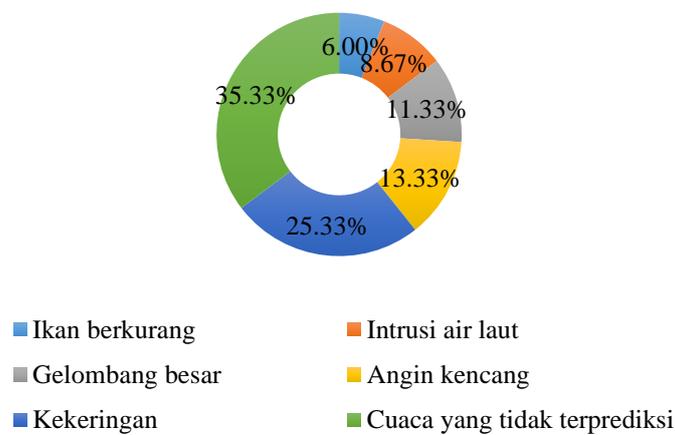
3.1. Keterpaparan (*Exposure*)

3.1.1. Dampak perubahan iklim terhadap kehidupan masyarakat

Penilaian keterpaparan (*exposure*) kehidupan masyarakat terhadap perubahan iklim dilakukan dengan menggunakan kuesioner dan persepsi dari masyarakat terhadap dampak perubahan iklim terhadap daerah tempat tinggal mereka. Lebih dari setengah (57%) masyarakat di daerah ini pernah mendengar istilah perubahan iklim dan 41% mereka percaya bahwa perubahan iklim mengakibatkan perubahan di daerah tempat tinggal mereka. Sisanya 43% tidak pernah mendengar istilah ini, dan 23% dan 36% masing-masing dari mereka tidak percaya terjadi perubahan dan tidak tahu mengenai perubahan tersebut (Gambar 2A, 2B)

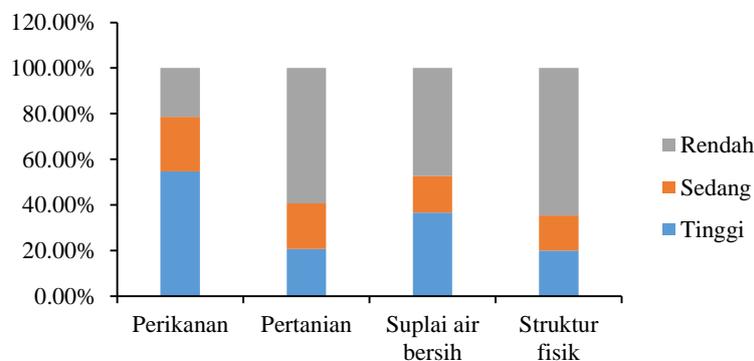


Gambar 2. (A) Pernah mendengar istilah perubahan iklim (n=150), (B) Pengetahuan masyarakat terkait perubahan iklim dapat menyebabkan perubahan di daerah tempat tinggal mereka (n=150)

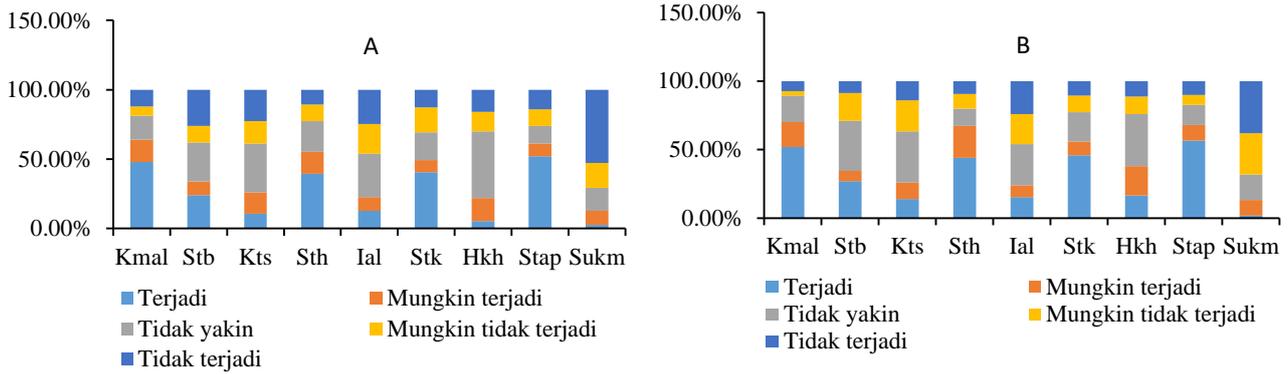


Gambar 3. Tantangan dan dampak terkait dengan perubahan iklim (n=150)

Akibat perubahan iklim yang dirasakan, terdapat beberapa tantangan dan dampak yang mereka rasakan, seperti ikan berkurang, gelombang besar, kekeringan, intrusi air laut, angin kencang, dan cuaca yang tidak terprediksi, namun yang terakhir merupakan yang terbesar yang dirasakan (35%), di ikuti oleh tantangan kekeringan (25%) (Gambar 3). Hal ini diperkuat oleh hasil FGD dan interview kepada pemerintah setempat yang menyatakan akibat cuaca yang tidak terprediksi membuat lahan pertanian mereka banyak yang mengalami kekeringan dan biasa terjadi banjir. Terkait perubahan dari pola cuaca, umumnya masyarakat menyatakan bahwa sektor perikanan yang diikuti oleh suplai air bersih dan sektor pertanian, merupakan sektor utama yang mengalami dampak perubahan (Gambar 4)



Gambar 4. Sektor utama yang mengalami dampak perubahan pola cuaca (n=150)



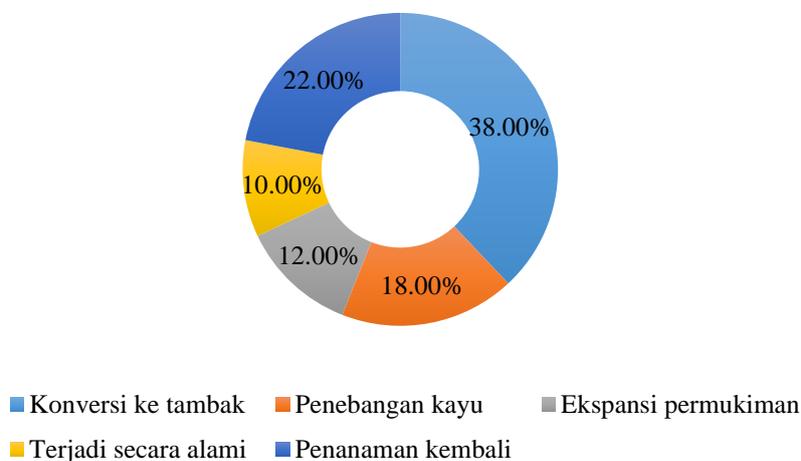
Gambar 5. Dampak perubahan iklim yang dipercaya TELAH (A) dan AKAN (B) terjadi di daerah tempat tinggal mereka masing-masing (n=150).

Kmal: Kenaikan muka air laut, Stb: Sering terjadi badai, Kts: Kehidupan tetap sama, Sth: Sering terjadi hujan, Ial: Intrusi air laut, Stk: Sering terjadi kekeringan, Hkh: Hilangnya keanekaragaman hayati, Stap: Sering terjadi abrasi pantai, dan Sukm: Secara umum kehidupan meningkat.

Lebih jauh, hasil pengecekan silang terhadap semua data di atas mengenai keterpaparan terhadap dampak perubahan iklim dengan hasil observasi dan persepsi masyarakat (Gambar 5A), diperoleh bahwa hanya 11 % dari mereka saat ini yang meyakini bahwa kehidupan masih tetap sama seperti dulu dan hanya 3% menyatakan kehidupan secara umum meningkat. Abrasi pantai (52%), kenaikan air laut (48%), kekeringan (40%), dan sering terjadi hujan (hujan lebat) (39%) merupakan hal yang paling sering terjadi di daerah mereka saat ini (Gambar 5A). Sementara untuk keterpaparan di masa datang, mereka menyatakan hal-hal yg sama akan tetap dialami seperti abrasi pantai, kenaikan air laut, kekeringan dan hujan lebat, dan hanya sedikit dari mereka mengklaim bahwa kehidupan akan sama dan tidak akan meningkat di masa akan datang (Gambar 5B).

3.1.2. Deforestasi/reforestasi hutan mangrove

Gambar 6 menunjukkan bahwa kebanyakan masyarakat menyatakan bahwa hilangnya mangrove di daerah ini disebabkan dikonversi menjadi tambak (38%) yang diikuti oleh penebangan kayu mangrove untuk dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan material rumah (18%). Umumnya mereka menyatakan pengembangan dan hasil produk dari tambak dapat lebih meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan mereka. Namun, terdapat 22% menyatakan perubahan mangrove karena kegiatan reforestasi (penanaman kembali).

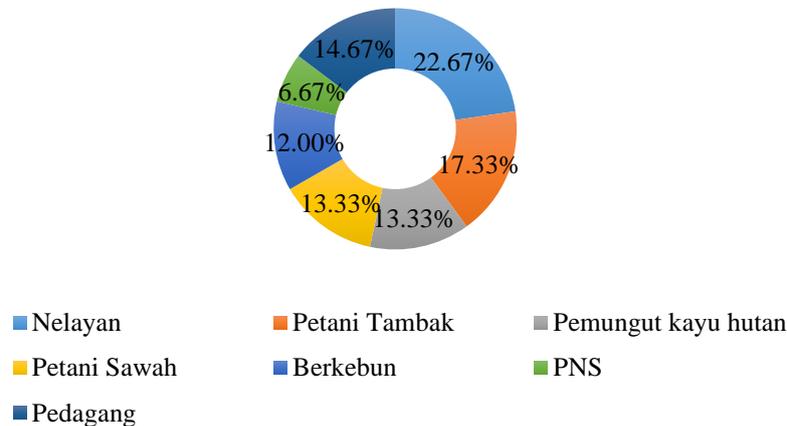


Gambar 6. Deforestasi hutan mangrove (n=150)

3.2. Kepekaan (*Sensitivity*)

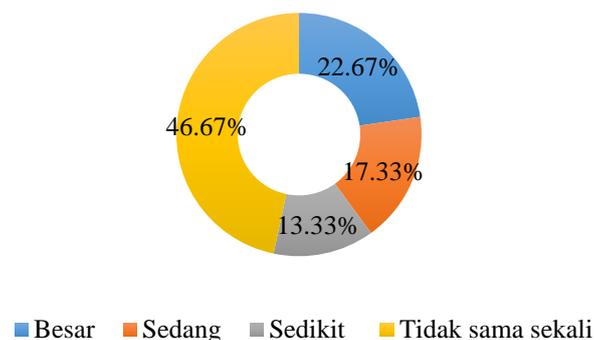
3.2.1. Ketergantungan mata pencaharian dengan mangrove

Kepekaan (*sensitivity*) dinilai berdasarkan ketergantungan mata pencaharian masyarakat dengan hutan mangrove yang mencakup penilaian terhadap jenis mata pencaharian secara umum, hubungan mangrove dengan pendapatan mereka dan pengaruhnya, dan jenis pemanfaatan mangrove (Gambar 7).



