



Effect of Soil Type and Moisture Content on Litter Biomass Carbon in Traditional Agroforestry Systems in Teluk Dore, Southwest Papua

(Pengaruh Jenis dan Kelembaban Tanah Terhadap Biomassa Karbon Serasah pada Lahan Agroforestri Tradisional di Teluk Dore, Papua Barat Daya)

Syarif Ohorella ¹, Rima H Siburian ², Ihsan Febriadi ¹, Alexander Rumatora ² dan Anif Farida ³

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sorong, Sorong, Indonesia.

² Program Studi Pascasarjana Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Papua, Manokwari, Indonesia.

³ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong, Sorong, Indonesia.

Article Info:

Received : 1 Mei 2025

Accepted : 28 Mei 2025

Online : 29 Mei 2025

 Article type :

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

 Keyword :

Tradisional Agroforestry, litter biomass, Soil moisture, Carbon content, Soil type.

Corresponding Author :

Syarif Ohorella

Universitas Muhammadiyah Sorong,

Sorong, Indonesia

Email :

agrohut@gmail.com



Copyright©2025, Syarif Ohorella, Rima H Siburian, Ihsan Febriadi, Alexander Rumatora, Anif Farida

Abstract

This research investigates the ecological influence of soil type and moisture content on carbon accumulation within surface litter biomass across traditional multistrata agroforestry plots in Teluk Dore Village, Southwest Papua. Field assessments were conducted on five permanent transects that reflect variation in both soil taxonomy (Latosol, Alluvial, and Yellow-Red Podzolic soils) and soil moisture levels. Data were collected through systematic sampling, including in-situ identification of soil types, volumetric moisture readings at 0–30 cm depth, and quantification of oven-dried litter biomass. Carbon stock was calculated using a standard conversion coefficient (47% of dry weight), as per IPCC recommendations. Results indicate notable spatial variation in both litter biomass and its carbon content. Notably, Transect T5, despite having the lowest soil moisture, exhibited the highest carbon stock—suggesting that factors such as vegetation structure, organic input, and fine soil texture can outweigh moisture in determining carbon dynamics. The observed relationships reveal a multifactorial interaction between soil properties and biotic input, rather than a purely linear dependency. These insights highlight the ecological importance of integrated soil-vegetation management for optimizing carbon sequestration in traditional agroforestry systems.

I. PENDAHULUAN

Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang mengintegrasikan pohon berkayu dengan tanaman pertanian dan/atau ternak dalam satu unit pengelolaan, baik secara spasial maupun temporal (Nair et al., 2019). Sistem ini tidak hanya berkontribusi terhadap produktivitas lahan, tetapi juga terbukti meningkatkan konservasi tanah, efisiensi penggunaan air, serta menyimpan karbon secara signifikan,

menjadikannya strategi adaptif terhadap perubahan iklim (Jose, 2009; Mbow et al., 2014). Dalam konteks global, agroforestri telah diadopsi dalam berbagai program pembangunan berkelanjutan dan restorasi lanskap, termasuk dalam skema REDD+ dan Payment for Environmental Services (FAO, 2021; IPCC, 2022).

Di kawasan tropis seperti Indonesia, agroforestri bukan hanya praktik teknis, tetapi juga bagian dari kearifan lokal yang telah diwariskan secara

turun-temurun oleh masyarakat adat. Sistem ini menunjukkan integrasi antara nilai budaya dan fungsi ekologis, di mana spesies lokal seperti durian (*Durio zibethinus*), pala (*Myristica fragrans*), jambu hutan (*Syzygium* spp.), dan kelapa (*Cocos nucifera*) ditanam dalam pola vertikal dan horizontal yang kompleks. Salah satu contoh sistem agroforestri multistrata yang masih bertahan secara tradisional terdapat di Kampung Teluk Dore, Distrik Makbon, Papua Barat Daya. Di wilayah ini, agroforestri tidak hanya menyediakan sumber pangan dan pendapatan rumah tangga, tetapi juga memainkan peran ekologis dalam menjaga tutupan lahan, mengurangi laju erosi, dan mempertahankan cadangan karbon tanah.

