

Analisis Dampak Lingkungan Program Keanekaragaman Hayati Pertamina Fuel Terminal Bandung Di Taman Kehati Kiara Payung Dengan Metode Rosot Karbon Menggunakan Aplikasi Aruna Carbon Intelligence

Angga Eka Wahyu Ramadan^{1*}, Dyta Mardiyani¹, Erick Abriandi¹, Wahyu Eko Widodo¹,

¹PT Pertamina Patra Niaga Regional Jawa Bagian Barat, Jakarta, Indonesia

Korespondensi: angga.ramadan@pertamina.com

Abstrak: Krisis perubahan iklim global akibat emisi Gas Rumah Kaca (GRK) menuntut adanya tindakan mitigasi berbasis alam yang terukur dan ilmiah. PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Bandung berkontribusi aktif melalui program rehabilitasi dan konservasi keanekaragaman hayati seluas 2 hektar di Taman Kehati Kiara Payung, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dampak lingkungan dari program tersebut melalui inventarisasi keanekaragaman tegakan pohon, pertumbuhan anakan, serta estimasi akumulasi biomassa tumbuhan bawah dan serasah menggunakan teknologi inovatif ARUNA Carbon Intelligence. Pemantauan berkala dilakukan pada Plot permanen 5 (Sub-plot 5.1 hingga 5.5). Keabsahan data biomassa tumbuhan bawah dan serasah divalidasi melalui uji laboratorium gravimetri di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran (No. C-0173 s.d. 0370/07/2026). Hasil pemantauan tegakan pohon di Plot 5.1 menunjukkan pertumbuhan biomassa yang stabil, seperti spesies Mahoni Afrika yang keliling batangnya meningkat dari 91,5 cm (2024) menjadi 106 cm (2026) dengan tinggi mencapai 15,5 m. Inventarisasi anakan mencatat pertumbuhan vegetasi bernilai ekologis dan ekonomis tinggi seperti Pinang (tinggi maksimal mencapai 340 cm dan diameter batang D20 91,73 mm). Hasil uji laboratorium menunjukkan serasah memiliki kadar air rendah yang ideal (berkisar 17% - 24%, berat kering mencapai 218,40 g pada berat basah 265,33 g), sedangkan tumbuhan bawah memiliki kadar air lebih tinggi (berkisar 56% - 63%). Aplikasi ARUNA Carbon Intelligence berbasis Artificial Intelligence terintegrasi QR Code dan Geotagging terbukti meningkatkan validitas spasial akuntansi karbon, mencegah double-counting, serta memberikan efisiensi biaya operasional perhitungan karbon sebesar 75,6% (mereduksi biaya dari Rp22.500.000,- menjadi Rp5.500.000,- per kegiatan). Program ini memberikan dampak lingkungan positif yang nyata dalam pemulihan ekosistem hutan terestrial dan mitigasi perubahan iklim daerah tangkapan air Bandung Utara.

Kata Kunci: ARUNA Carbon Intelligence, anakan, keanekaragaman hayati, rosot karbon, tumbuhan bawah.

