UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian tesis dengan judul "Potensi Stok Karbon dan Resiliensi Sosio-ekonomi Masyarakat Pesisir di Daerah Rehabilitasi Mangrove Sungai Bogowonto". Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu proses penyusunan tesis, yaitu:

1. Prof. Dr. Budi Setiadi Daryono, M.Agr.Sc. selaku Dekan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada,
2. Prof. Dr.rer.nat. Andhika Puspito Nugroho, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Magister Biologi, Universitas Gadjah Mada,
3. Prof. Dr. Bambang Retnoaji, S.Si., M.Sc. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada,
4. Ibu Siti Nurleily Marliana, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama proses penelitian dan penyusunan tesis,
5. Dr. Maryani, M.Sc. dan Prof. Dr.rer.nat. Andhika Puspito Nugroho, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran untuk penulisan tesis,
6. Seluruh dosen dan staf Laboratorium Ekologi dan Konservasi atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan Republik Indonesia, yang telah memberikan dukungan finansial selama proses perkuliahan melalui program beasiswa,
8. Orang tua dan keluarga yang selalu memberi doa, dukungan moral, maupun material,
9. Teman-teman peminatan Lingkungan dan Konservasi yang telah menjadi keluarga dan teman yang menyenangkan selama masa perkuliahan,
10. Tim yang membantu dalam proses pengambilan data lapangan, terima kasih atas dedikasi waktu, kerja keras dan kesabarannya,
11. Sahabat yang selalu menemani, memberikan semangat dan motivasi selama proses perkuliahan, terima kasih atas dukungannya,
12. Pengelola mangrove Sungai Bogowonto, yaitu Kelompok Wana Tirta, Kelompok Mangrove Jembatan Api-Api, dan Kelompok Tani Hutan Mangrove Pasir Kadilangu, atas bantuan dan pengalaman yang diberikan selama proses pengambilan data lapangan,
13. Seluruh responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi ilmu pengetahuan, masyarakat, dan alam.

Yogyakarta, 8 Mei 2025

Nor Liza

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
PRAKATA iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN xi
ABSTRAK xii
ABSTRACT xiii
BAB I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Permasalahan 4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian 5
D. Ruang Lingkup Penelitian 5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 7
A. Ekosistem Mangrove 7
B. Jasa Ekosistem Mangrove 8
C. Karbon Biru 11
D. Resiliensi Sosio-Ekonomi 14
E. Ancaman terhadap Ekosistem Mangrove 15
F. Rehabilitasi Ekosistem Mangrove 16
BAB III. LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS 18
A. Landasan Teori 18
B. Hipotesis 19
BAB IV. METODE PENELITIAN 21
A. Waktu dan Lokasi Penelitian 21
B. Alat dan Bahan 22
C. Rancangan Penelitian 23

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

D. Prosedur Kerja 24
1. Desain Sampling Vegetasi 24
2. Pengambilan Data Lapangan 25
3. Penghitungan Stok Karbon Atas dan Bawah Permukaan Tanah 27
4. Penghitungan Stok Karbon Sedimen 29
5. Penghitungan Stok Karbon Total dalam Plot 31
6. Pengambilan Data Resiliensi Sosio-Ekonomi Masyarakat Lokal 31
E. Analisis Data 32
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN 33
A. Estimasi Stok Karbon di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto 33
B. Hubungan Antara Total Stok Karbon Ekosistem Mangrove dan Faktor Abiotik 45
C. Demografi Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto 47
D. Resiliensi Sosial Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto 49
E. Resiliensi Ekonomi Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto .. 73
F. Stok Karbon Ekosistem Mangrove dan Implikasinya terhadap Resiliensi Masyarakat 83
BAB VI. PENUTUP 86
A. Kesimpulan 86
B. Saran 86
RINGKASAN 88
SUMMARY 922
DAFTAR PUSTAKA 955
LAMPIRAN 1077

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rumus alometrik untuk perhitungan biomassa atas dan bawah permukaan tanah..... 28

Tabel 2. Tipe penyusun sedimen pada jeluk 0–100 cm di kawasan mangrove Sungai Bogowonto..... 41

Tabel 3. Hasil uji regresi linear sederhana antara stok karbon total ekosistem mangrove dan faktor abiotik..... 46

Tabel 4. Hasil uji regresi linear sederhana antara karbon atas dan bawah permukaan tanah..... 47

Tabel 5. Distribusi demografi dan karakteristik sosio-ekonomi responden..... 49

Tabel 6. Hasil uji validitas untuk indikator resiliensi sosial dan ekonomi..... 49

Tabel 7. Hasil penilaian resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat di kawasan mangrove Sungai Bogowonto. 51

Tabel 8. Komposisi jenis kelamin anggota pengelola kawasan mangrove Sungai Bogowonto..... 59

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Sungai Bogowonto, Kulon Progo, Yogyakarta.. 22

Gambar 2. Proporsi penyimpanan karbon pada tiga kolam karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto. AGC (aboveground carbon): karbon pada biomassa atas permukaan tanah; BGC (belowground carbon): karbon pada biomassa bawah permukaan tanah 35

Gambar 3. Total stok karbon dan distribusinya pada tiga kolam karbon berdasarkan tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto 34

Gambar 4. Rata-rata dbh spesies mangrove pada setiap tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto 37

Gambar 5. Variasi nilai stok karbon pada jeluk 0–100 cm berdasarkan tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto 40

Gambar 6. Rata-rata (A) konsentrasi karbon organik; (B) bulk density; dan (C) kandungan karbon sedimen pada jeluk 0–100 cm di kawasan mangrove Sungai Bogowonto 43

Gambar 7. Stok karbon biomassa spesies mangrove di kawasan mangrove Sungai Bogowonto 44

Gambar 8. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) pola hidup; (B) struktur/kondisi perumahan; dan (C) pemenuhan kebutuhan sumber makanan 54

Gambar 9. Jawaban responden mengenai pertanyaan kondisi keamanan di area ekosistem mangrove Sungai Bogowonto 55

Gambar 10. Jawaban responden mengenai pertanyaan tingkat paparan terhadap bahan kimia, polutan, dan pestisida 57

Gambar 11. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) tingkat partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam; (B) tingkat partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam..... 61

Gambar 12. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) peraturan daerah dalam penggunaan sumber daya alam; (B) integrasi praktik budaya lokal/tradisional untuk pengelolaan sumber daya alam..... 64

Gambar 13. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) akses masyarakat terhadap layanan bantuan (kredit dan layanan penyuluhan); (B) akses bantuan dana dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

masyarakat; (C) tingkat pemahaman masyarakat, termasuk perempuan, mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan stakeholder untuk menyediakan perlindungan dan pelayanan 69

Gambar 14. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) komitmen pemangku kepentingan lokal terhadap kemitraan yang terbuka dan kolaboratif; (B) kapasitas masyarakat/komunitas lokal untuk merekrut dan melatih relawan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat dan kolaborasi dengan pihak lain/*stakeholder* 72

Gambar 15. Jawaban responden mengenai pertanyaan kegiatan ekonomi lokal di area mangrove Sungai Bogowonto 74

Gambar 16. Jawaban responden mengenai pertanyaan diversifikasi mata pencaharian masyarakat 75

Gambar 17. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) distribusi kepemilikan aset di masyarakat; (B) aset rumah tangga dan masyarakat untuk mendukung strategi mengatasi krisis..... 78

Gambar 18. Jawaban responden mengenai pertanyaan integrasi sistem transportasi dengan lokasi untuk memasarkan produk perikanan/pertanian..... 80

Gambar 19. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) biaya dan risiko bencana ditanggung bersama menggunakan aset yang dimiliki bersama/kelompok; (B) skema simpan pinjam dalam kelompok/masyarakat dan/akses terhadap layanan keuangan mikro 82

Gambar 20. Jawaban responden mengenai pertanyaan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dari area mangrove Sungai Bogowonto..... 83

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel indikator resiliensi sosial. 106

Lampiran 2. Tabel indikator resiliensi ekonomi. 108

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO

Oleh:

Nor Liza

22/508509/PBI/01884

ABSTRAK

Keberadaan ekosistem mangrove memiliki fungsi yang penting bagi masyarakat pesisir. Ekosistem mangrove memiliki potensi besar sebagai mitigasi pemanasan iklim global karena kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam waktu yang lama. Selain itu, ekosistem mangrove mendukung kondisi sosial dan ekonomi masyarakat yang kehidupannya tergantung terhadap ekosistem tersebut. Oleh karena itu, upaya rehabilitasi penting dilakukan pada ekosistem mangrove yang terdegradasi untuk meningkatkan jasa ekosistemnya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari potensi stok karbon dan resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di sekitar kawasan rehabilitasi mangrove Sungai Bogowonto. Metode yang digunakan untuk pencuplikan data stok karbon adalah secara non-destruktif. Rumus alometrik digunakan untuk mengestimasi stok karbon atas permukaan tanah (*aboveground*) dan bawah permukaan tanah (*belowground*), sedangkan karbon sedimen dianalisis menggunakan metode Walkley *and* Black. Metode kuesioner, *open-ended questions*, dan observasi digunakan untuk pencuplikan data resiliensi sosio-ekonomi masyarakat lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan mangrove Sungai Bogowonto memiliki total stok karbon sebesar 1067,75 ton C/ha, dengan proporsi penyimpanan karbon tertinggi terletak pada bagian sedimen (75%). Stok karbon tertinggi berada pada area mangrove yang ditanam pada tahun 2013 (264 ton C/ha) dan stok karbon terendah pada area penanaman tahun 2018 (138,03 ton C/ha). Dalam konteks resiliensi, kondisi sosial dan ekonomi responden menunjukkan kondisi menuju resilien. Penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan mangrove tidak hanya memiliki fungsi ekologis, namun juga dapat meningkatkan resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat dalam menghadapi perubahan lingkungan. Partisipasi masyarakat lokal dan kolaborasi antara pemangku kepentingan merupakan aspek penting untuk penerapan praktik pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

Kata kunci: Degradasi habitat, ekosistem karbon biru, *nature-based solutions*, pemanasan global, pengelolaan berbasis masyarakat

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

CARBON STOCK POTENTIAL AND SOCIO-ECONOMIC RESILIENCE OF COASTAL COMMUNITIES IN THE MANGROVE REHABILITATION AREA OF THE BOGOWONTO RIVER

By:

Nor Liza

22/508509/PBI/01884

ABSTRACT

The existence of mangrove ecosystems plays an important function for coastal communities. Mangrove ecosystems possess significant potential for global climate change mitigation due to their capacity to absorb and store carbon over extended periods. Additionally, these ecosystems play a vital role in supporting the social and economic conditions of communities that depend on them. Consequently, rehabilitation efforts are essential for degraded mangrove ecosystems to enhance their ecosystem services. This study aims to assess the potential carbon stock and socio-economic resilience of communities surrounding the Bogowonto River mangrove rehabilitation area. A non-destructive method is employed for carbon stock data sampling. Allometric equations are used to estimate aboveground and belowground carbon stocks, while sediment carbon is analyzed using the Walkley and Black method. Data on the socio-economic resilience of local communities are collected through questionnaires, open-ended questions, and observation methods. The results showed that the mangrove area of the Bogowonto River has a total carbon stock of 1,067.75 tons C/ha, with the highest proportion of carbon storage found in the sediment (75%). The highest carbon stock is observed in the mangrove area planted in 2013 (264 tons C/ha), while the lowest carbon stock was in the area planted in 2018 (138,03 tons C/ha). In terms of resilience, the social and economic conditions of the respondents were building toward resilience. In terms of resilience, the social condition of the research area is resilient, while the economic indicator is moderate resilient. This study underscores that mangroves not only have an ecological function, but can also increase the social and economic resilience of communities in dealing with environmental changes. Involvement of local communities and collaboration between stakeholders are vital for the implementation of appropriate sustainable management practices.

Keywords: blue carbon ecosystem, community-based management, global warming, habitat degradation, nature-based solutions

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jasa ekosistem kawasan mangrove berpengaruh besar terhadap kehidupan masyarakat lokal. Kawasan mangrove dapat mendukung perekonomian lebih dari 70 juta masyarakat pesisir (Ellison *et al*., 2020). Ekosistem mangrove menyediakan sumber makanan serta menyediakan lapangan pekerjaan bagi penduduk sekitar. Tidak hanya bersifat regional, ekosistem mangrove juga memiliki potensi besar sebagai solusi berbasis alam untuk menurunkan laju krisis iklim global melalui sekuestrasi dan penyimpanan karbon biru (Christianson *et al*., 2022). Ekosistem mangrove mampu menyerap karbon sekitar lima kali lebih besar daripada ekosistem terestrial (Kumari *et al*., 2020). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) membahas pentingnya mengurangi emisi sebagai bentuk mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan oleh ekosistem karbon biru, salah satunya adalah ekosistem mangrove (Macreadie *et al*., 2021; Raw *et al*., 2023).

Walaupun keberadaan ekosistem mangrove memiliki banyak manfaat, baik secara ekologi maupun sosial dan ekonomi, ekosistem ini rentan terhadap usikan. Ekosistem mangrove merupakan salah salah kawasan dengan tingkat degradasi yang tinggi akibat usikan, baik disebabkan oleh faktor antropogenik maupun alami (Goldberg *et al*., 2020). Meskipun Indonesia memiliki luasan hutan mangrove terbesar di dunia (Kumari *et al*., 2020), hanya sekitar 30% yang berada dalam kondisi baik,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

sedangkan sisanya dalam kondisi rusak hingga rusak berat akibat tingginya laju alih fungsi hutan mangrove untuk memenuhi kebutuhan manusia yang makin meningkat. Selain faktor antropogenik, kerusakan ekosistem mangrove juga dapat disebabkan oleh faktor alami, seperti gelombang tinggi (Abd-El Monsef *et al*., 2013), dan badai (Alongi, 2020). Usikan yang terjadi pada ekosistem mangrove dapat menyebabkan turun atau bahkan hilangnya jasa ekosistem yang dimiliki oleh ekosistem mangrove.

Program rehabilitasi ekosistem mangrove dilakukan selain untuk mengembalikan jasa ekosistemnya, juga untuk meningkatkan resiliensi ekosistem mangrove maupun masyarakat sekitar terhadap perubahan iklim (Ellison *et al*., 2020). Dalam konteks ekosistem mangrove, resiliensi ekologi memiliki arti pada kemampuan ekosistem untuk bertahan dan pulih dari usikan, sedangkan resiliensi sosial yaitu kemampuan masyarakat untuk mengatasi tekanan, seperti kemiskinan dan kesenjangan sosial, yang diakibatkan dari perubahan ekosistem (Adger, 2000). Mangrove berada dalam aspek sosial dan ekologi yang kompleks, sehingga penting untuk mempelajari kondisi aspek ekonomi karena kaitannya dengan kondisi sosial masyarakat (Hagger *et al*., 2022). Pada proses rehabilitasi ekosistem mangrove, perlu adanya penilaian resiliensi dari aspek sosio-ekonomi agar proses rehabilitasi tidak hanya dilihat sebagai aktivitas ekologi saja (Lewis & Brown, 2014).

Salah satu teknik rehabilitasi yang umum dilakukan yaitu dengan cara penanaman bibit mangrove. Program penanaman mangrove di area terdegradasi menjadi salah satu solusi untuk rehabilitasi kawasan mangrove. Program penanaman mangrove secara rutin dilakukan di berbagai lahan terdegradasi, salah satunya adalah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kawasan mangrove di Sungai Bogowonto. Kesadaran masyarakat sekitar Sungai Bogowonto yang tinggi terhadap area sungai yang mengalami erosi mendorong mereka untuk menginisiasi penanaman bibit mangrove di bantaran sungai. Hingga saat ini, kawasan mangrove Sungai Bogowonto dikelola oleh tiga kelompok yang berbeda, yaitu kelompok Kadilangu, Api-Api, dan Wana Tirta. Setiap kelompok memanfaatkan ekosistem mangrove dengan pendekatan yang berbeda, yaitu area mangrove Kadilangu dan Api-Api dikembangkan untuk kegiatan ekowisata, sedangkan area mangrove Wana Tirta khusus untuk lokasi edukasi. Kegiatan penanaman secara rutin dilakukan di ketiga tempat tersebut untuk meningkatkan tutupan mangrove yang berkurang akibat faktor alami maupun antropogenik. Area mangrove di Sungai Bogowonto berpotensi mengurangi emisi karbon melalui *carbon offset.* Penelitian mengenai stok karbon sudah pernah dilakukan di kawasan ini (Pratiwi dan Haryono, 2020; Pratiwi *et al*. 2023), tapi belum diketahui hubungan antara stok karbon atas permukaan tanah (*aboveground*) dengan bawah permukaan tanah (*belowground*), serta kaitannya dengan faktor biotik dan abiotik. Hubungan antara stok karbon atas dan bawah permukaan tanah serta faktor lokal yang memengaruhinya dapat digunakan untuk menganalisis karbon biru di ekosistem mangrove secara lebih komprehensif (Meng *et al*. 2021). Selain fungsi secara ekologi, keberadaan ekosistem ini juga mendukung resiliensi sosio-ekonomi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, perlu adanya kajian mengenai stok karbon dan kondisi sosio-ekonomi masyarakat di sekitar mangrove rehabilitasi, khususnya di kawasan Sungai Bogowonto.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

B. Permasalahan

Keberadaan mangrove di Sungai Bogowonto memiliki berbagai fungsi ekologis, terutama dalam hal perlindungan bantaran sungai dari erosi dan mengurangi kadar karbon di atmosfer melalui proses sekuestrasi karbon. Ekosistem ini berpotensi untuk mendukung program pengurangan emisi karbon melalui *carbon offset*, baik dalam skala regional maupun nasional. Selain itu, mangrove di Sungai Bogowonto juga berpotensi untuk meningkatkan resiliensi masyarakat sekitar yang memanfaatkan keberadaan ekosistem ini dalam hal sosio-ekonomi. Akan tetapi, ekosistem mangrove di kawasan ini mendapatkan tekanan yang tinggi, baik dari faktor alami maupun aktivitas manusia yang berpotensi mengubah struktur dan fungsi ekosistem mangrove. Program rehabilitasi ekosistem mangrove terus dilakukan untuk meningkatkan jasa ekosistemnya, baik secara ekologis maupun dalam hal sosio-ekonomi. Dari pemaparan tersebut, permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa estimasi stok karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto?
2. Bagaimana korelasi antara simpanan karbon atas dan bawah permukaan tanah di kawasan mangrove Sungai Bogowonto?
3. Faktor abiotik apa yang memengaruhi stok karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto?
4. Bagaimana tingkat resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di kawasan mangrove Sungai Bogowonto?

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari stok karbon dan resiliensi sosio-ekonomi masyarakat sekitar Sungai Bogowonto dengan cara:

1. Mengestimasi stok karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto,
2. Mempelajari korelasi antara stok karbon atas dan bawah permukaan tanah di kawasan mangrove Sungai Bogowonto,
3. Mempelajari pengaruh faktor abiotik yang diukur terhadap stok karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto,
4. Mempelajari resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mempelajari pengaruh skema rehabilitasi terhadap stok karbon ekosistem mangrove maupun terhadap sosio-ekonomi masyarakat sekitar Sungai Bogowonto. Selain itu, data dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan program pengelolaan secara berkelanjutan untuk ekosistem karbon biru, terutama ekosistem mangrove.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan mangrove Sungai Bogowonto, yaitu area mangrove Kadilangu, Api-Api, dan Wana Tirta. Lokasi penyimpanan karbon yang dikaji dalam penelitian ini meliputi tegakan pohon sebagai representasi stok karbon atas permukaan tanah, akar untuk bawah permukaan tanah, dan sedimen. Objek dalam penelitian ini adalah spesies *true mangrove* yang memiliki dbh ≥5 cm. Responden

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dalam penelitian ini adalah masyarakat di sekitar Sungai Bogowonto yang memiliki mata pencaharian yang berkaitan dengan keberadaan ekosistem mangrove.

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Mangrove

Hutan mangrove dapat ditemukan di kawasan pasang surut pantai yang terbatas pada daerah tropis dan subtropis (Giri *et al*., 2011). Hutan mangrove tersebar di lebih dari 120 negara (Kumari *et al*., 2020), yang mayoritas tersebar diantara 5° LU dan 5° LS (Giri *et al*., 2011). Meskipun begitu, sekitar 75% hutan bakau hanya ditemukan di 15 negara (Giri *et al*., 2011). Luas total hutan mangrove di dunia adalah sekitar 15.000 km^2 dengan luasan tertinggi terletak di Indonesia (Kumari *et al*., 2020). Menurut Giri *et al*. (2011), hutan mangrove yang dimiliki Indonesia menyumbang sekitar 22% dari total luas area mangrove di dunia. Berdasarkan persentase kerapatan tajuk, hutan mangrove diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu mangrove lebat (persentase kerapatan tajuk >70%), mangrove sedang (persentase kerapatan tajuk <30%), dan mangrove jarang (persentase kerapatan tajuk <30%) (Direktorat Tanah dan Air, 2021). Hutan mangrove lebat terluas di Indonesia terletak di Provinsi Papua dengan luas sekitar satu juta hektar (Direktorat Tanah dan Air, 2021).

Habitat mangrove berada di kondisi yang ekstrim karena terletak di daerah pasang surut dengan kondisi salinitas yang tinggi. Selain itu, mangrove tumbuh di lingkungan miskin oksigen akibat adanya genangan yang terjadi secara periodik (MacFarlane *et al*., 2007). Agar dapat bertahan di kondisi tersebut, mangrove memiliki adaptasi baik secara morfologi maupun fisiologi. Secara morfologi, mangrove

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

memiliki sistem perakaran khas yang dapat membantu proses aerasi, seperti pneumatofora pada Sonneratiaceae dan Avicenniaceae, serta akar tunjang yang muncul ke permukaan tanah pada Rhizophoraceae (MacFarlane *et al*., 2007). Selain itu, akar mangrove memiliki rentang toleransi yang tinggi terhadap salinitas serta memiliki mekanisme untuk mengeluarkan kelebihan garam dari dalam tubuh (Srikanth *et al*., 2016).

B. Jasa Ekosistem Mangrove

Secara umum, jasa ekosistem yang dimiliki ekosistem mangrove yaitu sebagai jasa penyedia (*provisioning services*), jasa pendukung (*supporting services*), jasa pengaturan (*regulating services*), dan jasa budaya (*cultural services*) (Getzner & Islam, 2020). Ekosistem mangrove berkontribusi bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat di sekitarnya. Masyarakat dapat memperoleh keuntungan ekonomi dari hasil perikanan yang didukung oleh ekosistem mangrove (Untari *et al*., 2020). Ekosistem mangrove menyediakan habitat bagi ikan dan kepiting yang menjadi sumber pemasukan utama bagi penduduk lokal (Glaser, 2003). Masyarakat juga memanfaatkan produk yang berasal dari ekosistem mangrove untuk bahan pembuatan arang serta kayu bakar (Myint, 2019). Menurut Ruslan *et al*. (2022), keberadaan ekosistem mangrove juga erat kaitannya dengan kebudayaan masyarakat yang hidup berdampingan dengan ekosistem ini.

Menurut penelitian Hussain dan Badola (2010), sumber daya yang berasal dari ekosistem mangrove berkontribusi sekitar 30% dari total pendapatan masyarakat lokal di India. Penelitian yang dilakukan di Malaysia menunjukkan bahwa ekosistem

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mangrove menyediakan bahan baku pembuatan arang untuk diekspor ke Jepang (Satyanarayana *et al*., 2021). Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan mendukung ketersediaan bahan pembuatan arang dari kawasan mangrove, yang pada akhirnya meningkatkan pendapatan masyarakat lokal dan negara (Satyanarayana *et al*., 2021). Ketersediaan peluang kerja yang berkaitan dengan ekosistem mangrove menguntungkan masyarakat lokal, karena mereka tidak harus merantau untuk mencari pekerjaan, terutama bagi mereka yang bekerja di sektor pertanian dan pariwisata (Faridah-Hanum *et al*., 2019; Satyanarayana *et al*., 2021).

Secara ekologi, ekosistem mangrove berperan dalam regulasi karbon. Kawasan mangrove merupakan ekosistem karbon biru yang paling efisien dalam menyimpan karbon (Jacotot *et al*., 2018). Mangrove mampu menyerap dan menyimpan karbon dari atmosfer dalam bentuk biomassa tegakan pohon dan di sedimen tempat tumbuh mangrove dalam jangka waktu yang lama (Ahalya & Park, 2018; Trissanti *et al*., 2022). Lokasi penyimpanan karbon terdiri dari simpanan atas (*aboveground*) dan bawah permukaan tanah (*belowground*) dengan kandungan simpanan terbesar terletak pada sedimen (Meng *et al*., 2021). Sedimen mangrove mampu menyimpan hingga 98% dari total simpanan karbon (Donato *et al*., 2011). Ini disebabkan kemampuannya untuk mengakumulasi karbon dari proses genangan yang terjadi secara berkala dan menyebabkan lingkungan menjadi miskin oksigen (Yu *et al*., 2023). Kondisi anaerobik tersebut menghambat dekomposisi serasah maupun materi organik lainnya oleh mikroba (Wang *et al*., 2019). Karbon organik yang tidak terdegradasi selanjutnya akan terakumulasi pada sedimen mangrove (Kristensen *et al*., 2008).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kemampuan ekosistem mangrove dalam menyerap dan menyimpan karbon bervariasi karena dipengaruhi oleh berbagai hal. Umumnya, cadangan karbon dipengaruhi oleh ada atau tidaknya usikan (Hong *et al*., 2017), salinitas, dan tipe vegetasi (Rahman *et al*., 2014). Ekosistem mangrove tanpa usikan memiliki stok karbon yang lebih tinggi daripada daerah yang terdegradasi (Hong *et al*., 2017). Hal ini disebabkan simpanan karbon di ekosistem mangrove yang terdegradasi akan terlepas akibat meningkatnya reaksi oksidasi di sedimen yang tidak tergenang (Hong *et al*., 2017). Kawasan dengan salinitas tinggi memiliki kandungan stok karbon yang lebih rendah daripada area dengan salinitas yang lebih rendah karena lebih sedikit spesies mangrove yang mampu bertahan di kondisi tersebut (Rahman *et al*., 2014). Hal ini menyebabkan biomassa serta stok karbon yang lebih rendah di kawasan dengan salinitas yang tinggi (Rahman *et al*., 2014). Ukuran tegakan mangrove juga memengaruhi besaran biomassa yang bisa disimpan. Menurut Kulkarni (2021), ukuran tegakan mangrove berbanding lurus dengan besarnya karbon yang dapat disimpan. Berkaitan dengan biomassa, tegakan mangrove yang lebih tua memiliki stok karbon yang lebih tinggi daripada tegakan mangrove muda karena memiliki biomassa yang lebih besar (Carnell *et al*., 2022).

Sebagai negara yang memiliki kawasan mangrove terluas di dunia, Indonesia berperan besar di tingkat global dalam kaitannya dengan mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, Indonesia menetapkan ekosistem mangrove sebagai prioritas konservasi dan restorasi (Arifanti *et al*., 2022a). Menurut Sidik *et al*. (2023), sekitar 22% hutan mangrove di Indonesia masuk dalam kawasan konservasi dan mampu

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

menyimpan stok karbon sebesar 0,82–1,09 PgC per hektar. Besarnya stok karbon ini digunakan dalam pembuatan kebijakan yang mengatur mengenai penggunaan lahan dengan tujuan untuk mengurangi dan mencegah emisi karbon (Sidik *et al*., 2023).

C. Karbon Biru

Istilah karbon biru merujuk pada karbon yang diserap dan disimpan pada ekosistem pesisir dan laut, salah satunya adalah pada ekosistem mangrove. Total ekosistem biru yang ada di dunia mampu menyerap sekitar 3% emisi karbon yang terlepas ke atmosfer (Macreadie *et al*., 2021). Oleh karena itu, perlindungan dan rehabilitasi ekosistem karbon biru dianggap sebagai solusi berbasis alam terhadap perubahan iklim global (Christianson *et al*., 2022). Perlindungan ekosistem karbon biru dianggap penting, karena selain sebagai solusi krisis iklim, ekosistem ini juga menyediakan jasa ekosistem lainnya, termasuk sebagai habitat bagi berbagai jenis ikan dan perlindungan garis pantai (Macreadie *et al*., 2021).