Salah satu komponen kunci dalam fungsi ekologis agroforestri adalah biomassa serasah, yakni akumulasi material organik seperti daun, ranting, buah gugur, dan bagian tanaman lain yang jatuh ke permukaan tanah. Serasah berperan sebagai sumber utama bahan organik dan nutrisi, serta menjadi titik awal dalam pembentukan karbon organik tanah (SOC), yang merupakan indikator penting dalam mitigasi karbon berbasis lahan (Lehmann & Kleber, 2015; Poeplau et al., 2020). Namun, dinamika akumulasi serasah dan kandungan karbonnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya kelembaban tanah dan karakteristik fisik tanah seperti tekstur dan porositas (Wang et al., 2023; Brady & Weil, 2017).

Kelembaban tanah memengaruhi laju dekomposisi dan aktivitas mikrobial, sementara jenis tanah menentukan kapasitas retensi air dan stabilisasi agregat yang mendukung penyimpanan karbon jangka panjang (Shi et al., 2022; Liu et al., 2021). Meskipun banyak penelitian menunjukkan manfaat agroforestri terhadap penyimpanan karbon, kajian spesifik yang menghubungkan interaksi antara jenis tanah, kelembaban tanah, dan biomassa karbon serasah di wilayah agroforestri tradisional Indonesia timur masih sangat terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara jenis tanah, kelembaban tanah, dan kandungan karbon dalam biomassa serasah pada lima transek permanen agroforestri multistrata di Kampung Teluk Dore. Pemahaman yang mendalam terhadap hubungan ini diharapkan mampu mengidentifikasi faktor ekologis utama yang berkontribusi terhadap penyimpanan karbon, sekaligus memperkuat dasar ilmiah bagi strategi pengelolaan lanskap berkelanjutan dan konservasi berbasis masyarakat di Papua Barat Daya.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli–Agustus 2025 di lahan agroforestri tradisional Kampung Teluk Dore, Distrik Makbon, Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat Daya. Lokasi penelitian terletak pada koordinat UTM 54M: 577845E – 578078E dan 9805422N – 9805590N, dengan kondisi agroklimate wilayah tropis basah, curah hujan tahunan >3000 mm, suhu rata-rata 26–28°C, dan kelembaban relatif 80–90%. Pemilihan lokasi didasarkan pada

keberadaan sistem agroforestri multistrata yang telah dikelola secara turun-temurun oleh masyarakat adat setempat.

2.2. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Sebanyak 5 transek permanen ditetapkan secara sistematis mengikuti variasi topografi dan kerapatan vegetasi, dengan masing-masing transek terdiri dari 6 plot pengamatan berukuran 1 m × 1 m yang disusun secara acak sistematis (*systematic-random sampling*). Total plot yang diamati sebanyak 30 unit. Desain ini mengacu pada metode pengukuran karbon di permukaan tanah pada sistem agroforestri oleh Hairiah et al. (2011).



Gambar 2. Desain plot untuk pengukuran biomassa karbon serasah

2.3. Pengumpulan Data

a. Identifikasi Jenis Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan bor tanah (*soil auger*) pada kedalaman 0–30 cm di titik pusat setiap transek. Jenis tanah diidentifikasi secara visual di lapangan berdasarkan tekstur, warna, dan struktur, kemudian diklasifikasikan mengacu pada USDA Soil Taxonomy dan pengenalan lokal (Brady & Weil, 2017). Tiga jenis tanah utama yang diidentifikasi adalah: *Latosol*: bertekstur lempung liat, warna coklat tua/kehitaman, *Aluvial*: liat berdebu atau berpasir, abu-abu kecoklatan. *Podsolik Merah Kuning*: lempung kemerahan, masam, dan berdrainase lambat.

b. Pengukuran Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah diukur dengan *soil moisture meter digital* (model TDR) pada kedalaman 0–30 cm, dalam satuan %VWC (*volumetric water content*). Tiap transek diukur pada tiga titik, lalu diambil nilai rata-rata. Kelembaban tanah berperan dalam mengatur ketersediaan air dan aktivitas mikroba yang berpengaruh terhadap dekomposisi serasah (Shi et al., 2022; Wang et al., 2023).