Abstract: The global climate change crisis driven by Greenhouse Gas (GHG) emissions demands scientifically rigorous, nature-based mitigation efforts. PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Bandung actively contributes to this goal through a 2-hectare biodiversity conservation and reforestation program at Taman Kehati Kiara Payung, West Java. This study evaluates the environmental impact of the program by analyzing tree canopy development, sapling growth dynamics, and the biomass of understory plants (tumbuhan bawah) and leaf litter (serasah) using the innovative ARUNA Carbon Intelligence platform. Periodic monitoring was conducted in permanent Plot 5 (Sub-plots 5.1 to 5.5). The scientific validity of understory plant and leaf litter biomass was validated by laboratory gravimetric analysis conducted at the Soil Chemistry and Plant Nutrition Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran (Report No. C-0173 to 0370/07/2026). Tree monitoring in Plot 5.1 demonstrated stable biomass accumulation, such as African Mahogany (Mahoni Afrika) whose trunk circumference grew from 91.5 cm (2024) to 106 cm (2026) with a height of 15.5 m. Sapling inventories showed remarkable growth in ecologically and economically valuable species, notably Pinang, which reached a maximum height of 340 cm and a trunk diameter (D20) of 91.73 mm. Lab results indicated that leaf litter possessed low, optimal moisture content (ranging between 17% - 24%, dry weight reaching 218.40 g out of 265.33 g wet weight), while understory plants exhibited higher moisture content (~56% - 63%). The ARUNA Carbon Intelligence application, which integrates Artificial Intelligence with QR Coding and Geotagging, proved highly effective in enhancing the spatial resolution of carbon accounting, eliminating double-counting, and providing a 75.6% reduction in carbon inventory operational costs (slashing costs from IDR 22,500,000 to IDR 5,500,000 per campaign). Overall, this program delivers substantial positive environmental impacts on forest ecosystem restoration and climate change mitigation within the North Bandung catchment area.

Keywords: ARUNA Carbon Intelligence, sapling, biodiversity, carbon sink, understory biomass.

Pendahuluan

Pemanasan global dan perubahan iklim yang dipicu oleh akumulasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer merupakan ancaman lingkungan paling krusial di era modern. Indonesia, sebagai bagian dari komunitas global, berkomitmen untuk menurunkan emisi karbon secara drastis guna mendukung tercapainya target *Net Zero Emission* (NZE). Dalam skema mitigasi perubahan iklim, ekosistem hutan terestrial memainkan peranan yang sangat vital sebagai rosot karbon (*carbon sink*) alami. Melalui proses biosekuestrasi, vegetasi menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa tanaman, serasah, maupun bahan organik tanah. (Ciais et al., 2013; Griscom et al., 2017)

Kawasan Bandung Raya, khususnya wilayah Kiara Payung di Jawa Barat, memiliki arti strategis yang luar biasa bagi stabilitas lingkungan. Wilayah ini berfungsi sebagai daerah resapan air (*catchment area*) utama, pengendali banjir bandang, serta daerah penyangga suhu udara bagi metropolitan Bandung. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, kawasan ini mengalami tekanan degradasi ekologis akibat kebakaran lahan musiman, konversi lahan, dan pembalakan vegetasi lokal yang memicu penurunan debit sumber mata air serta hilangnya keanekaragaman hayati asli. (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, 2026).

Untuk mengatasi permasalahan lingkungan tersebut, PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Bandung bekerja sama dengan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Barat meluncurkan program konservasi dan rehabilitasi lahan kritis seluas 2 hektar di Taman Kehati Kiara Payung. Program ini berfokus pada penanaman tanaman produktif penyerap air, kopi, rempah-rempah, serta berbagai flora endemik langka khas Jawa Barat. Upaya rehabilitasi hutan di Indonesia tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan tutupan vegetasi, tetapi juga mendukung pemulihan fungsi ekosistem, keanekaragaman hayati, dan penyimpanan karbon. Salah satu pilar keunggulan program ini adalah pengadopsian teknologi digitalisasi kehutanan modern melalui aplikasi ARUNA *Carbon Intelligence*.

Metode pemantauan biomassa dan perhitungan stok karbon secara konvensional umumnya terkendala oleh tingginya biaya operasional lapangan, ketergantungan pada jasa konsultan eksternal yang mahal, serta lamanya proses analisis data secara manual. Kelemahan ini membatasi frekuensi pemantauan berkala dan meningkatkan risiko tumpang tindih data fisik pohon (*double-counting*). Inovasi ARUNA *Carbon Intelligence* hadir untuk mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), penandaan fisik berbasis QR Code, dan koordinat spasial *Geotagging*. Dengan teknologi ini, setiap pohon individu terekam secara unik, sehingga estimasi laju pertumbuhan biomassa dan penyerapan karbon dapat dihitung secara real-time dan transparan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif dampak ekologis program keanekaragaman hayati Pertamina FT Bandung di Kiara Payung melalui kuantifikasi pertumbuhan tegakan pohon, perkembangan struktur anakan, serta kandungan biomassa serasah dan