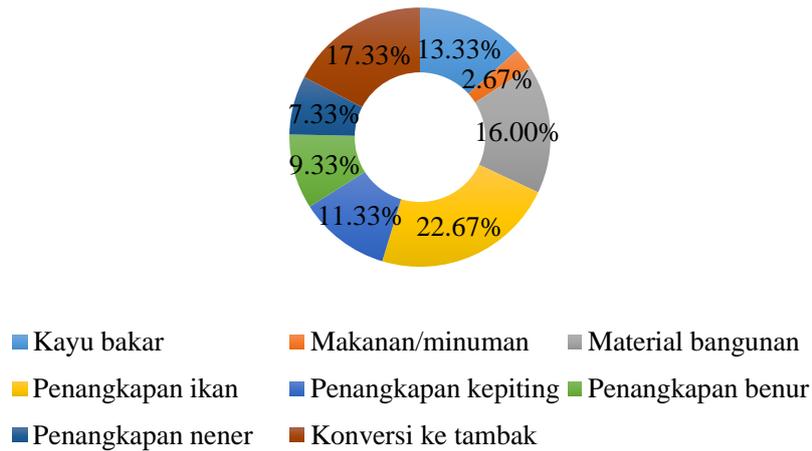
Gambar 7. Jenis Mata Pencaharian (n=150)

Gambar 8 menunjukkan variasi mata pencaharian di masyarakat, namun yang paling besar adalah nelayan (23%) dan diikuti oleh petani tambak (17%). Gambar 10 menunjukkan bahwa terdapat 47% responden menyatakan bahwa pendapatan mereka tidak ada sama sekali hubungannya, sedangkan sisanya atau 53% memiliki hubungan dari hubungan besar, sedang dan sedikit berhubungan.



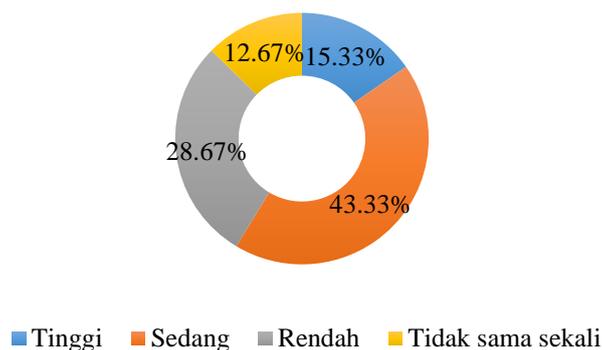
Gambar 8. Hubungan mangrove dan pendapatan (n=150)

Kegiatan pemanfaatan mangrove di daerah ini juga bervariasi, namun pemanfaatan terkait penangkapan ikan yang terbesar (23%) dan diikuti oleh pemanfaatan dikonversi menjadi tambak (17%) dan tebang untuk diambil kayunya (13%) (Gambar 9).



Gambar 9. Jenis pemanfaatan mangrove (n=150)

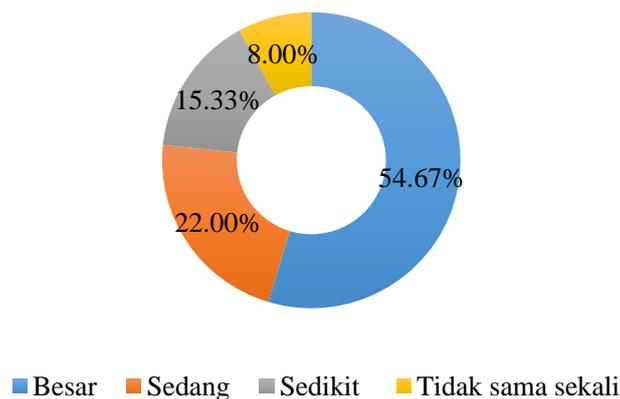
Lebih jauh, terdapat 43% dari mereka menyatakan bahwa akibat dari perubahan hutan mangrove memiliki pengaruh yang sedang terhadap pendapatan mereka. Hanya 15% yang mengklaim memiliki pengaruh yang tinggi, dan 13% menyatakan tidak sama sekali berhubungan (Gambar 10).



Gambar 10. Pengaruh perubahan hutan mangrove terhadap pendapatan (n=150)

3.2.2. Dampak perubahan iklim terhadap mangrove

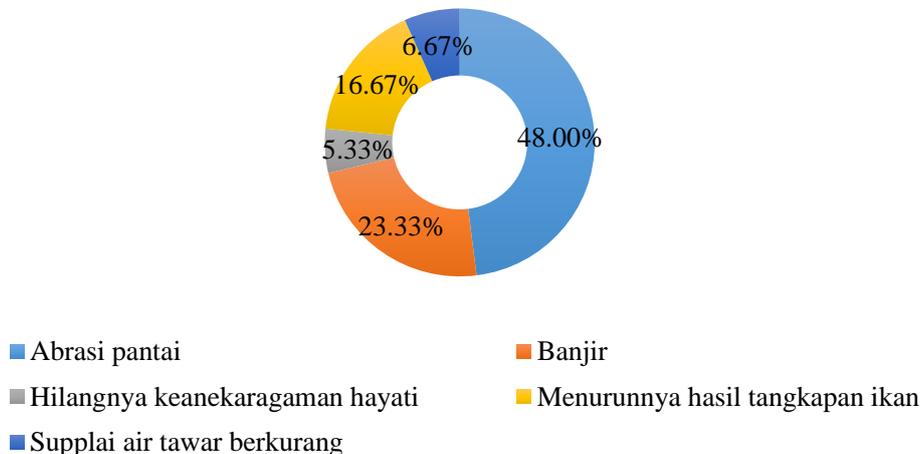
Salah satu fungsi hutan mangrove terkait perikanan adalah sebagai area perkembangbiakan dari ikan. Ketergantungan masyarakat terkait dengan hutan mangrove sangat tinggi, apalagi mayoritas masyarakat bekerja sebagai nelayan. Dengan dampak perubahan iklim yang dirasakan oleh masyarakat sebagaimana disebutkan sebelumnya yakni keberadaan ikan yang berkurang, dibuktikan dengan lebih dari setengah (55%) masyarakat menyatakan perubahan iklim memberikan pengaruh besar terhadap hasil tangkapan mereka (Gambar 11). Hal ini secara tersirat mengindikasikan bahwa dengan menurunnya hasil tangkapan maka secara tidak langsung maka perubahan iklim berdampak pada hutan mangrove di daerah ini dan merupakan salah satu indikator kepekaan (*sensitivity*).



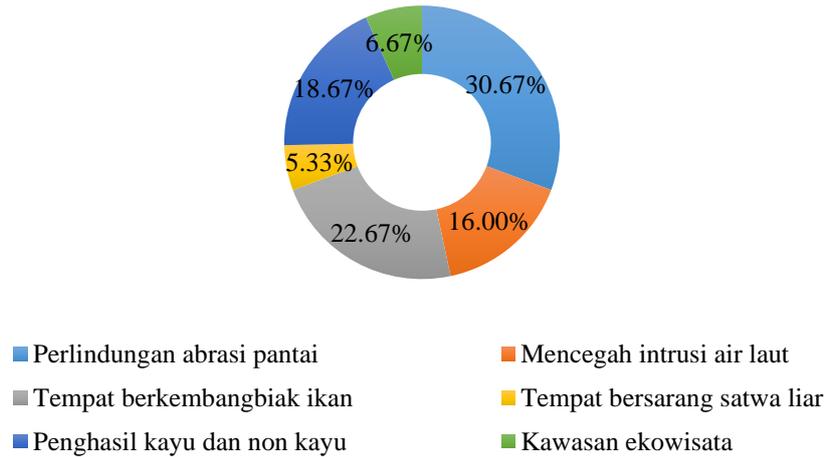
Gambar 11. Pengaruh perubahan hasil tangkapan ikan akibat perubahan iklim (n=150)

3.2.3. Dampak dari deforestasi hutan mangrove

Deforestasi hutan mangrove merupakan salah satu indikator penilaian sensitifitas masyarakat terhadap perubahan iklim. Dampak deforestasi hutan mangrove utamanya menurut masyarakat mengakibatkan terjadinya abrasi pantai (48%), kemudian diikuti oleh kejadian banjir (23%) yang mengenai kawasan pesisir dan tempat tinggal mereka dan menurunnya hasil tangkapan ikan (17%) (Gambar 12). Hal ini semakin diperkuat dari hasil FGD yang mengungkapkan bahwa deforestasi hutan mangrove bersamaan dengan perubahan iklim yang terjadi telah mengakibatkan seringnya terjadi cuaca buruk dan membuat daerah mereka tidak terlindungi dari abrasi pantai dan intrusi air laut yang mengakibatkan suplai air tawar berkurang.

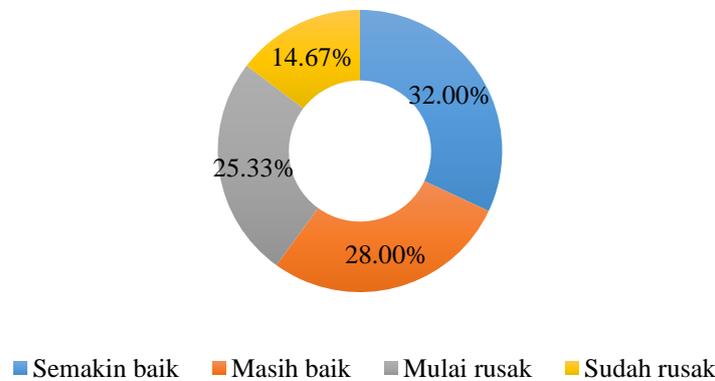


Gambar 12. Dampak deforestasi hutan mangrove (n=150)



Gambar 13. Layanan ekosistem hutan mangrove (n=150)

Terkait dengan layanan ekosistem mangrove dan dampak deforestasi mangrove, masyarakat umumnya dan sering menyebutkan bahwa abrasi pantai merupakan layanan ekosistem mangrove yang penting dan paling berdampak akibat dari deforestasi mangrove (Gambar 13). Hal ini menunjukkan bahwa abrasi pantai merupakan salah satu parameter yang menentukan dalam menentukan sensitifitas mereka. Selanjutnya terkait dengan kondisi hutan mangrove dalam 20 tahun terakhir, terdapat 32% yang menilai kondisi hutan mangrove semakin baik diikuti 28% masih baik (Gambar 14). Penilaian ini didasarkan oleh meningkatnya kegiatan reforestasi (penanaman kembali) mangrove yang hilang oleh pemerintah dan LSM yang berkerjasama dengan masyarakat.