Karbon diserap melalui proses fotosintesis, kemudian disimpan dalam bentuk biomassa di berbagai lokasi, seperti pada organ tumbuhan, sedimen, maupun dasar laut (Tang *et al*., 2018). Bahan organik yang disimpan di sedimen ekosistem mangrove dapat berasal dari lokasi yang sama (*autochthonous*) atau di lokasi yang berbeda dari bahan organik tersebut diproduksi (*allochthonous*) (Howard *et al*., 2014). Bagian pohon, seperti daun, ranting, akar memberikan input bahan organik yang signifikan ke sedimen, dengan sepertiga bagiannya berasal dari serasah (Kristensen *et al.*, 2008). Ekosistem lahan basah memiliki sedimen yang kaya bahan organik pada rentang jeluk antara 10 cm hingga lebih dari 3 m, dengan standar pengukuran karbon sedimen hingga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

jeluk 1 m (Howard *et al*., 2014). Pada pengukuran karbon sedimen, jeluk akan dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan karakteristik horizon tanah (Murdiyarso *et al*., 2009). Pembagian interval jeluk untuk pengukuran karbon sedimen di kawasan mangrove Indo-Pasifik yaitu 0–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm, 50–100 cm, dan 100–300 cm (Murdiyarso *et al*., 2009).

Karakteristik sedimen memengaruhi banyaknya simpanan bahan organik dalam sedimen. *Bulk density* merupakan karakteristik fisik sedimen yang menunjukkan kepadatan sedimen, yaitu perbandingan antara massa tanah kering dengan volume tanah, termasuk pori-pori tanah (Anti *et al.*, 2023). Semakin tinggi *bulk density*, semakin tinggi kepadatan tanah dan semakin rendah porositasnya (Batey & McKenzie, 2006). Nilai *bulk density* bervariasi seiring kedalaman sedimen. Pada area mangrove yang terdegradasi, nilai *bulk density* cenderung tinggi di permukaan tanah karena adanya kompaksi, sedangkan pada area mangrove yang tidak terdegradasi, permukaan tanah memiliki nilai *bulk density* yang lebih rendah (Crouch & Chandler, 2021).

Konsentrasi karbon organik sedimen dipengaruhi oleh akumulasi bahan organik. Menurut Lorenz & Lal (2005), proses akumulasi ini menyebabkan tingginya konsentrasi karbon organik pada permukaan tanah dan akan menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman jeluk. Bahan organik pada lapisan atas sedimen mengalami dekomposisi lebih cepat karena tingginya aktivitas mikroba, sehingga konsentrasi karbon organik meningkat (Lorenz & Lal, 2005). Pada jeluk yang lebih dalam, bahan organik mengalami laju dekomposisi yang lebih rendah. Rendahnya laju dekomposisi dan pasokan bahan organik pada jeluk yang lebih dalam menyebabkan konsentrasi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

karbon organik juga rendah (Lorenz & Lal, 2005). Menurut Xiong (2018), ukuran partikel penyusun sedimen juga berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi karbon sedimen. Partikel halus yang menyusun lempung membuat karbon terperangkap dalam agregat tanah dan terikat pada mineral penyusun tanah yang melindungi karbon dari proses dekomposisi mikroba (Xiong *et al*., 2018). Selain itu, partikel penyusun sedimen yang berukuran kecil memiliki permukaan yang lebih luas daripada partikel yang lebih besar (pasir), sehingga terdapat lebih banyak situs yang dapat mengikat karbon (De Falco *et al*., 2004).

Konsentrasi karbon organik dalam sedimen berbanding terbalik dengan *bulk density* (Kauffman *et al*., 2014). Hal ini disebabkan karena pengendapan bahan organik dapat mengurangi kepadatan tanah, sehingga *bulk density* berkurang (Bhomia *et al*., 2016). Pada area mangrove yang memiliki kepadatan vegetasi yang tinggi, *bulk density* pada permukaan tanah cenderung rendah. Selain disebabkan oleh akumulasi karbon organik yang tinggi dari seresah, rendahnya *bulk density* disebabkan oleh akar tumbuhan yang mencegah pemadatan sedimen dengan pembentukan celah dalam tanah dan meningkatkan permeabilitas air (Bhomia *et al.*, 2016).

Peranan ekosistem karbon biru dalam kaitannya dengan dengan krisis iklim juga telah dibahas di forum internasional yang tertuang dalam *National Determined Contributions* (NDC) oleh Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) (Kuwae & Hori, 2018; Christianson *et al*., 2022). Akan tetapi, beberapa hal dapat menghambat pemberlakuan NDC di negara-negara Asia Pasifik, di antaranya kurangnya data yang tersedia dan metode standar yang digunakan, kurangnya koordinasi antar lembaga pemerintahan,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

serta terjadi peningkatan degradasi di ekosistem karbon biru (Pham & Thi, 2019). Menurut Macreadie *et al*. (2021), program Dekade Restorasi Ekosistem 2021–2030 seharusnya berfokus kepada restorasi ekosistem karbon biru sebagai solusi berbasis alam. Kolaborasi berbagai pihak, seperti pembuat kebijakan, peneliti, dan pegiat lingkungan harus dilakukan agar saling terintegrasi dalam pengambilan keputusan (Thomas, 2014).

D. Resiliensi Sosio-Ekonomi

Resiliensi memiliki pengertian sebagai kondisi suatu sistem untuk mengatasi, bertahan, dan pulih secara cepat dari usikan (Gevaña *et al*., 2021). Dalam konteks ekosistem mangrove, resiliensi ekologi dan sosial saling terhubung karena adanya ketergantungan masyarakat terhadap keberadaan ekosistem mangrove dari segi ekonomi (Adger, 2000). Resiliensi ekosistem dapat mendukung resiliensi masyarakat, begitu pula sebaliknya (Gevaña *et al*., 2021). Masyarakat mengelola ekosistem mangrove, sehingga menciptakan ekosistem mangrove yang sehat. Pada akhirnya, ekosistem mangrove yang dikelola secara berkelanjutan akan meningkatkan resiliensi masyarakat lokal melalui penyediaan sumber daya dan jasa ekosistem lainnya, misalnya perlindungan garis pantai (Gevaña *et al*., 2021).

Salah satu aspek resiliensi yang penting untuk dikaji dalam pengelolaan ekosistem mangrove adalah aspek sosio-ekonomi (Lewis & Brown, 2014). Berdasarkan penelitian Faridah-Hanum *et al*. (2019), aspek sosio-ekonomi masyarakat memiliki pengaruh besar terhadap kualitas dan pengelolaan sumber daya alam. Seperti contoh, tingkat mikroplastik yang ditemukan di kawasan mangrove memiliki asosiasi yang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kuat dengan kondisi sosio-ekonomi masyarakat sekitar (Li *et al*., 2021). Nyangoko *et al*. (2020) juga melaporkan bahwa persepsi terhadap jasa ekosistem mangrove dibentuk oleh berbagai faktor, seperti pendapatan rumah tangga, jenis kelamin, dan budaya masyarakat setempat. Pertumbuhan ekonomi yang awalnya berdampak negatif terhadap tutupan hutan mangrove, berubah menjadi faktor yang mendukung peningkatan luasan hutan mangrove dalam kurun waktu 20 tahun (Hagger *et al*., 2022).

Bencana maupun perubahan lingkungan yang melebihi ambang batas lingkungan dapat mengakibatkan kerentanan ekosistem dan berpotensi menimbulkan kerentanan sosial (Adger, 2000). Ekosistem mangrove yang dikelola secara berkelanjutan dapat berkontribusi untuk mengurangi risiko bencana di kawasan pesisir serta mempercepat pemulihan apabila terjadi bencana (Gevaña *et al*., 2021). Untuk mencapai keberlanjutan, diperlukan kolaborasi dari berbagai pihak dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Partisipasi masyarakat lokal yang didukung oleh pemerintah lokal dan pemangku kepentingan dapat mendorong terjadinya pengelolaan ekosistem mangrove secara kontinu (Zimmer *et al*., 2022). Selain itu, eksploitasi ekosistem mangrove dengan memperhatikan aspek ekologi dapat memberikan manfaat sosial dan ekonomi yang lebih besar, serta pemanfaatan sumber daya mangrove yang berkelanjutan (Li *et al*., 2021).

E. Ancaman terhadap Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove termasuk salah satu kawasan yang rentan oleh usikan, baik oleh faktor alami maupun oleh faktor antropogenik. Diperkirakan 35% area mangrove di dunia telah hilang dalam kurun waktu 20 tahun terakhir, dengan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

persentase kehilangan sekitar 2% per tahun (Valiela *et al*., 2001). Indonesia memiliki wilayah mangrove terluas di dunia, namun tingkat kerusakan kawasan mangrove di negara ini termasuk tertinggi di Asia (Gandhi & Jones, 2019). Degradasi ekosistem mangrove dapat disebabkan oleh berbagai faktor, terutama alih fungsi lahan menjadi hutan kayu produksi, tambak dan sektor perikanan, serta perkebunan kelapa sawit (Ilman *et al*., 2016). Tren alih fungsi kawasan mangrove di Indonesia yang tertinggi terjadi di Jawa dan Sumatra pada tahun 1960an, kemudian beralih ke Kalimantan dan Sulawesi pada sekitar tahun 1970an (Ilman *et al*., 2016).

Kerusakan ekosistem mangrove dapat memengaruhi kemampuannya sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Kerusakan kawasan mangrove saat ini menyebabkan terlepasnya sekitar 10% simpanan karbon dunia (Alongi & Mukhopadhyay, 2015). Menurut Murdiyarso *et al*., (2023), stok karbon tertinggi ditemukan di area mangrove tanpa usikan, kemudian area mangrove yang beregenerasi, lokasi mangrove yang terdegradasi, dan kawasan mangrove yang diubah menjadi daerah perikanan. Malik *et al*. (2020) juga melaporkan bahwa metode penanaman serta alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak dapat memengaruhi besarnya stok karbon karena struktur hutan yang berubah.

F. Rehabilitasi Ekosistem Mangrove

Berdasarkan data yang diperoleh dari Peta Mangrove Nasional (Direktorat Tanah dan Air, 2021), luas kawasan yang ditumbuhi tegakan mangrove di Indonesia adalah 3,2 juta hektar pada tahun 2009 dan meningkat menjadi 3,3 juta hektar pada tahun 2021 dengan kawasan potensi habitat mangrove sekitar 700 ribu hektar.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Peningkatan area mangrove di Indonesia kemungkinan disebabkan adanya kesadaran untuk memanfaatkan kawasan ini secara lebih berkelanjutan (Ilman *et al*., 2016). Program rehabilitasi juga berkontribusi terhadap peningkatan tutupan mangrove (Ellison *et al*., 2020). Salah satu metode rehabilitasi mangrove adalah melalui penanaman dengan memperhatikan kondisi lokasi rehabilitasi (Lewis & Brown, 2014).

Menurut Laulikitnont (2014), terdapat dua teknik utama dalam rehabilitasi ekosistem mangrove, yaitu melalui penanaman dan rehabilitasi mangrove secara ekologis. Pemilihan teknik rehabilitasi harus disesuaikan dengan kondisi lokal ekosistem mangrove. Kondisi hidrologi dan jenis tanah akan mendukung keberhasilan rehabilitasi, karena kaitannya dengan pemilihan spesies mangrove yang akan ditanam (Monga *et al*., 2022). Akan tetapi, pelaksanaan program rehabilitasi di Indonesia umumnya tidak disesuaikan dengan kondisi lokal. Menurut Sasmito *et al*. (2023), teknik rehabilitasi yang sama jika diterapkan pada area mangrove dengan kondisi lingkungan yang berbeda dapat mengakibatkan kegagalan program rehabilitasi dan kerugian secara ekonomi. Selain penggunaan metode yang tidak sesuai, rehabilitasi ekosistem mangrove tanpa melibatkan masyarakat lokal menyebabkan tidak tercapainya program yang berkelanjutan (Dale *et al*., 2014).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

A. Landasan Teori

Ekosistem mangrove memiliki nilai fungsional yang tinggi, tapi keberadaannya rawan terhadap gangguan, terutama akibat aktivitas manusia. Beberapa kegiatan antropogenik yang menyebabkan degradasi kawasan mangrove di antaranya adalah alih fungsi lahan menjadi tambak udang (Kauffman *et al*., 2014), lahan sawit dan perkebunan kelapa (Mohammad *et al*., 2023). Degradasi ekosistem mangrove dapat melepaskan emisi karbon dalam jumlah besar ke atmosfer (Kauffman *et al*., 2014). Sharma *et al*. (2020) melaporkan bahwa deforestasi mangrove menyebabkan terlepasnya 60% simpanan karbon. Selain itu, kerusakan ekosistem mangrove memengaruhi resiliensi masyarakat sekitar yang kehidupannya bergantung terhadap ekosistem ini. Fungsi ekosistem mangrove untuk menyediakan sumber daya yang mendukung aspek sosio-ekonomi masyarakat lokal akan terganggu atau bahkan hilang akibat degradasi kawasan mangrove.

Banyak upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan kembali fungsi ekologi mangrove, salah satunya dengan rehabilitasi melalui penanaman kembali. Kawasan rehabilitasi mangrove diketahui memiliki potensi penyimpanan karbon yang setara dengan tegakan alami setelah mencapai umur tertentu (Monga *et al*., 2022). Meskipun demikian, total karbon yang bisa ditangkap dan disimpan dalam ekosistem mangrove bervariasi secara spasial (Sharma *et al*., 2020), dan dipengaruhi oleh berbagai faktor

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lokal. Contoh penelitian mengenai stok karbon di kawasan rehabilitasi mangrove di Indonesia di antaranya mangrove di Sumatra Utara yang memiliki stok karbon atas dan bawah permukaan tanah sebesar 9,42 Mg C/ha dengan karbon sedimen sebesar 685 Mg C/ha (Basyuni *et al.,* 2023). Selain itu, Sugiatmo *et al.* (2023) melaporkan total stok karbon sebesar 719,25 Mg C/ha di kawasan rehabilitasi mangrove di Bregasmalang, Jawa Tengah. Proses rehabilitasi ekosistem mangrove juga dapat mengembalikan jasa ekosistem yang berkaitan dengan penyediaan resiliensi sosial-ekonomi masyarakat. Agar proses rehabilitasi dapat berlangsung secara berkelanjutan, maka diperlukan kolaborasi dari berbagai pihak, terutama masyarakat lokal.

Proses rehabilitasi ekosistem mangrove harus mempertimbangkan faktor ekologi beserta sosio-ekonomi masyarakat sekitar. Pengukuran stok karbon di kawasan rehabilitasi penting dilakukan untuk memahami potensi kawasan rehabilitasi mangrove untuk mitigasi perubahan iklim. Kawasan mangrove mampu mendukung resiliensi masyarakat melalui penyediaan jasa ekosistem, dan sebaliknya, kondisi sosio-ekonomi masyarakat lokal dapat memengaruhi keberadaan serta kondisi ekosistem mangrove. Mempelajari faktor ekologi serta resiliensi sosio-ekonomi dapat mendukung program rehabilitasi yang efektif dan berkelanjutan.

B. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Kawasan rehabilitasi mangrove Sungai Bogowonto memiliki estimasi stok karbon lebih dari 1000 ton C/ha. Nilai ini merujuk pada penelitian Kauffman &

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Donato (2012) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove di daerah Asia-Pasifik memiliki estimasi stok karbon lebih dari 1000 ton C/ha.

2. Karbon atas dan bawah permukaan tanah memiliki korelasi positif karena karena produk fotosintesis akan disimpan di seluruh bagian tumbuhan secara proporsional.
3. Stok karbon di kawasan Sungai Bogowonto dipengaruhi oleh berbagai faktor abiotik karena kaitannya dengan keberhasilan tumbuh serta biomassa vegetasi mangrove.
4. Resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di kawasan mangrove Sungai Bogowonto masuk dalam kategori tinggi. Tingginya resiliensi disebabkan karena masyarakat memiliki tingkat partisipasi yang tinggi dalam proses rehabilitasi mangrove.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV

METODE PENELITIAN

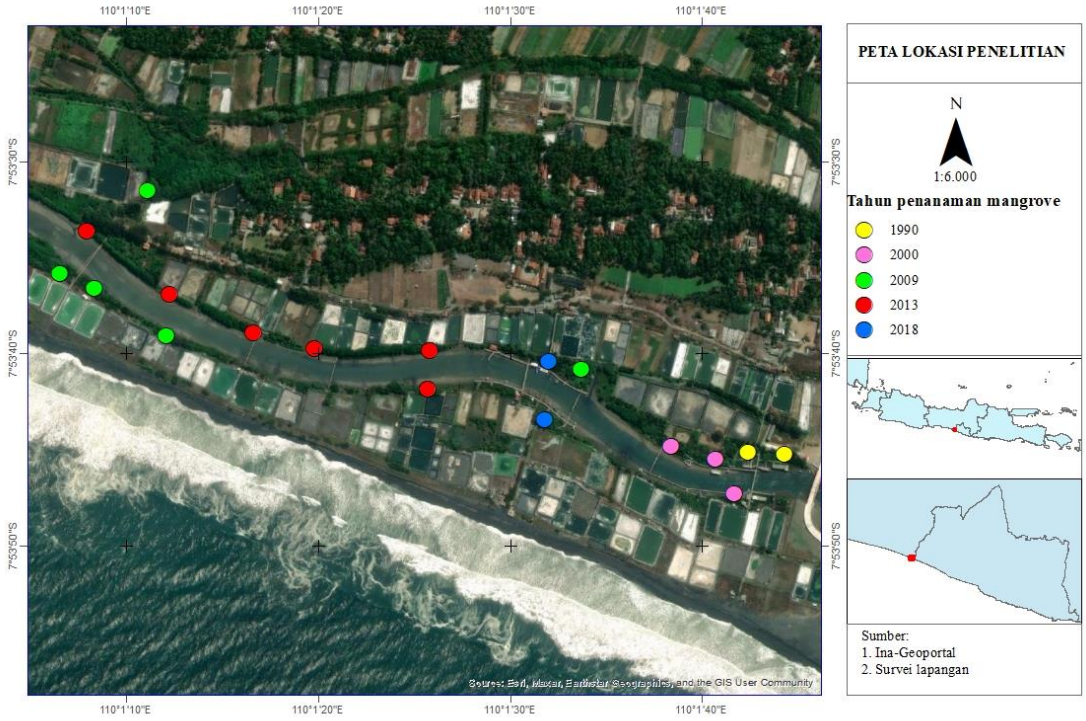
A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan mangrove Sungai Bogowonto selama bulan April–Juni 2024. Area mangrove Sungai Bogowonto terletak di Kalurahan (Desa) Jangkaran, Kecamatan Temon, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Mangrove tumbuh di sepanjang Sungai Bogowonto dengan luas total 3,8 ha (Gambar 1). Lokasi ini terletak di daerah pesisir selatan Jawa dan berbatasan dengan Samudra Hindia. Pantai di kawasan ini memiliki tipe pasang surut semidiurnal/*mixed prevailing semidiurnal*, yaitu kecenderungan pasang-surut harian sebanyak dua kali sehari. Pada daerah ini juga terdapat area tambak udang dan ikan nila yang dimiliki oleh masyarakat sekitar mangrove.

Kalurahan Jangkaran memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.742 jiwa pada tahun 2016 (BPS Kabupaten Kulon Progo, 2016). Mayoritas penduduk Kalurahan Jangkaran bekerja di sektor pertanian dan perikanan. Area mangrove di sepanjang Sungai Bogowonto dikelola oleh kelompok masyarakat dan pemerintah desa. Saat ini, terdapat tiga kelompok masyarakat yang mengelola mangrove di Sungai Bogowonto, yaitu Kelompok Tani Hutan (KTH) Kadilangu, Kelompok Mangrove Jembatan Api-Api, dan Wana Tirta. Pelopor penanaman mangrove Sungai Bogowonto dilakukan oleh kelompok Wana Tirta, kemudian berkembang sebagai lokasi untuk edukasi. Setelah

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

itu, kelompok masyarakat lain juga terbentuk yang kemudian mengembangkan area mangrove Sungai Bogowonto sebagai daerah ekowisata. Kegiatan penanaman bibit mangrove sering dilakukan di area mangrove Sungai Bogowonto oleh kelompok masyarakat yang bekerja sama dengan berbagai pihak.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Sungai Bogowonto, Kulon Progo, Yogyakarta.

B. Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi peta; GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan posisi pengambilan data di lapangan; roll meter untuk membuat plot dengan ukuran yang sesuai; tali dan pancang untuk membuat plot; pita ukur untuk mengukur diameter pohon; *rangefinder* Nikon Forestry Pro II untuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mengukur tinggi pohon mangrove; pipa PVC yang telah dimodifikasi sebagai *sediment corer* untuk mengambil sampel sedimen; sekop; plastik sebagai wadah sedimen; *ice box* untuk menyimpan sampel sedimen; kertas label; dan *tally sheet.*

Alat yang digunakan untuk pengukuran parameter fisik dan kimia meliputi refraktometer untuk mengukur salinitas; termometer tanah untuk mengukur suhu sedimen; dan termometer untuk mengukur suhu air. Alat yang diperlukan untuk melakukan wawancara adalah kuesioner yang berisi daftar pertanyaan dan alat tulis.

Alat yang digunakan untuk pengujian C-organik di laboratorium yaitu timbangan analitik untuk menimbang sampel sedimen; erlenmeyer sebagai tempat untuk menghomogenkan larutan; gelas piala untuk menampung larutan; pipet tetes untuk memindahkan larutan dalam jumlah sedikit atau tetesan; dan *shaker* untuk menghomogenkan larutan dalam gerakan satu arah. Selain itu, alat yang dibutuhkan dalam proses titrasi adalah erlenmeyer; buret; statif; dan klem. Bahan yang digunakan untuk pengujian C-organik di laboratorium, yaitu sampel tanah, $K_2Cr_2O_7$, $FeSO_4$, H_3PO_4 85%, H_2SO_4, aquades, dan difenilamina.

C. Rancangan Penelitian

Untuk estimasi stok karbon, pengukuran biomassa atas dan bawah permukaan tanah dilaksanakan secara *non-destructive sampling.* Data biomassa kemudian digunakan untuk melakukan estimasi stok karbon atas dan bawah permukaan tanah menggunakan persamaan alometrik. Pengambilan sampel sedimen menggunakan

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

metode *coring*. Estimasi stok karbon sedimen dilakukan menggunakan metode Walkley *and* Black untuk menghitung kadar C-organik pada sedimen.

Untuk pengumpulan data resiliensi sosio-ekonomi, pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling,* yaitu masyarakat yang terlibat dalam pengelolaan kawasan mangrove di Sungai Bogowonto. Pengambilan data dilakukan dengan metode kuesioner, *open-ended questions,* dan observasi.

D. Prosedur Kerja

1. Desain Sampling Vegetasi

Kawasan mangrove distratifikasi (*stratified systematic sampling*) berdasarkan tahun penanaman mangrove. Area penelitian dibagi menjadi lima lokasi, yaitu lokasi penanaman tahun 1990, 2000, 2009, 2013, dan 2018 (Gambar 1). Lokasi dengan tahun tanam 1990 terletak di sisi luar dan berbatasan dengan daratan, sehingga lokasi ini tidak terlalu terpengaruh oleh pasang surut. Sebaliknya, lokasi dengan tahun tanam 2000, 2013, dan 2018 terletak di sisi depan yang berbatasan langsung dengan area pasang surut, sehingga terpengaruh oleh siklus pasang surut dengan intensitas yang lebih tinggi. Lokasi dengan tahun tanam 2009 memiliki kondisi lingkungan yang beragam. Sebagian besar wilayahnya berbatasan langsung dengan wilayah pasang surut karena terletak di tepi bantaran sungai. Beberapa area lainnya terletak di sisi yang berdekatan dengan daratan, sehingga tidak terlalu terpengaruh oleh pasang surut. Selain itu, ada wilayah yang terletak di area yang tidak lagi tergenang karena pasang surut air tidak mencapai area tersebut, sehingga sedimen di area ini berupa lempung kering hingga

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

jeluk 40 cm dan lumpur pada jeluk lebih dari 40 cm. Seluruh lokasi yang masih terkena dampak pasang surut memiliki tipe sedimen pasir berlumpur. Area penanaman tahun 1990 didominasi oleh *Avicennia alba*, pada lokasi tanam tahun 2000 dan 2009 didominasi oleh *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina,* pada lokasi tanam tahun 2013 didominasi oleh *Rhizophora mucronata,* dan pada lokasi tanam tahun 2018 didominasi oleh *Avicennia marina.*

Metode plot dan sensus digunakan untuk pencuplikan data vegetasi yang pengaplikasiannya disesuaikan dengan kondisi lapangan, yaitu jika lokasinya memungkinkan untuk membuat plot maka plot dibuat sebanyak tiga kali ulangan dan metode sensus digunakan pada lokasi yang tidak terlalu luas dan cenderung homogen (komposisi spesies dan umur tegakan). Plot yang dibuat berbentuk persegi dengan ukuran 10 x 10 m untuk pendataan pohon dengan dbh ≥5 cm (Howard *et al*., 2014). Pohon yang memiliki dbh <5 cm tidak disertakan dalam pengukuran karena memiliki biomassa yang relatif rendah, sehingga memiliki kontribusi kecil dalam total karbon stok ekosistem mangrove.

2. Pengambilan Data Lapangan

2.1. Pengukuran Biomassa Tegakan Mangrove

Tinggi pohon mangrove dihitung menggunakan *rangefinder* Nikon Forestry Pro II. Pengukuran keliling pohon dilakukan pada ketinggian 1,37 m dari permukaan tanah atau disesuaikan dengan bentuk dan kondisi tegakan mangrove di lokasi sampling untuk menentukan volume pohon (Fourqurean *et al*., 2014), misalnya pada

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Rhizophora sp., pengukuran keliling pohon dilakukan di atas akar tunjang. Spesies mangrove yang berada di dalam plot diidentifikasi menggunakan acuan Sidik *et al*. (2018) dan Muzaki *et al*. (2019). Data nama spesies mangrove, cacah individu tiap spesies, keliling, dan tinggi pohon kemudian dicatat pada *tally sheet.*

2.2. Pengambilan sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap strata (1990, 2000, 2009, 2013, dan 2018) menggunakan pipa PVC yang telah dimodifikasi. Pipa PVC yang digunakan memiliki diameter 6 cm dan panjang 130 cm. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada saat kondisi surut agar tanah tidak terlalu lembek karena tercampur dengan air. Kedalaman jeluk sedimen yang diambil yaitu di antara rentang 0–100 cm dikarenakan efek usikan biasanya terjadi pada rentang kedalaman tersebut. Jeluk dibagi menjadi empat interval, yaitu 0–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm, dan 50–100 cm (Howard *et al*., 2014). Menurut Howard *et al.* (2014), pembagian interval ini didasarkan pada variasi kandungan karbon organik dalam sedimen. Variasi kandungan karbon organik sedimen paling signifikan berada pada permukaan atas hingga jeluk 50 cm, sehingga sedimen perlu dibagi lagi menjadi beberapa interval. Pada jeluk di bawah 50 cm, kandungan karbon organik sedimen cenderung stabil yang memungkinkan untuk mengambil sampel sedimen dengan interval yang lebih besar (Howard *et al.*, 2014). Sampel sedimen diambil di bagian tengah pada setiap interval untuk mendapatkan representasi hasil yang lebih akurat (Howard *et al.*, 2014). Sampel sedimen dari setiap interval yang berasal dari tiga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pengulangan kemudian dicampur (metode komposit) (Farhaby *et al.*, 2024). Sebanyak 250 gram sampel sedimen diambil dan dimasukkan ke dalam plastik yang telah yang telah diberi kertas label yang diberi keterangan lokasi pengambilan sampel, plot, dan jeluk. Sampel sedimen tersebut selanjutnya disimpan di dalam *ice box*.

