

Penguatan Literasi Ekologi Sosial Pesisir dan Valuasi Karbon Mangrove dalam Mendukung *Eco Forest City* di Medan Belawan

Suranto^{1,4*}, **Rahmawaty**^{1,2}, **Isnen Fitri**^{1,3}, **Luthfi Hakim**^{1,2}, **Ismayadi**^{1,5}, **Darnianti**^{1,6}, **Eling Tuhono**¹, **Suarno**¹

¹ Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

² Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Deli Serdang, 20353, Sumatera Utara, Indonesia

³ Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

⁴ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, Medan, 20214, Indonesia

⁵ Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Keperawatan, Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

⁶ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Quality, Medan 20132, Indonesia

*Corresponding author: suranto@upmi.ac.id

Keywords: Carbon Valuation, Coastal Social Ecology, Community Service, Eco Forest City, Mangroves

Articles History

Submitted:

May 10th 2026

Revised:

May 28th 2026

Accepted:

May 30th 2026

Available Online:

May 31st 2026

E-ISSN: 3109-3043

Abstract Medan Belawan District is a strategic coastal area in Medan City that has important ecological, social, and economic functions. The presence of mangroves and urban trees in this area acts as green infrastructure that supports coastal protection, carbon storage, biota habitat, and urban environmental resilience. This community service activity aims to strengthen coastal social ecological literacy, increase participants' understanding of the carbon valuation of mangroves and urban trees, and encourage collective awareness in supporting the development of Eco Forest City in Medan Belawan. The activities were carried out through excursion studies, field observations, academic discussions, ecological data interpretation, and dissemination of results through online mass media. The community service material was supported by data on vegetation inventory, mangrove cover, tree health, carbon storage, carbon economic value, and priority management zoning. The results of the activity showed that mangroves are a dominant component of Medan Belawan's public green spaces, namely 157 of 218 inventory units or 72.02%. The dominant species is *Avicennia marina* with 105 individuals or 48.17%. Mangrove cover increased from 393.28 ha in 2005 to 1,110.00 ha in 2025. Carbon storage is estimated to reach 35,106 kg C or 128,840 kg CO₂e, with a carbon economic value of Rp471,091,349. The outputs of the activity include increased participant literacy, recommendations for coastal green space management, activity documentation, community service articles, and news releases in Borneonews. This activity demonstrates that community service based on scientific data can be a bridge between research, field learning, communities, and coastal management policies.

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir perkotaan menghadapi tekanan lingkungan yang semakin kompleks akibat pertumbuhan permukiman, aktivitas pelabuhan, perubahan penggunaan lahan, penurunan kualitas lingkungan, dan tekanan ekonomi masyarakat. Tekanan tersebut dapat mengurangi fungsi

ekosistem pesisir dan memengaruhi kehidupan sosial masyarakat yang bergantung pada ruang pesisir. Dalam konteks perubahan iklim, infrastruktur hijau memiliki peran penting untuk memperkuat kapasitas adaptasi kota melalui pengaturan mikroklimat, perlindungan ruang terbuka, dan penyediaan jasa ekosistem (Carter et al., 2015; Gill et al., 2007).

Medan Belawan merupakan salah satu kawasan pesisir penting di Kota Medan. Kawasan ini memiliki karakter khas karena menjadi ruang pertemuan antara aktivitas pelabuhan, permukiman masyarakat, vegetasi *mangrove*, pohon perkotaan, dan dinamika tata ruang kota. Kondisi tersebut menjadikan Belawan sebagai lokasi yang relevan untuk kegiatan pengabdian masyarakat berbasis ekologi sosial pesisir. Pemetaan tutupan *mangrove* di kawasan utara Kota Medan juga menunjukkan bahwa dinamika *mangrove* perlu dipahami sebagai bagian dari perubahan lanskap pesisir yang berlangsung dalam jangka panjang (Rahmawaty, 2023).

Dalam perspektif pengelolaan lingkungan, *mangrove* dan pohon perkotaan tidak dapat dipahami hanya sebagai elemen vegetasi. Keduanya berfungsi sebagai infrastruktur hijau yang mendukung perlindungan pantai, penyimpanan karbon, pengaturan mikroklimat, habitat biota, dan kualitas lingkungan perkotaan. Vegetasi perkotaan diketahui berkontribusi terhadap penyediaan jasa ekosistem, termasuk mitigasi polusi udara dan pengaturan kualitas lingkungan (Escobedo et al., 2011). Pada kawasan pesisir, *mangrove* memiliki fungsi tambahan berupa perlindungan garis pantai, penyediaan habitat, dan penyimpanan karbon biru yang penting bagi ketahanan kawasan (Krauss et al., 2008; Tomlinson, 2016).

Kegiatan studi ekskursi mahasiswa Program Doktor Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Sumatera Utara menjadi salah satu bentuk pengabdian yang menghubungkan ilmu pengetahuan, ruang pesisir, dan masyarakat. Kegiatan ini telah dipublikasikan melalui Borneonews dengan judul Studi Ekskursi Mahasiswa S3 PSL USU Telusuri Ekologi-Sosial Pesisir Medan: Membangun Koneksi Ilmu, Ruang, dan Masyarakat. Publikasi tersebut menegaskan bahwa kegiatan diarahkan untuk memberi pengalaman langsung dalam memahami dinamika lingkungan pesisir dan perencanaan kota (Borneonews, 2026).

Pengabdian masyarakat berbasis studi ekskursi memiliki nilai strategis karena peserta dapat melihat langsung kondisi kawasan pesisir. Peserta tidak hanya menerima materi secara teoritis, tetapi juga memahami hubungan antara *mangrove*, ruang kota, masyarakat, ekonomi lokal, dan kebijakan lingkungan. Model ini sejalan dengan prinsip pengambilan keputusan berbasis bukti, yaitu mendorong data ilmiah agar dapat digunakan untuk memperkuat pemahaman publik dan kebijakan lingkungan (Cooke et al., 2023).