Gambar 14. Kondisi hutan mangrove dalam 20 tahun terakhir (n=150)

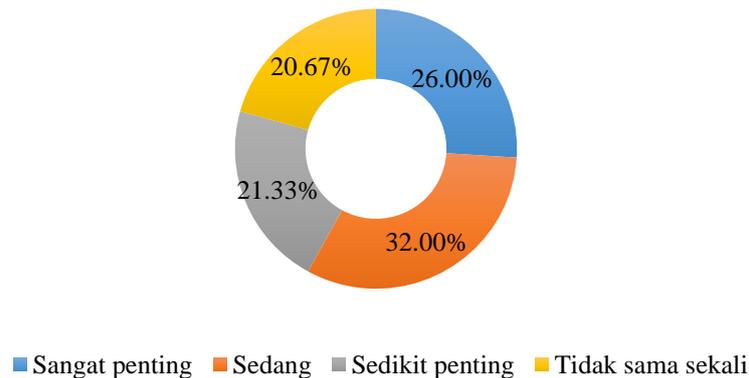
3.3. Kapasitas Adaptif (*Adaptive Capacity*)

3.3.1. Akses ke sumberdaya alam hutan mangrove

Berdasarkan hasil interview dan FGD, terkait dengan akses ke sumberdaya hutan mangrove, setiap orang memiliki kesamaan hak dalam mengakses dan memanfaatkan hutan mangrove di daerah mereka. Keterbukaan akses terhadap hutan mangrove merupakan salah satu bentuk kapasitas adaptif dari masyarakat, karena mereka dapat memanfaatkan berbagai jenis layanan ekosistem yang diberikan oleh hutan mangrove guna menunjang kehidupan mereka.

3.3.2. Kesadaran akan kerentanan mata pencaharian terhadap perubahan iklim dan deforestasi hutan mangrove

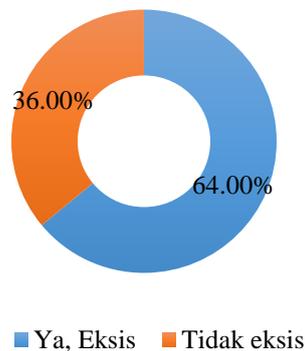
Gambar 15 menunjukkan bahwa persepsi masyarakat akan pentingnya hutan mangrove terhadap kehidupan mereka terbesar berada pada kategori sedang (32%) dan diikuti oleh mangrove kategori sangat penting (26%), sisanya menilai sedikit penting dan tidak sama sekali. Kesadaran masyarakat akan kerentanan mata pencaharian mereka terhadap perubahan iklim dan deforestasi hutan mangrove adalah hal yang esensial. Kesadaran ini secara tidak langsung terkait dengan pengetahuan mereka sehingga mereka dapat melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim dan melakukan reforestasi terhadap hutan mangrove yang mengalami deforestasi. Karena itu kesadaran terhadap dampak perubahan iklim, deforestasi hutan mangrove dan hubungan keduanya dapat meningkatkan kemampuan adaptasi mereka.



Gambar 15. Pentingnya hutan mangrove terhadap kehidupan masyarakat (n=150)

3.3.3. Jaringan formal dan informal terkait mitigasi perubahan iklim dan deforestasi mangrove

Berdasarkan hasil interview dengan aparat pemerintah setempat (jaringan formal), nampak eksistensi dan kontribusi pemerintah cukup besar dalam mendukung dan melaksanakan upaya reforestasi atau penanaman kembali hutan mangrove yang mengalami deforestasi dan perlindungan terhadap mangrove yang ada. Hal ini dibenarkan sebagian besar (64%) oleh masyarakat setempat yang turut serta terlibat bersama-sama pemerintah (Gambar 16).



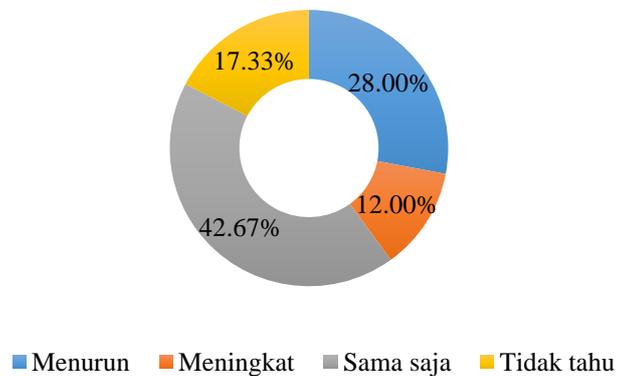
Gambar 16. Eksistensi pemerintah dan LSM terkait mitigasi perubahan iklim dan deforestasi mangrove (n=150)

Selain itu, berdasarkan informasi pemerintah dan masyarakat setempat, beberapa Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang ada di Sulawesi Selatan turut memberikan kontribusi terkait upaya meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya fungsi dan

manfaat hutan masyarakat bagi kehidupan masyarakat termasuk terkait dengan mitigasi terhadap perubahan iklim yang terjadi, dan upaya reforestasi hutan mangrove yang mengalami deforestasi bersama masyarakat setempat.

3.3.4. Pendapatan dari mata pencaharian

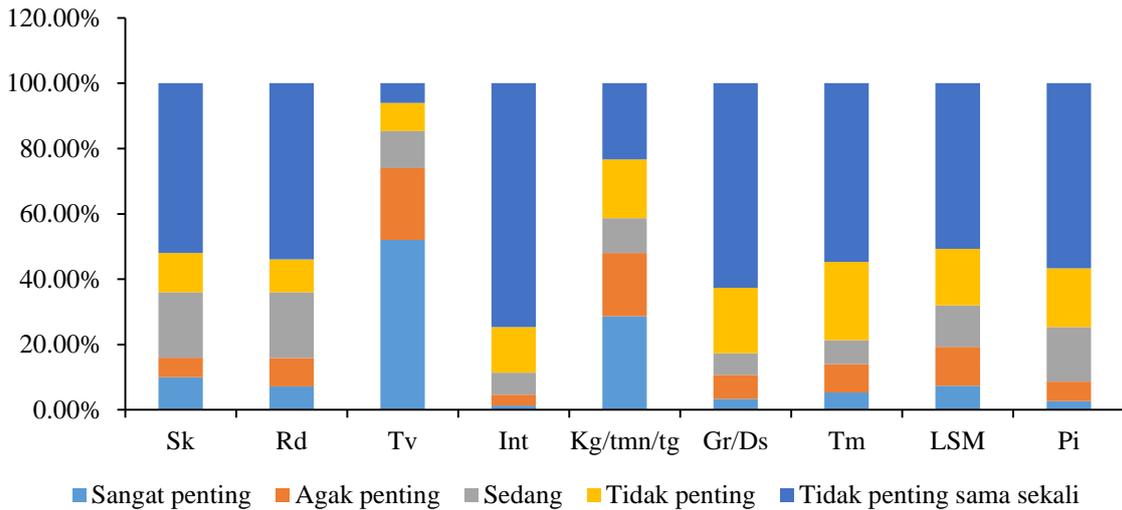
Mata pencaharian yang beragam dari masyarakat sebagaimana terungkap pada Gambar 6 di atas, menghasilkan pendapatan yang juga berbeda-beda, namun umumnya mata pencaharian sebagai nelayan yang dominan oleh responden, menghasilkan pendapatan rata-rata sebesar 500 ribu rupiah per bulannya. Berdasarkan hasil FGD, pendapatan yang rendah membuat beberapa nelayan melakukan diversifikasi pendapatan dengan melakukan budidaya rumput laut yang melibatkan istri dan anak mereka. Untuk petani tambak yang merupakan mata pencaharian utama kedua, memiliki pendapatan yang cukup tinggi yang berkisar 2.5 juta perbulannya (dirata-rata kan dari hasil panen yang mencapai 2 kali dalam setahun). Namun, terkait perubahan pendapatan yang diperoleh oleh seluruh responden (tidak hanya nelayan dan petani tambak) dalam 20 tahun terakhir menurut mereka umumnya sama saja (43%), bahkan terdapat 28% dari seluruh responden menyatakan terjadi penurunan, dan hanya 12% saja yang menyatakan terjadi peningkatan (Gambar 17).



Gambar 17. Perubahan Pendapatan dalam 20 tahun terakhir (n= 150)

3.3.5. Akses pengetahuan terkait topik-topik perubahan iklim

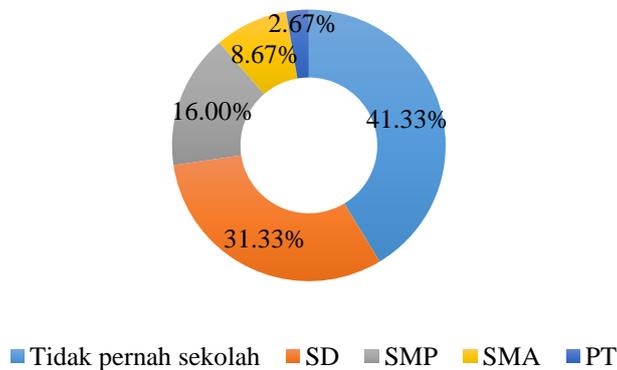
Hasil interview dengan pemerintah setempat terungkap bahwa pemerintah cukup memiliki kesadaran akan bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim yang terjadi dan bagaimana peran hutan mangrove dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Untuk itu pemerintah senantiasa mengajak dan mengedukasi masyarakat guna senantiasa melindungi dan melestarikan hutan mangrove yang ada disekitar mereka melalui beberapa kegiatan-kegiatan penyuluhan ataupun seminar yang diselenggarakan di kantor pemerintah baik pada tingkat kabupaten maupun tingkat kelurahan/desa. Namun, hal ini berkebalikan dengan hasil persepsi dari masyarakat, yang mana ketika mereka diminta untuk menyebutkan seberapa penting sumber-sumber informasi terkait dengan perubahan iklim, televisi dan keluarga, teman atau tetangga menduduki peringkat pertama dan kedua sebagai sumber informasi yang sangat penting (Gambar 18).



Gambar 18. Sumber berita terkait perubahan iklim (n=150)

Sk: Surat kabar, Rd: Radio, Tv: Televisi, Int: Internet, Kg/tmn/tg: Keluarga/teman/tetangga, Gr/Ds: Guru/Dosen, Tm: Tokoh masyarakat, LSM: Lembaga Swadaya Masyarakat, dan Pi: Peneliti

Terkait dengan tingkat pendidikan yang dimiliki, nampak bahwa lebih dari setengah (59) responden pernah mengenyam pendidikan dengan berbagai level pendidikan dan sisanya tidak pernah bersekolah, namun yang tertinggi berada pada level SD (31%) diikuti oleh level SMP (16%). Untuk level perguruan tinggi (universitas) sendiri hanya terdapat 3% (Gambar 19).



Gambar 19. Tingkat Pendidikan (n=150)

Jika dikaitkan dengan informasi sebelumnya, apakah pernah mendengar istilah perubahan iklim dan percaya bahwa perubahan iklim mengakibatkan perubahan di daerah tempat tinggal mereka, menunjukkan bahwa level pendidikan tidak terkait atau mempengaruhi persentase kesadaran akan perubahan iklim, karena tidak hanya pendidikan tinggi saja (universitas) yang menyadari hal tersebut, namun juga yang memiliki pendidikan rendah hingga menengah pun nampak menunjukkan kesadaran akan hal tersebut.

3.4. Penilaian tingkat kerentanan

Berdasarkan 3 indikator penilaian tingkat kerentanan yakni keterpaparan (*exposure*), kepekaan (*sensitivity*) dan kapasitas adaptif (*adaptive capacity*) yang telah dipaparkan di atas, menunjukkan bahwa tingkat keterpaparan tinggi dialami oleh masyarakat akibat dari terjadinya abrasi pantai, kenaikan muka air laut, seringnya terjadi badai, intrusi air laut, dan kekeringan,

namun upaya rehabilitasi bersama pemerintah dan LSM telah diterapkan dan mengurangi tingkat paparan dan akibatnya, sehingga tingkat keterpaparan dinilai dalam kategori sedang.