2.3. Pengukuran parameter fisik dan kimia

Pengukuran parameter fisik dan kimia dilakukan di masing-masing plot dengan tiga kali ulangan kemudian hasilnya direrata (Cinco-Castro *et al*., 2023). Variabel yang diukur dalam penelitian ini meliputi salinitas, suhu sedimen, dan suhu air. Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia kemudian dicatat di *tally sheet.*

3. Penghitungan Stok Karbon Atas dan Bawah Permukaan Tanah

3.1. Penghitungan Biomassa Atas dan Bawah Permukaan Tanah

Biomassa atas permukaan tanah merujuk pada besarnya biomassa tegakan mangrove, sedangkan biomassa bawah permukaan tanah mengacu pada besarnya biomassa akar mangrove. Biomassa atas maupun bawah permukaan tanah tiap tipe pertumbuhan diestimasi menggunakan rumus alometrik yang spesifik, baik untuk setiap spesies maupun lokasi geografinya. Berat jenis tiap spesies pohon mengacu pada '*The International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF)' (Kauffman & Donato, 2012). Rumus perhitungan biomassa atas dan bawah permukaan tanah ditampilkan di Tabel 1.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 1. Rumus alometrik untuk perhitungan biomassa atas dan bawah permukaan tanah.

Famili	Rumus alometrik		Massa jenis (gr/cm^3)
	AGB pohon	BGB pohon	
Fam. Acanthaceae			
Avicennia alba	0,251 x ρ x $dbh^{2,46}$ (1)	0,199 x $\rho^{0,899xdbh2,22}$ (1)	0,69 (2)
Avicennia marina	0,1848 x $dbh^{2,352}$ (3)	0,1682 x $dbh^{1,794}$ (3)	0,73 (3)
Fam. Lythraceae			
Sonneratia caseolaris	0,258 x ρ x $dbh^{2,287}$ (4)	0,23 x ρ x $(dbh^2H)0,74$ (4)	0,40 (5)
Fam. Rhizophoraceae			
Rhizophora mucronata	0,251 x ρ x $dbh^{2,46}$ (1)	0,199 x $\rho^{0,899xdbh2,22}$ (1)	0,84 (6)

Keterangan: AGB: *aboveground biomass*/biomassa atas permukaan tanah. BGB: *belowground biomass*/biomassa bawah permukaan tanah. ρ: massa jenis kayu; dbh: *diameter at breast height*; H: *height*/tinggi batang.
Sumber: (1)Komiyama *et al*. (2005), (2)Comley & McGuinness (2005), (3)Dharmawan & Siregar (2008), (4)Kusmana *et al.* (2018), (5)Indrayani *et al.* (2021), (6)Kauffman & Cole (2010).

3.2. Penghitungan Karbon dari Biomassa Mangrove

Besarnya stok karbon dapat diketahui melalui biomassa mangrove, baik atas maupun bawah permukaan tanah, menggunakan faktor konversi biomassa-karbon merujuk pada Kauffman & Donato (2012).

$$AGC\ (kg/m^2) = \frac{AGB\ (kg)\ x\ 0{,}46}{Luas\ area\ (m^2)}$$

$$BGC\ (kg/m^2) = \frac{BGB\ (kg)\ x\ 0{,}439}{Luas\ area\ (m^2)}$$

Keterangan:

AGC = *Aboveground carbon*/karbon atas permukaan tanah (kg/m^2)

AGB = *Aboveground biomass*/biomassa atas permukaan tanah (kg)

BGC = *Belowground carbon*/karbon bawah permukaan tanah (kg/m^2)

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BGB = *Belowground biomass*/biomassa bawah permukaan tanah (kg)

Selanjutnya, satuan nilai biomassa atas dan bawah permukaan tanah diubah menjadi ton/ha, menggunakan rumus:

$\frac{AGC}{10^3}\ x\ 10^4$ dan $\frac{BGC}{10^3}\ x\ 10^4$

Nilai 10^3 digunakan untuk mengubah satuan biomassa dari kg menjadi ton. Nilai 10^4 digunakan untuk mengubah satuan luas area dari m^2 menjadi ha.

4. Penghitungan Stok Karbon Sedimen

4.1. Pengukuran Bulk Density *dan C-Organik Sedimen*

Pengukuran *bulk density* dan C-organik sedimen dilakukan di Laboratorium Tanah Umum, Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Sampel sedimen dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 60°C selama 24 jam. Setelah kering, sampel sedimen kemudian ditimbang untuk menentukan *bulk density* menggunakan metode bongkah (Prijono, 2012). Rumus perhitungan *bulk density* mengacu pada penelitian Meng *et al.* (2021), yaitu:

$$Bulk\ density\ (g/cm^3) = \frac{Berat\ kering\ sampel\ sedimen\ tiap\ kedalaman\ (g)}{Volume\ pipa\ (cm^3)}$$

Setelah itu, dilanjutkan dengan uji kandungan karbon organik menggunakan metode Walkley *and* Black (Easteria *et al*., 2022). Sampel sedimen ditimbang sebanyak 0,5 gr kemudian dimasukkan ke erlenmeyer. $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 10 ml dan 20 ml H_2SO_4 dicampurkan dengan sampel sedimen. Sebanyak 200 ml aquades, 10 ml H_3PO_4 85% dan indikator difenilamina sebanyak 30 tetes kemudian ditambahkan ke

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

erlenmeyer. Campuran tersebut kemudian dititrasi dengan $FeSO_4$ hingga larutan berubah warna dari hijau gelap menjadi hijau terang. Hasil volume titrasi sampel kemudian dicatat dan dinyatakan sebagai ml sampel. Nilai C-organik sedimen (C_{org}) dihitung dengan menggunakan jumlah titrasi $FeSO_4$ yang dimasukkan ke dalam rumus yang mengacu pada penelitian Sulaeman *et al.* (2005), yaitu:

$$C_{org}(\%) = \frac{ml\ blanko - ml\ sampel}{ml\ blanko\ x\ berat\ sampel\ sedimen}\ x\ 3\ x\ Fka$$

Keterangan:

Ml blanko (ml) = jumlah titrasi dari blanko ($K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4)

Berat sampel = berat sedimen yang digunakan pada analisis C

Fka = faktor kadar air sedimen, dengan rumus $\frac{100 + \%kadar\ air}{100}$

4.2. Penghitungan Stok Karbon Sedimen

Stok karbon sedimen pada empat interval dihitung menggunakan rumus:

$$C_n = B\ x\ C_{org}\ x\ n$$

Keterangan:

C_n = Kandungan karbon sedimen pada tiap interval (g/cm^3)

B = *Bulk density* (g/cm^3)

C_{org} = Konsentrasi karbon organik (%)

n = Ketebalan interval

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Selanjutnya, satuan kandungan karbon sedimen pada tiap interval diubah menjadi ton/ha, menggunakan rumus:

$$\frac{C_n}{10^6}\ x\ 10^8$$

Nilai 10^6 digunakan untuk mengubah satuan biomassa dari g menjadi ton. Nilai 10^8 digunakan untuk mengubah satuan luas area dari cm^3 menjadi ha. Stok karbon pada tiap plot dapat diketahui dengan menjumlahkan kandungan karbon pada empat kedalaman jeluk.

5. Penghitungan Stok Karbon Total dalam Plot

Estimasi total stok karbon diperoleh dari menjumlahkan seluruh tempat penyimpanan karbon yang diteliti di suatu lokasi. Pada penelitian ini, terdapat tiga lokasi penyimpanan karbon yang diidentifikasi, yaitu atas dan bawah permukaan tanah termasuk sedimen. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$Stok\ karbon\ total = AGC + BGC + karbon\ sedimen$$

Keterangan:

AGC = *Aboveground carbon*/karbon atas permukaan tanah (kg/m^2)

BGC = *Belowground carbon*/karbon bawah permukaan tanah (kg/m^2)

6. Pengambilan Data Resiliensi Sosio-Ekonomi Masyarakat Lokal

Pengambilan data untuk mengidentifikasi resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di sekitar area mangrove Sungai Bogowonto dilakukan dengan metode kuesioner, *open-ended questions,* dan observasi. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu masyarakat yang terlibat dalam pengelolaan kawasan mangrove di

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sungai Bogowonto. Responden meliputi pengelola, petugas lapangan yang bekerja menanam bibit mangrove, serta pemerintah lokal. Total responden sebanyak 50 orang, dengan rincian 13 orang dari KTH Kadilangu; 14 orang dari pengelola Mangrove Jembatan Api-Api; dan 23 orang dari pengelola Wana Tirta. Responden dengan usia minimal 15 tahun dipilih karena sudah termasuk dalam usia produktif (Roslinda *et al.*, 2021; Junialdi & Merina, 2023). Daftar pertanyaan dibagi menjadi dua indikator, yaitu indikator sosial dan ekonomi (Lampiran 1 dan 2). Indikator sosial terdiri dari 14 pertanyaan dan indikator ekonomi terdiri dari 9 pertanyaan. Indikator sosial dan ekonomi merujuk pada Lewis dan Brown (2014).

E. Analisis Data

Uji regresi linear sederhana digunakan untuk menganalisis hubungan antara stok karbon atas dan bawah permukaan tanah ekosistem mangrove. Uji regresi linear sederhana juga digunakan untuk menganalisis hubungan antara stok karbon dengan variabel abiotik yang diukur, yaitu salinitas, suhu sedimen, dan suhu air. Analisis data menggunakan aplikasi SPSS 13.0.

Hasil wawancara untuk mengidentifikasi resiliensi sosio-ekonomi dianalisis menggunakan uji validitas dan reliabilitas. Setelah data valid dan reliabel, maka dilakukan *scoring* data menggunakan skala Likert. Data kemudian dianalisis secara statistik dan deskriptif kualitatif (Subhaktiyasa, 2024).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

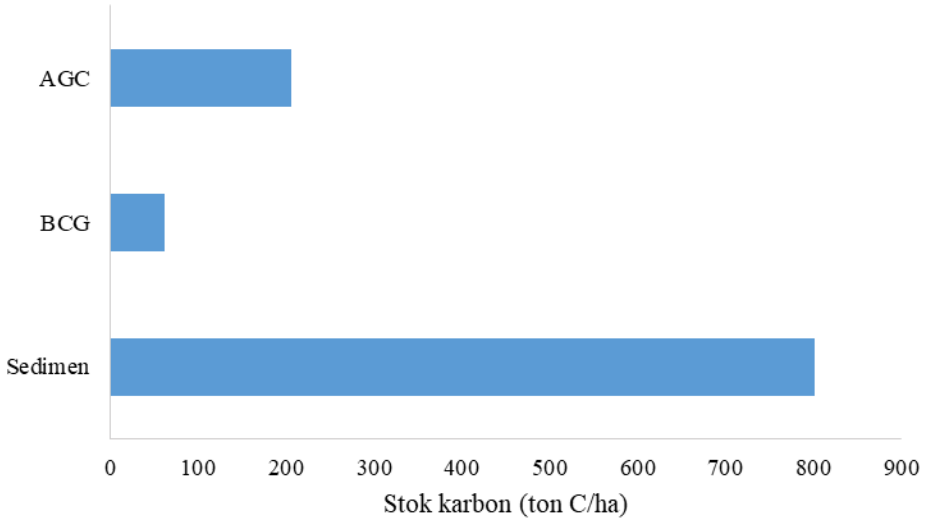
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Estimasi Stok Karbon di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto

Kawasan mangrove Sungai Bogowonto memiliki total stok karbon sebesar 1067,75 ton C/ha, dengan 75% stok karbon tersimpan pada bagian sedimen (800,84 ton C/ha), 19% stok karbon pada bagian atas permukaan tanah (205,23 ton C/ha), serta 6% stok karbon tersimpan pada bagian bawah permukaan tanah (61,67 ton C/ha) (Gambar 2). Hasil ini sesuai dengan pernyataan Kauffman & Donato (2012), bahwa ekosistem mangrove di daerah Asia-Pasifik memiliki estimasi stok karbon lebih dari 1000 ton C/ha. Di kawasan mangrove Sungai Bogowonto, stok karbon tertinggi tersimpan pada bagian sedimen. Simpanan karbon yang lebih tinggi di bagian sedimen dibandingkan di pohon merupakan hal yang umum karena adanya akumulasi bahan organik dari berbagai sumber yang disebabkan adanya genangan secara periodik yang membuat proses dekomposisi bahan organik menjadi tidak sempurna. Penelitian sebelumnya juga melaporkan hasil yang sama, di antaranya penelitian Murdiyarso *et al*. (2015) di beberapa kawasan mangrove di Indonesia, penelitian Arifanti *et al*. (2022b) di Pulau Jawa, Kalimantan, Papua, Sulawesi, dan Sumatra, serta penelitian Suprayogi *et al*. (2022) di Sumatra Utara.

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. Proporsi penyimpanan karbon pada tiga kolam karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto. AGC (*aboveground carbon*): karbon pada biomassa atas permukaan tanah; BGC (*belowground carbon*): karbon pada biomassa bawah permukaan tanah.

Penelitian Donato *et al*. (2011) menunjukkan bahwa simpanan karbon tertinggi terletak pada bagian sedimen, mencakup 49–98% dari total stok karbon ekosistem mangrove. Di kawasan mangrove Sungai Bogowonto, akumulasi bahan organik yang berasal dari area mangrove maupun dari ekosistem sekitar mangrove menyebabkan tingginya simpanan karbon pada bagian sedimen. Bahan organik tersebut dapat berupa serasah, ranting, maupun bagian lain dari tumbuhan. Kawasan mangrove Sungai Bogowonto terhubung dengan kawasan hutan dan lahan pertanian milik masyarakat sekitar. Suplai bahan organik dari ekosistem sekitar mangrove kemudian terbawa oleh proses pasang surut air dan terperangkap pada akar mangrove. Area mangrove Sungai Bogowonto didominasi oleh *Rhizophora* sp. yang memiliki sistem perakaran yang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kompleks. Akar *Rhizophora* sp. menjebak serasah daun secara efektif karena akarnya yang panjang dapat menutupi kolom air dan memerangkap serasah yang masih mengambang di permukaan air maupun yang sudah tenggelam (Gillis *et al*., 2016). Selain itu, area mangrove Sungai Bogowonto tidak terkena gelombang air laut secara langsung, sehingga bahan organik dapat terakumulasi. Kombinasi antara sistem perakaran dan lokasi mangrove tersebut mengakibatkan peningkatan pasokan dan deposisi bahan organik pada bagian sedimen (Collins *et al*., 2017).

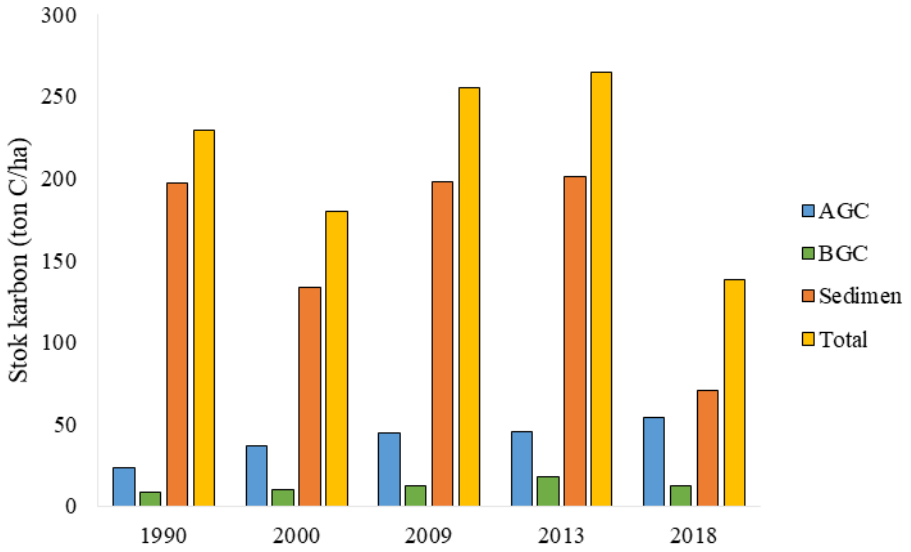
Sebesar 19% dari total karbon di kawasan mangrove Sungai Bogowonto tersimpan di atas permukaan tanah sedangkan 6% tersimpan di bawah permukaan tanah atau bagian akar (Gambar 2). Alokasi penyimpanan karbon lebih besar di atas permukaan tanah karena produktivitas dan biomassanya lebih tinggi dibandingkan bagian akar. Biomassa atas permukaan tanah yang terdiri dari batang, cabang, dan daun dapat tumbuh tinggi dan besar seiring dengan bertambahnya umur pohon, membuat kandungan biomassa atas permukaan tanah juga meningkat. Menurut Alongi (2012), biomassa bawah permukaan tanah (akar) hanya mengandung 10–15% dari keseluruhan biomassa pohon. Dari biomassa tersebut, akar menyumbang sekitar 1–16% dari total simpanan karbon di ekosistem mangrove (Adame *et al*., 2017). Meskipun demikian, dibandingkan tanaman terestrial, akar mangrove mampu menyimpan lebih banyak kandungan karbon karena fungsinya untuk meningkatkan stabilitas pada lingkungan yang tergenang dan anoksik (Adame *et al*., 2017).

Pengukuran stok karbon dilakukan pada mangrove dengan kelompok umur yang berbeda, yaitu pada area mangrove yang ditanam pada tahun 1990, 2000, 2009,

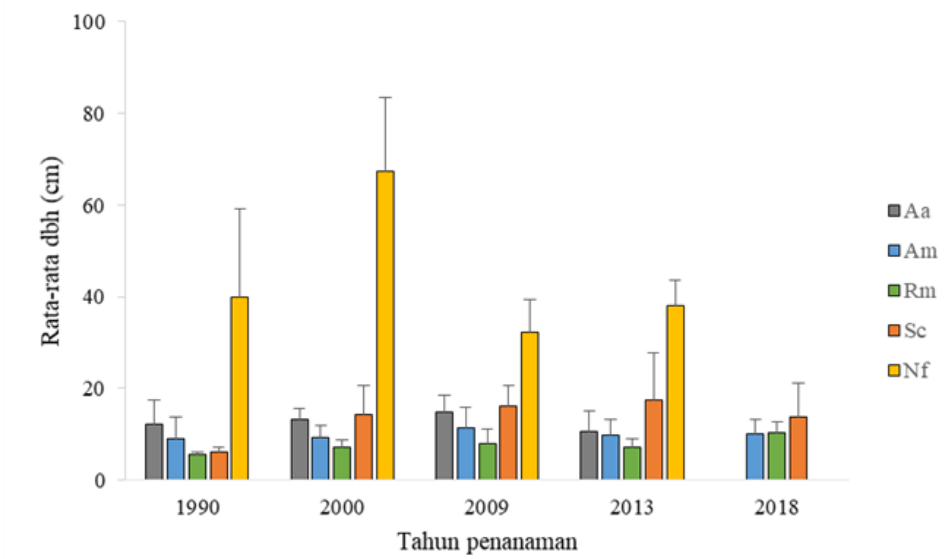
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2013, dan 2018. Lokasi penanaman tahun 1990 memiliki nilai total stok karbon sebesar 229,78 ton/ha (Gambar 3). Lokasi ini memiliki kandungan karbon atas dan bawah permukaan paling rendah, yaitu 23,81 ton/ha dan 8,71 ton/ha (Gambar 3). Rendahnya kandungan karbon yang tersimpan pada vegetasi salah satunya disebabkan adanya usikan pada masa lalu. Penanaman mangrove di bantaran Sungai Bogowonto telah diinisiasi sejak awal tahun 1990-an dengan menanam bibit *Rhizophora* sp. Akan tetapi, sebagian besar gagal tumbuh karena tidak ada proses pemantauan setelah penanaman bibit. Umumnya, bibit gagal tumbuh karena tergenang dalam waktu yang lama serta terinjak-injak oleh kerbau yang digembala di kawasan mangrove. Akibat dari adanya usikan tersebut, mangrove yang berhasil tumbuh memiliki rata-rata dbh yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan lokasi lainnya (Gambar 4). Tipe sedimen pada lokasi ini berupa tanah liat, sehingga kandungan karbon sedimen cenderung tinggi (Gambar 3). Lokasi penanaman tahun 2000 memiliki nilai stok karbon sebesar 180,13 ton/ha (Gambar 3), dengan kandungan karbon atas permukaan tanah sebesar 36,46 ton/ha dan kandungan karbon bawah permukaan tanah sebesar 10,25 ton/ha (Gambar 3). Dibandingkan dengan lokasi penanaman tahun 1990, lokasi ini disusun oleh pohon dengan rata-rata dbh lebih besar yang menyebabkan kandungan karbon atas dan bawah permukaan tanah juga lebih tinggi (Gambar 4). Simpanan karbon sedimen di lokasi penanaman tahun 2000 sebesar 133,42 ton/ha (Gambar 3).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3. Total stok karbon dan distribusinya pada tiga kolam karbon berdasarkan tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto. AGC (*aboveground carbon*): karbon pada biomassa atas permukaan tanah; BGC (*belowground carbon*): karbon pada biomassa bawah permukaan tanah.



Gambar 4. Rata-rata dbh spesies mangrove pada setiap tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto. Dbh: *diameter at breast height*; Aa: *Avicennia alba*; Am: *Avicennia marina*; Rm: *Rhizophora mucronata*; Sc: *Sonneratia caseolaris*; Nf: *Nypa fruticans*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Nilai total stok karbon tertinggi terdapat pada area mangrove yang ditanam pada tahun 2013 (Gambar 3). Lokasi ini juga memiliki stok karbon sedimen tertinggi yang disebabkan oleh letaknya berada di sisi depan mangrove, langsung berbatasan dengan area pasang surut. Posisi ini memungkinkan adanya input bahan organik yang tinggi ke dalam sedimen, baik dari ekosistem mangrove maupun dari ekosistem sekitarnya. Kombinasi antara akumulasi bahan organik secara terus-menerus dan adanya genangan yang menciptakan kondisi anaerobik, menyebabkan tingginya simpanan karbon di sedimen. Lokasi penanaman tahun 2009 memiliki nilai total stok karbon sebesar 255,33 ton/ha (Gambar 3). Beberapa area penanaman tahun 2009 terletak dekat dengan lokasi penanaman tahun 2013, sehingga memiliki kondisi lingkungan yang mirip. Mangrove pada lokasi penanaman tahun 2009 cenderung memiliki dbh yang lebih besar daripada mangrove yang tumbuh di lokasi penanaman tahun 2013 (Gambar 4). Akan tetapi, banyak pohon mangrove yang mati di lokasi penanaman tahun 2009, terutama di lokasi yang sudah tidak terkena pasang surut, menyebabkan nilai karbon atas dan bawah permukaannya lebih rendah daripada lokasi penanaman tahun 2013 (Gambar 3). Selain itu, area penanaman tahun 2009 yang tidak terpengaruh pasang surut menerima input bahan organik yang lebih rendah dan terbatas hanya dari ekosistem mangrove itu sendiri. Hal ini mengakibatkan simpanan karbon pada lokasi penanaman tahun 2009 lebih rendah dari lokasi penanaman tahun 2013.

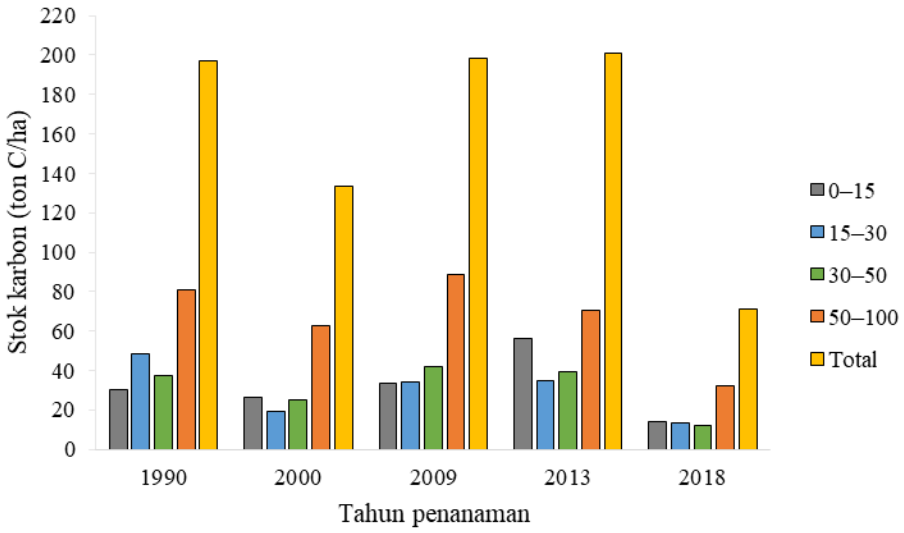
Area penanaman tahun 2018 memiliki nilai total stok karbon paling rendah, yaitu 138,03 ton/ha (Gambar 3). Meskipun demikian, lokasi ini memiliki simpanan karbon pada biomassa tanaman paling tinggi, yaitu sebesar 54,50 ton/ha pada atas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

permukaan tanah dan 12,65 ton/ha pada bawah permukaan tanah (Gambar 3). Hal ini disebabkan karena adanya kegiatan penanaman bibit mangrove yang intensif di area tersebut. Pemantauan juga dilakukan secara rutin untuk menggantikan bibit yang gagal tumbuh yang berkontribusi pada tingginya biomassa tumbuhan. Sebaliknya, lokasi ini memiliki simpanan karbon sedimen paling rendah dibandingkan lokasi penanaman lainnya (70,98 ton/ha) (Gambar 3). Kandungan karbon sedimen yang rendah pada ekosistem mangrove yang berusia muda disebabkan oleh akumulasi bahan organik yang masih rendah. Proses akumulasi dan dekomposisi bahan organik di sedimen membutuhkan waktu, sehingga pada ekosistem mangrove yang berusia muda, karbon lebih banyak tersimpan dalam biomassa tumbuhan daripada di sedimen. Di lokasi penelitian ini, meskipun terletak di area pasang surut, tipe sedimen didominasi oleh pasir berlumpur yang memiliki kapasitas retensi karbon yang lebih rendah daripada tanah liat dan menyebabkan kandungan karbon di sedimen lebih sedikit.

Stok karbon sedimen tertinggi di kawasan mangrove Sungai Bogowonto pada semua tahun penanaman terletak pada jeluk 50–100 cm (Gambar 5). Hasil ini berkaitan dengan kedalaman jeluk dan tipe penyusun sedimen. Pada jeluk 0–15 cm, sedimen didominasi oleh pasir dan lanau, sedangkan pada 50–100 cm tersusun dari lempung (Tabel 2). Lempung mampu menahan lebih banyak air dan nutrisi sehingga mengandung lebih banyak bahan organik dibandingkan pasir (Dewiyanti *et al*., 2021).

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 5. Variasi nilai stok karbon sedimen pada jeluk 0–100 cm berdasarkan tahun penanaman di kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

Stok karbon sedimen dipengaruhi oleh konsentrasi karbon organik yang terkandung dalam sedimen. Rata-rata konsentrasi karbon organik menurun seiring dengan kedalaman jeluk (Gambar 6A). Jeluk 0–15 cm memiliki konsentrasi karbon organik 57% lebih tinggi daripada jeluk 50–100 cm. Rendahnya konsentrasi karbon organik seiring bertambahnya kedalaman disebabkan karena semakin menurunnya input bahan organik pada jeluk dalam dibandingkan dengan permukaan tanah (Nwankwo *et al.*, 2023). Akumulasi bahan organik di lokasi penelitian cenderung lebih banyak terjadi di bagian atas sedimen, baik yang berasal dari tanaman maupun ekosistem sekitarnya. Pengaruh pasang surut membantu mempercepat proses transportasi dan deposisi bahan organik, yang dibantu oleh akar halus mangrove yang terkonsentrasi di permukaan sedimen. Dekomposisi bahan organik juga lebih sering

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terjadi pada permukaan sedimen dibandingkan jeluk yang dalam, dikarenakan adanya pasokan oksigen serta aktivitas mikroorganisme yang lebih tinggi. Proses ini mengakibatkan tingginya konsentrasi karbon organik pada permukaan sedimen.