Data ekologis Medan Belawan menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki modal lingkungan yang kuat. Dari 218 unit inventarisasi ruang hijau publik, sebanyak 157 unit atau 72,02% merupakan komponen *mangrove*. Jenis dominan adalah *Avicennia marina* sebanyak 105 individu

atau 48,17%. Tutupan *mangrove* meningkat dari 393,28 ha pada 2005 menjadi 1.110,00 ha pada 2025. Data ini menunjukkan bahwa Belawan memiliki potensi besar sebagai kawasan pendukung *Eco Forest City*. Konsep kota hutan atau forest city menempatkan vegetasi sebagai elemen strategis dalam pembangunan rendah karbon dan peningkatan kualitas lingkungan perkotaan (Liao et al., 2021; Aulia et al., 2023). Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi ekologi sosial pesisir, memperkenalkan konsep valuasi karbon *mangrove* dan pohon perkotaan, serta memperkuat pemahaman tentang pentingnya *Eco Forest City* di kawasan Medan Belawan.

Permasalahan utama yang menjadi dasar kegiatan ini adalah masih terbatasnya pemahaman publik mengenai nilai strategis *mangrove* dan pohon perkotaan dalam pengelolaan kawasan pesisir. *Mangrove* sering dipahami hanya sebagai vegetasi pantai. Padahal, *mangrove* berperan dalam mitigasi perubahan iklim, perlindungan garis pantai, penyediaan habitat, penyerapan karbon, dan penguatan ketahanan lingkungan pesisir (Krauss et al., 2008; Tomlinson, 2016). Permasalahan kedua adalah belum optimalnya penerjemahan data ilmiah menjadi informasi yang mudah dipahami masyarakat. Data inventarisasi pohon, tutupan *mangrove*, simpanan karbon, nilai ekonomi karbon, dan zonasi prioritas sering hanya berada dalam ruang akademik. Padahal, data tersebut dapat menjadi dasar edukasi publik dan perencanaan pengelolaan pesisir. Pendekatan valuasi lingkungan perlu dikomunikasikan secara hati-hati karena nilai ekonomi hanya merepresentasikan sebagian dari manfaat ekosistem dan tidak menggantikan nilai ekologis, sosial, dan budaya yang lebih luas (Jacobs et al., 2023). Permasalahan ketiga adalah perlunya penguatan hubungan antara perguruan tinggi dan masyarakat pesisir. Perguruan tinggi memiliki kapasitas akademik, data, dan metode ilmiah. Masyarakat memiliki pengalaman langsung dalam menghadapi perubahan lingkungan pesisir. Keduanya perlu dihubungkan melalui kegiatan pengabdian yang dialogis, aplikatif, dan berbasis kebutuhan lapangan. Partisipasi dalam kegiatan yang berkaitan dengan ruang hijau juga dapat memperkuat pemahaman dan perhatian masyarakat terhadap manfaat lingkungan perkotaan (Ihle et al., 2024).

Tabel 1. Permasalahan, Solusi dan Luaran Kegiatan

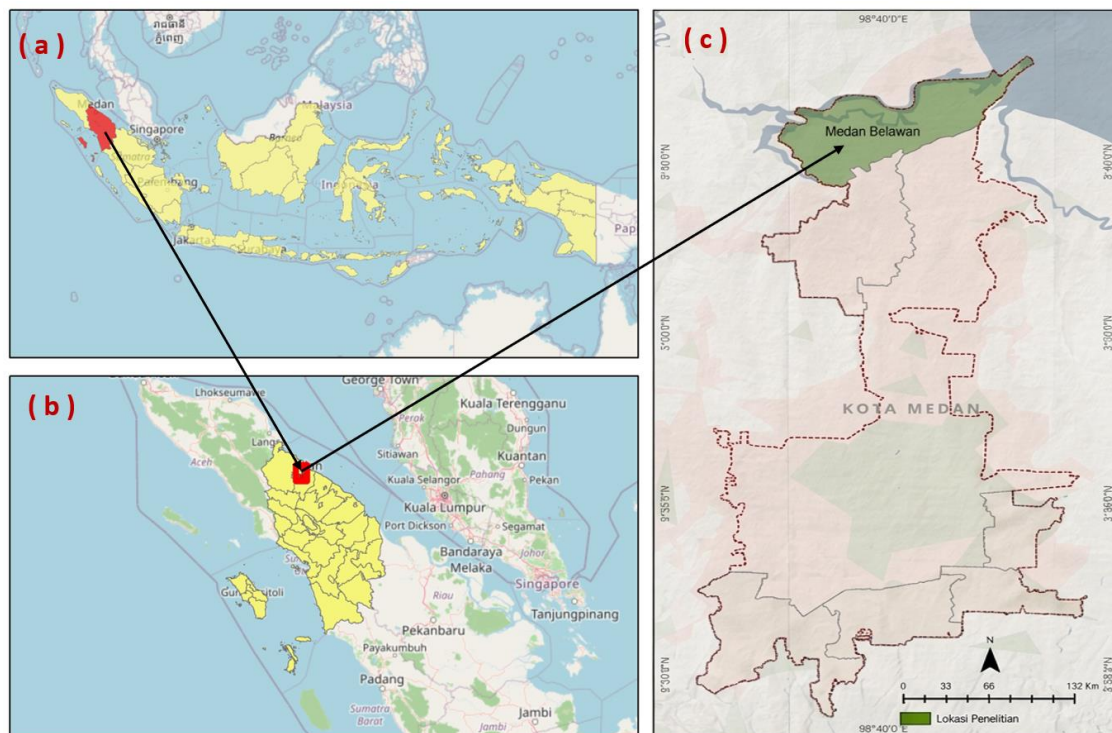
Permasalahan	Solusi kegiatan	Luaran yang dihasilkan
Pemahaman peserta tentang fungsi <i>mangrove</i> masih perlu diperkuat	Edukasi ekologi sosial pesisir dan observasi lapangan	Peningkatan literasi ekologi pesisir
Data ilmiah belum banyak diterjemahkan menjadi informasi publik	Penyampaian data vegetasi, karbon, dan valuasi ekonomi secara sederhana	Materi edukasi berbasis data