Mengenai sensitivitas, penilaian terkait ketergantungan mata pencaharian dengan mangrove, menunjukkan bahwa masyarakat memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap hutan mangrove, sehingga menjadi sangat sensitif (kategori tinggi) akibat dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim dan dari deforestasi hutan mangrove.

Berbagai elemen yang menunjukkan kapasitas adaptif yang dikombinasikan dengan human aset (akses ke sumberdaya alam hutan mangrove dan kesadaran akan kerentanan mata pencaharian terhadap perubahan iklim dan deforestasi hutan mangrove), finansial aset (akses ke sumber daya dan pendapatan dari mata pencaharian), natural aset (akses ke sumberdaya), dan sosial aset (jaringan formal dan informal terkait mitigasi perubahan iklim dan deforestasi mangrove dan akses pengetahuan terkait topik-topik perubahan iklim) dan saling ketergantungannya menyiratkan kapasitas adaptasi dalam kategori sedang (Tabel 7).

Tabel 7. Tingkat kerentanan dari setiap komponen kerentanan

Komponen kerentanan	Indikator	
Keterpaparan (<i>Exposure</i>)	Dampak perubahan iklim terhadap kehidupan masyarakat	
	Deforestasi/reforestasi hutan mangrove	
Kepekaan (<i>Sensitivity</i>)	Ketergantungan mata pencaharian dengan mangrove	
	Dampak perubahan iklim terhadap mangrove	
	Dampak dari deforestasi hutan mangrove.	
Kapasitas Adaptif (<i>Adaptive capacity</i>)	Human aset	Akses ke sumberdaya alam hutan mangrove
		Kesadaran akan kerentanan mata pencaharian terhadap perubahan iklim dan deforestasi hutan mangrove
	Finansial aset	Akses ke sumberdaya alam hutan mangrove
		Pendapatan dari mata pencaharian
	Natural aset	Akses ke sumberdaya alam hutan mangrove
	Sosial aset	Jaringan formal dan informal terkait mitigasi perubahan iklim dan deforestasi mangrove
		Akses pengetahuan terkait topik-topik perubahan iklim

■ = rendah, ■ = sedang, dan ■ = tinggi

Secara umum bahwa kerentanan kehidupan masyarakat di Kabupaten Takalar terhadap perubahan iklim berada pada kategori sedang, meskipun komponen indikator paparan (Dampak perubahan iklim terhadap kehidupan masyarakat) dan semua indikator komponen kepekaan berada pada kategori tinggi dan beberapa kapasitas adaptif berada pada kategori rendah, namun kesadaran masyarakat akan dampak perubahan iklim dan deforestasi hutan mangrove telah dimiliki oleh masyarakat, dan upaya reforestasi hutan mangrove serta diversifikasi pendapatan oleh masyarakat telah diterapkan, sehingga akhirnya ini memberikan pengaruh dalam menaikkan tingkat kerentanannya dalam kategori sedang. Perhatian yang lebih tinggi oleh para pemegang kebijakan di daerah ini terhadap dampak perubahan iklim dan deforestasi mangrove yang dapat mempercepat laju perubahan iklim dan menurunkan level kerentanan yang terjadi dapat menjadi pilihan yang tepat. Selain itu, dengan memperbanyak program-program perlindungan dan rehabilitasi mangrove serta penciptaan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat, ini dapat mengurangi ketergantungan yang tinggi terhadap hutan

mangrove dan merupakan strategi adaptif yang diyakini dapat mengurangi tingkat keterpaparan dan sensitifitas yang ada.

4. Strategi Kebijakan Pengelolaan Hutan Mangrove Berkelanjutan untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Berdasarkan kondisi hutan mangrove dan permasalahan yang dihadapi dalam perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, maka faktor internal (Kekuatan dan Kelemahan) dan faktor eksternal (Peluang dan Ancaman) yang berpengaruh, disajikan sebagai berikut (Tabel 8 dan 9):

Tabel 8. Faktor kekuatan dan kelemahan internal (IFAS)

No.	Kekuatan (<i>Strengths</i> = S)	Bobot	Rating	Skor
S1	Luasan hutan mangrove yang dimiliki mencapai 1,498 ha	0.20	4	0.80
S2	Kawasan mangrove di huni oleh 10 spesies vegetasi mangrove dan fauna seperti burung dan reptil, ikan, kepiting, udang, dan moluska	0.10	2	0.20
S3	Kawasan Hutan mangrove menyimpan karbon biru (blue carbon) yang mencapai rata-rata 5.10 ± 0.91 Mg C ha ⁻¹ pada bagian pohon, 2.09 ± 0.39 Mg C ha ⁻¹ pada bagian akar, dan 403.37 ± 21.17 Mg C ha ⁻¹ pada bagian tanah yang cukup tinggi	0.20	4	0.80
S4	Umumnya masyarakat telah mengetahui fungsi dan manfaat hutan mangrove sebagai sebagai pelindung pantai dari abrasi dan sebagai habitat bagi beberapa fauna	0.10	1	0.10
S5	Degradasi dan deforestasi hutan mangrove utama dari perluasan tambak mulai menurun dalam 2 dekade terakhir.	0.20	3	0.60
S6	Partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan yang meningkat	0.20	3	0.60
Jumlah		1.00	-	3.10
No.	Kelemahan (<i>Weaknesses</i> = W)	Bobot	Rating	Skor
W1	Penebangan hutan mangrove untuk kayu bakar dan produksi arang masih marak	0.25	4	1.00
W2	Konversi hutan mangrove menjadi penggunaan lahan lain, utamanya menjadi tambak masih terjadi	0.30	4	1.20
W3	Kegiatan rehabilitasi dan reforestasi masih kurang termasuk keterlibatan dari masyarakat	0.20	4	0.80
W4	Pengetahuan masyarakat terkait fungsi dan manfaat hutan mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon masih rendah	0.05	2	0.10
W5	Umumnya pendapatan masyarakat masih rendah dan masih banyak yang tergolong miskin	0.10	2	0.20
W6	Masih terbatasnya peluang mata pencaharian alternatif masyarakat dalam menunjang kebutuhan hidup mereka	0.05	3	0.15
W7	Masih lemahnya pengawasan dan penegakan hukum terkait kegiatan perusakan hutan mangrove	0.05	2	0.10
Jumlah		1.00	-	3.55

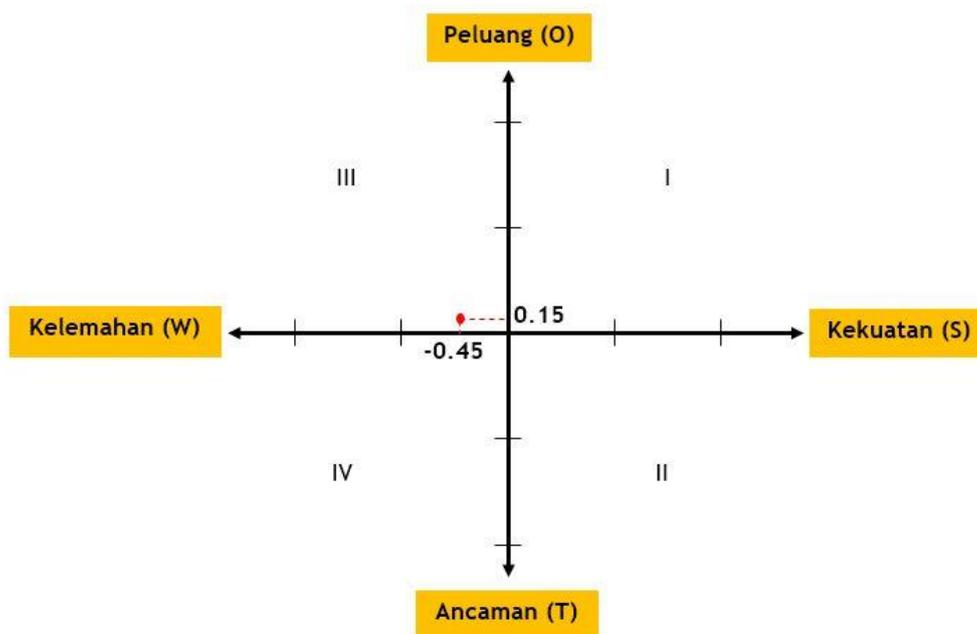
Tabel 9. Faktor peluang dan ancaman eksternal (EFAS)

No.	Peluang (<i>Opportunities</i> = O)	Bobot	Rating	Skor
O1	Mitigasi perubahan iklim menjadi agenda internasional yang menjadi komitmen banyak negara di dunia termasuk Indonesia	0.10	2	0.20
O2	Kebijakan Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) sebagaimana telah diamanatkan dalam Peraturan Presiden (Perpres) Indonesia Nomor 61 tahun 2011 yang memuat target penurunan emisi karbon dan gas rumah kaca	0.30	4	1.20

	lainnya (GRK) sebesar 20% pada tahun 2020 dan selanjutnya 29% pada tahun 2030			
O3	Peraturan dan kebijakan terkait perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan	0.20	3	0.60
O4	Peluang pengembangan ekowisata dan usaha rumput laut sebagai sumber mata pencaharian alternatif yang dapat berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat	0.20	4	0.80
O5	Peluang pengembangan skema jasa pembayaran ekosistem (<i>Payment for ecosystem services/PES</i>) yang mendukung upaya konservasi dan pengelolaan mangrove berkelanjutan yang melibatkan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat	0.20	4	0.80
Jumlah		1.00	-	3.60
No.	Ancaman (<i>Threats = T</i>)	Bobot	Rating	Skor
T1	Dampak dari perubahan iklim baik terhadap manusia dan lingkungan, seperti terjadinya bencana alam kekeringan, banjir, tsunami, badai, dan gelombang besar.	0.20	4	0.80
T2	Kenaikan muka air laut (<i>sea level rise/SLR</i>)	0.15	3	0.45
T3	Terjadinya abrasi pantai	0.20	4	0.80
T4	Terjadinya intrusi air laut	0.15	4	0.60
T5	Degradasi keanekaragaman hayati (flora dan fauna) akibat aktifitas manusia maupun dampak dari perubahan iklim dan SLR	0.10	2	0.20
T6	Penurunan stok sumberdaya perikanan (ikan, udang, kepiting dan lainnya) yang menurunkan ketahanan pangan (<i>food security resilience</i>)	0.20	3	0.60
Jumlah		1.00	-	3.45

Tabel 10. Hasil SWOT

Jumlah Skor	Kekuatan	Kelemahan	Peluang	Ancaman	X	Y
	3.1	3.55	3.6	3.45	-0.45	0.15



Gambar 20. Kuadran SWOT: Strategi dan kebijakan perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Kabupaten Takalar

Gambar 20 menunjukkan bahwa posisi kondisi hutan mangrove di Kabupaten Takalar bersifat negatif (kuadran III), yang mana memiliki kelemahan dalam berbagai hal (Tabel 8, *Weaknesses*), sehingga peluang (Tabel 9, *Opportunities*) yang menguntungkan sulit dicapai. Untuk itu alternatif strategi dan kebijakan yang tepat untuk dilakukan adalah *turn around*, yakni dengan melakukan konsolidasi, pembenahan, mengubah cara pandang, dan meminimalkan bahkan menghilangkan penyebab masalah selama ini agar ancaman yang ada (Tabel 9, *Threats*) dapat dihindari.