Tabel 2. Tipe penyusun sedimen pada jeluk 0–100 cm di kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

	1990	2000	2009	2009*	2013	2018
0–15 cm	Lanau	Pasir dan lanau	Pasir dan lanau	Lempung dan lanau	Pasir dan lanau	Pasir dan lanau
15–30 cm	Lanau	Lanau	Lanau	Lanau	Lanau	Lanau
30–50 cm	Lanau dan lempung	Lanau dan lempung	Lanau dan lempung	Lempung berdebu	Lanau dan lempung	Lanau dan lempung
50–100 cm	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung

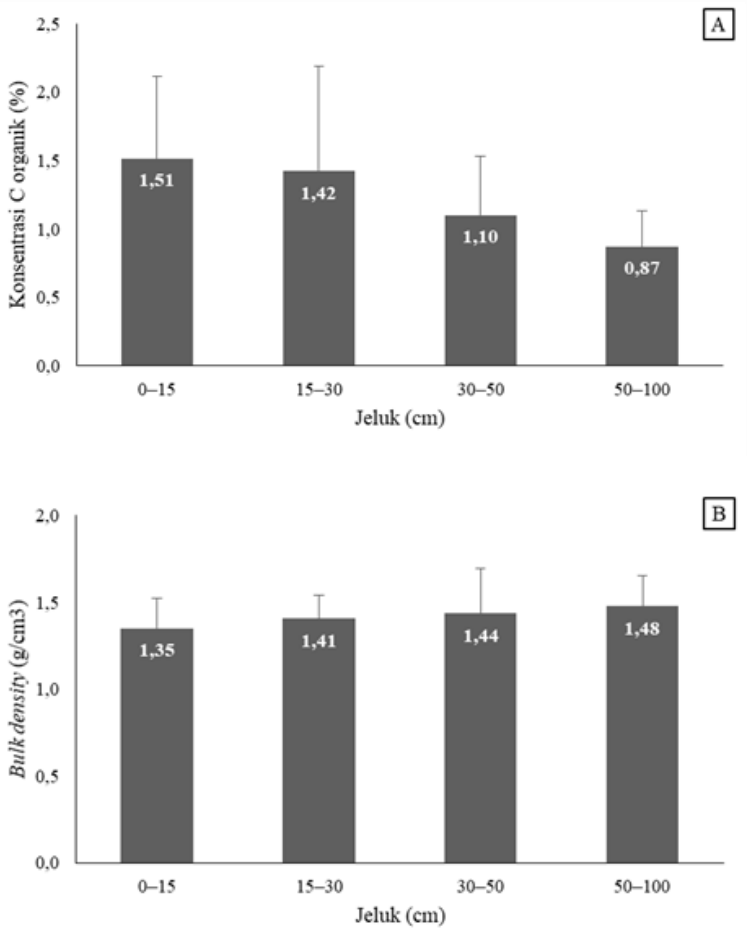
Keterangan: *area tanpa pasang surut

Sebaliknya, rata-rata kandungan *bulk density* cenderung meningkat seiring bertambahnya kedalaman jeluk (Gambar 6B). Nilai *bulk density* berkaitan dengan tingkat kepadatan dan komposisi penyusun sedimen. Pada lokasi penelitian, lapisan atas sedimen umumnya tersusun dari pasir yang memiliki banyak pori-pori dan tingkat porositas yang tinggi. Hal ini menyebabkan nilai *bulk density* menjadi kecil. Sebaliknya, pada jeluk 50–100 cm didominasi oleh lempung yang memiliki partikel yang lebih halus dan porositas lebih rendah. Sedimen pada jeluk yang lebih dalam juga cenderung lebih padat karena adanya akumulasi material dalam waktu yang lebih lama dan pemadatan oleh lapisan di atasnya. Porositas yang rendah dan tingkat kompresi yang tinggi menyebabkan nilai *bulk density* di jeluk dalam menjadi tinggi.

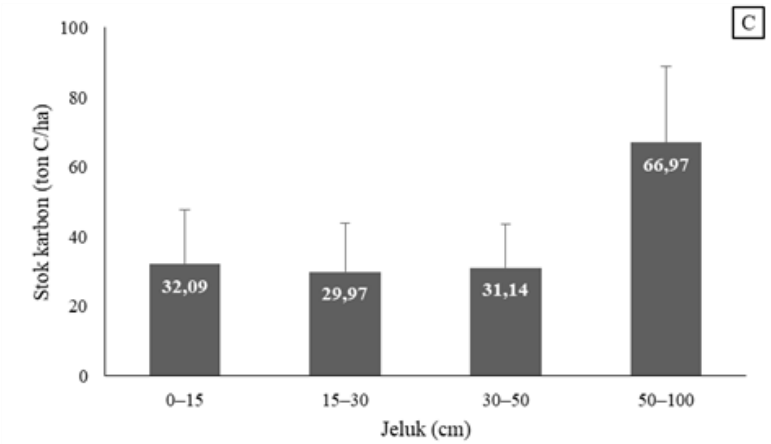
Rata-rata stok karbon sedimen menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya kedalaman, meskipun terdapat penurunan pada jeluk 15–30 cm (Gambar

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

6C). Jeluk 50–100 cm memiliki rata-rata stok karbon sedimen tertinggi. Komposisi sedimen pada jeluk tersebut didominasi oleh lempung yang memiliki kemampuan untuk mengikat karbon dengan baik. Ikatan karbon dengan kompleks mineral dapat melindungi karbon dari dekomposisi oleh mikroba. Kondisi ini menyebabkan kandungan karbon menjadi lebih stabil dan dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama, sehingga karbon akan tetap tersimpan dalam tanah.



POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

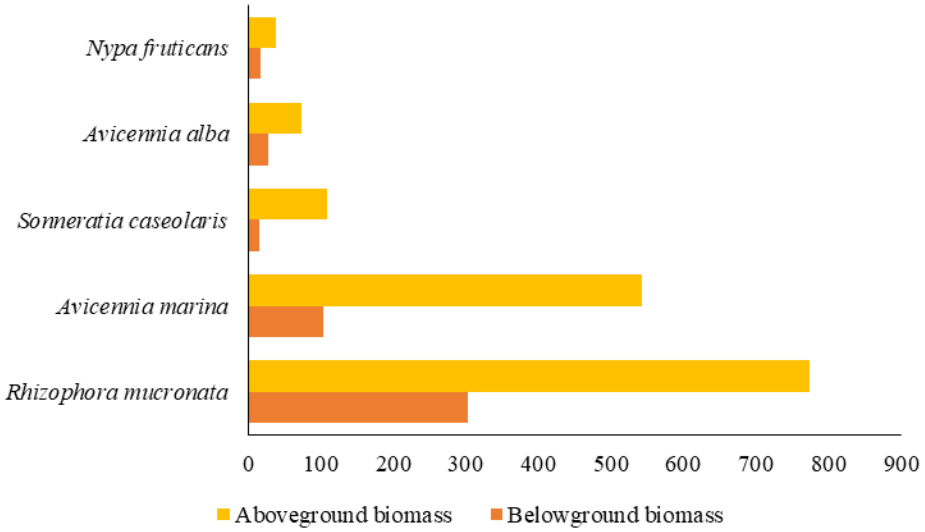


Gambar 6. Rata-rata (A) konsentrasi karbon organik; (B) *bulk density*; dan (C) kandungan karbon sedimen pada jeluk 0–100 cm di kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

Sebanyak lima spesies mangrove ditemukan di lokasi penelitian, yaitu *Rhizophora mucronata, Avicennia marina, Sonneratia caseolaris, Avicennia alba,* dan *Nypa fruticans. Rhizophora mucronata* memiliki karbon biomassa tertinggi, yaitu simpanan karbon permukaan tanah sebesar 773,48 ton C/ha dan simpanan karbon bawah permukaan tanah sebesar 302,36 ton/ha (Gambar 7). Tingginya kandungan karbon pada *Rhizophora mucronata* disebabkan oleh massa jenis *R. mucronata* yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesies mangrove lain pada lokasi penelitian. Massa jenis yang tinggi berkontribusi pada peningkatan biomassa, yang selanjutnya memengaruhi akumulasi karbon. Selain itu, proses rehabilitasi kawasan mangrove Sungai Bogowonto yang didominasi oleh penanaman bibit *R. mucronata* berkontribusi terhadap besarnya biomassa spesies ini di lokasi penelitian. Selain bibitnya mudah didapatkan, tingkat keberhasilan bibit *R. mucronata* untuk tumbuh juga tergolong tinggi. Selain *R. mucronata, A. marina* juga sering ditanam dalam program rehabilitasi

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

di kawasan penelitian. Oleh karena itu, spesies ini berkontribusi menyimpan karbon dalam jumlah besar, yaitu sebanyak 542,29 ton/ha pada atas permukaan tanah dan 103,03 ton/ha pada bawah permukaan tanah (Gambar 7). Spesies yang secara alami tumbuh di kawasan mangrove Sungai Bogowonto adalah *S. caseolaris.* Akan tetapi, saat ini keberadaannya hanya bisa ditemui di beberapa titik saja karena jumlahnya sudah sangat menurun akibat penebangan di masa lalu. *Sonneratia caseolaris* di lokasi penelitian memiliki simpanan karbon atas permukaan tanah sebesar 107,94 ton C/ha dan simpanan karbon bawah permukaan tanah sebesar 14,74 ton/ha (Gambar 7). Selain *S. caseolaris,* spesies mangrove yang tumbuh alami di lokasi penelitian adalah *N. fruticans.* Spesies ini memiliki stok karbon terendah di lokasi penelitian, dengan kandungan karbon atas permukaan tanah sebesar 38,06 ton C/ha dan karbon bawah permukaan tanah sebesar 17,44 ton C/ha (Gambar 7).



Gambar 7. Stok karbon biomassa spesies mangrove di kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

B. Hubungan Antara Total Stok Karbon Ekosistem Mangrove dan Faktor Abiotik

Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk menguji hubungan antara total stok karbon ekosistem (*total ecosystem carbon stock*, TECS) mangrove dan beberapa faktor abiotik. Hasil regresi menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh 6,1% terhadap TECS (R^2 = .061, $F(1, 3)$ = ,195, p > .05), suhu sedimen berpengaruh 8,8% terhadap TECS (R^2 = .088, $F(1, 3)$ = .291, p > .05), dan suhu air berpengaruh 32% terhadap TECS (R^2 = .32, $F(1, 3)$ = 1.409, p > .05) (Tabel 2). Ketiga faktor abiotik yang diamati dalam penelitian ini tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap TECS (p > .05) (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan menunjukkan bahwa variasi pada faktor abiotik tidak bisa memprediksi variasi dalam total stok karbon ekosistem mangrove di Sungai Bogowonto. Meskipun demikian, interaksi antara faktor abiotik dan biotik mungkin memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap TECS daripada hanya faktor abiotik yang diamati. Respon mangrove terhadap variasi kondisi lingkungan, seperti durasi penggenangan, salinitas air, dan kelembaban sedimen, dapat memengaruhi produksi serasah yang menambah kandungan bahan organik di sedimen (Torres *et al*., 2018). Menurut Meng *et al*. (2021), spesies mangrove juga berpengaruh terhadap kandungan karbon di suatu ekosistem karena berkaitan dengan laju deposisi dan produktivitas. *Rhizophora* yang mendominasi lokasi penelitian memiliki produktivitas primer tinggi yang menghasilkan biomassa dalam jumlah besar melalui produksi serasah dan bahan organik lainnya.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3. Hasil uji regresi linear sederhana antara stok karbon total ekosistem mangrove dan faktor abiotik.

Variabel	F	df	*P*-value	R^2 adjusted
Salinitas	0.195	1, 3	> 0.05	-0,252
Suhu sedimen	0.291	1, 3	> 0.05	-0,215
Suhu air	1,409	1, 3	> 0.05	0,093

Hasil regresi menunjukkan bahwa stok karbon atas/*aboveground carbon* (AGC) berpengaruh 76,8% terhadap stok karbon bawah/*belowground carbon* (BGC) permukaan tanah (R^2 = .768, $F(1, 29) = 96,018$, $p < .05$) (Tabel 4). Persamaan regresi yang dihasilkan yaitu Y = 0,622 + 0,290X, dengan Y adalah BGC dan X adalah AGC (Tabel 4). Koefisien regresi sebesar 0,290 menyatakan bahwa setiap penambahan 1% nilai AGC, maka nilai BGC meningkat sebesar 0,290 ton C/ha. Koefisien regresi bernilai positif, menunjukkan bahwa apabila nilai AGC meningkat, maka nilai BGC juga akan meningkat. Melalui persamaan ini, AGC secara signifikan ($p < .05$) dapat memprediksi besarnya BGC karena kedua lokasi penyimpanan karbon tersebut saling terkait dalam siklus karbon di ekosistem mangrove. CO_2 yang diserap oleh tumbuhan selama proses fotosintesis tidak hanya disimpan di bagian atas tumbuhan, tetapi juga disalurkan ke akar untuk mendukung pertumbuhan dan stabilitas tumbuhan. Hasil ini menunjukkan bahwa AGC adalah indikator yang baik untuk memprediksi BGC di kawasan mangrove di Sungai Bogowonto.

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4. Hasil uji regresi linear sederhana antara karbon atas dan bawah permukaan tanah.

Variabel	F	df	*P*-value	R^2 adjusted
AGC	96,018	1, 29	< 0.05	0,876

Keterangan: AGC: *aboveground carbon*/stok karbon atas permukaan tanah.

C. Demografi Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto

Responden pada penelitian ini memiliki kisaran umur 25–74 tahun (Tabel 5), dengan rata-rata umur responden adalah 56,06 tahun. Berbagai kelompok usia yang terlibat dalam pengelolaan ekosistem mangrove menunjukkan adanya regenerasi yang mengarah pada pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan. Di lokasi penelitian, kelompok usia muda lebih aktif terlibat dalam kegiatan fisik, seperti pengelolaan mangrove dan pendampingan penelitian. Sementara itu, generasi yang lebih tua berperan sebagai penentu arah kebijakan dalam pengelolaan kawasan mangrove. Meskipun kelompok usia ini kemungkinan menghadapi tantangan yang lebih besar terkait dengan pengetahuan dan kondisi fisik, mereka berkontribusi dalam merumuskan strategi pengelolaan dan menghubungkan generasi muda dengan pengetahuan lokal. Sinergi antar generasi ini sangat penting untuk memastikan pengelolaan ekosistem mangrove yang adaptif dan efisien. Selain itu, keterlibatan perempuan, yang mencakup 26% dari responden, juga berperan penting dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Perempuan ikut berperan dalam pengelolaan ekosistem mangrove terutama pada program pembibitan dan pengolahan hasil hutan mangrove. Dengan pemberdayaan perempuan, mereka memiliki akses yang lebih luas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terhadap sumber daya dan meningkatkan kemampuan untuk mengelola ekosistem mangrove secara berkelanjutan. Keterlibatan perempuan ini dapat menciptakan pengelolaan ekosistem mangrove yang inklusif dan memperkuat resiliensi komunitas.

Tingkat pendidikan individu berperan penting dalam membentuk kapasitas resiliensi masyarakat. Sebanyak 40% responden memiliki pendidikan terakhir SMA, sedangkan lulusan SMP dan SD yaitu 24% dan 20%. Sisanya merupakan lulusan pendidikan tinggi (12%) dan tidak bersekolah (4%). Masyarakat dengan latar belakang pendidikan tinggi cenderung lebih mudah mengakses peluang pendanaan dari pemerintah maupun pemangku kepentingan untuk program restorasi mangrove. Selain itu, dengan pengetahuan yang lebih mengenai pengelolaan sumber daya alam dan kebijakan lingkungan, mereka dapat megintegrasikan pengelolaan ekosistem mangrove dengan kegiatan ekonomi yang dapat memperkuat resiliensi lingkungan serta masyarakat.

Mayoritas responden bekerja di sektor informal, yaitu sebagai petani (32%) dan pekerja tambak (30%). Hanya sedikit yang berprofesi sebagai pedagang (10%), aparatur sipil negara (ASN) (10%), nelayan (6%), dan sisanya adalah ibu rumah tangga. Responden umumnya memiliki lebih dari satu pekerjaan, yaitu petani dan pekerja tambak. Pekerjaan responden umumnya sangat bergantung pada faktor eksternal, seperti cuaca dan kondisi pasar. Hal ini menyebabkan kerentanan ekonomi terhadap perubahan lingkungan. Meskipun demikian, mayoritas masyarakat memiliki lebih dari satu pekerjaan yang menunjukkan adanya upaya diversifikasi sumber pendapatan untuk meningkatkan resiliensi ekonomi masyarakat dalam menghadapi ketidakpastian.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5. Distribusi demografi dan karakteristik sosio-ekonomi responden.

Kategori	Deskripsi
Jenis kelamin	Laki-laki (74%); perempuan (26%)
Usia	Rata-rata = 56,05; SD = 11,31; rentang umur = 25–74 tahun
Tingkat pendidikan	Perguruan tinggi (12%); SMA (40%); SMP (24%); SD (20%); tidak bersekolah (4%)
Pekerjaan	Penjaga parkir (2%); nelayan (6%); ASN (10%); ibu rumah tangga (10%); pedagang (10%); pekerja tambak (30%); petani (32%)
Penghasilan	<Rp500.000,00/bulan (16%); Rp500.000,00 – Rp1.500.000,00/bulan (16%); >Rp500.000,00/bulan (18%)

D. Resiliensi Sosial Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto

Hasil uji validitas menunjukkan bahwa setiap pertanyaan dalam kuesioner valid ($r_{hitung} > r_{tabel}$) (Slamet & Wahyuningsih, 2022) (Tabel 6). Hasil uji reliabilitas juga menunjukkan kuesioner pada penelitian ini reliabel (*Cronbach* $\alpha > 0,6$) (Taherdoost, 2016). Rata-rata indikator sosial sebesar 2,52 dan rata-rata indikator ekonomi sebesar 2,04 yang menunjukkan kondisi sosial dan ekonomi responden yaitu menuju resilien (Tabel 7). Menurut Lewis & Brown (2014), rata-rata skor 1 menunjukkan kondisi kurang resilien, rata-rata skor 2 menunjukkan kondisi menuju resilien, dan rata-rata skor 3 menunjukkan kondisi resilien.

Tabel 6. Hasil uji validitas untuk indikator resiliensi sosial dan ekonomi (N = 50).

No	Indikator	R_{hitung}	R_{tabel} 5%	Hasil
	Resiliensi sosial			Valid
1.	Keamanan	0,328	0,279	Valid
2.	Paparan bahan kimia	0,331	0,279	Valid
3.	Akses layanan bantuan	0,542	0,279	Valid
4.	Partisipasi masyarakat	0,391	0,279	Valid
5.	Peraturan daerah	0,349	0,279	Valid
6.	Partisipasi pemerintah	0,588	0,279	Valid
7.	Integrasi budaya lokal	0,663	0,279	Valid
8.	Hak dan kewajiban pemerintah	0,394	0,279	Valid
9.	Bantuan dana	0,417	0,279	Valid

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	Indikator	R_{hitung}	R_{tabel} 5%	Hasil
10.	Kemitraan kolaboratif	0,771	0,279	Valid
11.	Pelatihan relawan	0,719	0,279	Valid
	Resiliensi ekonomi			
1.	Kegiatan ekonomi lokal	0,358	0,279	Valid
2.	Kepemilikan aset	0,330	0,279	Valid
3.	Diversifikasi mata pencaharian	0,505	0,279	Valid
4.	Sistem transportasi	0,533	0,279	Valid
5.	Aset rumah tangga dan masyarakat	0,389	0,279	Valid
6.	Biaya dan risiko bencana	0,401	0,279	Valid
7.	Skema simpan pinjam	0,513	0,279	Valid
8.	Hasil hutan bukan kayu	0,334	0,279	Valid

Kondisi sosial dan ekonomi responden menunjukkan kondisi menuju resilien (Tabel 7), ditandai oleh upaya komunitas untuk meningkatkan kapasitasnya dalam menghadapi tantangan dan krisis, meskipun belum sepenuhnya mencapai resiliensi. Secara sosial, komunitas telah meningkatkan kesadaran akan pentingnya solidaritas, kerjasama, dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Komunitas secara aktif berpartisipasi dalam berbagai program mitigasi dan rehabilitasi, meskipun koordinasi antara pemangku kepentingan, pemerintah lokal, dan masyarakat masih perlu diperkuat. Secara ekonomi, komunitas sedang berupaya untuk mendiversifikasi sumber pendapatan guna mengurangi ketergantungan pada sektor-sektor yang rentan, seperti melalui pengembangan ekowisata atau pertanian ramah lingkungan. Meskipun telah ada kemajuan dalam pengelolaan sumber daya dan peningkatan kualitas hidup, proses ini masih berlangsung dan memerlukan dukungan untuk memastikan ketahanan sosial dan ekonomi yang lebih kuat dan berkelanjutan di masa depan.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 7. Hasil penilaian resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat di kawasan mangrove Sungai Bogowonto (N = 50) (Lewis & Brown, 2014).

No	Indikator	Skor total	Rata-rata	Status resiliensi
	Sosial			
1.	Pola perumahan	150	3,00	Resilien
2.	Pemenuhan kebutuhan sumber makanan	150	3,00	Resilien
3.	Struktur/kondisi perumahan	150	3,00	Resilien
4.	Kondisi keamanan	146	2,92	Menuju resilien
5.	Paparan terhadap bahan kimia, polutan dan pestisida	102	2,04	Menuju resilien
6.	Akses terhadap layanan bantuan (kredit, layanan penyuluhan)	100	2,00	Menuju resilien
7.	Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam	146	2,92	Menuju resilien
8.	Peraturan daerah dalam penggunaan sumber daya alam	112	2,24	Menuju resilien
9.	Partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam	119	2,38	Menuju resilien
10.	Integrasi praktik budaya lokal/tradisional yang untuk pengelolaan sumber daya alam	101	2,02	Menuju resilien
11.	Masyarakat, termasuk perempuan, memahami hak dan kewajiban pemerintah dan *stakeholder* untuk menyediakan perlindungan dan pelayanan	147	2,94	Menuju resilien
12.	Masyarakat dapat mengakses bantuan dana dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat	93	1,86	Menuju resilien
13.	Pemangku kepentingan lokal berkomitmen terhadap kemitraan yang terbuka dan kolaboratif	123	2,46	Menuju resilien
14.	Masyarakat/komunitas lokal memiliki kapasitas untuk merekrut dan melatih relawan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat, dan ada kolaborasi dengan pihak lain/*stakeholder*	122	2,44	Menuju resilien
	Rata-rata		2,52	Menuju resilien
	Ekonomi			
1.	Kegiatan ekonomi lokal	118	2,36	Menuju resilien
2.	Stabilitas pekerjaan masyarakat	52	1,04	Kurang resilien

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

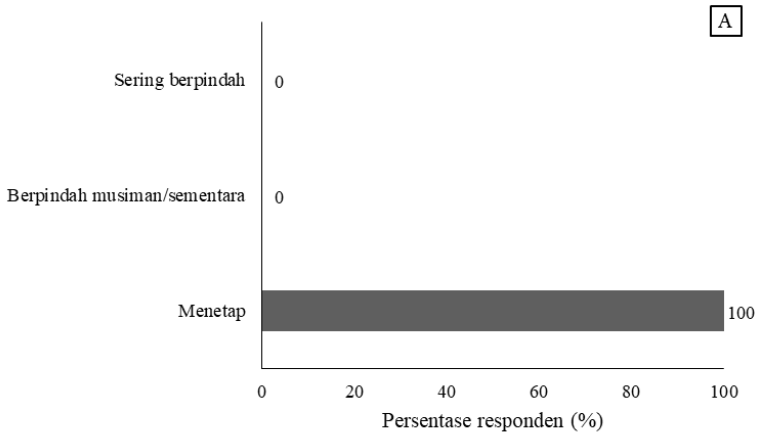
No	Indikator	Skor total	Rata-rata	Status resiliensi
3.	Distribusi kepemilikan aset di masyarakat	135	2,70	Menuju resilien
4.	Diversifikasi mata pencaharian masyarakat	120	2,40	Menuju resilien
5.	Sistem transportasi terhubung dengan lokasi untuk memasarkan produk perikanan/pertanian	140	2,80	Menuju resilien
6.	Aset rumah tangga dan masyarakat cukup besar dan beragam untuk mendukung strategi mengatasi krisis	93	1,86	Kurang resilien
7.	Biaya dan risiko bencana ditanggung bersama menggunakan aset yang dimiliki bersama/kelompok	85	1,70	Kurang resilien
8.	Adanya skema simpan pinjam dalam kelompok/masyarakat dan/akses terhadap layanan keuangan mikro	92	1,84	Kurang resilien
9.	Pemanfaatan hasil hutan bukan kayu	81	1,62	Kurang resilien
	Rata-rata		2,04	Menuju resilien

Seluruh responden berpendapat bahwa seluruh warga Kalurahan Jangkaran memiliki pola hidup menetap dan kondisi perumahan permanen (Gambar 8A and 8B). Masyarakat Kalurahan Jangkaran tidak mengadopsi pola hidup berpindah maupun bermukim sementara di tempat yang aman untuk menghindari bencana. Daerah ini tergolong aman dari bencana alam dengan dampak yang parah, sehingga tidak sampai membuat masyarakat harus terus berpindah untuk menghindari bencana. Masyarakat hidup menetap di rumah yang permanen memiliki kehidupan yang stabil dan aman karena adanya infrastruktur yang memadai. Dengan kehidupan yang lebih stabil dan lingkungan yang aman, masyarakat dapat mengembangkan resiliensi sosial dan ekonomi yang lebih kuat dalam menghadapi potensi gangguan akibat perubahan iklim.