Permasalahan	Solusi kegiatan	Luaran yang dihasilkan
Nilai ekonomi <i>mangrove</i> belum mudah dipahami	Pengenalan valuasi karbon <i>mangrove</i> dan pohon perkotaan	Pemahaman nilai karbon sebagai dasar advokasi lingkungan
Pengelolaan pesisir membutuhkan prioritas ruang	Pengenalan zonasi prioritas pengelolaan	Rekomendasi pengelolaan berbasis lokasi
Diseminasi kegiatan masih perlu diperluas	Publikasi <i>release</i> kegiatan di media daring	<i>Release</i> berita di Borneonews

METODE PELAKSANAAN

Lokasi Kegiatan

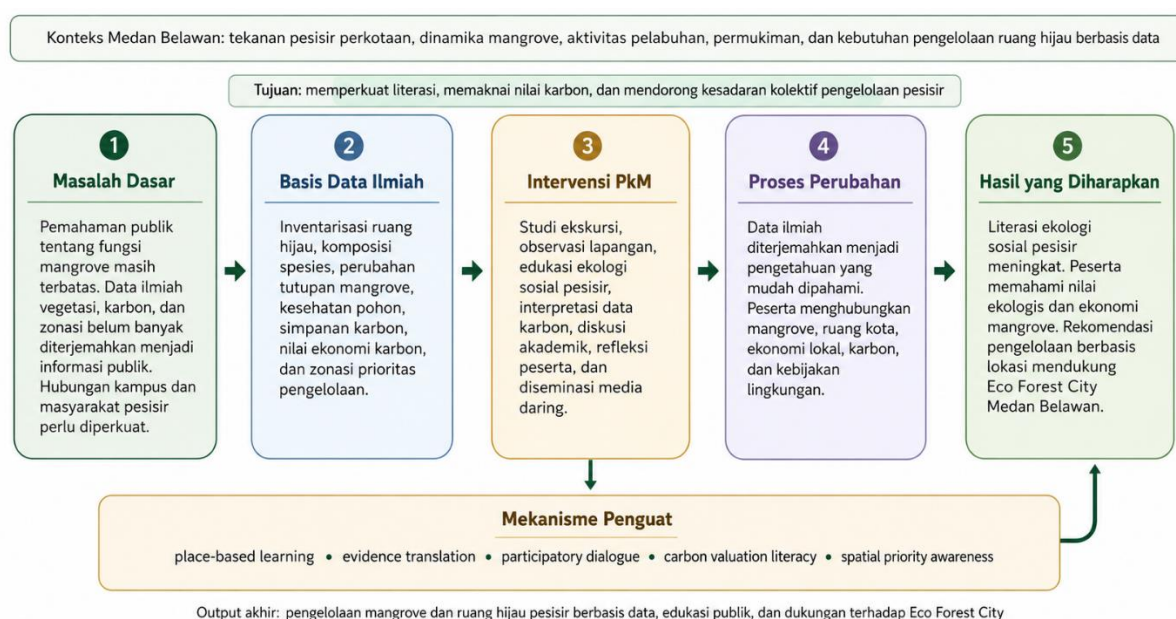
Kegiatan dilaksanakan di kawasan pesisir Medan Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara. Lokasi ini dipilih karena memiliki karakter ekologis dan sosial yang kuat. Kawasan ini mencakup ekosistem *mangrove*, ruang hijau publik, jalur hijau jalan, aktivitas pelabuhan, permukiman, serta ruang sosial masyarakat pesisir. Kajian tentang perubahan tutupan *mangrove* di kawasan utara Kota Medan menjadi dasar penting untuk memahami konteks ekologis Belawan sebagai wilayah pesisir perkotaan (Rahmawaty, 2023).



Gambar 1. Peta Lokasi Studi Ekskursi (a) Sumatera Utara, (b) Kota Medan, (c) Kecamatan Medan Belawan

Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual kegiatan ini disusun untuk menunjukkan hubungan antara masalah pengelolaan pesisir, basis data ilmiah, proses pengabdian masyarakat, dan hasil yang diharapkan. Kerangka ini menempatkan data ekologis, seperti inventarisasi ruang hijau, perubahan tutupan *mangrove*, kesehatan pohon, simpanan karbon, nilai ekonomi karbon, dan zonasi prioritas sebagai dasar edukasi publik. Data tersebut diterjemahkan melalui studi ekskursi, observasi lapangan, diskusi, dan diseminasi media sehingga peserta dapat memahami *mangrove* sebagai infrastruktur hijau pesisir, aset karbon, dan elemen penting dalam pengembangan Eco Forest City di Medan Belawan.