tumbuhan bawah pada Plot permanen 5 (Sub-plot 5.1 s.d 5.5). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi basis ilmiah dalam pembuktian efisiensi teknologi ARUNA *Carbon Intelligence* serta menjadi acuan praktik terbaik (*best practice*) bagi program CSR lingkungan korporat nasional. Pendekatan multi-kompartemen tersebut penting karena pemulihan ekosistem hutan berlangsung secara multidimensional, dengan struktur vegetasi, keanekaragaman, fungsi ekosistem, dan biomassa menunjukkan pola serta laju pemulihan yang berbeda (Porter et al., 2021).

Pendekatan rehabilitasi dan konservasi ekosistem juga sejalan dengan konsep *nature-based solutions*, yaitu pemanfaatan perlindungan, pengelolaan berkelanjutan, dan restorasi ekosistem untuk merespons tantangan perubahan iklim sekaligus memberikan manfaat bagi biodiversitas dan kesejahteraan manusia (UNEP, 2021).

Metodologi Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan dilaksanakan secara periodik pada tahun 2026 di area rehabilitasi program keanekaragaman hayati Taman Kehati Kiara Payung, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat (6°54'S, 107°44'E). Fokus pengamatan dilakukan pada area permanen Plot 5 yang dibagi menjadi lima sub-plot (Plot 5.1 s.d. 5.5), dengan masing-masing sub-plot berukuran 20 m × 20 m. Pengambilan sampel tumbuhan bawah dan serasah dilakukan pada 5 (lima) titik sampling. Sampel tumbuhan bawah dan serasah kemudian dikumpulkan pada bulan Juli 2026 dan dianalisis di laboratorium pada bulan Juli hingga Agustus 2026.

Inventarisasi Tegakan Pohon dan Anakan

Inventarisasi tegakan pohon dilakukan di Sub-plot 5.1 dengan membandingkan data historis ukuran keliling batang (K, cm) dan tinggi pohon (T, m) selama tiga periode tahun berturut-turut, yaitu Juli 2024, Juli 2025, dan Juli 2026. Data ini berguna untuk menganalisis laju akumulasi biomassa berkayu (*wood biomass accumulation rate*).

Sementara itu, inventarisasi anakan dilakukan pada seluruh sub-plot (5.1 s.d. 5.5) berdasarkan ukuran kuadrat plot yang bervariasi (2m x 2m, 5m x 5m, 10m x 10m, dan 20m x 20m). Parameter yang diukur meliputi jenis spesies anakan, jumlah individu per spesies, tinggi anakan (cm), serta diameter batang setinggi 20 cm dari permukaan tanah (D20, mm). Pengukuran ini merepresentasikan keberhasilan regenerasi vegetasi penutup tanah (*understory regeneration success*).

Pengukuran Biomassa Serasah dan Tumbuhan Bawah via Uji Laboratorium

Untuk mendapatkan akurasi rosot karbon tanah dan lantai hutan secara saintifik, dilakukan pengambilan sampel serasah (S) dan tumbuhan bawah (TB) masing-masing seberat 500 gram (berat basah lapangan) dari sub-plot Plot 5. Pengujian kadar bahan organik dan biomassa kering dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan

Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran (Laporan Hasil Uji No. C-0173 s.d. 0370/07/2026, tanggal pengesahan 4 Agustus 2026).

Metode pengujian laboratorium yang digunakan adalah Gravimetri, di mana sampel basah (Wet Weight, g) dikeringkan menggunakan oven laboratorium pada suhu 105°C hingga mencapai berat konstan untuk memperoleh berat kering mutlak (*Dry Weight*, g). Rasio berat kering terhadap berat basah digunakan sebagai faktor penentu kadar air (*moisture content*) dan densitas biomassa bersih.