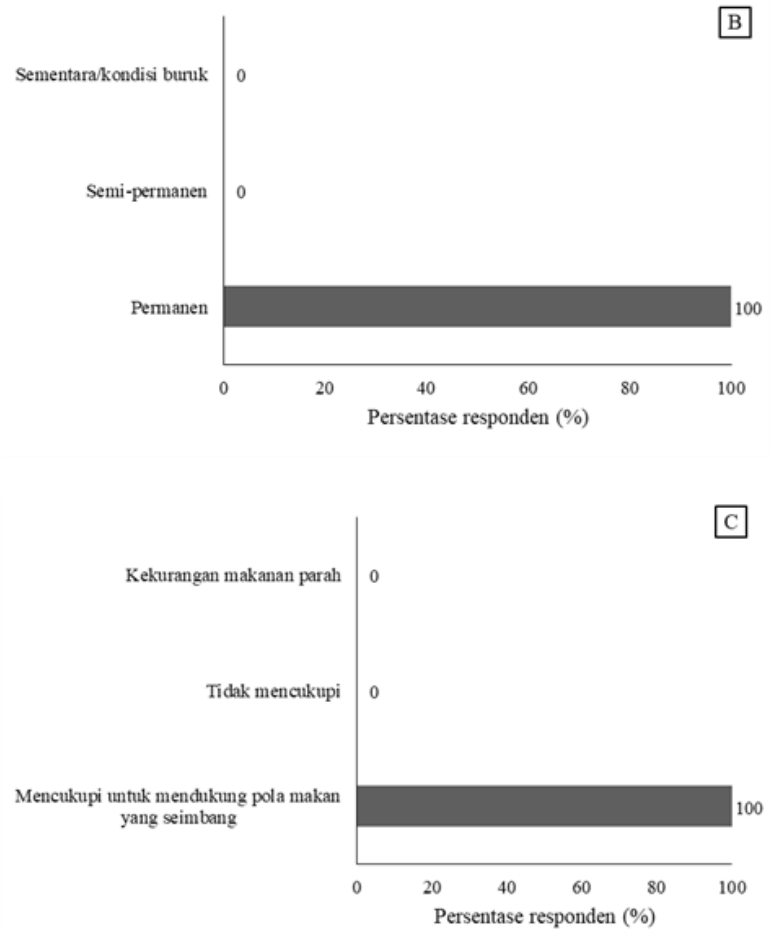
Pemerintah desa menyatakan bahwa seluruh warga Kalurahan Jangkaran tinggal di rumah permanen, karena rumah yang memiliki kondisi tidak permanen

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

maupun semi-permanen telah mendapatkan dukungan dana dari pemerintah daerah. Dana bantuan digunakan untuk merenovasi rumah-rumah tersebut menjadi bangunan permanen. Rumah permanen dapat meningkatkan kemampuan komunitas untuk bertahan dan pulih dari bencana alam. Tinggal di bangunan yang permanen juga dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat, yang selanjutnya akan memperkuat resiliensi sosial. Selain itu, seluruh responden berpendapat bahwa masyarakat memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan sumber makanan (Gambar 8C). Masyarakat umumnya memperoleh bahan pangan dari hasil pertanian lokal yang ditanam di sawah dan ladang. Hal ini dapat memperkuat resiliensi komunitas, karena dapat mengurangi ketergantungan pada pasokan pangan eksternal dan meningkatkan kemandirian ekonomi. Kemampuan untuk memenuhi kebutuhan sumber pangan yang bergizi dapat mendukung kesehatan fisik, sehingga memungkinkan masyarakat lebih tahan dalam menghadapi kondisi krisis. Ketahanan pangan merupakan aspek yang penting dalam resiliensi sosial, karena memungkinkan masyarakat dapat menjaga stabilitas pasokan pangan meskipun dalam kondisi krisis.



UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

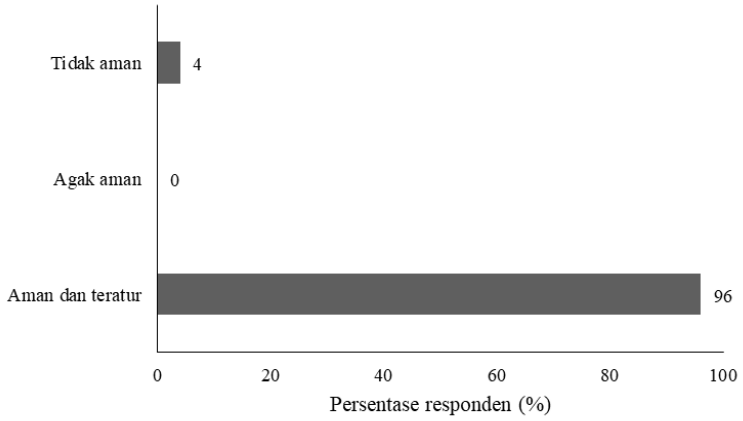


Gambar 8. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) pola hidup; (B) struktur/kondisi perumahan; dan (C) pemenuhan kebutuhan sumber makanan (N = 50).

Sebanyak 96% responden berpendapat bahwa tingkat keamanan di perumahan yang terletak di dekat ekosistem mangrove tergolong tinggi (Gambar 9). Menurut responden, tingkat kriminalitas di Kalurahan Jangkaran, khususnya di area mangrove, tergolong rendah. Hanya sebagian kecil responden (4%) yang menyatakan bahwa daerah tersebut tidak aman karena pernah terjadi kasus pencurian terhadap peralatan yang berada di lokasi tambak. Masyarakat yang hidup dalam dalam daerah yang memiliki tingkat kejahatan yang rendah akan lebih resilien dalam menghadapi bahaya

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

maupun bencana. Keamanan yang tinggi menumbuhkan tingkat kepercayaan dan kerja sama masyarakat, sehingga penguatan pengetahuan mengenai manajemen bencana akan lebih mudah untuk dilakukan (Sani *et al*., 2022).



Gambar 9. Jawaban responden mengenai pertanyaan kondisi keamanan di area ekosistem mangrove Sungai Bogowonto (N = 50).

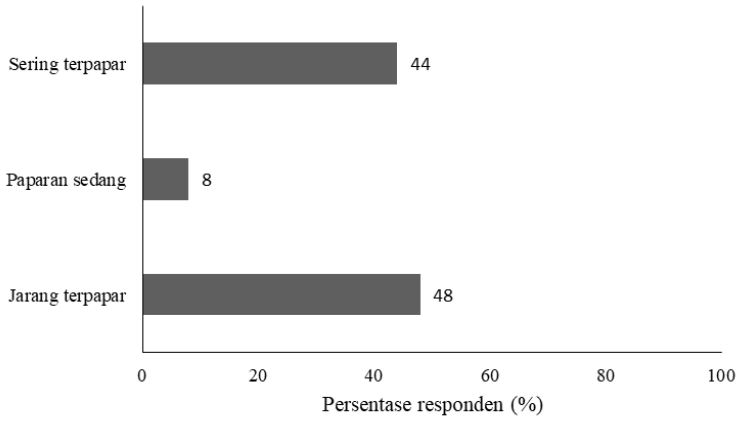
Proporsi responden yang sering dan jarang terpapar bahan memiliki jumlah yang hampir sama (44% dan 48%) (Gambar 10). Kategori sering terpapar bahan kimia apabila paparan terjadi tiga kali atau lebih dalam satu minggu. Paparan sedang yaitu apabila paparan terjadi satu hingga dua kali dalam satu minggu, sementara kategori jarang terpapar terjadi apabila paparan hanya berlangsung satu kali dalam satu minggu. Bahan kimia yang digunakan di kawasan tambak umumnya merupakan obat untuk mengatasi infeksi virus maupun parasit pada udang. Pada area pertanian, responden menggunakan pestisida untuk memberantas hama dan penyakit pada tanaman. Responden yang jarang terpapar bahan kimia umumnya memakai bahan alami berupa rebusan daun meniran, bunga pepaya, dan bawang yang dicampurkan ke pakan untuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mengatasi infeksi virus pada udang. Selain itu, beberapa responden juga memanfaatkan limbah pohon pisang untuk campuran pakan udang sebagai tambahan nutrisi. Meskipun demikian, apabila permasalahan di area tambak dan pertanian tidak bisa diselesaikan dengan bahan alami, responden akan menggunakan bahan kimia untuk mengatasi permasalahan tersebut. Responden yang sering terpapar bahan kimia (44%) umumnya merupakan pekerja tambak yang menggunakan berbagai produk kimia, baik untuk membantu pertumbuhan ikan atau udang, maupun untuk mengatasi serangan penyakit pada produk tambak. Pemakaian bahan kimia terutama bertujuan untuk mengatur kualitas air dan pencegahan penyakit. Hal ini juga ditambah dengan pekerjaan responden, yang selain sebagai pekerja tambak juga sebagai petani, sehingga paparan bahan kimia yang diterima responden semakin tinggi. Penggunaan bahan kimia dalam bidang perikanan dan pertanian secara berlebihan dapat mengakibatkan pencemaran air dan tanah. Pencemaran tersebut akan memengaruhi produktivitas pertanian dan kesehatan ekosistem yang menyebabkan ketahanan pangan terganggu. Hal tersebut diperparah dengan adanya perubahan iklim global yang menjadikan produk pertanian lebih rentan terhadap serangan penyakit dan peningkatan wabah hama (Heeb *et al*., 2019). Gangguan terhadap ketahanan pangan menyebabkan resiliensi masyarakat menurun, terutama dalam menghadapi bencana. Masyarakat yang memiliki cadangan pangan yang cukup dan memiliki akses ke sumber pangan memiliki risiko lebih rendah terdampak krisis pangan. Magarey *et al*. (2019) juga menyebutkan bahwa peningkatan intensitas serangan hama di wilayah pertanian akibat resistensi

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pestisida menghambat upaya pemulihan masyarakat dari krisis, yang selanjutnya meningkatkan ketergantungan terhadap penggunaan pestisida.



Gambar 10. Jawaban responden mengenai pertanyaan tingkat paparan terhadap bahan kimia, polutan, dan pestisida (N = 50).

Sebanyak 92% responden menyatakan bahwa partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam, khususnya di area mangrove, termasuk tinggi (Gambar 11A). Masyarakat berperan aktif dalam kegiatan perlindungan ekosistem mangrove, seperti tidak menebang pohon mangrove, tidak melakukan pembukaan lahan mangrove untuk tambak, ikut serta dalam kegiatan pembibitan hingga penanaman serta pemantauan pasca tanam. Sebanyak 8% responden menyatakan bahwa partisipasi masyarakat tergolong rendah, karena tingkat partisipasi yang tinggi hanya terlihat pada anggota kelompok pengelola ekosistem mangrove serta masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan ekosistem mangrove. Sementara itu, masyarakat di luar kelompok tersebut cenderung kurang berpartisipasi aktif dalam program tersebut. Masyarakat yang aktif dalam pengelolaan sumber daya alam memiliki pemahaman yang baik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mengenai sumber daya yang mereka kelola, sehingga mereka dapat merespon tantangan dengan cepat, seperti perubahan kondisi lingkungan akibat krisis iklim. Pengetahuan tentang pengelolaan sumber daya alam juga penting untuk membantu masyarakat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat memperkuat resiliensi untuk menghadapi kondisi krisis. Selain itu, inklusivitas merupakan aspek penting dalam resiliensi yang dapat diterapkan dengan cara melibatkan kelompok rentan dalam pengelolaan ekosistem mangrove, salah satunya yaitu perempuan. Inklusivitas sudah diterapkan dalam pengelolaan ekosistem mangrove di kawasan Sungai Bogowonto, terutama di kelompok Wana Tirta. Sebanyak 34,78% anggota kelompok ini merupakan perempuan yang aktif dalam kegiatan pengelolaan ekosistem mangrove (Tabel 8). Selain itu, istri dari anggota kelompok Wana Tirta juga dilibatkan dalam program rehabilitasi mangrove. Umumnya, anggota kelompok perempuan bertugas dalam proses pembibitan yang akan digunakan untuk proses rehabilitasi maupun dijual. Pengetahuan dan keterampilan teknis mengenai pengelolaan alam dapat meningkatkan kapasitas perempuan, baik secara ekonomi dan sosial. Selain ikut berkontribusi terhadap keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove, pemberdayaan perempuan juga akan berkontribusi terhadap resiliensi keluarga dan masyarakat.

Tabel 8. Komposisi jenis kelamin anggota pengelola kawasan mangrove Sungai Bogowonto.

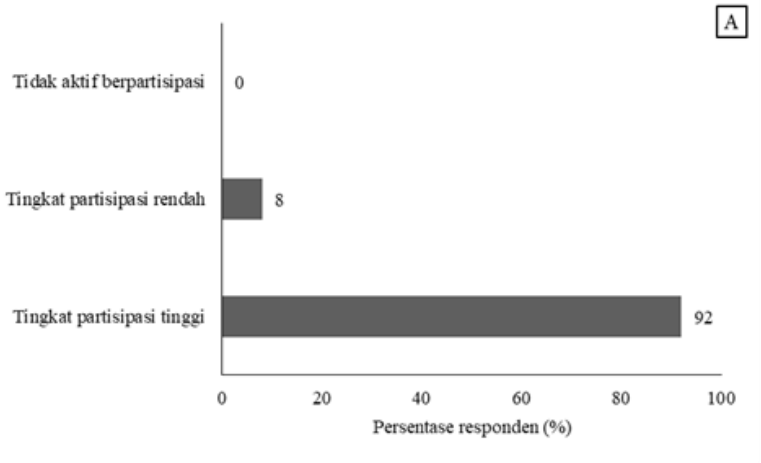
Kelompok	Laki-laki (%)	Perempuan (%)
Kelompok Tani Hutan Kadilangu (N=13)	84,62	15,38
Mangrove Jembatan Api-Api (N=14)	78,57	21,43
Wana Tirta (N=23)	69,57	34,78

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

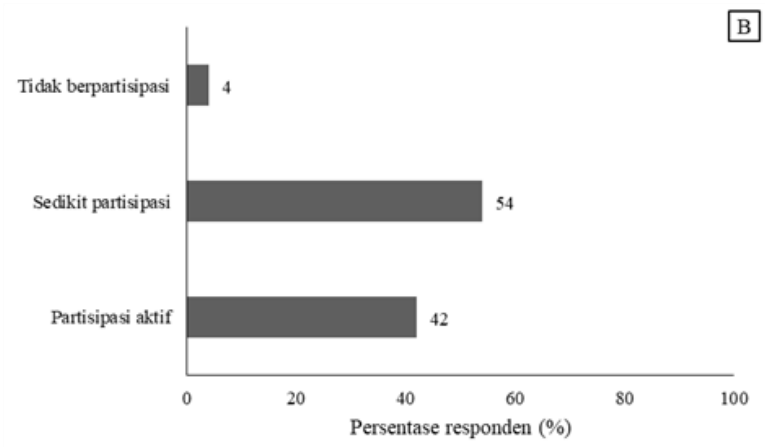
Sebanyak 54% responden menyatakan bahwa partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove tergolong rendah (Gambar 11B). Program yang ada umumnya merupakan kegiatan seremonial, seperti penanaman bibit mangrove serta pelepasan tukik. Sebanyak 4% responden berpendapat bahwa pemerintah tidak berpartisipasi dalam penyuluhan dan pengelolaan ekosistem mangrove karena mereka beranggapan bahwa program pemerintah tidak cukup berdampak bagi masyarakat, sehingga mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap komitmen pemerintah dalam pelestarian ekosistem mangrove. Sebaliknya, sebanyak 42% responden beranggapan bahwa pemerintah berpartisipasi aktif dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove, terutama pada saat pandemi COVID 19. Pemerintah memberikan bantuan, baik dana maupun fasilitas untuk mendukung ekowisata mangrove pada saat pandemi. Akan tetapi, keterbatasan anggaran dana untuk menjalankan program pengelolaan dan pengembangan ekosistem mangrove di Sungai Bogowonto menyebabkan peran pemerintah daerah menjadi terbatas. Meskipun pemerintah pernah mengadakan penyuluhan mengenai pengelolaan hasil hutan bukan kayu yang berasal dari kawasan mangrove untuk bahan makanan, program tersebut tidak memiliki tindak lanjut cukup. Akibatnya, masyarakat tidak lagi memanfaatkan hasil hutan mangrove untuk diolah dan dijual. Partisipasi pemerintah dalam pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove juga dinilai masih kurang dan cenderung dilakukan secara insidental. Adanya perbedaan pendapat mengenai partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove disebabkan oleh cakupan dampak dan tindak lanjut program. Responden

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

yang berpendapat bahwa pemerintah tidak berpartisipasi aktif dalam penguatan ekonomi pada saat pandemi menganggap bahwa program yang dijalankan hanya bersifat seremonial dan dampaknya tidak signifikan. Sebaliknya, responden yang berpendapat bahwa pemerintah berpartisipasi aktif dalam penguatan ekonomi pada saat pandemi merasa telah merasakan manfaat langsung dari program yang dijalankan. Jika program pengelolaan sumber daya alam dari kawasan mangrove dilaksanakan secara berkelanjutan dan memiliki dampak yang luas, masyarakat akan lebih bertanggung jawab dan terdorong untuk berpartisipasi aktif. Hal ini dapat memperkuat hubungan antara pemerintah dan masyarakat, yang selanjutnya dapat meningkatkan kerja sama kolektif untuk beradaptasi untuk pulih dari kondisi krisis.



POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 11. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) tingkat partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam; (B) tingkat partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam (N = 50).

Lebih dari separuh responden berpendapat bahwa penerapan peraturan daerah yang mengatur penggunaan sumber daya alam di kawasan mangrove berjalan dengan baik (Gambar 12A). Akan tetapi, sebanyak 38% responden menyatakan bahwa tidak terdapat peraturan daerah yang mengatur hal tersebut. Kalurahan Jangkaran memiliki peraturan desa mengenai larangan untuk melakukan aktivitas yang dapat merusak ekosistem mangrove, seperti pembukaan lahan mangrove, penebangan liar, serta aktivitas penangkapan produk perikanan yang berpotensi merusak ekosistem mangrove. Pengembangan dan pemanfaatan kawasan mangrove di Kabupaten Kulon Progo diatur dalam Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo Nomor 9 Tahun 2015 yang mengatur tentang pengembangan kawasan ekowisata mangrove di daerah Sungai Bogowonto. Perbedaan jawaban responden ini mengindikasikan bahwa informasi mengenai peraturan pengelolaan ekosistem mangrove belum secara menyeluruh

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

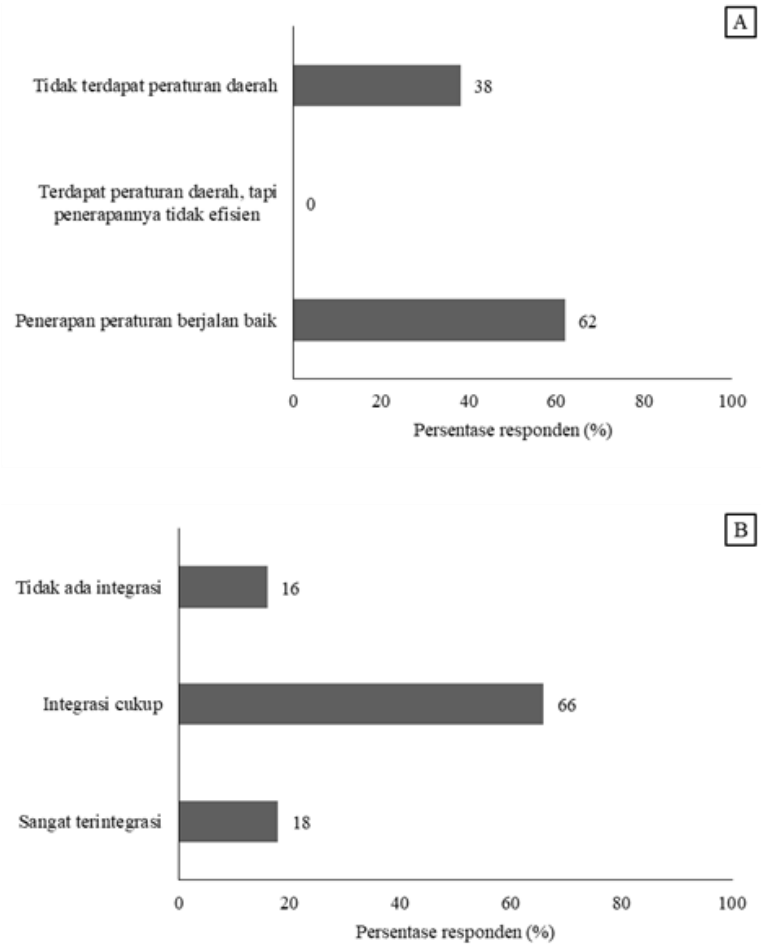
menjangkau ke masyarakat. Meskipun demikian, masyarakat sudah memahami pentingnya keberadaan ekosistem mangrove, sehingga masyarakat tidak melakukan kegiatan yang mengganggu keberadaan ekosistem mangrove. Adanya peraturan daerah yang mengatur tentang pengembangan dan pemanfaatan ekosistem mangrove dapat dijadikan sebagai dasar hukum dalam mewujudkan pengelolaan yang berkelanjutan. Ekosistem mangrove yang dikelola dengan memperhatikan prinsip keberlanjutan akan meningkatkan jasa ekosistemnya, yang selanjutnya akan berdampak positif pada resiliensi masyarakat lokal.

Sebanyak 66% responden berpendapat bahwa terdapat integrasi yang cukup antara praktik budaya lokal dan tradisional untuk pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove di lokasi penelitian (Gambar 12B). Integrasi yang cukup menunjukkan adanya penerapan praktik budaya lokal pada pengelolaan ekosistem mangrove, tapi penerapan tersebut masih terbatas dan tidak diaplikasikan dalam semua aspek pengelolaan. Sebanyak 18% responden menyatakan bahwa terdapat integrasi yang kuat antara praktik budaya lokal dan tradisional, sebaliknya 16% responden menyatakan bahwa tidak terdapat integrasi. Praktik budaya lokal dan tradisional hanya diterapkan pada beberapa aspek pengelolaan dan tidak secara menyeluruh, sehingga sebagian responden tidak memiliki pengetahuan tentang praktik tersebut. Mereka juga menganggap bahwa praktik ini hanya sekedar kebiasaan turun-temurun yang tidak memiliki dampak langsung terhadap pengelolaan mangrove. Sementara itu, iIntegrasi yang kuat mengindikasikan bahwa praktik budaya lokal dan tradisional sepenuhnya terintegrasi dengan teknis pengelolaan ekosistem mangrove. Menurut responden,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

integrasi yang kuat antara pengetahuan lokal dan pengelolaan mangrove di Sungai Bogowonto ditunjukkan dengan adanya pelibatan masyarakat lokal dalam berbagai tahap pengelolaan ekosistem mangrove. Beberapa proses, seperti spesies yang ditanam dan pemeliharaan ekosistem mangrove didasarkan pada pengetahuan lokal. Masyarakat di lokasi penelitian memiliki pengetahuan lokal mengenai pemanfaatan mangrove. Beberapa di antaranya yaitu pemanfaatan daun mangrove sebagai bahan pewarna alami, pengolahan propagul *Rhizophora* sp. dan *N. fruticans* untuk minuman dan bahan baku tepung, daun jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebagai obat kulit dan bahan baku keripik. Selain itu, masyarakat memahami bahwa pemilihan spesies mangrove untuk program rehabilitasi harus disesuaikan dengan jenis substrat. Misalnya, *Rhizophora* sp. akan ditanam pada lokasi yang memiliki substrat lumpur, sedangkan *Avicennia* sp. pada substrat pasir. Adanya pemahaman mengenai keterkaitan antara spesies mangrove dan tipe substrat mampu meningkatkan keberhasilan tumbuh bibit mangrove pada saat proses rehabilitasi. Ekosistem mangrove yang sehat dapat berfungsi sebagai pelindung kawasan pesisir terhadap bencana alam, sehingga meningkatkan resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat lokal dalam menghadapi dampak dari krisis iklim.

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 12. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) peraturan daerah dalam penggunaan sumber daya alam; (B) integrasi praktik budaya lokal/tradisional untuk pengelolaan sumber daya alam (N = 50).

Sebanyak 56% responden menyatakan bahwa akses terhadap layanan bantuan (kredit dan layanan penyuluhan), baik dari pemerintah pusat maupun daerah, masih kurang memadai (Gambar 13A). Peran pemerintah dalam menyediakan bantuan dana pengelolaan di kawasan mangrove dianggap rendah, misalnya tidak ada bantuan dana untuk program relokasi dan penetasan telur penyu serta bantuan dana untuk perbaikan sarana dan prasarana di area mangrove. Sebanyak 22% responden menyatakan bahwa

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bantuan dana dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat dapat diperoleh melalui pengajuan proposal. Selain itu, akses terhadap layanan bantuan juga tersedia, khususnya bagi kelompok masyarakat, seperti kelompok tani dan tambak. Pemerintah desa juga memberikan bantuan dana untuk pembuatan sarana dan prasarana di wilayah ekowisata, khususnya untuk kelompok mangrove jembatan Api-Api. Sebaliknya, sebanyak 22% responden berpendapat bahwa tidak tersedia layanan bantuan, baik dari pemerintah pusat maupun daerah. Hal ini dikarenakan pada saat beberapa tambak udang milik masyarakat terinfeksi virus, tidak tersedia bantuan dari pemerintah, baik berupa dana, obat, maupun penyuluhan untuk mengatasi masalah tersebut. Adanya perbedaan jawaban responden ini mengindikasikan distribusi informasi maupun layanan bantuan yang tidak merata. Layanan bantuan biasanya diberikan kepada masyarakat yang tergabung dalam suatu kelompok, misalnya kelompok tani atau kelompok nelayan. Sebaliknya, masyarakat yang tidak tergabung dalam suatu kelompok akan kesulitan untuk mendapatkan informasi maupun bantuan. Informasi mengenai layanan bantuan untuk masyarakat di area mangrove Kalurahan Jangkaran belum banyak tersedia. Distribusi informasi maupun layanan bantuan harus lebih inklusif dan merata, tidak hanya terbatas pada kelompok tertentu. Jika informasi mengenai layanan bantuan tidak didistribusikan secara merata, masyarakat akan kesulitan untuk mengakses bantuan pada saat dibutuhkan. Hal ini dapat mengurangi resiliensi sosial, karena masyarakat tidak memiliki dukungan bantuan yang memadai untuk menghadapi situasi krisis.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lebih dari separuh responden (62%) menyatakan bahwa akses dan dana bantuan dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat tergolong sedikit (Gambar 13B). Sebanyak 26% responden berpendapat bahwa tidak ada akses untuk memperoleh dana bantuan dari pemerintah untuk program pengelolaan ekosistem mangrove. Sebaliknya, sebanyak 12% responden menyatakan bahwa terdapat dana bantuan dan akses yang jelas untuk proses pengajuannya. Perbedaan pandangan ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah kurangnya sosialisasi mengenai program bantuan yang tersedia beserta prosedur pengajuan dana untuk program pengelolaan mangrove. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh pemahaman mengenai prosedur pengajuan yang berbeda. Sebagian responden yang pernah terlibat langsung dalam program pengajuan dana bantuan lebih memahami prosedur dan alurnya dibandingkan dengan responden yang belum pernah terlibat dalam program tersebut. Selain rehabilitasi mangrove, terdapat program relokasi dan penetasan telur penyu di mangrove kawasan Sungai Bogowonto yang tidak mendapat bantuan dana dari pemerintah setempat. Instansi terkait menyatakan bahwa tidak ada anggaran untuk kegiatan relokasi dan penetasan telur penyu. Proses pengajuan bantuan dana terkait pengelolaan sumber daya alam ke pemerintah juga dinilai panjang dan berbelit. Hal ini menunjukkan pentingnya bantuan finansial dari pemerintah untuk menjaga keberhasilan dan keberlanjutan program pengelolaan sumber daya alam. Selain itu, dukungan finansial dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam penting untuk proses pemulihan dan ketahanan bencana yang efektif. Selain itu menurut Arnold & de Cosmo (2015), dukungan dana dapat mencegah respon negatif

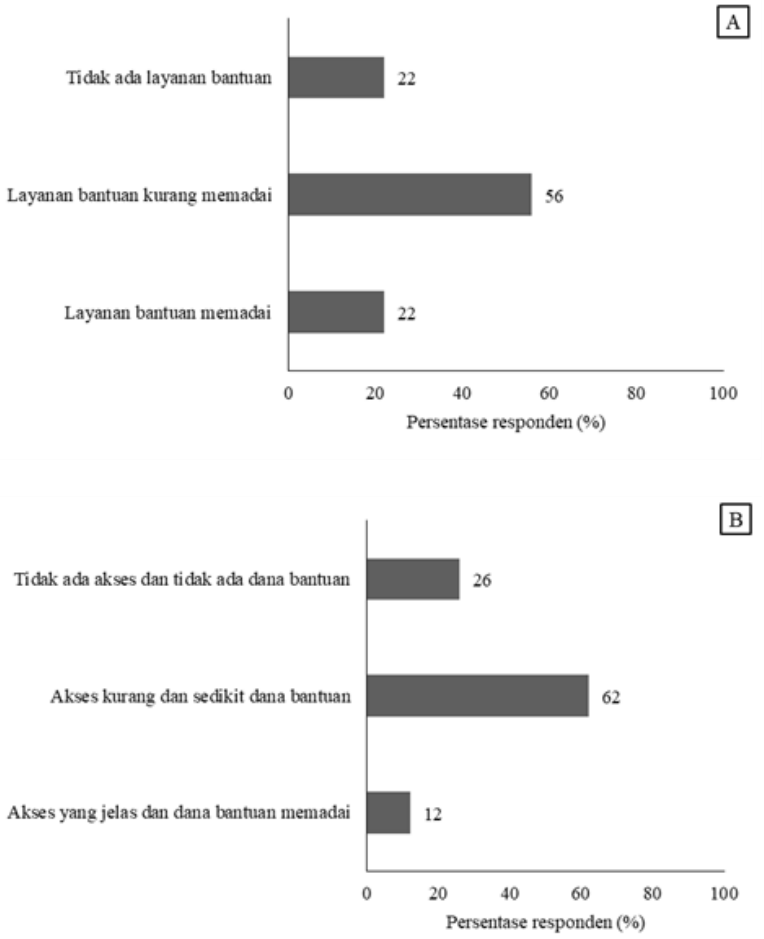
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

masyarakat dalam menghadapi masa krisis melalui eksploitasi wilayah mangrove, misalnya penebangan liar dan penjualan telur penyu.