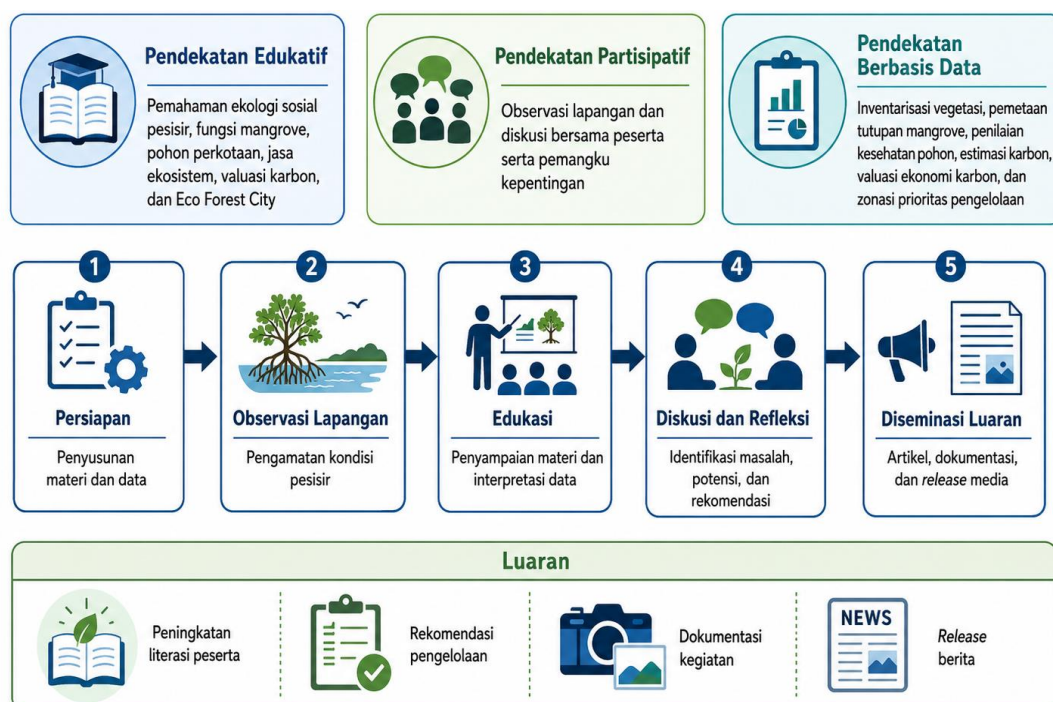
Gambar 2. Kerangka Konseptual Penguatan Literasi Ekologi Sosial Pesisir dan Valuasi Karbon *Mangrove*

Gambar 2 menjelaskan bahwa penguatan literasi ekologi sosial pesisir tidak berdiri sendiri, tetapi dibangun melalui penerjemahan data ilmiah ke dalam pengalaman belajar lapangan. Inventarisasi vegetasi, data tutupan *mangrove*, kondisi kesehatan pohon, estimasi karbon, nilai ekonomi karbon, dan zonasi prioritas berperan sebagai input utama. Input tersebut diolah melalui pendekatan edukatif, partisipatif, dan berbasis data. Proses ini menghasilkan peningkatan pemahaman peserta tentang fungsi ekologis *mangrove*, nilai ekonomi jasa penyimpanan karbon, serta pentingnya pengelolaan pesisir berbasis.

Pendekatan Kegiatan

Sasaran kegiatan meliputi mahasiswa Program Doktor Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, dosen pendamping, masyarakat pesisir, serta pemangku kepentingan yang memiliki

perhatian terhadap pengelolaan ruang hijau, ekosistem *mangrove*, dan pembangunan kota berkelanjutan. Kegiatan menggunakan pendekatan edukatif, partisipatif, dan berbasis data. Pendekatan edukatif digunakan untuk memberikan pemahaman mengenai ekologi sosial pesisir, fungsi *mangrove*, pohon perkotaan, jasa ekosistem, valuasi karbon, dan *Eco Forest City*. Pendekatan partisipatif dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi. Pendekatan berbasis data dilakukan dengan memanfaatkan hasil inventarisasi vegetasi, pemetaan tutupan *mangrove*, penilaian kesehatan pohon, estimasi karbon, valuasi ekonomi karbon, dan zonasi prioritas pengelolaan. Penggunaan data dan analisis spasial mendukung proses penentuan prioritas pengelolaan ruang hijau secara lebih sistematis (Bousquet et al., 2023; Gelan, 2021).



Gambar 3. Alur Kegiatan Pengabdian Masyarakat Berbasis Ekologi Sosial Pesisir

Tabel 2. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap	Bentuk Kegiatan	Materi Utama	Output
Persiapan	Penyusunan materi dan data pendukung	Data vegetasi, <i>mangrove</i> , karbon, dan zonasi prioritas	Materi edukasi lapangan
Observasi lapangan	Pengamatan kawasan pesisir Medan Belawan	<i>Mangrove</i> , pohon perkotaan, aktivitas masyarakat, dan tekanan lingkungan	Catatan lapangan
Edukasi	Penyampaian materi kepada peserta	Ekologi sosial pesisir, valuasi karbon dan <i>Eco Forest City</i>	Peningkatan pemahaman peserta

Tahap	Bentuk Kegiatan	Materi Utama	Output
Diskusi	Refleksi hasil pengamatan	Masalah, potensi dan prioritas pengelolaan	Rumusan rekomendasi awal
Diseminasi	Publikasi dan dokumentasi kegiatan	Release media dan dokumentasi kegiatan	Publikasi Borneonews, artikel PkM dan dokumentasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Studi Ekskursi Sebagai Bentuk Pengabdian