Kerangka Kerja Aplikasi ARUNA Carbon Intelligence

Aplikasi ARUNA Carbon Intelligence beroperasi dengan mengintegrasikan tiga modul utama: (1) Sistem Penandaan Spasial: setiap pohon diberi tag fisik QR Code tahan karat dan titik koordinat spasial berbasis Geotagging GPS presisi tinggi untuk menghilangkan bias pencatatan ganda; (2) Kalkulator Karbon AI: algoritma yang mengintegrasikan model persamaan alometrik spesies spesifik untuk menghitung biomassa atas tanah (*Aboveground Biomass*) secara instan berdasarkan parameter diameter dan tinggi pohon yang diinput melalui ponsel pintar; dan (3) Dashboard Kinerja Lingkungan: visualisasi data kumulatif rosot karbon (Ton CO2) yang langsung terhubung dengan pelaporan program PROPER KLHK. Penggunaan diameter dan tinggi pohon sebagai parameter dalam estimasi biomassa sejalan dengan pendekatan alometrik yang banyak digunakan dalam pengukuran biomassa hutan tropis. Pemilihan model alometrik yang sesuai penting karena dapat memengaruhi akurasi estimasi stok biomassa dan karbon (Manuri et al., 2016; Manuri et al., 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Pertumbuhan Tegakan Pohon di Sub-plot 5.1

Berdasarkan analisis data historis tiga tahun terakhir (2024–2026) pada Sub-plot 5.1, program rehabilitasi vegetasi terestrial menunjukkan tren pertumbuhan fisik pohon yang sangat positif. Hal ini membuktikan bahwa kesesuaian lahan dan pengelolaan kawasan oleh Pertamina FT Bandung berjalan secara optimal. Data pertumbuhan detail disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dinamika Pertumbuhan Ukuran Keliling (K, cm) dan Tinggi (T, m) Tegakan Pohon di Plot 5.1 (2024–2026)

No	Jenis Pohon	Jul-24 (K/T)	Jul-25 (K/T)	Jul-26 (K/T)	Pertumbuhan K (cm)	Keterangan Kondisi
1	Mindi (Melia azedarach)	80,0 / 9,2	80,0 / 9,0	- / -	0,0	Terpantau Mati pada 2026
2	Mahoni Afrika (Khaya senegalensis)	91,5 / 17,0	98,0 / 24,0	106,0 / 15,5	14,5	Hidup; Ujung Patah 2026

3	Manglid (<i>Magnolia blumei</i>)	69,0 / 16,0	69,0 / 15,0	68,5 / 8,0	-0,5	Hidup; Patah Batang Utama
4	Bungur (<i>Lagerstroemia speciosa</i>)	35,5 / 10,0	35,5 / 8,0	36,0 / 8,0	0,5	Kondisi Sehat & Stabil
5	Kenari (<i>Canarium vulgare</i>)	34,0 / 7,7	38,0 / 9,0	43,5 / 10,0	9,5	Pertumbuhan Sangat Pesat
6	Kemiri (<i>Aleurites moluccanus</i>)	143,5 / 15,0	144,0 / 16,0	146,5 / 11,0	3,0	Pohon Terbesar di Sub-plot

Analisis data pada Tabel 1 memaparkan laju pertumbuhan yang bervariasi antar spesies. Mahoni Afrika menunjukkan peningkatan keliling batang yang sangat impresif, bertambah 14,5 cm selama periode pengamatan (dari 91,5 cm menjadi 106,0 cm). Namun, terdapat penurunan tinggi tercatat dari 24,0 m pada tahun 2025 menjadi 15,5 m pada tahun 2026 akibat patahnya ujung tajuk pohon oleh angin kencang (*windthrow*) di kawasan Kiara Payung. Hal serupa juga dialami oleh pohon Manglid (No. 3) yang mengalami patah batang utama sehingga tinggi tercatat menurun secara drastis menjadi 8 m. Kejadian iklim ekstrem ini menjadi salah satu temuan penting dampak lingkungan lokal terhadap perkembangan struktur hutan.