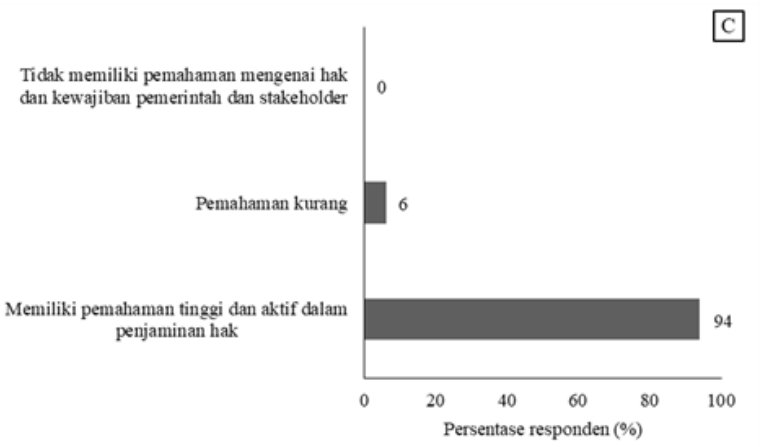
Sebanyak 94% responden berpendapat bahwa pemahaman masyarakat mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan pemangku kepentingan dalam menyediakan perlindungan dan pelayanan termasuk tinggi (Gambar 13C). Dalam konteks pengelolaan ekosistem mangrove, perlindungan dan pelayanan dari pemerintah dan pemangku kepentingan mencakup perlindungan hukum, program rehabilitasi, penyuluhan tentang pentingnya ekosistem mangrove, penyediaan fasilitas pendukung, serta pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal. Sebanyak 6% responden mengatakan bahwa masyarakat memiliki pemahaman yang kurang mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan pemangku kepentingan. Hal ini disebabkan mereka tidak mendapatkan informasi yang cukup mengenai program dan kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah maupun pemangku kepentingan. Pemahaman yang kurang juga disebabkan oleh kurangnya partisipasi responden dalam kegiatan pengelolaan mangrove. Pengetahuan masyarakat mengenai kewajiban pemerintah untuk memberikan perlindungan dan pelayanan merupakan indikator penting dalam resiliensi sosial. Komitmen pemerintah dan pemangku kepentingan dalam penjaminan hak masyarakat akan meningkatkan kepercayaan dan partisipasi masyarakat dalam program pengelolaan ekosistem mangrove. Pengetahuan mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan pemangku kepentingan juga memungkinkan masyarakat bisa mengakses layanan yang disediakan oleh pemerintah untuk menghadapi masa darurat. Pemerintah daerah di kawasan mangrove Bogowonto aktif dalam penjaminan hak,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

terutama pada saat pandemi COVID-19. Pandemi membuat pendapatan masyarakat di sekitar mangrove menurun karena tidak ada pengunjung di kawasan ekowisata. Pengelola tidak memiliki sumber pemasukan untuk memperbaiki sarana dan prasarana di lokasi wisata, sehingga mereka mengajukan bantuan dana ke pemerintah daerah.



POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 13. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) akses masyarakat terhadap layanan bantuan (kredit dan layanan penyuluhan); (B) akses bantuan dana dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat; (C) tingkat pemahaman masyarakat, termasuk perempuan, mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan *stakeholder* untuk menyediakan perlindungan dan pelayanan (N = 50).

Sebanyak 68% responden menyatakan bahwa komitmen pemangku kepentingan lokal di daerah Sungai Bogowonto terhadap kemitraan yang terbuka dan kolaboratif dinilai tinggi (Gambar 14A). Beberapa contoh pemangku kepentingan di area mangrove Sungai Bogowonto meliputi perusahaan, perguruan tinggi, maupun lembaga non-profit. Umumnya, kegiatan yang dilakukan adalah penanaman bibit mangrove serta pelepasan tukik. Responden yang menyatakan bahwa pemangku kepentingan lokal aktif melakukan kolaborasi dan kerja sama dengan pengelola mangrove umumnya berasal dari anggota Kelompok Wana Tirta. Hal ini dikarenakan banyaknya pemangku kepentingan yang menjalin kerja sama dengan Kelompok Wana Tirta, baik dalam pengelolaan ekosistem mangrove maupun penelitian. Sejumlah 10% responden menyatakan terdapat beberapa partisipasi dan kolaborasi yang dilakukan oleh pemangku kepentingan, terutama dari anggota KTH Kadilangu. Pemangku

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kepentingan yang bekerja sama dengan kelompok ini masih terbatas jumlahnya, namun memiliki potensi untuk terus bertambah dan berkembang seiring waktu. Sebaliknya, sebanyak 22% responden berpendapat bahwa mekanisme kolaborasi dan partisipasi pemangku kepentingan lokal terhadap pengembangan ekosistem mangrove masih tergolong rendah. Pengelola Mangrove Jembatan Api-Api tidak terlalu aktif dalam memfasilitasi dan mendorong keterlibatan berbagai pihak dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Kurangnya inisiatif dari pengelola ekosistem, baik dalam hal koordinasi, komunikasi, maupun pelibatan masyarakat lokal, menyebabkan institusi eksternal kurang termotivasi untuk berpartisipasi dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Keputusan pemangku kepentingan untuk terlibat di program pengabdian masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah peran tokoh masyarakat. Adanya tokoh masyarakat yang disegani mampu menggerakkan masyarakat untuk berpartisipasi dalam kegiatan pengelolaan mangrove. Tokoh masyarakat di area mangrove Sungai Bogowonto memiliki peran yang sangat besar dalam aksi kolektif masyarakat dalam program rehabilitasi dan pengembangan ekosistem mangrove untuk ekowisata. Selain itu, adanya tokoh masyarakat memperbesar kemungkinan organisasi eksternal mau untuk melakukan kegiatan dan kerja sama dengan pihak pengelola mangrove di Sungai Bogowonto, baik untuk penyediaan dana maupun penelitian.

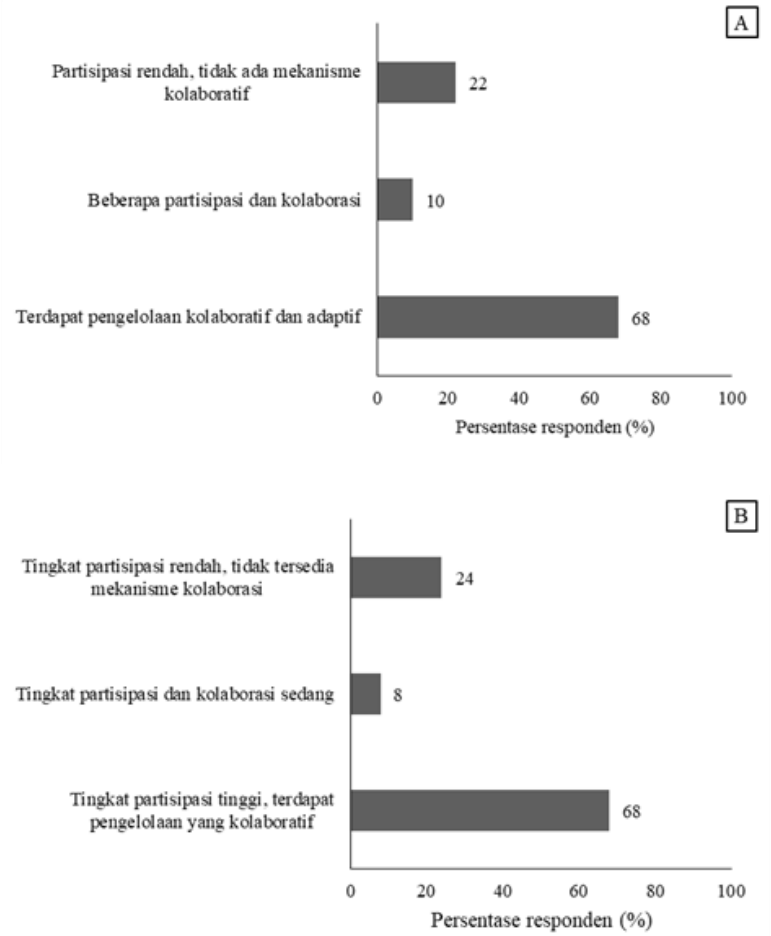
Sebanyak 68% responden menyatakan bahwa pengelola kawasan mangrove memiliki kapasitas untuk merekrut dan melatih relawan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat (Gambar 14B). Pengelola mangrove KTH Kadilangu

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dan kelompok Wana Tirta membuka kesempatan bagi masyarakat untuk menjadi anggota kelompok. Mereka kemudian akan dilibatkan dalam kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan ekosistem mangrove, seperti pembibitan, penanaman, dan program pemantauan. Selain itu, Kelompok Wana Tirta aktif melakukan kerja sama dengan berbagai pihak dalam pengelolaan sumber daya alam ekosistem mangrove. Beberapa responden dari KTH Kadilangu (8%) menyatakan bahwa tingkat kapasitas kelompok untuk merekrut dan melatih relawan dalam pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat dilakukan dalam jumlah terbatas. Kelompok ini juga melakukan beberapa kerja sama dengan beberapa pemangku kepentingan, terutama dalam penanaman bibit mangrove. Sebaliknya, sebanyak 24% responden menyatakan bahwa pengelola area mangrove tidak memiliki program untuk merekrut anggota baru. Responden ini mayoritas berasal dari Kelompok Mangrove Jembatan Api-Api. Mereka berpendapat bahwa jumlah anggotanya dianggap sudah cukup untuk pelaksanaan kegiatan di area mangrove. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan juga jarang dilakukan karena semakin sedikitnya lahan kosong yang dimiliki oleh kelompok tersebut, sehingga program penanaman bibit mangrove hanya bisa dilakukan dalam jumlah terbatas. Adanya kolaborasi antara masyarakat lokal dengan organisasi eksternal dapat mengarah pada pengelolaan ekosistem mangrove yang lebih berkelanjutan karena adanya bantuan dana dan lebih banyak sumber daya manusia yang terlibat (Damastuti et al., 2023). Selain itu, adanya kolaborasi memungkinkan masyarakat untuk mendapat hak dari pengelolaan sumber daya mangrove, sehingga dapat mengarah pada peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal dan kesehatan

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ekosistem mangrove. Pelatihan mengenai pemanfaatan yang berkelanjutan juga dapat mendorong kolaborasi dan pembagian tanggung jawab dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Program ini selanjutnya akan mendukung resiliensi sosial melalui koneksi dan kerja sama dalam pengelolaan ekosistem mangrove di tingkat komunitas.



Gambar 14. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) komitmen pemangku kepentingan lokal terhadap kemitraan yang terbuka dan kolaboratif; (B) kapasitas masyarakat/komunitas lokal untuk merekrut dan melatih relawan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat dan kolaborasi dengan pihak lain/*stakeholder* (N = 50).

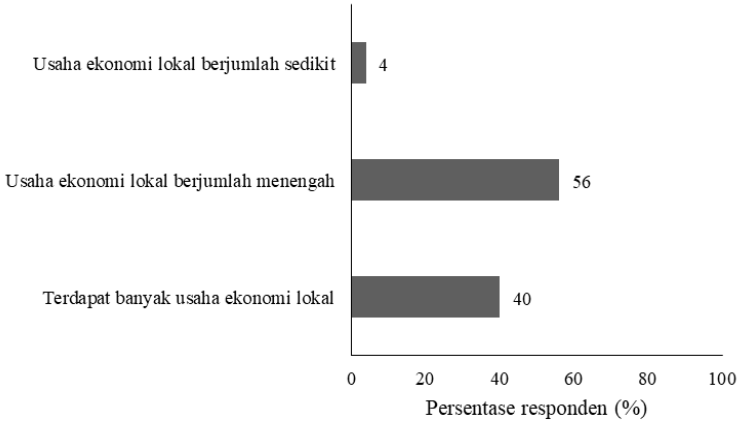
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

E. Resiliensi Ekonomi Masyarakat di Kawasan Mangrove Sungai Bogowonto

Sebanyak 56% responden menyatakan bahwa usaha ekonomi lokal berjumlah sedang (Gambar 15) karena terdapat beberapa variasi usaha di masyarakat. Jumlah usaha ekonomi lokal dikategorikan sedang karena memiliki jumlah dan variasi usaha yang lebih banyak dari usaha yang berjumlah sedikit, tetapi masih terbatas dalam hal jumlah dan variasinya dibandingkan dengan usaha yang berjumlah banyak. Jumlah usaha ekonomi lokal dikategorikan sedikit, karena jumlah dan variasinya terbatas dalam masyarakat, yaitu hanya terpusat pada satu atau dua sektor usaha skala kecil. Sebanyak 40% responden menyatakan bahwa usaha ekonomi lokal berjumlah banyak, yang menunjukkan keberagaman jenis usaha di masyarakat. Hanya 4% responden yang menyatakan usaha lokal berjumlah sedikit. Beberapa usaha lokal di sekitar area mangrove Sungai Bogowonto adalah usaha bidang pertanian dan perikanan, konstruksi bangunan, pembuatan pakaian, pembuatan gula kristal, minimarket, penginapan, produksi oleh-oleh, dan rumah makan. Berbagai usaha ini memiliki skala yang beragam, mulai dari usaha rumahan dengan modal terbatas, hingga usaha yang lebih besar dengan modal dan omzet yang tinggi, serta melibatkan beberapa pekerja. Jumlah usaha ekonomi lokal yang banyak menunjukkan adanya keberagaman jenis usaha yang berkembang di masyarakat, dengan skala yang lebih besar dan potensi dampak ekonomi yang lebih signifikan. Hal ini akan meningkatkan resiliensi ekonomi kolektif, karena usaha yang beragam dapat membuat masyarakat lebih adaptif terhadap perubahan pasar dan kondisi ekonomi. Selain itu, usaha lokal mampu memberdayakan

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

masyarakat dengan adanya peluang kerja yang lebih banyak, terutama perempuan, sehingga dapat menambah pendapatan masyarakat.

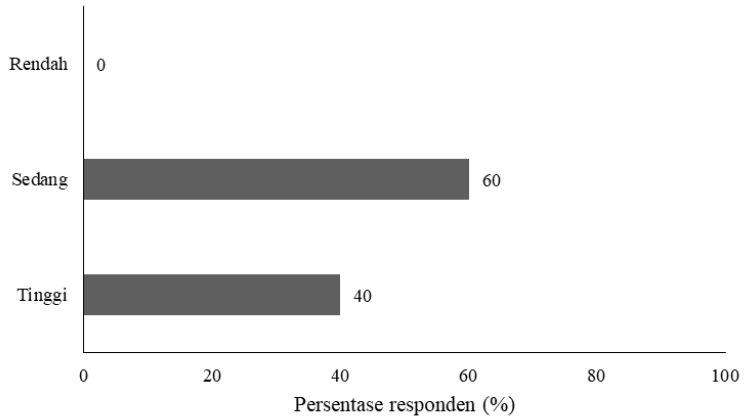


Gambar 15. Jawaban responden mengenai pertanyaan kegiatan ekonomi lokal di area mangrove Sungai Bogowonto (N = 50).

Sebanyak 60% responden menyatakan bahwa jenis mata pencaharian di masyarakat memiliki keragaman yang sedang (Gambar 16). Kategori keragaman sedang menunjukkan bahwa terdapat tiga hingga lima jenis pekerjaan di masyarakat. Kategori keragaman rendah menunjukkan pekerjaan yang dimiliki oleh responden terkonsentrasi pada satu atau dua jenis pekerjaan saja. Kategori keragaman tinggi menunjukkan adanya lebih dari lima jenis pekerjaan di masyarakat. Menurut 40% responden, keragaman jenis pekerjaan di masyarakat tergolong tinggi karena adanya berbagai jenis profesi yang ada di masyarakat, baik dari sektor tradisional, seperti bertani dan berternak, maupun di sektor modern, seperti perdagangan dan jasa. Sebaliknya, tidak ada responden yang menyatakan keragaman pekerjaan di masyarakat tergolong rendah. Beberapa macam pekerjaan responden yaitu pekerja tambak, petani,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pedagang, ibu rumah tangga, ASN, dan nelayan (Tabel 5). Beberapa pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan musiman, sehingga memungkinkan masyarakat memiliki lebih dari satu pekerjaan. Ketersediaan mata pencaharian yang beragam membuat masyarakat bisa beralih ke pekerjaan lain ketika situasi tidak menguntungkan, misalnya saat cuaca buruk yang mengakibatkan nelayan tidak bisa melaut, mereka bisa beralih profesi sebagai petani atau pekerja tambak (Abesamis *et al*., 2006). Memiliki lebih dari satu mata pencaharian membuat masyarakat tidak bergantung pada satu sumber pendapatan saja, sehingga sumber pendapatan yang beragam dapat mendukung kestabilan ekonomi masyarakat. Pilihan mata pencaharian yang beragam juga dapat mengurangi tekanan pada ekosistem mangrove akibat eksploitasi yang berlebihan.



Gambar 16. Jawaban responden mengenai pertanyaan diversifikasi mata pencaharian masyarakat (N = 50).

Mayoritas responden (70%) berpendapat bahwa kepemilikan aset terdistribusi secara merata dalam masyarakat (Gambar 17A). Masyarakat yang tinggal di sekitar mangrove umumnya memiliki tambak. Setiap kepala keluarga mendapatkan bagian

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lahan kosong untuk membuat tambak yang dahulu dibagi secara merata oleh pemerintah padukuhan (dusun). Masyarakat juga umumnya memiliki sawah dan lahan pertanian yang terletak di dekat area mangrove. Responden berprofesi sebagai nelayan umumnya memiliki peralatan pribadi untuk melaut, biasanya berupa perahu kecil dan berbagai alat tangkap. Akses menuju area mangrove cukup mudah, memiliki jalur evakuasi, serta memiliki fasilitas umum untuk rapat anggota maupun edukasi. Sebanyak 30% responden berpendapat bahwa kepemilikan aset dimiliki oleh beberapa kelompok masyarakat karena aset mereka sudah dijual. Seperti contoh, aset yang berupa lahan tambak biasanya dijual ke pemilik tambak lainnya untuk memperluas area tambak yang dimilikinya, sehingga tambak hanya dimiliki oleh beberapa kelompok masyarakat. Sebaliknya, tidak ada responden yang menyatakan bahwa kepemilikan aset hanya terpusat di satu kepemilikan. Masyarakat di Kalurahan Jangkaran mayoritas memiliki aset dan jenisnya beragam, baik dalam bidang perikanan dan pertanian. Aset tersebut dapat dijual apabila mereka memiliki kebutuhan yang mendesak. Biasanya, aset yang diperjualbelikan berupa kayu dan binatang ternak. Aset dan sumber daya yang terdistribusi secara merata di masyarakat dapat meningkatkan resiliensi kolektif, karena setiap orang dapat dengan mudah mengakses dan menggunakan aset tersebut untuk bertahan dan pulih dari kondisi krisis.

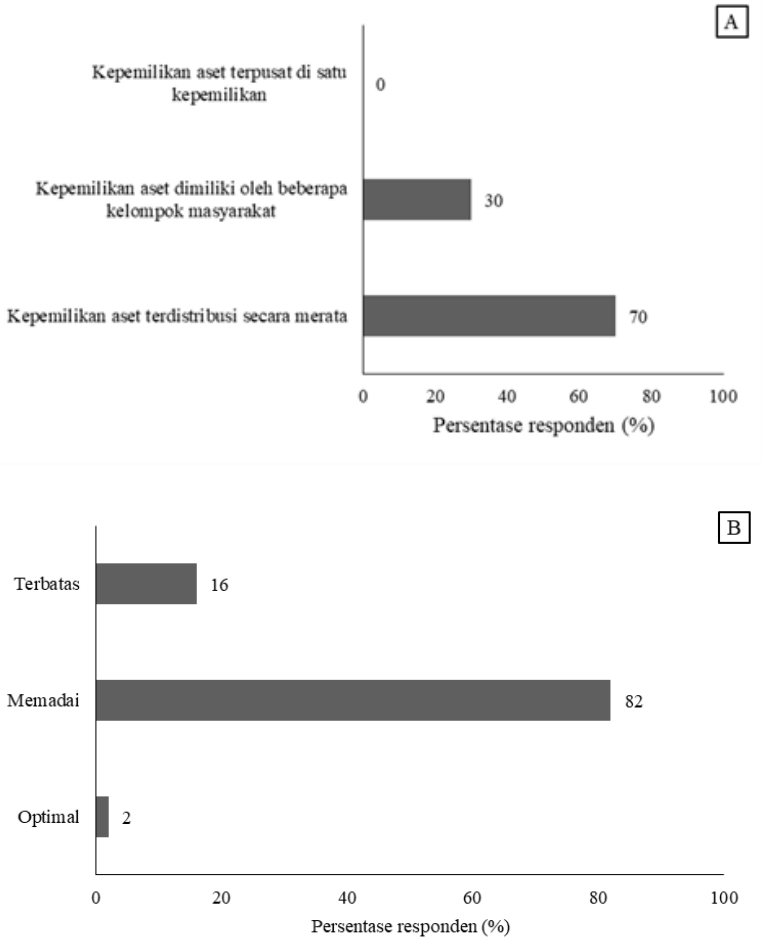
Sebanyak 82% responden menyatakan aset rumah tangga dan masyarakat memadai untuk mendukung strategi mengatasi krisis (Gambar 17B). Aset yang memadai berarti bahwa aset yang dimiliki masyarakat cukup untuk mendukung ketahanan dalam menghadapi krisis jangka pendek. Mayoritas responden memiliki

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

aset, baik aset bergerak maupun tidak bergerak. Petani di Kalurahan Jangkaran memiliki stok gabah maupun produk hasil hutan berupa kayu yang dapat dijual apabila ada kebutuhan mendesak. Hasil kebun berupa cabai, bawang merah, dan sayuran dapat memperkuat ketahanan pangan lokal. Mangrove sebagai salah satu aset alam yang dimiliki masyarakat Kalurahan Jangkaran dapat membantu mengatasi kondisi krisis, terutama yang berkaitan dengan perubahan iklim, sosial-ekonomi, dan keanekaragaman hayati. Mangrove berperan penting dalam pengurangan risiko bencana, terutama erosi akibat ombak pantai selatan Jawa dan banjir. Bagi sebagian responden, area mangrove merupakan sumber pendapatan terbesar, baik melalui sektor ekowisata maupun perikanan. Sebaliknya, sebanyak 16% responden menyatakan bahwa mereka memiliki aset yang terbatas untuk menghadapi kondisi krisis. Aset yang memadai berarti bahwa aset yang dimiliki masyarakat cukup untuk mendukung ketahanan dalam menghadapi krisis jangka pendek. Mayoritas dari responden tersebut bekerja sebagai nelayan yang tidak bisa melaut apabila cuaca sedang buruk. Pendangkalan di wilayah pesisir juga mengakibatkan jumlah ikan tangkapan cenderung menurun. Mereka harus berlayar lebih jauh untuk mendapatkan ikan dalam jumlah yang besar yang mengakibatkan peningkatan biaya operasional. Tambak yang mereka miliki juga tidak lagi dikelola karena mengalami kerugian akibat infeksi virus. Selain itu, sebagian besar responden bekerja di sektor informal, sehingga tidak memiliki jaminan kerja maupun perlindungan jaminan sosial. Sebanyak 2% responden menyatakan memiliki aset yang optimal untuk menghadapi kondisi krisis. Hal ini berarti jumlah aset yang dimiliki cukup untuk mendukung ketahanan dalam

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

menghadapi krisis jangka panjang. Mereka memiliki aset yang bersifat produktif, seperti tanah, lahan pertanian dan tambak, serta usaha mikro yang mampu menghasilkan pemasukan yang stabil. Dalam konteks resiliensi ekonomi, aset rumah tangga maupun masyarakat yang memadai dan optimal memungkinkan mereka untuk menggunakan aset yang dimilikinya untuk menghadapi dan pulih dari kondisi darurat secara cepat.

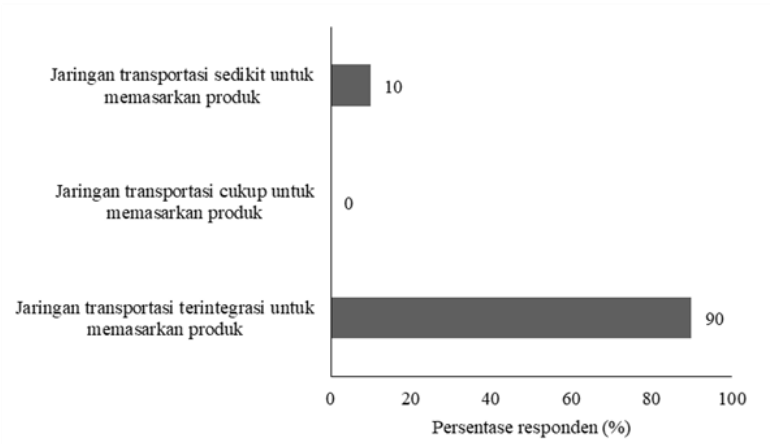


Gambar 17. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) distribusi kepemilikan aset di masyarakat; (B) aset rumah tangga dan masyarakat untuk mendukung strategi mengatasi krisis (N = 50).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sebanyak 90% responden menyatakan bahwa jaringan transportasi di area mangrove Sungai Bogowonto terintegrasi untuk memasarkan produk panen, baik perikanan maupun pertanian (Gambar 18). Mereka berpendapat bahwa jaringan transportasi yang menghubungkan antara pusat produksi dan pasar telah terintegrasi dan mudah diakses. Sementara itu, sebanyak 10% responden menyatakan hanya sedikit jaringan transportasi yang tersedia. Hal ini dikarenakan akses transportasi terbatas pada beberapa daerah saja, serta membutuhkan waktu dan biaya tambahan untuk menjangkau ke daerah yang lebih jauh. Di area mangrove Sungai Bogowonto, nelayan maupun pemilik tambak memiliki tengkulak langganan yang membeli produk hasil perikanan. Biasanya, tengkulak akan mendatangi setiap rumah dari pemilik tambak untuk membeli hasil perikanan. Hasil perikanan tersebut selanjutnya dijual ke luar daerah Jangkaran, seperti daerah Purworejo. Area mangrove di Sungai Bogowonto terletak dekat dengan jalan provinsi yang membuat akses untuk memasarkan produk hasil alam menjadi lebih mudah. Jaringan transportasi yang terintegrasi dapat mendukung pemasaran produk panen secara efisien, baik dari segi biaya maupun waktu, sehingga kualitas produk panen dapat terjaga selama proses distribusi. Hal ini dapat meningkatkan daya jual produk panen sekaligus penghasilan bagi petani serta nelayan. Selain itu, jaringan transportasi yang terintegrasi dapat memperlancar pergerakan barang maupun jasa, sehingga meningkatkan resiliensi masyarakat dalam menghadapi kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

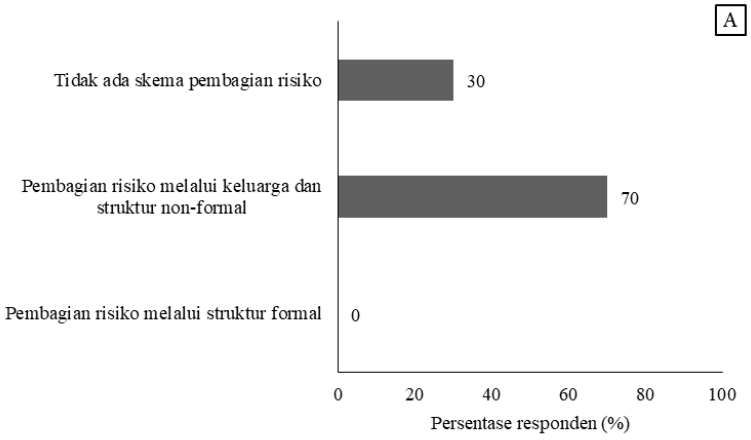


Gambar 18. Jawaban responden mengenai pertanyaan integrasi sistem transportasi dengan lokasi untuk memasarkan produk perikanan/pertanian (N = 50).