Kegiatan studi ekskursi menjadi media pengabdian yang efektif karena menggabungkan observasi, edukasi, dan refleksi lapangan. Peserta tidak hanya melihat kondisi fisik kawasan pesisir, tetapi juga memahami hubungan antara manusia, ruang, vegetasi, dan kebijakan lingkungan. Kegiatan lapangan seperti ini memperkuat praktik pendidikan lingkungan karena peserta dapat menghubungkan bukti empiris dengan realitas sosial-ekologis setempat (Cooke et al., 2023). Melalui kegiatan ini, peserta memperoleh pemahaman bahwa kawasan pesisir merupakan sistem sosial-ekologis. Sistem ini mencakup komponen biofisik, seperti *mangrove*, pohon perkotaan, tanah, air, dan salinitas. Sistem ini juga mencakup komponen sosial, seperti permukiman, aktivitas ekonomi, akses ruang, pengetahuan masyarakat, dan kebijakan pengelolaan. Kegiatan ini memperlihatkan pentingnya pendekatan lintas disiplin. Pengelolaan Medan Belawan tidak cukup hanya menggunakan perspektif kehutanan atau lingkungan. Kawasan ini juga perlu dibaca melalui perspektif arsitektur kota, perencanaan wilayah, ekonomi lingkungan, sosial masyarakat, dan tata kelola pesisir. Pendekatan lintas disiplin relevan karena manfaat infrastruktur hijau perkotaan mencakup dimensi ekologis, kesehatan, sosial, dan ekonomi (Herath & Bai, 2024).

Struktur Ruang Hijau Publik Medan Belawan

Data inventarisasi menunjukkan bahwa ruang hijau publik di Medan Belawan didominasi oleh *mangrove*. Dari total 218 unit inventarisasi, sebanyak 157 unit atau 72,02% berada pada kawasan *mangrove*. Sebanyak 59 unit atau 27,06% berada pada jalur hijau jalan. Sisanya, 2 unit atau 0,92%, berada pada ruang hijau pemakaman. Komposisi ini menunjukkan bahwa ruang hijau Medan Belawan bersifat pesisir dan berbasis *mangrove*. Artinya, kekuatan utama ruang hijau Belawan tidak terletak pada taman kota atau hutan kota formal, tetapi pada keberadaan ekosistem *mangrove*. Dalam pengelolaan kota, struktur vegetasi dan komposisi jenis berpengaruh terhadap jasa ekosistem yang dapat diberikan oleh ruang hijau (Escobedo et al., 2011; Kang et al., 2022).

Tabel 3. Komposisi Ruang Hijau Publik Medan Belawan

Tipe Ruang Hijau	Jumlah Unit/Pohon	Persentase (%)
<i>Mangrove</i>	157	72,02
Jalur hijau jalan	59	27,06
Ruang hijau pemakaman	2	0,92
Total	218	100,00

Dominasi Spesies Vegetasi

Komposisi jenis memperkuat karakter pesisir Medan Belawan. Jenis *Avicennia marina* menjadi jenis dominan dengan 105 individu atau 48,17%. Jenis lain yang ditemukan dalam jumlah cukup besar adalah *Pterocarpus indicus* sebanyak 31 individu atau 14,22%, *Avicennia alba* sebanyak 30 individu atau 13,76%, dan *Rhizophora apiculata* sebanyak 19 individu atau 8,72%. Dominasi *Avicennia marina* menunjukkan bahwa vegetasi Belawan memiliki karakter adaptif terhadap kondisi pesisir dan estuari. Secara botani, kelompok *Avicennia* dan *Rhizophora* merupakan komponen penting dalam komunitas *mangrove* tropis yang mampu menyesuaikan diri dengan kondisi salinitas dan substrat pesisir (Tomlinson, 2016). Namun, dominasi satu jenis juga perlu dicermati. Pengelolaan ruang hijau pesisir perlu mempertimbangkan keanekaragaman jenis agar fungsi ekologis lebih stabil.

Tabel 4. Spesies Dominan di Medan Belawan

Spesies	Jumlah Individu	Persentase Dari Total Inventarisasi (%)
<i>Avicennia marina</i>	105	48,17
<i>Pterocarpus indicus</i>	31	14,22
<i>Avicennia alba</i>	30	13,76
<i>Rhizophora apiculata</i>	19	8,72
Spesies lainnya	33	15,14
Total	218	100,00

Dinamika Tutupan Mangrove

Tutupan *mangrove* di Medan Belawan menunjukkan peningkatan dalam periode 2005 sampai 2025. Luas *mangrove* meningkat dari 393,28 ha pada 2005 menjadi 1.070,87 ha pada 2015, 1.093,93 ha pada 2019, 1.102,00 ha pada 2020, dan 1.110,00 ha pada 2025. Secara keseluruhan, terdapat peningkatan sebesar 716,72 ha atau sekitar 182% dalam dua dekade. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *mangrove* masih memiliki posisi kuat dalam lanskap pesisir Belawan. Temuan ini konsisten dengan pentingnya pemantauan perubahan tutupan *mangrove* di kawasan utara Kota Medan untuk membaca dinamika ekologis pesisir secara spasial dan temporal

(Rahmawaty, 2023). Namun, peningkatan tutupan *mangrove* tidak boleh diartikan bahwa seluruh masalah lingkungan telah selesai. Kawasan pesisir tetap menghadapi tekanan dari aktivitas manusia. Karena itu, peningkatan tutupan perlu diikuti oleh pengelolaan kualitas ekosistem, pemantauan kesehatan vegetasi, dan penguatan keterlibatan masyarakat. Faktor lingkungan seperti salinitas, hidrologi, dan gangguan fisik dapat memengaruhi pembentukan dan perkembangan *mangrove* (Krauss et al., 2008).