Berdasarkan hal tersebut di atas, strategi dan kebijakan yang bersifat *turn around* tersebut disajikan dalam matriks SWOT berikut (Tabel 11):

Tabel 11. Matriks SWOT Strategi dan Kebijakan Perlindungan dan Pengelolaan Hutan Mangrove untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Kabupaten Takalar

<p style="text-align: center;">IFAS</p> <p style="text-align: center;">EFAS</p>	<p style="text-align: center;">Kekuatan (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Luasan hutan mangrove yang dimiliki mencapai 1,498 ha 2. Kawasan mangrove di huni oleh 10 spesies vegetasi mangrove dan fauna seperti burung dan reptil, ikan, kepiting, udang, dan moluska 3. Kawasan Hutan mangrove menyimpan karbon biru (blue carbon) yang mencapai rata-rata $5.10 \pm 0.91 \text{ Mg C ha}^{-1}$ pada bagian pohon, $2.09 \pm 0.39 \text{ Mg C ha}^{-1}$ pada bagian akar, dan $403.37 \pm 21.17 \text{ Mg C ha}^{-1}$ pada bagian tanah yang cukup tinggi 4. Umumnya masyarakat telah mengetahui fungsi dan manfaat hutan mangrove sebagai sebagai pelindung pantai dari abrasi dan sebagai habitat bagi beberapa fauna 5. Degradasi dan deforestasi hutan mangrove utama dari perluasan tambak mulai menurun dalam 2 dekade terakhir 6. Partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan yang meningkat 	<p style="text-align: center;">Kelemahan (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penebangan hutan mangrove untuk kayu bakar dan produksi arang masih marak 2. Konversi hutan mangrove menjadi penggunaan lahan lain, utamanya menjadi tambak masih terjadi 3. Kegiatan rehabilitasi dan reforestasi masih kurang termasuk keterlibatan dari masyarakat 4. Pengetahuan masyarakat terkait fungsi dan manfaat hutan mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon masih rendah 5. Umumnya pendapatan masyarakat masih rendah dan masih banyak yang tergolong miskin 6. Masih terbatasnya peluang mata pencaharian alternatif masyarakat dalam menunjang kebutuhan hidup mereka 7. Masih lemahnya pengawasan dan penegakan hukum terkait kegiatan perusakan hutan mangrove
<p style="text-align: center;"><i>Peluang (O)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mitigasi perubahan iklim menjadi agenda internasional yang menjadi komitmen banyak negara di dunia termasuk Indonesia 2. Kebijakan Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) sebagaimana telah diamanatkan dalam Peraturan Presiden (Perpres) Indonesia Nomor 61 tahun 2011 yang memuat target penurunan emisi karbon dan gas rumah kaca lainnya (GRK) sebesar 20% pada tahun 	<p style="text-align: center;">Strategi SO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun kawasan lindung/konservasi 2. Mengembangkan rencana pengelolaan yang integratif dalam pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil 3. Mendorong dan mendukung pengembangan kawasan ekowisata mangrove 4. Mempertahankan dan meningkatkan cadangan karbon yang ada dan mengurangi kegiatan yang meningkatkan emisi CO₂ 5. Menciptakan insentif ekonomi bagi masyarakat lokal yang melakukan perlindungan mangrove 6. Mempromosikan dan mengembangkan skema Pembayaran Jasa Ekosistem (PES) 	<p style="text-align: center;">Strategi WO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mendefinisikan dan memastikan dengan jelas terkait hak kepemilikan, akses, dan pemanfaatan hutan mangrove. 2. Menerapkan praktek pemanfaatan mangrove berkelanjutan 3. Meningkatkan upaya rehabilitasi dan restorasi 4. Mendorong praktik akuakultur (budidaya tambak) yang berkelanjutan 5. Mendorong kegiatan konservasi dan restorasi mangrove yang melibatkan masyarakat

<p>2020 dan selanjutnya 29% pada tahun 2030</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Peraturan dan kebijakan terkait perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan 4. Peluang pengembangan potensi ekowisata dan usaha rumput laut sebagai sumber mata pencaharian alternative yang dapat berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat 5. Peluang pengembangan skema jasa pembayaran ekosistem (Payment for ecosystem services/PES) yang mendukung upaya konservasi dan pengelolaan mangrove berkelanjutan yang melibatkan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Mendorong konservasi dan restorasi mangrove 8. Peningkatan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan mangrove 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Meningkatkan pengetahuan dan jangkauan pendidikan masyarakat 7. Menetapkan kerangka kebijakan dan legislasi untuk perlindungan dan pengelolaan mangrove di tingkat kabupaten 8. Kepastian dan penegakan hukum 9. Penghapusan segala bentuk subsidi ataupun intensif yang ada dan masih berjalan yang dapat menyebabkan degradasi atau hilangnya mangrove 10. Mendorong dan mendukung pengembangan ekowisata mangrove dan skema pembayaran jasa ekosistem (PES)
<p style="text-align: center;">Ancaman (T)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dampak dari perubahan iklim baik terhadap manusia dan lingkungan, seperti terjadinya bencana alam kekeringan, banjir, tsunami, badai, dan gelombang besar 2. Kenaikan muka air laut (sea level rise/SLR) 3. Terjadinya abrasi pantai 4. Terjadinya intrusi air laut 5. Degradasi keanekaragaman hayati (flora dan fauna) akibat aktifitas manusia maupun dampak dari perubahan iklim dan SLR 6. Penurunan stok sumberdaya perikanan (ikan, udang, kepiting dan lainnya) yang menurunkan ketahanan pangan (food security resilience) 	<p style="text-align: center;">Strategi ST</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melindungi dan melestarikan kawasan mangrove termasuk keanekaragaman hayati dan stok karbon yang saat ini dimiliki. 2. Menerapkan praktek pemanfaatan mangrove berkelanjutan 3. Peningkatan upaya-upaya rehabilitasi dan restorasi mangrove yang telah rusak dan hilang dan mengembangkan dan menetapkan kawasan sabuk hijau (buffer zone) 4. Tingkatkan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove 5. Peningkatan pengetahuan dan memberi akses pendidikan lebih jauh bagi masyarakat 	<p style="text-align: center;">Strategi WT</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penanganan dampak perubahan iklim dengan meningkatkan upaya perlindungan dan pelestarian hutan mangrove 2. Pemanfaatan hutan mangrove secara selektif dan berkelanjutan 3. Menciptakan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat 4. Meningkatkan kegiatan-kegiatan rehabilitasi dan restorasi.

Strategi dan Kebijakan Operasional, dan Prioritas

Berdasarkan analisis SWOT yang telah dibuat, dalam mewujudkan perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Kabupaten Takalar, maka strategi dan kebijakan operasional dan prioritas yang diusulkan, sebagai berikut:

1. Membangun kawasan lindung untuk memastikan perlindungan terhadap keanekaragaman hayati yang melibatkan masyarakat dengan kepatuhan hukum dan pengelolaan yang jelas, serta menetapkan kawasan sabuk hijau (*buffer zone*) dalam rangka memproteksi pantai dari abrasi dan intrusi air laut, dan meningkatkan sumberdaya perikanan.
2. Mendorong dan melakukan kegiatan konservasi dan restorasi mangrove untuk memulihkan hutan mangrove dan jasa ekosistem yang hilang, 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. Memastikan semua subsidi ataupun intensif yang ada dan masih berjalan yang dapat menyebabkan degradasi atau deforestasi mangrove harus dihapuskan.
6. 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.
7. Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan mangrove.
8. Memastikan bahwa hukum dan peraturan yang ada diberlakukan dan ditegakkan.
9. Mendorong dan mendukung pengembangan ekowisata mangrove sebagai bentuk perlindungan kawasan mangrove, meningkatkan pengetahuan, dan menghasilkan pendapatan dan lapangan kerja bagi masyarakat lokal.
10. Mempromosikan dan mengembangkan skema Pembayaran Jasa Ekosistem (*Payment Ecosystem Service/PES*) sebagai sebuah instrumen ekonomi untuk menciptakan mata pencaharian alternatif dan sumber pendapatan bagi kegiatan konservasi, rehabilitasi, dan restorasi, serta pemanfaatan lahan dan layanan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.
11. 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.
12. Menetapkan kerangka kebijakan dan legislasi untuk perlindungan dan pengelolaan mangrove di tingkat kabupaten.

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 Simlitabmas.

Luaran wajib yang telah dicapai pada tahun ke-2 (2022) yakni berupa hasil uji coba produk (uji pakar) dari Naskah Kebijakan (*Policy Paper*). Untuk luaran tambahan berupa artikel ilmiah di jurnal internasional bereputasi dan berdampak “Continental Shelf Research” (IF = 2.62 dan SJR = 0.77, terindex Scopus, WoS, dan lain-lain) kembali berstatus *Under review* setelah melalui proses revisi, sedangkan buku referensi telah di submit ke Penerbit dan dalam proses review/proses penerbitan. TKT yang diperoleh pada penelitian ini yakni TKT 5.

Bukti dari luaran wajib dan tambahan disajikan sebagai berikut:

Luaran Wajib: Produk Kebijakan. Hasil Uji Pakar terhadap Naskah Kebijakan (*Policy Paper*) yang telah dihasilkan

**HASIL PENILAIAN
DOKUMEN HASIL UJI COBA/UJI PAKAR**

Nama Produk	Naskah Kebijakan (<i>Policy Paper</i>) Strategi dan Kebijakan Perlindungan dan Pengelolaan Hutan Mangrove Untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan
Penulis/Perancang	Abdul Malik, Abd. Rahim, Dary Setiawan Arif, Muhammad Fathurachman Amir, Muhammad Rizal, Justiharah Husain, Nurul Jihad, Destri Wahyudin, D'Rollin William, dan Ibnu Shekhan Sahab

	Uraian
Komentar Revisi Wajib:	Naskah kebijakan (<i>Policy Paper</i>) ditulis dengan baik baik dari sisi isinya, terstruktur, menarik dan sangat dibutuhkan oleh para pengambil kebijakan (<i>decision maker</i>) dan pemegang kepentingan (<i>stakeholders</i>) sebagai referensi dalam pengelolaan dan perlindungan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Namun, beberapa hal yang perlu ditingkat agar lebih baik, yakni: <ul style="list-style-type: none"> - Perlu nya adanya upaya untuk mengembangkan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat yang memiliki ketergantungan berlebih terhadap hutan mangrove - Pengimplementasian kebijakan tebang pilih (ukuran tertentu baik tinggi ataupun diameter) pada pohon mangrove yang akan di dimanfaatkan - Mengembangkan teknik rehabilitasi dan restorasi terhadap kawasan mangrove yang mengalami degradasi/deforestasi dan/atau kawasan tambak yang sudah tidak produktif berbasis hidrologi.
Komentar Revisi Minor:	"Kata Pengantar" dibutuhkan dari pihak pemegang kebijakan (Pemerintah Kabupaten Takalar) untuk naskah ini
Saran-saran:	Perlu nya deskripsi atau penjelasan lebih luas dan langkah-langkah kongkrit terkait point-point strategi kebijakan yang menjadi rekomendasi/usulan.