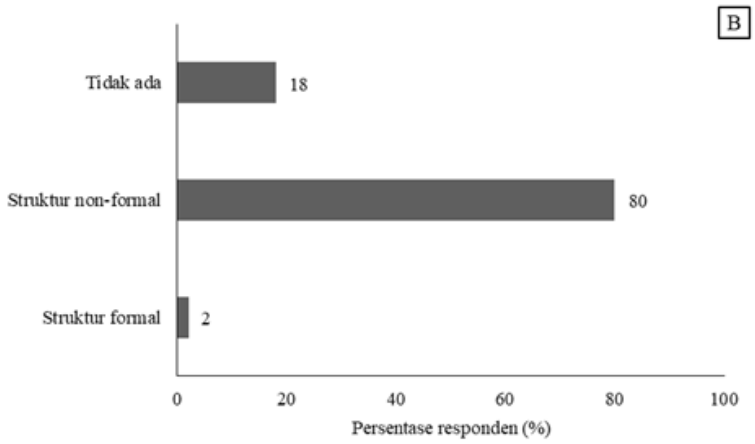
Sebanyak 70% responden menyatakan bahwa biaya dan risiko bencana ditanggung bersama menggunakan aset yang dimiliki bersama atau kelompok (Gambar 19A). Mayoritas responden (80%) juga menyatakan bahwa terdapat skema simpan pinjam dalam kelompok atau masyarakat secara non-formal (Gambar 19B). Masyarakat Kalurahan Jangkaran melakukan pembagian risiko melalui struktur non-formal, misalnya melalui kelompok nelayan, kelompok petani, maupun kelompok khusus perempuan melalui kegiatan arisan. Kegiatan arisan merupakan sistem tabungan kolektif yang akan digunakan apabila anggota kelompok memiliki kebutuhan mendesak, misalnya musibah maupun untuk kebutuhan peralatan perikanan dan pertanian. Kerusakan yang sering ditanggung oleh kas kelompok nelayan adalah jaring ikan dan kerusakan mesin kapal. Kas kelompok juga dapat dimanfaatkan untuk membangun fasilitas sosial, misalnya tempat cuci tangan dan jembatan di area mangrove. Sebaliknya, menurut 30% responden, tidak ada skema pembagian risiko

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dalam masyarakat. Sebanyak 18% responden juga mengatakan bahwa tidak terdapat skema simpan pinjam dalam masyarakat. Hal ini dikarenakan tidak semua masyarakat tergabung atau aktif dalam suatu kelompok, sehingga mereka tidak memiliki akses atau kesempatan untuk berpartisipasi dalam skema tersebut. Sebanyak 2% responden mengatakan bahwa skema simpan pinjam biasanya dilakukan melalui struktur formal, yaitu melalui pinjaman bank. Kelompok simpan pinjam dalam masyarakat dapat meningkatkan resiliensi ekonomi karena selain dapat menyediakan stabilitas keuangan, juga dapat meningkatkan koneksi secara sosial. Adanya simpan pinjam juga dapat menyediakan pengetahuan mengenai pengelolaan keuangan dan sumber pendapatan alternatif bagi perempuan.



UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

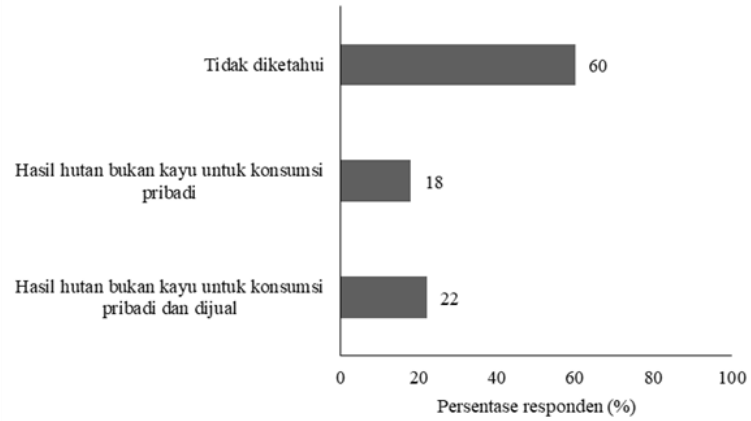


Gambar 19. Jawaban responden mengenai pertanyaan: (A) biaya dan risiko bencana ditanggung bersama menggunakan aset yang dimiliki bersama/kelompok; (B) skema simpan pinjam dalam kelompok/masyarakat dan/akses terhadap layanan keuangan mikro (N = 50).

Sebanyak 60% responden tidak mengetahui hasil hutan bukan kayu dari kawasan mangrove (Gambar 20). Masyarakat yang tinggal di sekitar mangrove tidak bergantung pada ekosistem mangrove untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari. Biasanya, pemancing dan pencari kerang yang beraktivitas di area mangrove Sungai Bogowonto berasal dari luar Kalurahan Jangkaran. Sekitar 22% responden memanfaatkan hasil hutan bukan kayu (HHBK) untuk kegunaan pribadi dan dijual, misalnya bibit mangrove dan hasil perikanan, sedangkan 18% responden memanfaatkan HHBK dari area mangrove untuk konsumsi pribadi. Adanya berbagai pilihan sumber mata pencaharian menyebabkan masyarakat setempat tidak menggantungkan kebutuhan harian pada ekosistem mangrove. Program pelatihan untuk pengolahan hasil hutan mangrove menjadi produk makanan, minuman, maupun produk lain pernah dilakukan tetapi tidak bisa berkembang karena masih terbatasnya

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE
SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

informasi mengenai pemasaran produk. Menurut Debrot *et al*. (2020), pemanfaatan HHBK dari area mangrove dapat menyediakan mata pencaharian alternatif bagi masyarakat dan inklusivitas, yang selanjutnya akan mendukung keberhasilan rehabilitasi mangrove. Pemanfaatan HHBK secara bijak juga mendukung diversifikasi sumber pendapatan masyarakat lokal, sehingga mengurangi ketergantungan pada salah satu sektor yang rentan terhadap fluktuasi harga komoditas.



Gambar 20. Jawaban responden mengenai pertanyaan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dari area mangrove Sungai Bogowonto (N = 50).

F. Stok Karbon Ekosistem Mangrove dan Implikasinya terhadap Resiliensi Masyarakat

Penelitian ini menunjukkan bahwa simpanan karbon dalam ekosistem mangrove dipengaruhi oleh faktor yang kompleks, seperti umur penanaman, kondisi lingkungan, dan program rehabilitasi. Setiap usia tanaman mangrove memiliki kemampuan penyimpanan karbon dan lokasi dominan penyimpanan karbon yang berbeda. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengelolaan dan rehabilitasi mangrove

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dengan memperhatikan umur tanam dapat memaksimalkan potensi penyimpanan karbon jangka panjang. Mangrove yang berusia muda jika dikelola dengan baik, akan dapat menyimpan karbon lebih besar seiring waktu melalui akumulasi karbon di sedimen. Sementara itu, mangrove yang berusia tua juga harus dikelola dengan mencegah penebangan liar dan alih fungsi lahan untuk menjaga biomassa pohon dan meminimalisir usikan pada sedimen.

Beberapa area di lokasi penelitian mengalami perubahan kondisi lingkungan yang mengakibatkan area tersebut tidak lagi tergenang karena tidak terkena pasang surut. Kondisi hidrologi sangat penting bagi keberadaan ekosistem mangrove, karena pasang surut yang teratur diperlukan untuk mendukung pertumbuhan mangrove dan membuat proses penyimpanan karbon dapat efisien. Oleh karena itu, perlu penyesuaian strategi pengelolaan dengan memperhatikan kondisi lokal untuk meningkatkan fungsi ekologis ekosistem mangrove dalam mitigasi perubahan iklim. Selain itu, ekosistem mangrove di kawasan Sungai Bogowonto memiliki konektivitas dengan hutan dan lahan pertanian milik masyarakat. Ekosistem mangrove berfungsi untuk melindungi hutan dan lahan pertanian dari banjir, sementara hutan dan lahan pertanian yang dikelola dengan baik dapat menambah input bahan organik pada ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove yang sehat dapat mendukung ketahanan pangan dan menyediakan sumber mata pencaharian bagi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, strategi pengelolaan yang terintegrasi antar tipe ekosistem dapat meningkatkan resiliensi ekosistem, sekaligus sosial dan ekonomi masyarakat lokal.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Ekosistem mangrove yang sehat dengan stok karbon yang tinggi dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim yang mengancam kesejahteraan masyarakat. Dengan demikian, kerugian akibat bencana alam dapat diminimalisir dan kemampuan masyarakat untuk pulih akan meningkat. Penelitian ini memberikan landasan untuk mengembangkan kebijakan inklusif yang melibatkan masyarakat lokal dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Program rehabilitasi yang melibatkan masyarakat lokal tidak hanya menjaga keberlanjutan ekosistem mangrove, tetapi juga meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang mengarah pada penguatan resiliensinya. Kerja sama antara pemerintah daerah, pemangku kepentingan, dan anggota masyarakat dapat menciptakan pendekatan kolaboratif yang mendukung keberlanjutan pengelolaan ekosistem. Pengelolaan berbasis masyarakat dengan manajemen yang baik dapat meningkatkan kepercayaan pihak luar untuk turut berkontribusi dalam program rehabilitasi, pendanaan, pelatihan, dan penelitian. Ketika masyarakat merasakan manfaat langsung dari keberadaan mangrove, kesadaran mereka terhadap pentingnya keberadaan ekosistem ini akan semakin meningkat. Hal ini mendorong masyarakat untuk lebih berpartisipasi dalam pengelolaan dan perlindungan ekosistem mangrove, yang selanjutnya memperkuat resiliensi ekosistem dan masyarakat.

POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Besarnya stok karbon di kawasan mangrove rehabilitasi Sungai Bogowonto berada dalam rentang estimasi besaran stok karbon di ekosistem mangrove di daerah Asia-Pasifik, yang mengindikasikan lokasi ini memiliki potensi yang signifikan untuk mitigasi perubahan iklim. Simpanan karbon bervariasi pada setiap umur penanaman. Beberapa faktor yang mempengaruhi variasi tersebut di antaranya sejarah usikan, kondisi lingkungan, jenis penyusun sedimen, dan program rehabilitasi. Ekosistem mangrove yang masih muda memiliki potensi besar dalam penyimpanan karbon pada biomassanya, dan kemungkinan simpanan karbon di sedimen akan meningkat seiring waktu. Keberadaan mangrove juga mendukung kondisi sosial dan ekonomi masyarakat menuju resilien. Meskipun partisipasi masyarakat dalam pengelolaan ekosistem mangrove tergolong tinggi, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Dengan dukungan dan kolaborasi dari berbagai pihak, masyarakat berpotensi mencapai ketahanan sosial dan ekonomi yang lebih tinggi di masa depan.

B. Saran

Untuk mencapai pengelolaan yang berkelanjutan, penting untuk melibatkan masyarakat lokal, pemerintah, serta pemangku kepentingan dalam program rehabilitasi ekosistem mangrove. Program ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan cadangan karbon di masa depan. Selain itu, pemanfaatan ekosistem mangrove secara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bijak perlu ditingkatkan untuk mendukung resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat sekitar. Dengan memperoleh manfaat langsung dari keberadaan mangrove, masyarakat akan semakin termotivasi untuk berpartisipasi dalam pengelolaan ekosistem, yang akhirnya dapat memperkuat resiliensi ekosistem mangrove dan kesejahteraan masyarakat.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

RINGKASAN

Keberadaan ekosistem mangrove memiliki fungsi yang penting bagi masyarakat pesisir, baik secara ekologi maupun sosio-ekonomi. Secara ekologi, ekosistem mangrove memiliki potensi besar dalam mitigasi pemanasan iklim global karena kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam waktu yang lama. Selain itu, ekosistem mangrove mendukung kondisi sosial dan ekonomi masyarakat yang kehidupannya tergantung terhadap ekosistem tersebut. Akan tetapi, ekosistem ini rentan terhadap usikan yang dapat mengakibatkan turun atau bahkan hilangnya jasa ekosistem yang dimilikinya. Oleh karena itu, upaya rehabilitasi penting dilakukan pada ekosistem mangrove yang terdegradasi untuk meningkatkan resiliensi ekosistem maupun masyarakat sekitar terhadap perubahan iklim. Program penanaman mangrove merupakan salah satu upaya rehabilitasi dan secara rutin dilakukan di berbagai lahan terdegradasi, salah satunya adalah kawasan mangrove di Sungai Bogowonto. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari potensi stok karbon dan resiliensi sosio-ekonomi masyarakat di sekitar kawasan rehabilitasi mangrove Sungai Bogowonto.

Pengambilan data dilaksanakan di kawasan mangrove Sungai Bogowonto pada bulan April–Juni 2024 secara non-destruktif. Kawasan mangrove distratifikasi berdasarkan tahun penanaman mangrove, yaitu lokasi penanaman tahun 1990, 2000, 2009, 2013, dan 2018. Metode plot dan sensus digunakan untuk pencuplikan data vegetasi yang pengaplikasiannya disesuaikan dengan kondisi lapangan. Plot yang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dibuat berbentuk persegi dengan ukuran 10 x 10 m untuk pendataan pohon dengan dbh ≥5 cm. Spesies mangrove yang berada di dalam plot kemudian diidentifikasi jenisnya, dihitung tingginya, dan diukur diameternya pada ketinggian 1,37 m dari permukaan tanah atau disesuaikan dengan bentuk dan kondisi tegakan mangrove di lokasi sampling untuk menentukan volume pohon. Data lapangan digunakan untuk menentukan biomassa tumbuhan menggunakan persamaan alometrik. Biomassa tumbuhan kemudian digunakan untuk melakukan estimasi stok karbon atas (*aboveground*) dan bawah permukaan tanah (*belowground*). Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada setiap lokasi tahun penanaman sebanyak tiga kali pengulangan menggunakan metode *coring.* Kedalaman jeluk sedimen yang diambil yaitu di antara rentang 0–100 cm yang dibagi menjadi empat interval, yaitu 0–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm, dan 50–100 cm. Sampel sedimen dari setiap interval yang berasal dari tiga pengulangan kemudian dicampur (metode komposit). Sampel sedimen diproses menggunakan metode Walkley *and* Black untuk menghitung kadar C-organik dan estimasi karbon stok sedimen. Pencuplikan data resiliensi sosio-ekonomi masyarakat lokal menggunakan metode kuesioner, *open-ended questions,* dan observasi. Pemilihan responden dilakukan secara *purposive sampling,* yaitu masyarakat yang terlibat dalam pengelolaan kawasan mangrove di Sungai Bogowonto.

Kawasan mangrove Sungai Bogowonto memiliki total stok karbon sebesar 1067,75 ton C/ha, dengan proporsi penyimpanan karbon tertinggi terletak pada bagian sedimen (75%). Stok karbon tertinggi berada pada area mangrove yang ditanam pada tahun 2013 (264 ton C/ha) dan stok karbon terendah pada area penanaman tahun 2018

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

(138,03 ton C/ha). Pada bagian sedimen, stok karbon tertinggi terletak pada jeluk 50–100 cm. Konsentrasi karbon organik menunjukkan tren penurunan seiring dengan kedalaman jeluk, dengan rata-rata tertinggi pada jeluk 0–15 cm sebesar 1,51% dan rata-rata terendah pada jeluk 50–100 cm sebesar 0,87%. Penurunan konsentrasi karbon organik ini disebabkan oleh semakin menurunnya input bahan organik seiring bertambahnya kedalaman jeluk. Sebaliknya, kandungan *bulk density* menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya kedalaman jeluk, yaitu rata-rata terendah sebesar 1,35 g/cm^3 di jeluk 0–15 cm dan rata-rata tertinggi sebesar 1,48 g/cm^3 pada jeluk 50–100 cm. Nilai *bulk density* dipengaruhi oleh kepadatan sedimen. Pasir sebagai penyusun dominan lapisan atas sedimen memiliki kepadatan partikel yang rendah, yang menyebabkan nilai *bulk density* rendah. Sebaliknya, lempung sebagai penyusun dominan lapisan dalam sedimen memiliki kepadatan partikel tinggi, menyebabkan nilai *bulk density* menjadi tinggi. Terdapat lima spesies mangrove di lokasi penelitian, dengan *Rhizophora mucronata* memiliki kandungan karbon atas dan bawah permukaan tanah tertinggi (773.48 ton C/ha dan 302,36 ton C/ha). Hal ini disebabkan oleh sebagian besar proses rehabilitasi dilakukan dengan menanam spesies *R. mucronata*, sehingga kontribusinya terhadap akumulasi karbon lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya.

Dalam konteks resiliensi, kondisi sosial dan ekonomi responden menunjukkan kondisi menuju resilien. Penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan mangrove tidak hanya memiliki fungsi ekologis, namun juga memiliki pengaruh terhadap resiliensi sosial dan ekonomi masyarakat dalam menghadapi perubahan lingkungan. Meskipun ada partisipasi lokal yang kuat, kurangnya dukungan pemerintah, bantuan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

keuangan, dan komunikasi yang inklusif tetap menjadi hambatan untuk meningkatkan resiliensi masyarakat dalam menghadapi krisis iklim dan lingkungan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SUMMARY

The existence of mangrove ecosystems plays a crucial role for coastal communities, both ecologically and socio-economically. Ecologically, mangrove ecosystems have great potential in mitigating global climate change due to their ability to absorb and store carbon over long periods of time. In addition, mangrove ecosystems support the social and economic conditions of communities whose livelihoods depend on these ecosystems. However, these ecosystems are vulnerable to various threats that can lead to the loss of the ecosystem services they provide. Therefore, rehabilitation efforts are essential for degraded mangrove ecosystems to enhance the resilience of both the ecosystem and the surrounding communities to climate change. The mangrove planting program is one of the rehabilitation efforts routinely carried out in degraded areas, including the mangrove area in the Bogowonto River. This study aims to examine the potential carbon stock and socio-economic resilience of communities around the mangrove rehabilitation area in the Bogowonto River.

Field data were collected in the mangrove area of the Bogowonto River from April to June 2024 using a non-destructive approach. The mangrove area was stratified based on the year of mangrove planting, namely locations planted in 1990, 2000, 2009, 2013, and 2018. Plot and census methods were used for vegetation data collection, with adjustments made according to field conditions. The plots were square-shaped, measuring 10 x 10 meters, for tree data with a diameter at breast height (dbh) ≥ 5 cm. Mangrove species within the plots were identified, their height measured, and their

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

diameter at 1.37 meters above ground level (or adjusted based on the shape and condition of the mangrove stand at the sampling site) was recorded to determine tree volume. Field data were used to calculate plant biomass using allometric equations. The plant biomass was then used to estimate aboveground and belowground carbon stock. Sediment sampling was carried out at each planting year location with three repetitions using the coring method. The sediment depth samples taken were within the range of 0–100 cm and divided into four intervals: 0–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm, and 50–100 cm. The sediment samples from each interval, taken from the three repetitions, were then combined using a composite method. These sediment samples were processed using the Walkley and Black method to measure organic carbon content and estimate the sediment carbon stock. Data on the socio-economic resilience of local communities were collected through questionnaires, open-ended questions, and observations. Respondents were selected through purposive sampling, specifically those involved in the management of the mangrove area in the Bogowonto River.

The Bogowonto River mangrove area has a total carbon stock of 1,067.75 tons C/ha, with the highest proportion of carbon storage located in the sediments (75%). The highest carbon stock is found in the area of mangroves planted in 2013 (264 tons C/ha), while the lowest is in the area planted in 2018 (138.03 tons C/ha). In the sediment, the highest carbon stock is located at a depth of 50–100 cm. Organic carbon concentration shows a decreasing trend with increasing depth, with the highest average at a depth of 0–15 cm (1.51%) and the lowest at 50–100 cm (0.87%). This decline in organic carbon concentration is due to decreasing input of organic material with greater

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

depth. In contrast, bulk density increases with depth, with the lowest average at 0–15 cm (1.35 g/cm³) and the highest at 50–100 cm (1.48 g/cm³). Bulk density is influenced by sediment density, where sand, the dominant component of the upper sediment layers, has low particle density, resulting in low bulk density, while clay, dominant in the deeper layers, has high particle density, leading to higher bulk density. Five mangrove species grow at the study site, with *Rhizophora mucronata* having the highest carbon content both above and below the soil surface (773.48 tons C/ha and 302.36 tons C/ha). This is due to the majority of the rehabilitation being carried out using *R. mucronata*, resulting in its higher contribution to carbon accumulation compared to other species.

In the context of resilience, the social and economic conditions of the respondents is building toward resilience. This study shows that the presence of mangroves not only has ecological functions but also influences the social and economic resilience of communities in facing environmental changes. Despite strong local participation, the lack of government support, financial assistance, and inclusive communication remains a barrier to improving community resilience in the face of climate and environmental crises.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Abd-El Monsef, H., Aguib, A. S. H., & Smith, S. E. (2013). Locating suitable mangrove plantation sites along the Saudi Arabia Red Sea Coast. *Journal of African Earth Sciences*, *83*, 1–9. https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2013.02.005.

Abesamis, R. A., Russ, G. R., & Alcala, A. C. (2006). Gradients of abundance of fish across no-take marine reserve boundaries: Evidence from Philippine coral reefs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *16*(4), 349–371. https://doi.org/10.1002/aqc.730.

Adame, M. F., Cherian, S., Reef, R., & Stewart-Koster, B. (2017). Mangrove root biomass and the uncertainty of belowground carbon estimations. *Forest Ecology and Management*, *403*, 52–60. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.016.

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, *24*(3), 347–364. https://doi.org/10.1191/030913200701540465.

Ahalya, A., and Park, J. S. 2018. Blue carbon stock of mangrove ecosystem. *International Journal of Science and Research*, *8*, 1371–1375. https://www.ijsr.net/archive/v8i12/ART20203497.pdf.

Alongi, D. M. (2020). Global significance of mangrove blue carbon in climate change mitigation. *Science*, *2*(3), 67. https://doi.org/10.3390/sci2030067.

Alongi, D. M., & Mukhopadhyay, S. K. (2015). Contribution of mangroves to coastal carbon cycling in low latitude seas. *Agricultural and Forest Meteorology*, *213*, 266–272. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.10.005.

Anti, Leomo, S., Namriah, Ginting, S., Anas, A.A., & Rustam, L. O. (2023). Penggunaan lahan berbeda dan pengaruhnya terhadap C-organik, *bulk density*, dan kadar air tanah. *Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian*, *3*(04), 239–245. http://dx.doi.org/10.56189/jagris.v3i4.47341.

Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Subarno, Ilman, M., Tosiani, A., & Novita, N. (2022b). Contributions of mangrove conservation and restoration to climate change mitigation in Indonesia. *Global Change Biology*, *28*(15), 4523–4538. https://doi.org/10.1111/gcb.16216.

Arifanti, V. B., Sidik, F., Mulyanto, B., Susilowati, A., Wahyuni, T., Subarno, S., Yulianti, Y., Yuniarti, N., Aminah, A., Suita, E., Karlina, E., Suharti, S., Pratiwi, P., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Imanuddin, R., Yeny, I., Darwiati, W., Sari, N., Hakim, S. S., Slamet, W. Y., & Novita, N. (2022a). Challenges and strategies for sustainable mangrove management in Indonesia: A review. *Forests*, *13*(5), 695. https://doi.org/10.3390/f13050695.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Arnold, M., & de Cosmo S. (2015). *Building social resilience: Protecting and empowering those most at risk.* Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR). https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Building-Social-Resilience-Protecting-and-Empowering-Those-Most-at-Risk.pdf.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon – Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*ground based forest carbon accounting*). Badan Standardisasi Nasional. https://mims.wwf.id/kaltim/carbon/upload/SNI7724_Pengukuran%20Lapangan%20Cadangan%20Karbon.pdf.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kulon Progo. (2016). Statistik Daerah Kecamatan Temon 2016. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo.* https://kulonprogokab.bps.go.id/publication/2016/09/26/0db796c86449917a187309e6/statistik-daerah-kecamatan-temon-2016.html

Basyuni, M., Pandiangan, P., Amelia, R., Al Mustaniroh, S., Larekeng, S. H., Sumarga, E., Slamet, B., & Arifanti, V. B. (2023). Carbon stock potential in rehabilitated mangrove in Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1277*(1), Article e012005. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1277/1/012005.

Batey, T., & McKenzie, D. C. (2006). Soil compaction: Identification directly in the field. *Soil Use and Management*, *22*(2), 123–131. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00017.x.

Bhomia, R. K., MacKenzie, R. A., Murdiyarso, D., Sasmito, S. D., & Purbopuspito, J. (2016). Impacts of land use on Indian mangrove forest carbon stocks: Implications for conservation and management. *Ecological Applications*, *26*(5), 1396–1408. https://doi.org/10.1890/15-2143.

Carnell, P. E., Palacios, M. M., Waryszak, P., Trevathan-Tackett, S. M., Masqué, P., & Macreadie, P. I. (2022). Blue carbon drawdown by restored mangrove forests improves with age. *Journal of Environmental Management*, *306*, 114301. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114301.

Christianson, A. B., Cabre, A., Bernal, B., Baez, S. K., Leung, S., Perez-Porro, A., & Poloczanska, E. (2022). The promise of blue carbon climate solutions: Where the science supports ocean-climate policy. *Frontiers in Marine Science*, *9*, Article 851448. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.851448.

Cinco-Castro, S., Herrera-Silveira, J., Montero Muñoz, J. L., Hernández-Nuñez, H., & Teutli Hernández, C. (2023). Carbon stock in different ecological types of mangroves in a karstic region (Yucatan, México): An opportunity to avoid site scale emissions. *Frontiers in Forests and Global Change*, *6*, Article 1181542. https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1181542.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Collins, D. S., Avdis, A., Allison, P. A., Johnson, H. D., Hill, J., Piggott, M. D., Hassan, M. H. A., & Damit, A. R. (2017). Tidal dynamics and mangrove carbon sequestration during the Oligo–Miocene in the South China Sea. *Nature Communications*, *8*(1). https://doi.org/10.1038/ncomms15698

Comley, B. W. T., & McGuinness, K. A. (2005). Above- and below-ground biomass, and allometry, of four common northern Australian mangroves. *Australian Journal of Botany*, *53*(5), 431. https://doi.org/10.1071/BT04162.

Crouch, T., & Chandler, D. (2021). *Spatial variation in bulk density and soil organic carbon in the Bamford water treatment works catchment*. Moors for the Future Report. https://www.moorsforthefuture.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/399034/Spatial-variation-in-bulk-density-and-soil-organic-carbon-in-the-Bamford-water-treatment-works-catchment.pdf.

Dale, P. E. R., Knight, J. M., & Dwyer, P. G. (2014). Mangrove rehabilitation: A review focusing on ecological and institutional issues. *Wetlands Ecology and Management*, *22*(6), 587–604. https://doi.org/10.1007/s11273-014-9383-1.

Damastuti, E., Van Wesenbeeck, B. K., Leemans, R., De Groot, R. S., & Silvius, M. J. (2023). Effectiveness of community-based mangrove management for coastal protection: A case study from Central Java, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, *238*, Article 106498. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106498.