Tabel 5. Perubahan tutupan *mangrove* Medan Belawan 2005-2025

Tahun	Tutupan <i>Mangrove</i> (ha)	Perubahan dari 2005 (ha)
2005	393,28	Dasar pengamatan
2015	1.070,87	+677,59
2019	1.093,93	+700,65
2020	1.102,00	+708,72
2025	1.110,00	+716,72

Kesehatan Pohon Sebagai Dasar Pemantauan

Hasil penilaian kesehatan pohon pada sampel Belawan menunjukkan bahwa 9 pohon atau 50,00% berada dalam kondisi sehat, 8 pohon atau 44,44% mengalami kerusakan ringan, dan 1 pohon atau 5,56% mengalami kerusakan sedang. Tidak ditemukan pohon dengan kategori rusak berat pada sampel yang dinilai. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar pohon masih memiliki fungsi ekologis yang cukup baik. Namun, proporsi kerusakan ringan yang cukup tinggi perlu menjadi perhatian. Kerusakan ringan dapat berkembang menjadi kerusakan sedang atau berat jika tidak dipantau. Identifikasi kerusakan pohon penting dilakukan karena kondisi fisik pohon memengaruhi fungsi ekologis, keselamatan, dan kualitas ruang hijau (Fikri et al., 2023; Pretzsch et al., 2023). Materi ini disampaikan kepada peserta untuk menegaskan bahwa pengelolaan ruang hijau tidak cukup hanya menanam pohon. Pohon yang sudah ada perlu dirawat, dipantau, dan dievaluasi secara berkala. Pemantauan kesehatan pohon dapat membantu mencegah risiko kerusakan, penurunan fungsi ekologis, dan gangguan keselamatan ruang publik.

Tabel 6. Kondisi Kesehatan Pohon Sampel Medan Belawan

Kategori Kesehatan	Jumlah pohon	Persentase (%)
Sehat	9	50,00
Rusak ringan	8	44,44
Rusak sedang	1	5,56
Rusak berat	0	0,00
Total	18	100,00

Valuasi Karbon Sebagai Media Edukasi Publik

Data valuasi karbon menunjukkan bahwa vegetasi di Medan Belawan menyimpan karbon sebesar 35.106 kg C atau setara 128.840 kg CO₂e. Nilai ekonomi karbonnya diperkirakan sebesar Rp471.091.349. Angka ini memiliki fungsi edukatif yang kuat. Peserta dapat memahami bahwa *mangrove* dan pohon perkotaan memiliki nilai ekonomi yang dapat dihitung. Dengan demikian, vegetasi tidak hanya dipahami sebagai elemen lanskap, tetapi juga sebagai aset lingkungan. Kajian pada hutan kota menunjukkan bahwa ruang hijau memiliki kontribusi terhadap pembangunan rendah karbon melalui penyediaan jasa ekosistem dan penyimpanan karbon (Aulia et al., 2023; Braga et al., 2024). Namun, kegiatan ini juga menekankan bahwa nilai ekonomi karbon bukan nilai total ekosistem. Nilai tersebut hanya merepresentasikan jasa penyimpanan karbon. *Mangrove* masih memiliki manfaat lain yang tidak tercakup dalam angka tersebut, seperti perlindungan pantai, habitat biota, pengurangan risiko banjir rob, penyangga kualitas air, dan manfaat sosial bagi masyarakat pesisir. Karena itu, valuasi karbon harus dibaca sebagai alat bantu pengambilan keputusan, bukan sebagai pengganti seluruh nilai ekologis dan sosial ekosistem (Jacobs et al., 2023; Pataki et al., 2021).

Tabel 7. Indikator Karbon dan Nilai Ekonomi Vegetasi Medan Belawan

Indikator	Nilai
Simpanan karbon	35.106 kg C
Setara karbon dioksida	128.840 kg CO ₂ e
Nilai ekonomi karbon	Rp471.091.349
Fungsi edukatif	Menjelaskan nilai ekonomi jasa penyimpanan karbon
Batas interpretasi	Tidak mewakili seluruh nilai jasa ekosistem <i>mangrove</i>

Zonasi Prioritas Pengelolaan

Hasil Spatial Multi-Criteria Decision Analysis menunjukkan bahwa 69,45% wilayah Belawan masuk dalam zona prioritas sedang, sedangkan 30,55% masuk dalam zona prioritas tinggi. Tidak terdapat zona prioritas rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa Medan Belawan memerlukan pengelolaan aktif. Zona prioritas sedang membutuhkan pemantauan rutin dan pemeliharaan. Zona prioritas tinggi membutuhkan intervensi lebih kuat, seperti perlindungan *mangrove*, rehabilitasi vegetasi, pengendalian tekanan lahan, serta penguatan edukasi masyarakat. Analisis multikriteria spasial banyak digunakan dalam perencanaan ruang hijau karena mampu menggabungkan beberapa indikator ekologis dan spasial untuk mendukung penetapan prioritas (Bousquet et al., 2023; Kayitete et al., 2025). Dalam kegiatan pengabdian, informasi zonasi ini membantu peserta memahami bahwa pengelolaan lingkungan perlu berbasis lokasi. Tidak semua wilayah memerlukan bentuk intervensi yang sama. Kawasan dengan tekanan lebih tinggi perlu

mendapat perhatian lebih besar.

Tabel 8. Zonasi prioritas pengelolaan Medan Belawan

Kategori Prioritas	Persentase Wilayah (%)	Implikasi Pengelolaan
Prioritas sedang	69,45	Pemantauan rutin, pemeliharaan vegetasi, dan edukasi berkala.
Prioritas tinggi	30,55	Intervensi intensif, rehabilitasi, perlindungan <i>mangrove</i> dan pengendalian tekanan lahan.
Prioritas rendah	0,00	Tidak ditemukan dalam hasil analisis.