Identitas Pakar/Penilai

Nama Lengkap, NIP/NIDN	Jurusan, Fakultas, dan Universitas	Posisi	Email / HP	Keahlian/Kepakaran
Dr. Ir. Abd. Rasyid Jalil, M.Si. 19650303 199103 1 004	Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin	Dosen Senior	Abdulrasyid.fayufi@gmail.com +62 811-445-367	- Oseanografi Fisika - Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut

Makassar, 17 Oktober 2022

(Dr. Ir. Abd. Rasyid Jalil, M.Si.)
NIP. 19650303 199103 1 004



NASKAH KEBIJAKAN (POLICY PAPER)

STRATEGI DAN KEBIJAKAN
PERLINDUNGAN DAN PENGELOLAAN HUTAN MANGROVE
UNTUK MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM
DI KABUPATEN TAKALAR SULAWESI SELATAN



Naskah Kebijakan (*Policy Paper*)

Strategi dan Kebijakan Pengelolaan Hutan Mangrove Untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan

Tim Penyusun:

**Abdul Malik
Abd. Rahim
Dary Setiawan Arif
Muhammad Fathurachman Amir
Muhammad Rizal
Justikharah Husain
Nurul Jihad
Destri Wahyudin
D'Rollin William
Ibnu Shekhan Sahab**

@2022

KATA PENGANTAR

Peranan hutan mangrove dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuannya dalam penyerapan dan penyimpanan karbon dibandingkan dengan hutan tropis lainnya di muka bumi telah menjadi sorotan dan agenda konservasi serta kebijakan di banyak negara dan antar pemerintah. Namun, kegiatan-kegiatan pemanfaatan hutan mangrove yang tidak berkelanjutan, seperti penebangan kayu untuk produksi kayu bakar dan arang, dan utamanya dikonversi menjadi tambak telah berakibat mangrove mengalami degradasi dan deforestasi yang memberi kontribusi emisi CO₂ yang signifikan ke atmosfer.

Penetapan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) dan keikutsertaan Pemerintah Indonesia dalam menyepakati dan menandatangani kesepakatan Paris (Paris Agreement) pada tahun 2016 bersama-sama negara-negara lain di dunia dalam menghadapi perubahan iklim dengan mempertahankan kenaikan suhu global di bawah 2°C di akhir abad ini yang dinyatakan melalui *Nationally Determined Contribution* (NDC) merupakan bukti keseriusan Indonesia terkait permasalahan ini.

Penyusunan naskah kebijakan (*policy paper*) “strategi dan kebijakan perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Kabupaten Takalar” yang memuat beberapa strategi dan kebijakan operasional dan prioritas dapat menjembatani dan mendukung agenda internasional dan agenda pemerintah yang tertuang dalam RAN-GRK. Naskah ini disusun melalui serangkaian kegiatan pengumpulan data baik observasi dan survei lapangan (pengukuran dan wawancara), studi pustaka, dan serta Fokus Diskusi Kelompok (*Focus Discussion Group/FGD*) dengan stakeholder dan decision-maker.

Semoga naskah kebijakan ini dapat memberikan kontribusi dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim melalui perlindungan dan pemanfaatan mangrove yang berkelanjutan. Kami mengharapkan kritik dan saran untuk dapat meningkatkan kualitas dan penyempurnaan naskah ini

Takalar, 22 Agustus 2022

Tim Penyusun

RINGKASAN EKSEKUTIF

Mitigasi dan adaptasi perubahan iklim telah menjadi agenda internasional dan komitmen banyak negara yang termuat dalam Kesepakatan Paris (*Paris Agreement*) yang ditandatangani di Markas PBB April 2016. Komitmen global yang didukung 195 negara merupakan mandat dari Konferensi Para Pihak ke-21 Konvensi-Kerangka Perubahan Iklim (UNFCCC COP-21) Desember 2015. Komitmen ini menyepakati untuk bersama-sama menghadapi perubahan iklim dengan mempertahankan kenaikan suhu global di bawah 2°C di akhir abad ini yang dinyatakan melalui *Nationally Determined Contribution* (NDC).

Indonesia sebagai salah satu negara yang meratifikasi kesepakatan ini, jauh sebelumnya (2011) telah menetapkan perangkat hukum dan kebijakan melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) yang mendukung komitmen dan kebijakan dari *National Determined Contribution* (NDC) Indonesia. Perpres ini memuat target penurunan emisi karbon dan gas rumah kaca lainnya (GRK) sebesar 20% pada tahun 2020 dan selanjutnya 29% pada tahun 2030.

Dengan luasan hutan yang mencapai 65% dari total luas wilayah negara Indonesia (187 juta km²), sektor kehutanan dan kegiatan pemanfaatan lahan dianggap dapat memberi sumbangan yang paling signifikan dalam pengendalian perubahan iklim, tetapi juga sebaliknya sebagai sumber utama peningkatan emisi CO₂ dan GRK lainnya jika mengalami degradasi dan deforestasinya. Karena itu, upaya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim merupakan hal yang penting dan mendesak.

Hutan mangrove sebagai salah satu ekosistem penting dan produktif di kawasan pesisir yang penyebarannya hampir diseluruh kabupaten di Indonesia, telah banyak menyediakan dan memberikan produk dan jasa ekosistem yang menunjang kehidupan dan kesejahteraan masyarakat, termasuk jasa ekosistem dalam penyerapan dan penyimpanan karbon biru (*mangrove blue carbon*) yang signifikan (3 sampai 5 kali melebihi dari kemampuan hutan lainnya di kawasan tropis dan sangat efektif dalam mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer). Hutan ini telah menjadi sorotan dan menjadi solusi dan strategi yang penting serta hemat biaya (*nature-based climate solution*) dalam upaya penanganan dan pengendalian perubahan iklim, serta menjadi agenda konservasi dan kebijakan di banyak negara dan antar pemerintah.

Kabupaten Takalar merupakan salah satu daerah yang kaya akan mangrove di Indonesia dan khususnya di Sulawesi Selatan. Luasan hutan mangrove kabupaten ini mencapai 1,498 ha pada tahun 2020 dan dihuni oleh 10 spesies vegetasi mangrove dan fauna seperti burung dan reptil, ikan, kepiting, udang, dan moluska. Kawasan mangrove Kabupaten Takalar menyimpan karbon biru (*mangrove blue carbon*) yang mencapai rata-rata 5.10 ± 0.91 Mg C ha⁻¹ pada bagian pohon, 2.09 ± 0.39 Mg C ha⁻¹, pada bagian akar, dan 403.37 ± 21.17 Mg C ha⁻¹ pada bagian tanah, sehingga totalnya dengan luasan mangrove 1,498 ha, kandungan karbon yang terdapat di kawasan mangrove di daerah ini mencapai 10,771 Mg C atau 0.01 Tg C untuk pohon dan akar, dan 604,245 Mg C atau 0.60 Tg C yang terdapat dalam tanah. Nilai kandungan karbon rata-rata per hektar ini, utamanya yang berada dalam tanah ini cukup tinggi jika dibandingkan

dengan kawasan mangrove lainnya di Indonesia dan ini memberi kontribusi besar dalam penanganan dan pengendalian perubahan.

Namun tingginya ketergantungan akan produk dan jasa ekosistem yang diberikan oleh hutan mangrove dan kurangnya alternatif mata pencaharian lain yang dapat menunjang kehidupan masyarakat pesisir dikabupaten ini baik di daerah pesisir daratan utama maupun di kepulauan (Kepulauan Tanakeke), kegiatan eksploitasi hutan ini masih terus terjadi, seperti penebangan kayu untuk kayu bakar, produksi arang, dan di konversi menjadi penggunaan lahan lain, utamanya menjadi tambak. Hal ini akan meningkatkan laju degradasi dan deforestasi hutan mangrove dan mengakibatkan terlepas dan meningkatkannya emisi CO₂ ke atmosfer yang berkontribusi besar terhadap perubahan iklim. Selama empat dekade terakhir kawasan hutan mangrove Kabupaten Takalar telah hilang 3,565 ha (70%) dari total 5,063 ha pada tahun 1979 dengan kehilangan per tahun mencapai 1% - 3%, dan yang dikonversi menjadi tambak mencapai 3,135 ha (62%) dengan perubahan mencapai 1% - 5% per tahun. Total karbon yang hilang dan teremisi dari mangrove yang terdegradasi dan deforestasi selama 41 tahun ini mencapai 4,730,881 Mg CO₂e atau 115,381 Mg CO₂e per tahun dengan sumbangan terbesar (98%) dari karbon tanah yang dihasilkan dari kegiatan alih fungsi mangrove menjadi tambak.

Disisi lain, beberapa hal seperti kegiatan rehabilitasi dan reforestasi masih kurang termasuk yang melibatkan masyarakat, umumnya pendapatan masyarakat masih rendah dan masih banyak yang tergolong miskin, pengetahuan masyarakat terkait fungsi dan manfaat hutan mangrove utamanya sebagai penyerap dan penyimpan karbon masih rendah, masih terbatasnya peluang mata pencaharian alternatif masyarakat dalam menunjang kebutuhan hidup mereka, dan masih lemahnya pengawasan, dan penegakan hukum terhadap kegiatan perusakan hutan mangrove, turut menjadi permasalahan dalam upaya perlindungan dan pengelolaan mangrove yang berkelanjutan di daerah ini.

Melalui naskah kebijakan (*policy paper*) yang bertujuan menjembatani dan mendukung agenda internasional terkait mitigasi dan adaptasi perubahan iklim dan Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) yang telah diamanatkan melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 61 tahun 2011 yang memuat target penurunan emisi karbon dan gas rumah kaca (GRK) lainnya sebesar 29% pada tahun 2030, beberapa strategi dan kebijakan operasional dan prioritas yang dapat ditempuh dalam perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Kabupaten Takalar, sebagai berikut:

1. Membangun kawasan lindung untuk memastikan perlindungan terhadap keanekaragaman hayati yang melibatkan masyarakat dengan kepatuhan hukum dan pengelolaan yang jelas, serta menetapkan kawasan sabuk hijau (*buffer zone*) dalam rangka memproteksi pantai dari abrasi dan intrusi air laut, dan meningkatkan sumberdaya perikanan.
2. Mendorong dan melakukan kegiatan konservasi dan restorasi mangrove untuk memulihkan hutan mangrove dan jasa ekosistem yang hilang, 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. Memastikan semua subsidi ataupun intensif yang ada dan masih berjalan yang dapat menyebabkan degradasi atau deforestasi mangrove harus dihapuskan.
6. 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.
7. Meningkatkan partisipasi masyarakat dalam perlindungan dan pengelolaan mangrove.
8. Memastikan bahwa hukum dan peraturan yang ada diberlakukan dan ditegakkan.
9. Mendorong dan mendukung pengembangan ekowisata mangrove sebagai bentuk perlindungan kawasan mangrove, meningkatkan pengetahuan, dan menghasilkan pendapatan dan lapangan kerja bagi masyarakat lokal.
10. Mempromosikan dan mengembangkan skema Pembayaran Jasa Ekosistem (PES) sebagai sebuah instrumen ekonomi untuk menciptakan mata pencaharian alternatif dan sumber pendapatan bagi kegiatan konservasi, rehabilitasi, dan restorasi, serta pemanfaatan lahan dan layanan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.
11. 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.
12. Menetapkan kerangka kebijakan dan legislasi untuk perlindungan dan pengelolaan mangrove di tingkat kabupaten.