3.4. Biomassa dan Karbon Serasah

a. Pengambilan Biomassa Serasah

Serasah diambil dari seluruh permukaan tanah dalam setiap plot ukuran 1 m². Serasah yang terkumpul meliputi daun, ranting kecil, dan serpihan

organik lainnya. Sampel serasah dikeringkan udara selama 2 hari, lalu dikering-oven pada suhu 65°C selama 48 jam hingga berat konstan tercapai. Bobot kering dinyatakan sebagai biomassa serasah (kg/m²).

b. Estimasi Kandungan Karbon Serasah

Perhitungan karbon serasah dilakukan dengan menggunakan faktor konversi 0,47 (47% dari bobot kering) sebagaimana direkomendasikan oleh IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006). Formula perhitungan karbon serasah adalah:

$$Cs = Bs \times 0,47$$

Keterangan:

- Cs = Kandungan karbon serasah (kg/plot)
- Bs = Biomassa serasah kering (kg/plot)
- 0,47 = Koefisien konversi karbon biomassa serasah (IPCC, 2006)

Metode ini banyak digunakan dalam estimasi karbon permukaan pada lahan agroforestri (Hairiah et al., 2020; Frazão et al., 2020).

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif deskriptif dan inferensial. Langkah analisis meliputi:

- Rata-rata dan standar deviasi nilai kelembaban tanah, biomassa serasah, dan karbon.
- Analisis korelasi Pearson (r) untuk mengetahui kekuatan hubungan antara kelembaban tanah dan biomassa/karbon.

- Analisis regresi linier sederhana untuk melihat pengaruh jenis tanah (dalam bentuk numerik ordinal) dan kelembaban tanah terhadap kandungan karbon serasah.

Model regresi yang digunakan:

$$Y = a + b X + \epsilon$$

Keterangan:

- Y = Kandungan karbon serasah (kg)
- X = Variabel bebas (kelembaban tanah atau jenis tanah)
- A = Intersep
- B = Koefisien regresi
- E = Error residual

Semua perhitungan dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS 25, dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

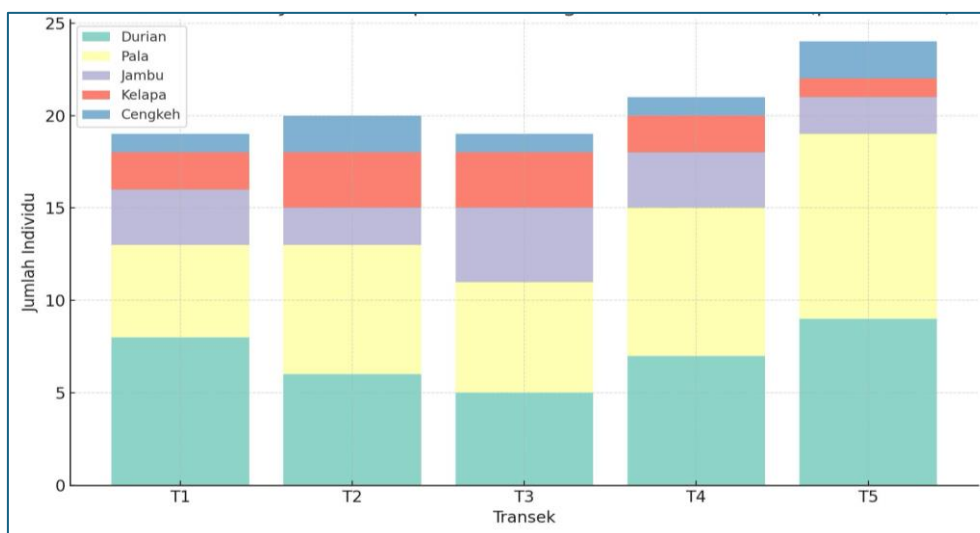
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komposisi Jenis Pohon dan Stratifikasi Vertikal Sistem Agroforestri Tradisional