Luaran Kegiatan

Luaran kegiatan pengabdian masyarakat ini terdiri atas luaran akademik, luaran edukatif, luaran media, luaran dokumentasi, luaran rekomendatif, dan luaran visual. Setiap luaran dirancang agar kegiatan tidak berhenti pada pelaksanaan lapangan, tetapi juga menghasilkan dampak diseminasi dan bahan tindak lanjut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Luaran Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Jenis luaran	Bentuk luaran	Keterangan
Luaran akademik	Artikel pengabdian masyarakat	Disusun berdasarkan studi ekskursi, data ekologi, dan valuasi karbon
Luaran edukatif	Peningkatan literasi peserta	Peserta memahami ekologi sosial pesisir, <i>mangrove</i> , karbon, dan <i>Eco Forest City</i>
Luaran media massa	<i>Release</i> berita Borneonews	Diseminasi kegiatan kepada publik luas
Luaran dokumentasi	Foto, catatan lapangan, bahan presentasi	Arsip kegiatan dan bahan laporan
Luaran rekomendatif	Rekomendasi pengelolaan pesisir	Arahan perlindungan <i>mangrove</i> , pemantauan pohon, dan pengelolaan zona prioritas
Luaran visual	Grafik dan tabel data	Mendukung penyajian artikel agar lebih informatif

Diseminasi melalui media massa penting untuk memperluas jangkauan informasi lingkungan kepada publik dan memperkuat fungsi komunikasi ilmiah kepada masyarakat (Borneonews, 2026; Cooke et al., 2023). *Release* berita menjadi luaran penting karena memperluas jangkauan kegiatan pengabdian. Publikasi tersebut memperlihatkan bahwa kegiatan akademik

tidak hanya berlangsung di ruang kampus, tetapi juga masuk ke ruang publik melalui media massa daring. Dengan adanya *release* media, isu ekologi sosial pesisir Medan dapat dibaca oleh masyarakat yang lebih luas (Borneonews, 2026).

Dampak Kegiatan

Kegiatan ini memberikan dampak pada tiga aspek utama. Pertama, dampak kognitif. Peserta memperoleh pemahaman lebih baik tentang fungsi *mangrove*, nilai karbon, dan pentingnya pengelolaan pesisir berbasis data. Peningkatan literasi ini relevan karena manfaat ruang hijau perkotaan perlu dipahami tidak hanya dari aspek fisik, tetapi juga dari dimensi sosial, kesehatan, dan keberlanjutan kota (Herath & Bai, 2024; Ihle et al., 2024). Kedua, dampak sosial. Kegiatan membangun ruang dialog antara akademisi, mahasiswa, dan masyarakat. Dialog ini penting untuk memahami persoalan pesisir dari sudut pandang ilmiah dan pengalaman lokal. Ketiga, dampak kelembagaan. Kegiatan memperkuat peran perguruan tinggi dalam mendukung pengelolaan lingkungan berbasis riset dan pengabdian. Diseminasi melalui media massa daring juga memperluas jangkauan kegiatan kepada publik.

Tabel 10. Dampak Kegiatan Terhadap Peserta dan Pengelolaan Pesisir

Aspek dampak	Sebelum kegiatan	Setelah kegiatan
Pemahaman fungsi <i>mangrove</i>	<i>Mangrove</i> cenderung dilihat sebagai vegetasi pantai	<i>Mangrove</i> dipahami sebagai infrastruktur hijau pesisir
Pemahaman karbon	Nilai karbon belum mudah dipahami	Karbon dipahami sebagai indikator nilai ekologis dan ekonomi
Kesadaran pengelolaan	Pengelolaan lebih bersifat umum	Pengelolaan diarahkan berbasis data dan zonasi prioritas
Koneksi akademik-masyarakat	Data ilmiah terbatas di ruang akademik	Data digunakan sebagai media edukasi publik
Diseminasi kegiatan	Terbatas pada peserta kegiatan	Tersebar melalui <i>release</i> media daring

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berbasis studi ekskursi di Medan Belawan berhasil memperkuat literasi ekologi sosial pesisir dan pemahaman peserta mengenai nilai ekologis serta ekonomi *mangrove* dan pohon perkotaan. Data menunjukkan bahwa ruang hijau publik Medan Belawan didominasi oleh *mangrove*, yaitu 157 dari 218 unit inventarisasi atau 72,02%. Tutupan *mangrove* juga meningkat dari 393,28 ha pada 2005 menjadi 1.110,00 ha pada 2025. Estimasi simpanan karbon sebesar 35.106 kg C atau 128.840 kg CO₂e, dengan nilai ekonomi karbon

Rp471.091.349, menunjukkan bahwa vegetasi pesisir Belawan memiliki kontribusi penting terhadap mitigasi perubahan iklim dan pengembangan *Eco Forest City*. Nilai tersebut perlu dipahami sebagai indikator pendukung pengambilan keputusan, bukan sebagai satu-satunya ukuran manfaat ekosistem. Luaran kegiatan meliputi peningkatan literasi peserta, artikel pengabdian masyarakat, dokumentasi kegiatan, rekomendasi pengelolaan, visualisasi data dan *release* berita di Borneonews. *Release* media menjadi luaran penting karena memperluas diseminasi kegiatan kepada masyarakat luas dan memperkuat keterhubungan antara ilmu, ruang pesisir, dan publik.