DAFTAR ISI

Naskah Kebijakan (<i>Policy Paper</i>)	i
KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN EKSEKUTIF	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR SINGKATAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
II. TUJUAN DAN RUANG LINGKUP	6
III. METODOLOGI	6
IV. KONDISI HUTAN MANGROVE KABUPATEN TAKALAR DAN PERMASALAHAN YANG DIHADAPI	7
4.1 Luasan dan Sebaran Hutan Mangrove dan Perubahannya	8
4.2 Komposisi Jenis dan Struktur Vegetasi Hutan Mangrove	13
4.3 Stok Karbon Mangrove dan Karbon Yang Hilang	16
4.3.1 Stok Karbon Biomassa	16
4.3.2 Stok Karbon Tanah.....	18
4.3.3 Karbon Yang Hilang	20
4.4 Pemanfaatan Hutan Mangrove	20
4.5 Pemasalahan Hutan Mangrove di Kabupaten Takalar	24
V. ANALISIS SWOT	26
VI. STRATEGI DAN KEBIJAKAN OPERASIONAL DAN PRIORITAS.....	32
REFERENSI	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nama famili dan spesies mangrove yang ditemukan di hutan mangrove Kabupaten Takalar.....	14
Tabel 2. Kerapatan, frekuensi, tutupan, dan Indeks Nilai Penting (INP) spesies mangrove di Kabupaten Takalar.....	15
Tabel 3. Nilai indeks keanekaragaman hutan mangrove Kabupaten Takalar .	16
Tabel 4. Stok karbon tanah hutan mangrove Kabupaten Takalar.....	19
Tabel 5. Faktor kekuatan dan kelemahan internal (IFAS)	26
Tabel 6. Faktor peluang dan ancaman eksternal (EFAS)	27
Tabel 7. Hasil SWOT	28
Tabel 8. Matriks SWOT Strategi dan Kebijakan Perlindungan dan Pengelolaan Hutan Mangrove untuk Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Kabupaten Takalar	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan	7
Gambar 2. luasan mangrove dan tambak di Kabupaten Takalar 1979-2020.....	9
Gambar 3. Perubahan hutan mangrove Kabupaten Takalar periode 1979-2011	10
Gambar 4. Perubahan hutan mangrove Kabupaten Takalar periode 2012-2020	11
Gambar 5. Hasil penebangan pohon mangrove untuk kayu bakar di Pulau Tanakeke (A) dan produksi arang di Pulau Lantangpeo (B). Dokumentasi September 2021	12
Gambar 6. Kegiatan konversi kawasan mangrove menjadi tambak di Pulau Tanakeke. Pembakaran pohon mangrove yang telah ditebang (A) dan penggalian dengan Excavator (B). Dokumentasi September 2021.	12
Gambar 7. Mangrove hasil rehabilitasi di Pulau Satangnga. Dokumentasi September 2021.	13
Gambar 8. Spesies dominan (<i>Rhizophora mucronata</i>) yang menghuni kawasan mangrove Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar. Dokumentasi September, 2021	14
Gambar 9. Stok karbon biomassa (pohon dan akar) hutan mangrove berdasarkan lokasi di Kabupaten Takalar.....	17
Gambar 10. Stok karbon biomassa (pohon dan akar) hutan mangrove berdasarkan spesies di Kabupaten Takalar	17
Gambar 11. Stok karbon tanah hutan mangrove Kabupaten Takalar	19
Gambar 12. Areal pertambakan di Pulau Tanakeke. Dokumentasi September 2021	22
Gambar 13. Areal budidaya rumput laut di perairan Pulau Tanakeke. Dokumentasi September 2021	24
Gambar 14. Kuadran SWOT: Strategi dan kebijakan perlindungan dan pengelolaan hutan mangrove untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim	29

Luaran tambahan: Artikel Ilmiah

Artikel ilmiah di jurnal internasional bereputasi dan berdampak “Continental Shelf Research” (IF = 2.62 dan SJR = 0.77, terindex Scopus, WoS, dan lain-lain) kembali berstatus *Under review* setelah melalui proses revisi dari hasil penilaian (*major revision*) dan di submit kembali ke jurnal.

The screenshot shows the Editorial Manager interface for the journal "Continental Shelf Research". The user is logged in as "Abdul Malik". The page displays a table of manuscript submissions. The table has the following columns: Action, Manuscript Number, Title, Initial Date Submitted, Date Revision Due, Status Date, Current Status, and View Decision. One submission is listed with the manuscript number CSR-D-22-00102R1, titled "Mangrove Blue Carbon Stocks Estimation in South Sulawesi Indonesia", submitted on Jun 20, 2022, with a revision due date of Nov 07, 2022, and a status date of Sep 08, 2022. The current status is "Revise" and the view decision is "Major Revision".

Click 'File Inventory' to download the source files for the manuscript. Click 'Revise Submission' to submit a revision of the manuscript. If you Decline To Revise the manuscript, it will be moved to the Declined Revisions folder.

IMPORTANT: If your revised files are not ready to be submitted, do not click the 'Revise Submission' link.

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Date Revision Due	Status Date	Current Status	View Decision
Action Links	CSR-D-22-00102R1	Mangrove Blue Carbon Stocks Estimation in South Sulawesi Indonesia	Jun 20, 2022	Nov 07, 2022	Sep 08, 2022	Revise	Major Revision

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

23°C Berawan 4:59 AM 9/22/2022

← Revisions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total revisions being processed)

Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Date Submission Began	Status Date	Current Status
Action Links	CSR-D-22-00102R2	Mangrove Blue Carbon Stocks Estimation in South Sulawesi Indonesia	Oct 27, 2022	Nov 22, 2022	Under Review

Page: 1 of 1 (1 total revisions being processed)

Results per page 10



Hasil Penilaian Reviewer dan Response Author:

Date: Sep 08, 2022
To: "Abdul Malik" abdulmalik@unm.ac.id
From: "Continental Shelf Research" support@elsevier.com
Subject: Decision on submission to Continental Shelf Research

 **Attachment(s):** [Review.docx](#)

Manuscript Number: CSR-D-22-00102R1

Mangrove Blue Carbon Stocks Estimation in South Sulawesi Indonesia

Dear Dr. Malik,

Thank you for submitting your manuscript to Continental Shelf Research.

I have completed my evaluation of your manuscript. The reviewers recommend reconsideration of your manuscript following major revision. I invite you to resubmit your manuscript after addressing the comments below. Please resubmit your revised manuscript by Nov 07, 2022.

When revising your manuscript, please consider all issues mentioned in the reviewers' comments carefully: please outline every change made in response to their comments and provide suitable rebuttals for any comments not addressed. Please note that your revised submission may need to be re-reviewed.

To submit your revised manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/csr/>, and navigate to the "Submissions Needing Revision" folder.

Continental Shelf Research values your contribution and I look forward to receiving your revised manuscript.

Kind regards,
Gary Fones
Editor-in-Chief

Continental Shelf Research
Editor and Reviewer comments:
Please see attached comments.

General comments:

The study of Abdul Malik et al. entitled "Mangrove Blue Carbon Stocks Estimation in South Sulawesi Indonesia" deals with estimates of above- and below-ground blue carbon stocks in mangroves of the Takalar district in South Sulawesi (Indonesia) to estimate the contribution of these ecosystem in the climate change mitigation. I really enjoyed this work because it is very well structured and well written. It is very interesting and has made it possible to carry out a precise inventory of stocks within 6 study sites and allows the distinction between the different species constituting the mangrove ecosystems. However, I regret that the statistical analyses are not more interested in the differences between the species making up the mangrove and the fact that discussion is not more developed in view of the very interesting results that you have been able to highlight in this study. Below you will find my comments about the manuscript and my recommendations to improve your work.

Response:

We would like to sincerely thank and appreciate the constructive critics and relevant comments to this manuscript. We have implemented all the suggestions in the revised version of the manuscript.

Here is the detail of the revisions in the manuscript and our responses to the reviewers' comments and suggestions:

Comments:

L75-77: Please, rephrase

Response:

Thanks for the comment. We have rephrased (see L75-77)

L79. Please, change by "0.21 to 0.45 Pg CO₂"

Response:

Thanks for the comment. We have changed it (see L79)

Figure 1. Nice figure but please, change the color of coastline because it's impossible to see the light blue on this figure. Moreover, both the numbers indicating the field survey sites and distance in the scale bar are too small. Please, increase the size and/or put in bold the numbers.

Response:

Thanks for the comment and suggestion. We have revised figure 1 (see L588–L592)

L167. Please, check "rootstocks" term

Response:

Thanks for the comment. We have deleted the word "stocks" so it becomes BGC root (see L167)

L176 and L189. %LOI

Response:

Thanks for the comment. We have edited it as your suggestion (see L176-L189)

L192. Please rephrase as "To calculate soil organic carbon concentration (SOCC; % C_{org}), [...]" and use %C_{org} not % C_{org}.

Response:

Thanks for the comment. We have edited it as your suggestion (see L192)

L193. Be rigorous with units! Its g cm⁻³ not gcm⁻³ for SBD and SOCD is g C_{org} cm⁻³

Response:

Thanks for the comment. We have edited it as your suggestion (see L197)

L199-200. Please be more precise with this the numerical and statistical analyses performed in your study. It's not clear at all how you made all your statistics:

- You check differences not only for sites but also for depth intervals. Precise in the text.

Response:

Thanks for the comment. We have revised it as your suggestion (see L204)

- You check differences not only for biomass carbon and SOCC but also for mangrove composition and structure (Table 2). Precise in the text.

Response:

Thanks for the comment. We have revised it as your suggestion (see L202)

- Did you check normality of data? With which test? Precise in the text.

Response:

Thanks for the comment. Yes, we checked it. Kolmogorov-Smirnov test (see L200)

- Did you made *post hoc* Tukey HSD to check similarity? Precise in the text.

Response:

Thanks for the comment. Yes, we made it (see L204-L205)

- I strongly recommend you to complete the statistical analysis, by exploring through ANOVA, the differences in mangrove composition and structure but also biomass carbon (AGC and BGC) between the different species that you observe across your sites.

Response:

Thanks for the comment and recommendation. We have explored it by using ANOVA (see Table 4)

Table 3. Why AGC tree and BGC root values have two decimals and not SOC?

Response:

Thanks for your comment. We have changed the SOC value into two decimals in Table 3 and the text of the manuscript

L231. Please add a space between 0 and cm. Check the manuscript and all the figures to correct all these errors (example of Figure 3).

Response:

Thanks for your comment and suggestion. We have corrected it in the manuscript's text and all the figures included in figure 3.

L237-240. Such precision for SOCD is not required (you can reduce to 2 decimals). Check your manuscript and correct. Moreover, to make the distinction with SBD (density), you should use $\text{g C}_{\text{org}} \text{cm}^{-3}$ for SOCD in all your manuscript (text, figures and tables). See comment in for L193.