De Falco, G., Magni, P., Teräsvuori, L. M. H., & Matteucci, G. (2004). Sediment grain size and organic carbon distribution in the Cabras lagoon (Sardinia, Western Mediterranean). *Chemistry and Ecology*, *20*, 367–377. https://doi.org/10.1080/02757540310001629189.

Debrot, A. O., Veldhuizen, A., Van Den Burg, S. W. K., Klapwijk, C. J., Islam, Md. N., Alam, Md. I., Ahsan, Md. N., Ahmed, M. U., Hasan, S. R., Fadilah, R., Noor, Y. R., Pribadi, R., Rejeki, S., Damastuti, E., Koopmanschap, E., Reinhard, S., Terwisscha Van Scheltinga, C., Verburg, C., & Poelman, M. (2020). Non-timber forest product livelihood-focused interventions in support of mangrove restoration: A call to action. *Forests*, *11*(11), 1224. https://doi.org/10.3390/f11111224.

Dewiyanti, I., Darmawi, D., Muchlisin, Z. A., Helmi, T. Z., Imelda, I., & Defira, C. N. (2021). Physical and chemical characteristics of soil in mangrove ecosystem based on differences habitat in Banda Aceh and Aceh Besar. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *674*(1), 012092. https://doi.org/10.1088/1755-1315/674/1/012092.

Dharmawan, I. W. S., & Siregar, C. A. (2008). Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *5*(4), 317–328. https://doi.org/10.20886/jphka.2008.5.4.317-328.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Direktorat Tanah dan Air Republik Indonesia. (2021). Peta Mangrove Nasional. Direktorat Tanah dan Air, Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Rehabilitasi Hutan Republik Indonesia. https://www.researchgate.net/profile/Prayoto-Tonoto/publication/358439377_MANGROVE_MAP_OF_INDONESIA/links/62029756baa59752dfe689aa/MANGROVE-MAP-OF-INDONESIA.pdf.

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 Geoscience*, *4*(5), 293–297. https://doi.org/10.1038/ngeo1123.

Easteria, G., Imran, Z., & Yulianto, G. (2022). Estimasi stok karbon mangrove rehabilitasi di Pulau Harapan dan Kelapa, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, *14*(2), 191–204. https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i2.39861.

Ellison, A. M., Felson, A. J., & Friess, D. A. (2020). Mangrove rehabilitation and restoration as experimental adaptive management. *Frontiers in Marine Science*, *7*, 327. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00327.

Farhaby, A. M., Aprilita, D., Henri, H., Supratman, O., Adi, W., & Ferizal, J. (2024). Estimation of biomass and below ground carbon in the Lepar Island Mangrove Ecosystem, South Bangka Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, *12*(1), 304–311. https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.52047.

Faridah-Hanum, I., Yusoff, F. M., Fitrianto, A., Ainuddin, N. A., Gandaseca, S., Zaiton, S., Norizah, K., Nurhidayu, S., Roslan, M. K., Hakeem, K. R., Shamsuddin, I., Adnan, I., Awang Noor, A. G., Balqis, A. R. S., Rhyma, P. P., Siti Aminah, I., Hilaluddin, F., Fatin, R., & Harun, N. Z. N. (2019). Development of a comprehensive mangrove quality index (MQI) in Matang Mangrove: Assessing mangrove ecosystem health. *Ecological Indicators*, *102*, 103–117. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.02.030.

Fourqurean, J., Johnson, B., Kauffman, J. B., Kennedy, H., Lovelock, C., Saintilan, N., Alongi, D. M., Cifuentes, M., Copertino, M., Crooks, S., Duarte, C., Fortes, M., Howard, J., Hutahaean, A., Kairo, J., Marba, N., Murdiyarso, D., Pidgeon, E., Ralph, P., Serrano, O. (2014). Field sampling of vegetative carbon pools in coastal ecosystems. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, VA, USA. https://seagrass.fiu.edu/resources/publications/Reprints/Fourqurean%20et%20al%20vegetative%20Carbon%20Pools%20Blue%20Carbon%20Methods%202014.pdf.

Gandhi, S., & Jones, T. G. (2019). Identifying mangrove deforestation hotspots in South Asia, Southeast Asia and Asia-Pacific *Remote Sensing*, *11*(6), 728. https://doi.org/10.3390/rs11060728.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Getzner, M., & Islam, M. S. (2020). Ecosystem services of mangrove forests: Results of a meta-analysis of economic values. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(16), 5830. https://doi.org/10.3390/ijerph17165830.

Gevaña, D. T., Garcia, J. E., Ruzol, C. D., Malabayabas, F. L., Grefalda, L. B., O'Brien, E., Santos, E. P., & Camacho, L. D. (2021). Climate change resiliency through mangrove conservation: The case of Alitas farmers of Infanta, Philippines. In M. Nishi, S. M. Subramanian, H. Gupta, M. Yoshino, Y. Takahashi, K. Miwa, & T. Takeda (Eds.), *Fostering transformative change for sustainability in the context of socio-ecological production landscapes and seascapes (SEPLS)* (pp. 195–214). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6761-6_11.

Gillis, L., Zimmer, M., & Bouma, T. (2016). Mangrove leaf transportation: Do mimic *Avicennia* and *Rhizophora* roots retain or donate leaves? *Marine Ecology Progress Series*, *551*, 107–115. https://doi.org/10.3354/meps11734.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, *20*(1), 154–159. https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x.

Glaser, M. (2003). Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caete Estuary, North Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, *11*(4), 265–272. https://doi.org/10.1023/A:1025015600125.

Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, *26*(10), 5844–5855. https://doi.org/10.1111/gcb.15275.

Hagger, V., Worthington, T. A., Lovelock, C. E., Adame, M. F., Amano, T., Brown, B. M., Friess, D. A., Landis, E., Mumby, P. J., Morrison, T. H., O'Brien, K. R., Wilson, K. A., Zganjar, C., & Saunders, M. I. (2022). Drivers of global mangrove loss and gain in social-ecological systems. *Nature Communications*, *13*(1), 6373. https://doi.org/10.1038/s41467-022-33962-x.

Heeb, L., Jenner, E., & Cock, M. J. W. (2019). Climate-smart pest management: Building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. *Journal of Pest Science*, *92*(3), 951–969. https://doi.org/10.1007/s10340-019-01083-y.

Hong, L., Hemati, Z., & Zakaria, R. (2017). Carbon stock evaluation of selected mangrove forests in Peninsular Malaysia and its potential market value. *Journal of Environmental Science and Management*, *20*(2), 77–87. https://doi.org/10.47125/jesam/2017_2/09.

Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., & Telszewski, M. (2014). Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

salt marshes, and seagrasses. The Blue Carbon Initiative. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372868.

Hussain, S. A., & Badola, R. (2010). Valuing mangrove benefits: Contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India. *Wetlands Ecology and Management*, *18*(3), 321–331. https://doi.org/10.1007/s11273-009-9173-3.

Ilman, M., Dargusch, P., Dart, P., & Onrizal. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*, *54*, 448–459. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.010.

Indrayani, E., Kalor, J., Warpur, M., & Hamuna, B. (2021). Using allometric equations to estimate mangrove biomass and carbon stock in Demta Bay, Papua Province, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, *22*(5), 263–271. https://doi.org/10.12911/22998993/135945.

Jacotot, A., Marchand, C., Rosenheim, B. E., Domack, E. W., & Allenbach, M. (2018). Mangrove sediment carbon stocks along an elevation gradient: Influence of the late Holocene marine regression (New Caledonia). *Marine Geology*, *404*, 60–70. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.07.005.

Junialdi, R., & Merina, G. (2023). The economic value of mangrove forest ecotourism in Apar Village, Pariaman City, West Sumatra. INOVASIA *2*(1), 7–13. https://jurnal.institutsunandoe.ac.id/index.php/inovasia/article/view/179.

Kauffman, J. B., & Cole, T. G. (2010). Micronesian mangrove forest structure and tree responses to a severe typhoon. *Wetlands*, *30*, 1077–1084. https://doi.org/10.1007/s13157-010-0114-y.

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 Vol. 86). Center for International Forestry Research (CIFOR). https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/WP86CIFOR.pdf.

Kauffman, J. B., Heider, C., Cole, T. G., Dwire, K. A., & Donato, D. C. (2011). Ecosystem carbon stocks of Micronesian mangrove forests. *Wetlands*, *31*(2), 343–352. https://doi.org/10.1007/s13157-011-0148-9.

Kauffman, J. B., Heider, C., Norfolk, J., & Payton, F. (2014). Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, *24*(3), 518–527. https://doi.org/10.1890/13-0640.1.

Komiyama, A., Poungparn, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, *21*(4), 471–477. https://doi.org/10.1017/S0266467405002476.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany*, *89*(2), 201–219. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.005.

Kulkarni, N. A. (2021). Carbon sequestration by the standing mangrove trees at the Achara Estuary along the Coast of Maharashtra State (India). *Plantae Scientia*, *4*(3), 143–147. https://doi.org/10.32439/ps.v4i3.143-147.

Kumari, P., Singh, J. K., & Pathak, B. (2020). Potential contribution of multifunctional mangrove resources and its conservation. In P. Kumari, J. K. Singh, B. Pathak (Eds.), *Biotechnological Utilization of Mangrove Resources* (pp. 1–26). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819532-1.00001-9.

Kusmana, C., Hidayat, T., Tiryana, T., Rusdiana, O., & Istomo. (2018). Allometric models for above- and below-ground biomass of *Sonneratia* spp. *Global Ecology and Conservation*, *15*, Article e00417. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00417.

Kuwae, T, and Hori, M. 2018. The future of blue carbon: addressing global environmental issues. In T. Kuwae, M. Hori (Eds.), *Blue carbon in shallow coastal ecosystems* (pp. 347–373). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1295-3.

Laulikitnont, P. (2014). *Evaluation of mangrove ecosystem restoration success in Southeast Asia*. [Master's Projects and Capstones, University of San Fransisco]. Scholarship Repository. https://repository.usfca.edu/capstone/12.

Lewis, R. R., & Brown, B. (2014). Ecological mangrove rehabilitation–a field manual for practitioners. Mangrove Action Project, Canadian International Development Agency, and OXFAM.

Li, R., Chai, M., Shen, X., Shi, C., Qiu, G., & Koike, T. (2021). Environmental and education trials for mangrove ecosystem rehabilitation in China. In S. Sharma (Ed.), *Mangrove Ecosystem Restoration*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.95339.

Lorenz, K., & Lal, R. (2005). The depth distribution of soil organic carbon in relation to land use and management and the potential of carbon sequestration in subsoil horizons. *Advances in Agronomy*, *88*, 35–66. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)88002-2.

MacFarlane, G. R., Koller, C. E., & Blomberg, S. P. (2007). Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves: A synthesis of field-based studies. *Chemosphere*, *69*(9), 1454–1464. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.04.059.

Macreadie, P. I., Costa, M. D. P., Atwood, T. B., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., Lovelock, C. E., Serrano, O., & Duarte, C. M. (2021). Blue carbon as a natural

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

climate solution. *Nature Reviews Earth & Environment, 2*(12), 826–839. https://doi.org/10.1038/s43017-021-00224-1.

Magarey, R. D., Chappell, T. M., Trexler, C. M., Pallipparambil, G. R., & Hain, E. F. (2019). Social ecological system tools for improving crop pest management. *Journal of Integrated Pest Management*, *10*(1), 2. https://doi.org/10.1093/jipm/pmz004

Malik, A., Jalil, Abd. 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. https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-131.

Meng, Y., Bai, J., Gou, R., Cui, X., Feng, J., Dai, Z., Diao, X., Zhu, X., & Lin, G. (2021). Relationships between above- and below-ground carbon stocks in mangrove forests facilitate better estimation of total mangrove blue carbon. *Carbon Balance and Management*, *16*(1), 8. https://doi.org/10.1186/s13021-021-00172-9.

Monga, E., Mangora, M. M., & Trettin, C. C. (2022). Impact of mangrove planting on forest biomass carbon and other structural attributes in the Rufiji Delta, Tanzania. *Global Ecology and Conservation, 35*, Article e02100. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02100.

Murdiyarso, D., Donato, D., Kauffman, J. B., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2009). Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems: A preliminary account from plots in Indonesia. Center for International Forestry Research (CIFOR). https://doi.org/10.17528/cifor/003233.

Murdiyarso, D., Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., & Sasmito, S. D. (2023). Deriving emission factors for mangrove blue carbon ecosystem in Indonesia. *Carbon Balance and Management*, *18*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s13021-023-00233-1.

Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, *5*(12), 1089–1092. https://doi.org/10.1038/nclimate2734.

Muzaki, F. K., Saptarini, D., Trisnawati, I., Aunurohim, Muryono, M., & Desmawati, I. (2019). *Identikasi jenis mangrove pesisir Jawa Timur*. Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. https://www.researchgate.net/profile/Farid-Muzaki-2/publication/349714745_Identifikasi_Jenis_Mangrove_Pesisir_Jawa_Timur_-_compressed_opt/links/603e3d2c92851c077f0eee82/Identifikasi-Jenis-Mangrove-Pesisir-Jawa-Timur-compressed-opt.pdf.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Myint, K. (2019). Socio-economics of mangrove ecosystem in South-eastern Ayeyarwady Delta area of Myanmar. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, *8*(4), 118–128. https://doi.org/10.15406/jamb.2019.08.00250.

Nwankwo, C., Tse, A. C., Nwankwoala, H. O., Giadom, F. D., & Acra, E. J. (2023). Below ground carbon stock and carbon sequestration potentials of mangrove sediments in Eastern Niger Delta, Nigeria: Implication for climate change. *Scientific African*, *22*, Article e01898. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01898

Nyangoko, B. P., Berg, H., Mangora, M. M., Gullström, M., & Shalli, M. S. (2020). Community perceptions of mangrove ecosystem services and their determinants in the Rufiji Delta, Tanzania. *Sustainability*, *13*(1), 63. https://doi.org/10.3390/su13010063.

Pham, T., & Thi, T. (2019). Incorporating blue carbon into Nationally Determined Contributions: Current status, opportunities and challenges of 13 Asia-Pacific countries. Center for International Forestry Research (CIFOR). https://www.cifor.org/knowledge/publication/7554/.

Pratiwi, D., Hartoko, A., & Febrianto, S. (2023). Potensi serapan karbon hutan mangrove, Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Nasional, 18*(2), 99. https://doi.org/10.15578/jkn.v18i2.10465.

Pratiwi, H. F., & Haryono, E. (2020). The potential contribution of the lagoon ecosystem as mangrove carbon sinks in Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 451*(1), Article 012064. https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012064.

Prijono, S. (2012). *Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah*. 2012. Universitas Brawijaya. https://tanah.ub.ac.id/AIM_2012/IK%20Lab.%20Fisika%20Tanah%20Siklus%2012%20Print.pdf.

Rahman, M. M., Khan, M. N. I., Hogue, A. K. F., & Ahmed, I. (2015). Carbon stock in the Sundarbans mangrove forest: spatial variations in vegetation types and salinity zones. *Wetlands Ecology and Management*, *23*(2), 269–283. https://doi.org/10.1007/s11273-014-9379-x.

Raw, J. L., Van Niekerk, L., Chauke, O., Mbatha, H., Riddin, T., & Adams, J. B. (2023). Blue carbon sinks in South Africa and the need for restoration to enhance carbon sequestration. *Science of The Total Environment*, *859*, Article 160142. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160142.

Ruslan, N. F. N., Goh, H. C., Hattam, C., Edwards-Jones, A., & Moh, H. H. (2022). Mangrove ecosystem services: Contribution to the well-being of the coastal communities in Klang Islands. *Marine Policy*, *144*, Article 105222. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105222.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Roslinda, E., Listiyawati, L., Ayyub, A., & Fikri, F. A. (2021). The involvement of local community in mangrove forest conservation in West Kalimantan. *Jurnal Sylva Lestari*, *9*(2), 291. https://doi.org/10.23960/jsl29291-301.

Sani, S. D., Heidari, M. T., Tahmasebi Mogaddam, H., Nadizadeh Shorabeh, S., Yousefvand, S., Karmpour, A., & Jokar Arsanjani, J. (2022). An assessment of social resilience against natural hazards through multi-criteria decision making in geographical setting: A case study of Sarpol-e Zahab, Iran. *Sustainability*, *14*(14), 8304. https://doi.org/10.3390/su14148304.

Sasmito, S. D., Basyuni, M., Kridalaksana, A., Saragi-Sasmito, M. F., Lovelock, C. E., & Murdiyarso, D. (2023). Challenges and opportunities for achieving Sustainable Development Goals through restoration of Indonesia's mangroves. *Nature Ecology & Evolution*, *7*(1), 62–70. https://doi.org/10.1038/s41559-022-01926-5.

Satyanarayana, B., Quispe-Zuniga, M. R., Hugé, J., Sulong, I., Mohd-Lokman, H., & Dahdouh-Guebas, F. (2021). Mangroves fueling livelihoods: A socio-economic stakeholder analysis of the charcoal and pole production systems in the world's longest managed mangrove forest. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *9*, Article 621721. https://doi.org/10.3389/fevo.2021.621721.

Sharma, S., MacKenzie, R. A., Tieng, T., Soben, K., Tulyasuwan, N., Resanond, A., Blate, G., & Litton, C. M. (2020). The impacts of degradation, deforestation and restoration on mangrove ecosystem carbon stocks across Cambodia. *Science of The Total Environment*, *706*, Article 135416. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135416.

Sidik, F., Lawrence, A., Wagey, T., Zamzani, F., & Lovelock, C. E. (2023). Blue carbon: A new paradigm of mangrove conservation and management in Indonesia. *Marine Policy*, *147*, 105388. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105388.

Sidik, F., Wigati, N., Zaky, A. R., Hidayat, J. J., Kadarisman, H. P., & Islamy, F. (2018). *Buku panduan mangrove estuari Perancak.* Balai Riset dan Observasi Laut. https://www.researchgate.net/profile/Frida-Sidik/publication/333310292_Buku_panduan_mangrove_Estuari_Perancak/links/5ce63d9b458515712ebb92f8/Buku-panduan-mangrove-Estuari-Perancak.pdf.

Slamet, R., & Wahyuningsih, S. (2022). Validitas dan reliabilitas terhadap instrumen kepuasan kerja. *Aliansi : Jurnal Manajemen dan Bisnis*, *17*(2), 51–58. https://doi.org/10.46975/aliansi.v17i2.428.

Srikanth, S., Lum, S. K. Y., & Chen, Z. (2016). Mangrove root: Adaptations and ecological importance. *Trees*, *30*(2), 451–465. https://doi.org/10.1007/s00468-015-1233-0.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Subhaktiyasa, P. G. (2024). Evaluasi validitas dan reliabilitas instrumen penelitian kuantitatif: sebuah studi pustaka. *Journal of Education Research*, *5*(4), 5599–5609. https://doi.org/10.37985/jer.v5i4.1747.

Sulaeman, Suparto, & Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Edisi 2: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah (BPT). https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/77f52e6b-6a13-48bc-96d1-d6a35025d793/content.

Sugiatmo, S., Poedjirahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Purwanto, R. H. (2023). Carbon stock at several types of mangrove ecosystems in Bregasmalang, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *24*(1), 182–191. https://doi.org/10.13057/biodiv/d240122.

Suprayogi, B., Purbopuspito, J., Harefa, M. S., Panjaitan, G. Y., & Nasution, Z. (2022). Ecosystem carbon stocks of restored mangroves and its sequestration in Northern Sumatra Coast, Indonesia. *Universal Journal of Agricultural Research*, *10*(1), 1–19. https://doi.org/10.13189/ujar.2022.100101.

Tang, J., Ye, S., Chen, X., Yang, H., Sun, X., Wang, F., Wen, Q., & Chen, S. (2018). Coastal blue carbon: Concept, study method, and the application to ecological restoration. *Science China Earth Sciences*, *61*(6), 637–646. https://doi.org/10.1007/s11430-017-9181-x.

Thomas, S. (2014). Blue carbon: Knowledge gaps, critical issues, and novel approaches. *Ecological Economics*, *107*, 22–38. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.028.

Torres, J. R., Barba, E., & Choix, F. J. (2018). Mangrove productivity and phenology in relation to hydroperiod and physical–chemistry properties of water and sediment in biosphere reserve, Centla Wetland, Mexico. *Tropical Conservation Science*, *11*(1). https://doi.org/10.1177/1940082918805188.

Trissanti, V. N., Amalo, L. F., Handayani, L. D. W., Nugroho, D., Yuliani, A. R., & Mulyana, D. (2022). The estimation of biomass and carbon stocks in mangrove forest ecosystem of Karawang Regency, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1109*(1), Article 012099. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012099.

Untari, Darma, R., Betaubun, P., & Arief, A. A. (2020). Review of the use of mangrove forests in supporting the socio-economic life of fishing communities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *575*(1), Article 012042. https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012042.

Valiela, I., Bowen, J. L., & York, J. K. (2001). Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

and coral reefs, two other well-known threatened environments. *BioScience*, *51*(10), 807–815. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2.

Wang, F., Kroeger, K. D., Gonneea, M. E., Pohlman, J. W., & Tang, J. (2019). Water salinity and inundation control soil carbon decomposition during salt marsh restoration: An incubation experiment. *Ecology and Evolution*, *9*(4), 1911–1921. https://doi.org/10.1002/ece3.4884.

Xiong, Y., Liao, B., Proffitt, E., Guan, W., Sun, Y., Wang, F., & Liu, X. (2018). Soil carbon storage in mangroves is primarily controlled by soil properties: A study at Dongzhai Bay, China. *Science of The Total Environment*, *619–620*, 1226–1235. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.187.

Yu, C., Feng, J., Yue, W., Wei, L., Ma, Y., Huang, X., Ling, J., & Dong, J. (2023). The role of blue carbon stocks becomes more labile with mangrove development. *Ecological Indicators*, *154*, Article 110634. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110634.

Zimmer, M., Ajonina, G. N., Amir, A. A., Cragg, S. M., Crooks, S., Dahdouh-Guebas, F., Duke, N. C., Fratini, S., Friess, D. A., Helfer, V., Huxham, M., Kathiresan, K., Kodikara, K. A. S., Koedam, N., Lee, S. Y., Mangora, M. M., Primavera, J., Satyanarayana, B., Yong, J. W. H., & Wodehouse, D. (2022). When nature needs a helping hand: Different levels of human intervention for mangrove (re-)establishment. *Frontiers in Forests and Global Change*, *5*, Article 784322. https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.784322.

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel indikator resiliensi sosial (Lewis dan Brown 2014).

No	Indikator	Skor
1.	Pola perumahan	1) Sering berpindah 2) Berpindah musiman/sementara 3) Pemukiman permanen
2.	Pemenuhan kebutuhan sumber makanan	1) Kekurangan makanan parah 2) Tidak mencukupi 3) Mencukupi untuk mendukung pola makan yang seimbang
3.	Struktur/kondisi perumahan	1) Sementara/kondisi buruk 2) Semi-permanen 3) Permanen
4.	Kondisi keamanan	1) Tidak aman 2) Agak aman 3) Aman dan teratur
5.	Paparan terhadap bahan kimia, polutan dan pestisida	1) Sering terpapar 2) Paparan sedang 3) Jarang terpapar
6.	Akses terhadap layanan bantuan (kredit, layanan penyuluhan)	1) Tidak ada layanan bantuan 2) Layanan bantuan kurang memadai 3) Layanan dukungan memadai
7.	Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam	1) Tidak aktif berpartisipasi 2) Tingkat partisipasi rendah 3) Tingkat partisipasi tinggi
8.	Peraturan daerah dalam penggunaan sumber daya alam	1) Tidak terdapat peraturan daerah 2) Terdapat peraturan daerah, tapi penerapannya tidak efisien 3) Penerapan peraturan berjalan baik
9.	Partisipasi pemerintah dalam penyuluhan dan pengelolaan sumber daya alam	1) Tidak berpartisipasi 2) Sedikit partisipasi 3) Partisipasi aktif
10.	Integrasi praktik budaya lokal/tradisional yang untuk pengelolaan sumber daya alam	1) Tidak ada integrasi 2) Integrasi cukup 3) Sangat terintegrasi

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	Indikator	Skor
11.	Masyarakat, termasuk perempuan, memahami hak dan kewajiban pemerintah dan *stakeholder* untuk menyediakan perlindungan dan pelayanan	1) Tidak memiliki pemahaman mengenai hak dan kewajiban pemerintah dan *stakeholder* 2) Pemahaman kurang 3) Memiliki pemahaman tinggi dan aktif dalam penjaminan hak
12.	Masyarakat dapat mengakses bantuan dana dari pemerintah untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat	1) Tidak ada akses dan tidak ada dana bantuan 2) Akses kurang dan sedikit dana bantuan 3) Akses yang jelas dan dana bantuan yang memadai
13.	Pemangku kepentingan lokal berkomitmen terhadap kemitraan yang terbuka dan kolaboratif	1) Partisipasi rendah, tidak ada mekanisme kolaboratif 2) Beberapa partisipasi dan kolaborasi 3) Terdapat pengelolaan kolaboratif yang adaptif
14.	Masyarakat/komunitas lokal memiliki kapasitas untuk merekrut dan melatih relawan untuk pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat, dan ada kolaborasi dengan pihak lain/*stakeholder*	1) Tingkat partisipasi rendah, tidak tersedia mekanisme kolaborasi 2) Tingkat partisipasi dan kolaborasi sedang 3) Tingkat partisipasi tinggi, terdapat pengelolaan yang kolaboratif

UNIVERSITAS GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 2. Tabel indikator resiliensi ekonomi (Lewis dan Brown 2014).

No	Indikator	Skor
1.	Kegiatan ekonomi lokal	1) Tidak terdapat usaha ekonomi lokal 2) Usaha ekonomi lokal berjumlah menengah 3) Terdapat banyak usaha ekonomi lokal
2.	Stabilitas pekerjaan masyarakat	1) Mayoritas responden memiliki pekerjaan tidak tetap 2) Masyarakat dengan pekerjaan tetap dan tidak tetap berjumlah seimbang 3) Mayoritas responden memiliki pekerjaan tetap
3.	Distribusi kepemilikan aset di masyarakat	1) Kepemilikan aset terpusat di satu kepemilikan 2) Kepemilikan aset dimiliki oleh beberapa kelompok masyarakat 3) Kepemilikan aset terdistribusi secara merata
4.	Diversifikasi mata pencaharian masyarakat	1) Rendah 2) Sedang 3) Tinggi
5.	Sistem transportasi terhubung dengan lokasi untuk memasarkan produk perikanan/pertanian	1) Jaringan transportasi sedikit untuk memasarkan produk 2) Jaringan transportasi cukup untuk memasarkan produk 3) Jaringan transportasi terintegrasi untuk memasarkan produk
6.	Aset rumah tangga dan masyarakat cukup besar dan beragam untuk mendukung strategi mengatasi krisis	1) Terbatas 2) Memadai 3) Optimal
7.	Biaya dan risiko bencana ditanggung bersama menggunakan aset yang dimiliki bersama/kelompok	1) Tidak ada skema pembagian risiko 2) Pembagian risiko melalui keluarga dan struktur non-formal 3) Pembagian risiko melalui struktur formal
8.	Adanya skema simpan pinjam dalam kelompok/masyarakat dan/akses terhadap layanan keuangan mikro	1) Tidak ada 2) Struktur non-formal 3) Struktur formal

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
POTENSI STOK KARBON DAN RESILIENSI SOSIO-EKONOMI MASYARAKAT PESISIR DI DAERAH REHABILITASI MANGROVE SUNGAI BOGOWONTO
Nor Liza, Siti Nurleily Marliana, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

No	Indikator	Skor
9.	Pemanfaatan hasil hutan bukan kayu	1) Tidak diketahui 2) Hasil hutan bukan kayu untuk konsumsi pribadi 3) Hasil hutan bukan kayu untuk konsumsi pribadi dan dijual