Pengelolaan Medan Belawan sebagai kawasan pendukung *Eco Forest City* perlu diarahkan pada perlindungan *mangrove*, pemantauan kesehatan pohon, dan pengelolaan zona prioritas tinggi. Edukasi valuasi karbon perlu dikembangkan dalam bentuk infografik, poster, modul singkat, atau video edukasi agar lebih mudah dipahami masyarakat pesisir. Kegiatan studi ekskursi perlu dilanjutkan secara berkala dengan melibatkan masyarakat, pemerintah daerah, akademisi, dan pemangku kepentingan lokal. Hasil penelitian ekologis perlu terus diterjemahkan menjadi bahan pengabdian agar data ilmiah dapat memberi manfaat langsung bagi masyarakat dan kebijakan lingkungan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Tahun Anggaran 2025 melalui Skema Penelitian Disertasi Doktor dengan Nomor Kontrak 7/UN5.4.10.K/PT.01.03/DPPM/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditio, R., Sudiar, N. Y., Dwiridal, L., & Amir, H. (2023). Microclimate characteristics in mangrove forest areas in Padang City. *Journal of Climate Change and Society*, 1(2). <https://doi.org/10.24036/jccs/vol1-iss2/17>
- Aulia, R., Kaswanto, Arifin, H. S., Mosyaftiani, A., Syasita, N., Wahyu, A., & Wiyoga, H. (2023). Assessing the benefits and management of urban forests in supporting low carbon city development in Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(11), 6151-6159. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d241136>
- Borneonews. (2026). Studi ekskursi mahasiswa S3 PSL USU telusuri ekologi-sosial pesisir Medan: Membangun koneksi ilmu, ruang, dan masyarakat. Borneonews. <https://www.borneonews.co.id/berita/420648-studi-ekskursi-mahasiswa-s3-psl-usu-telusuri-ekologi-sosial-pesisir-medan-membangun-koneksi-ilmu-ruang-dan-masyarakat>
- Bousquet, M., Kuller, M., Lacroix, S., & Vanrolleghem, P. A. (2023). A critical review of multicriteria decision analysis practices in the planning of urban green spaces and nature-based solutions. *Blue-Green Systems*, 5(2), 200-219. <https://doi.org/10.2166/bgs.2023.132>

- Braga, C. I., Petrea, S., Radu, G. R., Cucu, A. B., Serban, T., Zaharia, A., & Leca, S. (2024). Carbon sequestration dynamics in peri-urban forests: Comparing secondary succession and mature stands under varied forest management practices. *Land*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/land13040492>
- Carter, J. G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., & Kazmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, 1-66. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.08.001>
- Cooke, S. J., Cook, C. N., Nguyen, V. M., Walsh, J. C., Young, N., Cvitanovic, C., Grainger, M. J., Randall, N. P., Muir, M., Kadykalo, A. N., Monk, K. A., & Pullin, A. S. (2023). Environmental evidence in action: On the science and practice of evidence synthesis and evidence-based decision-making. *Environmental Evidence*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13750-023-00302-5>
- Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159(8-9), 2078-2087. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.010>
- Fikri, K., Latifah, S., Mahakam, I. A., & Aji, L. (2023). Identifikasi tipe kerusakan pohon di RTH Kampus Universitas Mataram. *Jurnal Ilmu Kehutanan Avicennia*, 6, 12-25. <https://doi.org/10.22219/avicennia.v6i1.21637>
- Gelan, E. (2021). GIS-based multi-criteria analysis for sustainable urban green spaces planning in emerging towns of Ethiopia: The case of Sululta town. *Environmental Systems Research*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-021-00220-w>
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- Herath, P., & Bai, X. (2024). Benefits and co-benefits of urban green infrastructure for sustainable cities: Six current and emerging themes. *Sustainability Science*, 19(3), 1039-1063. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01475-9>
- Ihle, T., Jahr, E., Martens, D., Muehlan, H., & Schmidt, S. (2024). Health effects of participation in creating urban green spaces: A systematic review. *Sustainability*, 16(12), 5000. <https://doi.org/10.3390/su16125000>
- Jacobs, S., Kelemen, E., O'Farrell, P., Martin, A., Schaafsma, M., Dendoncker, N., Pandit, R., Mwampamba, T. H., Palomo, I., Castro, A. J., Huambachano, M. A., Filyushkina, A., & Gunimeda, H. (2023). The pitfalls of plural valuation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 64, 101345. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101345>
- Kang, J., Hirabayashi, S., & Shibata, S. (2022). Urban forest ecosystem services vary with land use and species: A case study of Kyoto City. *Forests*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/f13010067>
- Kayitete, L., Bakolo, C., Tomlinson, J., Fawcett, J., Tuyisenge, M. F., & Tuyizere, J. de D. (2025). Applying multi-criteria analysis in GIS to predict suitability for recreational green space interventions in Kigali City, Rwanda. *Applied Geomatics*, 17(1), 163-175. <https://doi.org/10.1007/s12518-025-00609-7>

- Krauss, K. W., Lovelock, C. E., McKee, K. L., López-Hoffman, L., Ewe, S. M. L., & Sousa, W. P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 105-127. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.014>
- Liao, L., Zhao, C., Li, X., & Qin, J. (2021). Towards low carbon development: The role of forest city constructions in China. *Ecological Indicators*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108199>
- Pataki, D. E., Alberti, M., Cadenasso, M. L., Felson, A. J., McDonnell, M. J., Pincetl, S., Pouyat, R. V., Setälä, H., & Whitlow, T. H. (2021). The benefits and limits of urban tree planting for environmental and human health. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.603757>
- Pretzsch, H., Moser-Reischl, A., Rahman, M. A., Pauleit, S., & Rötzer, T. (2023). Towards sustainable management of the stock and ecosystem services of urban trees: From theory to model and application. *Trees*, 37(1), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s00468-021-02100-3>
- Rahmawaty. (2023). Mangrove cover change (2005-2019) in the northern Medan City, North Sumatra, Indonesia. *Geocarto International*, 38(1). <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2228742>
- Tomlinson, P. B. (2016). *The botany of mangroves*. Cambridge University Press.