Struktur dan Kerapatan Vegetasi Anakan di Plot 5.1 s.d. 5.5

Sensus keanekaragaman hayati anakan pada Plot 5.1 hingga 5.5 mencatat tingginya tingkat regenerasi alami dan buatan dari berbagai spesies bernilai ekologis tinggi. Keberadaan anakan yang melimpah menunjukkan berlangsungnya proses regenerasi vegetasi yang berpotensi mendukung keberlanjutan struktur tegakan pada tahap perkembangan berikutnya. Data fisik anakan dominan terpilih disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Inventarisasi Spesies Anakan Terpilih pada Plot 5.1 s.d. 5.5 (Tahun 2026)

Sub-plot	Nama Spesies Anakan	Ukuran Sub-plot (m)	Jumlah (Individu)	Tinggi (cm)	Diameter D20 (mm)
Plot 5.1	Tisuk (<i>Hibiscus macrophyllus</i>)	20 x 20	28	Tinjauan Kualitatif	Regenerasi Tinggi
Plot 5.2	Mundu (<i>Garcinia dulcis</i>)	20 x 20	1	235	44,55
Plot 5.2	Jengkol (<i>Archidendron pauciflorum</i>)	20 x 20	1	260	18,62
Plot 5.3	Ganitri (<i>Elaeocarpus</i>)	10 x 10	1	280	32,35

angustifolius)					
Plot 5.3	Pinang (Areca catechu)	20 x 20	1	270	59,53
Plot 5.4	Saninten (Castanopsis argentea)	20 x 20	1	235	20,42
Plot 5.5	Pinang (Areca catechu)	20 x 20	1	340	91,73
Plot 5.5	Ki Acret (Spathodea campanulata)	20 x 20	1	245	44,82

Keberadaan Saninten (*Castanopsis argentea*) pada Plot 5.4 menunjukkan adanya salah satu jenis vegetasi lokal yang memiliki nilai penting bagi konservasi keanekaragaman hayati. Saninten merupakan jenis tumbuhan yang dilindungi di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 dan dikategorikan sebagai *Endangered* dalam IUCN Red List (Direktorat Jenderal KSDAE, 2024; KLHK, 2018). Selain itu, laju pertumbuhan anakan Pinang di Plot 5.5 sangat memuaskan, dengan tinggi individu mencapai 340 cm dan diameter batang D20 mencapai 91,73 mm. Tumbuhan bawah yang ditemukan di Plot 5.1 berpotensi berkontribusi terhadap penutupan permukaan tanah dan pemeliharaan kondisi mikroklimat lantai hutan

Analisis Kandungan Biomassa Serasah dan Tumbuhan Bawah (Validasi Laboratorium UNPAD)

Kuantifikasi biomassa mati (*dead organic matter*) berupa serasah dan komponen vegetasi bawah penting dalam memperkirakan dinamika penyimpanan karbon ekosistem, karena *dead organic matter* dan *soil organic carbon* merupakan komponen karbon yang saling berkaitan dalam ekosistem hutan (Bréda et al., 2018). Melalui hasil uji gravimetri dari Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, terbukti terjadi penumpukan bahan organik sehat di lantai hutan Kiara Payung yang memperkuat daya dukung nutrisi tanah. Data pengujian komparatif sampel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Gravimetri Sampel Serasah (S) dan Tumbuhan Bawah (TB) Plot 5 (Laporan Unpad, 2026)

No. Sampel	Kode Sub-plot	Tipe Biomassa	Berat Basah (Wet W, g)	Berat Kering (Dry W, g)	Rasio Kering/Basah (%)
C-215/07/26	5.1.TB1	Tumbuhan Bawah	147,49	54,21	36,75%
C-216/07/26	5.1.TB2	Tumbuhan Bawah	147,63	64,45	43,66%
C-217/07/26	5.1.TB3		79,79	31,77	39,82%