Response:

Thanks for your comment and suggestion. We have implemented it in the manuscript's text and all the tables and figures.

L249-300. The Discussion section should be deeply improved. You mention human pressures impact the role of mangroves to mitigate climate change and the importance to protect mangroves due to their wide extension in Indonesia and their high carbon stocks. Considering your results and the presence of mapping of mangrove extent in your region (Figure 1), a global estimate of carbon stocks should be undertaken at Takalar district, and the loss of carbon stocks associated to human activities (aquaculture) in the last years.

Response:

Thanks for your comment and suggestion. We have revised it.

Luaran tambahan: Buku Referensi (Dalam proses review/penerbitan di Penerbit):

HUTAN MANGROVE SULAWESI SELATAN



Abdul Malik

HUTAN MANGROVE SULAWESI SELATAN

Hak Cipta @2022 oleh

Abdul Malik

Hak cipta dilindungi undang-undang

Cetakan pertama, 2022

Diterbitkan oleh Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar

Gedung Perpustakaan Lt. 1 Kampus UNM Gunungsari

Jl. Raya Pendidikan 90222

Tlp. /Fax. (0411) 865677 / (0411) 861377

Email. badanpenerbitunm@gmail.com

ANGGOTA IKAPI No. 011/SSL/2010

ANGGOTA APPTI No.006.063.1.10.2018

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk apapun
tanpa izin tertulis dari penerbit

Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar

Makassar 2022

iv, hlm; cm

ISBN : XXX-XXX-XXXX-XX-X

KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulisan buku berjudul "Hutan Mangrove Sulawesi Selatan" dapat diselesaikan.

Hutan mangrove yang merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki fungsi, manfaat, dan peran penting dalam kehidupan dan mata pencaharian masyarakat utama bagi masyarakat pesisir. Potensi hutan mangrove yang tersebar di kawasan pantai barat, selatan dan timur Sulawesi Selatan telah memberi kontribusi besar bagi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir di Sulawesi Selatan. Sayangnya, ketergantungan yang tinggi dan pemanfaatan yang tidak berkelanjutan dalam empat dekade terakhir, mengakibatkan hutan ini mengalami degradasi dan deforestasi, dan diperkirakan keberadaannya hanya tersisa 10 ribu hektar pada tahun 2017 dengan tingkat kehilangan diperkirakan 1%-5% per tahunnya.

Keunggulan buku ini terletak pada kajian hutan mangrove di Sulawesi Selatan yang diulas secara komprehensif yang sebelumnya jarang dipublikasikan. Untuk itu, kehadiran buku ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengetahuan serta referensi bagi khalayak umum khususnya bagi orang-orang tertarik pada kajian lingkungan wilayah pesisir, pengelolaan wilayah pesisir, dan geografi dan lingkungan, perlindungan sumberdaya alam, dan termasuk bagi para pemegang kebijakan.

Penulis menyadari buku ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu kritikan dan-saran dari para pembaca yang bersifat membangun guna penyempurnaannya ke depan senantiasa ditunggu. Penulis juga ingin berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan sumbangsih sehingga buku ini dapat terwujud, terutama kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah memberikan pendanaan melalui proyek penelitian pada skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) 2022 yang mana buku ini menjadi salah satu luaran yang dihasilkan.

Makassar, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

BAB I. PENDAHULUAN

- A. Fokus Isi Buku ini
- B. Struktur Isi Buku ini

BAB II. HUTAN MANGROVE

- A. Definisi Hutan Mangrove
- B. Hutan Mangrove di Dunia dan di Indonesia
- C. Fungsi dan Manfaat Hutan Mangrove

BAB III. POTENSI HUTAN HUTAN MANGROVE SULAWESI SELATAN

- A. Luasan dan Sebaran
- B. Produk dan Layanan Ekosistem Mangrove
- C. Biodiversity Flora dan Fauna
- D. Stok Karbon Hutan Mangrove

BAB IV. PEMANFAATAN HUTAN MANGROVE DI SULAWESI SELATAN

- A. Produk Perikanan
- B. Produk kehutanan
- C. Kawasan Pertambakan
- D. Kawasan Permukiman
- E. Kawasan Ekowisata

**BAB V. PERMASALAHAN DAN DAMPAK KERUSAKAN
HUTAN MANGROVE SULAWESI SELATAN**

A. Degradasi dan Deforestasi

B. Perubahan Iklim

C. Dampak Fisik, Sosial dan Ekonomi Kerusakan Hutan
Mangrove

**BAB VI. RESTORASI DAN REHABILITASI HUTAN
MANGROVE**

**BAB VII. PENGELOLAAN HUTAN MANGROVE
BERKELANJUTAN DAN BERBASIS MASYARAKAT**

DAFTAR PUSTAKA

INDEKS

BIOGRAFI PENULIS



Abdul Malik adalah Doctor of Philosophy (Ph.D.) dalam bidang ilmu Geografi. Lahir di Makassar 11 Oktober 1977. Menyelesaikan program Sarjana dari Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar tahun 2001. Magister Sains dari Program Studi Lingkungan Hidup dengan konsentrasi Pengelolaan Lingkungan Laut Dangkal dan Pantai di Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2005. Gelar Ph.D.

diperoleh dari Department of Geosciences and Natural Resource Management, Section Geography, University of Copenhagen, Denmark tahun 2016. Aktif sebagai dosen tetap dan peneliti pada Jurusan Geografi FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM) sejak 2006 – sekarang dan mengajar di Program Magister Pendidikan Geografi Pascasarjana UNM sejak 2016-Sekarang. Dalam lima tahun terakhir penulis aktif melakukan penelitian dalam bidang pengelolaan wilayah pesisir dan kelautan, lingkungan, remote sensing untuk ekosistem pesisir, biodiversity, layanan dan nilai ekonomi ekosistem pesisir, penyerapan dan stok karbon hutan mangrove, dan ekowisata. Beberapa artikel ilmiah yang ditulis telah terpublikasi di jurnal internasional bereputasi. Penulis juga menjadi Peer-reviewer dan editorial board untuk beberapa jurnal nasional maupun internasional sejak tahun 2016 hingga sekarang.

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 yang memberi kontribusi *in-kind* dalam bentuk 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 akhir 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.

Penelitian ini telah memasuki tahun terakhir (tahun kedua, 2022) dari 2 tahun yang direncanakan, karena itu rencana penelitian untuk tahun berikutnya tidak ada. Namun untuk luaran tambahan yakni artikel ilmiah pada jurnal internasional bereputasi dan berdampak “Continental Shelf Research” (IF = 2.62 dan SJR = 0.77, terindex Scopus, WoS, dan lain-lain) yang kembali berstatus *Under review* setelah melalui proses revisi dan di submit kembali ke jurnal, peneliti/penulis akan terus mengikuti dan menyelesaikan proses-proses berikutnya hingga artikel ini dapat *accepted* dan *published*. Untuk luaran tambahan lainnya yakni buku referensi, peneliti/penulis juga akan terus mengikuti dan menyelesaikan proses-proses selanjutnya hingga buku tersebut dapat terbit.

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.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ellison, J. C. (2012). Climate change vulnerability assessment and adaptation planning for mangrove systems.
2. Malik, A., Mertz, O., & Fensholt, R. (2017). Mangrove forest decline: consequences for livelihoods and environment in South Sulawesi. *Regional environmental change*, 17(1), 157-169.

3. Malik, A., Fensholt, R., & Mertz, O. (2015). Economic valuation of mangroves for comparison with commercial aquaculture in South Sulawesi, Indonesia. *Forests*, 6(9), 3028-3044.
4. Friess, D. A., Thompson, B. S., Brown, B., Amir, A. A., Cameron, C., Koldewey, H. J., & Sidik, F. (2016). Policy challenges and approaches for the conservation of mangrove forests in Southeast Asia. *Conservation Biology*, 30(5), 933-949.
5. Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J.B., Warren, M., Sasmito, S., Donato, D., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nat. Clim. Chang.* 5, 1089–1092.
6. Förster, H., Sterzel, T., Pape, C. A., Moneo-Lain, M., Niemeyer, I., Boer, R., & Kropp, J. P. (2011). Sea-level rise in Indonesia: on adaptation priorities in the agricultural sector. *Regional Environmental Change*, 11(4), 893-904
7. Lovelock, C.E., Cahoon, D.R., Friess, D.A., Guntenspergen, G.R., Krauss, K.W., Reef, R., Rogers, K., Saunders, M.L., Sidik, F., Swales, A. and Saintilan, N. (2015). The vulnerability of Indo-Pacific mangrove forests to sea-level rise. *Nature*, 526 (7574).
8. Universitas Negeri Makassar (2016). Rencana Induk Penelitian (RIP) UNM.
9. Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geosciences*. 4, 293–297.
10. Alongi, D.M., Murdiyarso, D., Fourqurean, J.W., Kauffman, J.B., Hutahaen, A., Crooks, S., Lovelock, C.E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M., Pidgeon, E., Wagey, T. (2015). Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetland Ecol. Manag.* 24, 3-13.
11. Mahasani, I.G.A.I., Widagti, N., Karang, I.W.G.A. (2016). Estimasi presentase karbon organik di hutan mangrove bekas tambak, Perancak, Jembrana Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science* 1, 14-18. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jmas/article/view/16662>.
12. 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, Indonesia.
13. Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M, Pidgeon, E. (2014). Coastal blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses (Eds.). Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA.\
14. Hamilton, S.E., Friess, D. (2018). Global carbon stocks and potential emissions due to mangrove deforestation from 2000 to 2012. *Nat. Clim. Chang.* 4, 240-244.
15. Hamilton, S.E., Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Glob. Ecol. Biogeogr.* 25, 729-738.
16. Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A., Simard, M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PloS one*, 12, e0179302
17. Houghton, R.A., Nassikas A.A. (2017). Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850–2015. *Global Biogeochemical Cycles* 31, 456-472.
18. Kawamuna A, Suprayogi A, Wijaya AP. Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel-2 (Studi kasus: Teluk Pangpang Kabupaten Banyuwangi). (2018). *Jurnal Geodesi Universitas Diponegoro* 6: 277-284.
19. Gupta K, Mukhopadhyay A, Giri S, Chanda A, Majumdar SD, Samanta S, Mitra D, Samal RN, Pattnaik AK, Hazra S. (2018). An index for discrimination of mangroves from non-mangroves using LANDSAT 8 OLI imagery. *MethodsX*; 5: 1129-1139

20. Malik, A., Fensholt, R., & Mertz, O. (2015). Mangrove exploitation effects on biodiversity and ecosystem services. *Biodiversity and conservation*, 24(14), 3543-3557.
21. Carandang, A. P., Camacho, L. D., Gevaña, D. T., Dizon, J. T., Camacho, S. C., de Luna, C.C.& Rebugio, L. L. (2013). Economic valuation for sustainable mangrove ecosystems management in Bohol and Palawan, Philippines. *Forest science and technology*, 9(3), 118-125.
22. IPCC. (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, New York, New York, USA
23. Bull, J. W., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., & Carter-Silk, E. (2016). Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem services*, 17, 99-111.