No. Sampel	Kode Sub-plot	Tipe Biomassa	Berat Basah (Wet W, g)	Berat Kering (Dry W, g)	Rasio Kering/Basah (%)
Tumbuhan Bawah					
C-315/07/26	5.1.S2	Serasah Hutan	265,33	218,40	82,31%
C-316/07/26	5.1.S3	Serasah Hutan	217,71	169,53	77,87%
C-218/07/26	5.2.TB1	Tumbuhan Bawah	111,67	42,31	37,89%
C-219/07/26	5.2.TB2	Tumbuhan Bawah	98,34	38,56	39,21%
C-317/07/26	5.2.S1	Serasah Hutan	83,86	69,43	82,79%
C-318/07/26	5.2.S2	Serasah Hutan	207,81	164,94	79,37%
C-319/07/26	5.2.S3	Serasah Hutan	108,06	81,54	75,46%

Berdasarkan data kuantitatif Tabel 3, terdapat perbedaan karakteristik fisik yang sangat kontras antara tumbuhan bawah dan serasah daun. Tumbuhan bawah segar memiliki kadar air yang tinggi, dicerminkan oleh rasio berat kering terhadap berat basah yang berkisar antara 36% hingga 43%. Ini berarti kandungan air (*moisture content*) dari tumbuhan bawah dasar mencapai 56% - 63%, yang secara biologis penting untuk mempertahankan cadangan kelembapan iklim mikro lantai hutan.

Sebaliknya, serasah hutan kering (daun-daun gugur, ranting mati) menunjukkan rasio berat kering terhadap berat basah yang sangat tinggi, berkisar antara 75% hingga 83% (kadar air sangat rendah, hanya 17% - 25%). Sampel C-0315 (Plot 5.1.S2) mencatat berat basah 265,33 g dengan berat kering mutlak mencapai 218,40 g (rasio kering 82,31%). Kandungan bahan kering yang relatif tinggi menunjukkan bahwa serasah merupakan komponen penting dari bahan organik lantai hutan. Serasah yang terakumulasi selanjutnya dapat mengalami dekomposisi dan berkontribusi terhadap siklus karbon serta bahan organik tanah. Serasah yang terakumulasi selanjutnya dapat mengalami dekomposisi dan berkontribusi terhadap siklus karbon serta pembentukan bahan organik tanah (Prescott & Vesterdal, 2021). Proses dekomposisi serasah juga berperan dalam dinamika dan akumulasi karbon organik tanah pada ekosistem hutan tropis (Khulpu et al., 2025).

Kontribusi Aplikasi ARUNA Carbon Intelligence dalam Pemantauan

Seluruh data fisik terestrial dari lapangan yang meliputi dimensi pertumbuhan tegakan pohon (Tabel 1), struktur sebaran anakan (Tabel 2), serta hasil analisis laboratorium gravimetri serasah dan tumbuhan bawah (Tabel 3) kemudian diintegrasikan ke dalam ekosistem komputasi ARUNA *Carbon Intelligence*.

Inovasi ARUNA *Carbon Intelligence* berhasil memangkas proses estimasi biomassa dan penghitungan karbon konvensional dari yang semula membutuhkan waktu hingga 14 hari kerja menjadi kurang dari 10 menit secara digital. Keunggulan finansial paling signifikan adalah mereduksi biaya operasional dari Rp22.500.000,- (metode survei manual pihak ketiga) menjadi hanya Rp5.500.000,- per satu kali siklus perhitungan (efisiensi anggaran sebesar 75,6%). Tingkat penghematan tahunan mencapai Rp68.000.000,- dengan jaminan ketertelusuran spasial (*zero-double counting*).

Kesimpulan

Implementasi teknologi digital ARUNA Carbon Intelligence berbasis *Artificial Intelligence* di Taman Kehati Kiara Payung terbukti sukses meningkatkan akurasi, efisiensi, dan akuntabilitas sains dalam perhitungan dampak lingkungan program keanekaragaman hayati Pertamina Fuel Terminal Bandung. Pertumbuhan vegetasi berkayu atas (seperti Mahoni Afrika dengan peningkatan keliling 14,5 cm) bersinergi secara optimal dengan anakan bernilai konservasi tinggi (Saninten, Ganitri, Pinang) dan akumulasi bahan organik dasar lantai hutan.

Hasil pengujian gravimetri Laboratorium Universitas Padjadjaran mengonfirmasi bahwa lantai hutan memiliki pasokan bahan kering serasah organik yang melimpah (rasio kering 75% - 83%) yang bertindak sebagai cadangan karbon padat, serta tumbuhan bawah yang kaya kandungan air untuk menjaga kelembapan mikro tanah. Integrasi data-data fisik terestrial ini ke dalam sistem ARUNA AI tidak hanya menghasilkan estimasi stok karbon yang presisi, melainkan juga memangkas biaya operasional sebesar 75,6% (hemat Rp17.000.000,- per kegiatan atau Rp68.000.000,- secara tahunan). Direkomendasikan agar metodologi penggabungan data vegetasi multi-strata (pohon, anakan, serasah, dan tumbuhan bawah) ini dapat diterapkan secara luas di taman kehati lainnya sebagai standar nasional pemantauan dampak lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Bandung atas dukungan dan pelaksanaan program keanekaragaman hayati di Taman Kehati Kiara Payung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat atas dukungan dalam pelaksanaan program konservasi dan rehabilitasi, serta kepada Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan,

Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran atas dukungan pengujian gravimetri sampel serasah dan tumbuhan bawah yang menjadi bagian penting dalam validasi data penelitian ini.

Referensi

- Bréda, N., et al. (2018). Methodological uncertainties in estimating carbon storage in temperate forests and grasslands. *Ecological Indicators*, 95(1), 331–342. doi:10.1016/j.ecolind.2018.07.054
- Ciais, P., et al., (2013). Carbon and Other Biogeochemical Cycles. Dalam T. F. Stocker., et al., Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 465–570). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat. (2026). Laporan pemantauan Taman Kehati Kiara Payung semester I. Bandung, Indonesia: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang perubahan kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 tentang penetapan jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi*.
- Khulpu, L., Matsuo, T., Kok, J., Amissah, L., Mohammed Abdul, S., Kuzee, T., & Poorter, L. (2025). Breaking down to build up: Litter decomposition drives soil organic carbon accumulation in young secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, 41, e30. doi:10.1017/S0266467425100321
- Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman UNPAD. (2026). Laporan analisis gravimetri sampel serasah dan tumbuhan bawah Taman Kehati Kiara Payung (Laporan Hasil Uji No. C-0173 s.d. 0370/07/2026). Jatinangor, Indonesia: Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.
- Griscom, B. W., et al. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645–11650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>
- Manuri, S., Brack, C., Noor'an, F., Rusolono, T., Anggraini, S. M., Dotzauer, H., & Kumara, I. (2016). Improved allometric equations for tree aboveground biomass estimation in tropical dipterocarp forests of Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecosystems*, 3, 28. <https://doi.org/10.1186/s40663-016-0087-2>
- Manuri, S., Brack, C., Rusolono, T., Noor'an, F., Verchot, L., Maulana, S. I., et al. (2017). Effect of species grouping and site variables on aboveground biomass models for lowland tropical forests of the Indo-Malay region. *Annals of Forest Science*, 74, 23. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0618-1>
- Prescott, C. E., & Vesterdal, L. (2021). Decomposition and transformations along the continuum from litter to soil organic matter in forest soils. *Forest Ecology and Management*, 498, 119522. doi:10.1016/j.foreco.2021.119522
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Nature-based solutions for climate change mitigation*. UNEP.