Komposisi jenis pohon dalam sistem agroforestri tradisional di Teluk Dore menunjukkan variasi struktural yang mencerminkan karakter multistrata. Data pada Tabel 1 menyajikan distribusi lima jenis pohon utama yang umum ditemukan pada setiap transek, mencerminkan dominasi spesies bernilai ekonomi dan ekologis tinggi.

Tabel 1. Sebaran Potensi Jenis Agroforestri Tradisional Multistrata di Teluk Dore per transek

Jenis Pohon	T1	T2	T3	T4	T5
Durian (<i>Durio zibethinus</i>)	8	6	5	7	9
Pala (<i>Myristica argentea</i>)	5	7	6	8	10
Jambu (<i>Syzygium spp.</i>)	3	2	4	3	2
Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	2	3	3	2	1
Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>)	1	2	1	1	2



Gambar 3. Grafik Sebaran Potensi Pohon di lahan Agroforestri Tradisional teluk Dore

Grafik menunjukkan bahwa komposisi jenis pohon agroforestri pada lima transek memiliki struktur yang relatif multistrata dan beragam, namun

terdapat dominasi yang jelas dari spesies durian (*Durio zibethinus*) dan pala (*Myristica fragrans*). Transek T5 memiliki jumlah individu tertinggi (24 individu),

dengan pala (10 individu) dan durian (9 individu) sebagai penyumbang utama, mencerminkan kepadatan tegakan yang tinggi dan potensi produksi karbon yang besar. Tingginya keberadaan spesies bernilai ekonomi tinggi ini menunjukkan adanya kecenderungan pengelolaan berbasis nilai pasar dan jasa lingkungan, yang umum ditemukan pada agroforestri tradisional masyarakat Papua (Sari et al., 2023; van Noordwijk et al., 2015).

3.2. Identifikasi Jenis Tanah di lahan Agroforestri Tradisional Kampung Teluk Dore

Variasi jenis tanah di lokasi penelitian menjadi faktor penting yang memengaruhi kondisi edafik dan proses dekomposisi serasah. Untuk memahami karakteristik tanah di setiap transek, Tabel 2 menyajikan informasi lengkap mengenai jenis tanah, koordinat, warna, tekstur, pH, serta kondisi ekologis pendukung lainnya.

Tabel 2. Data Jenis Tanah per Lokasi Transek di Agroforestri Multistrata Kampung Teluk Dore

Transek	Koordinat (UTM)	Jenis Tanah	Warna Tanah	Tekstur Tanah	pH Tanah	Kedalaman Sampel (cm)	Keterangan Tambahan
T1	54M 577845E 9805422N	Latosol	Coklat tua	Lempung berliat	5.2	0–30	Tegakan durian dan pala
T2	54M 577902E 9805475N	Aluvial	Coklat kemerahan	Liat berpasir	5.8	0–30	Dekat sempadan sungai kecil
T3	54M 577960E 9805510N	Podsolik Merah Kuning	Merah kecoklatan	Lempung	4.9	0–30	Naungan jambu dan pala
T4	54M 578015E 9805548N	Latosol	Coklat kehitaman	Lempung	5.1	0–30	Datar, tajuk rapat
T5	54M 578078E 9805590N	Aluvial	Abu-abu tua	Liat berdebu	5.5	0–30	Lahan miring dengan bahan organik tinggi

Berdasarkan Tabel 2, Data dari lima transek di lahan agroforestri multistrata Kampung Teluk Dore menunjukkan adanya variasi jenis tanah, yaitu Latosol (T1, T4), Aluvial (T2, T5), dan Podsolik Merah Kuning (T3), masing-masing dengan ciri fisik dan kimia yang berbeda. Latosol memiliki tekstur lempung hingga lempung berliat dan pH masam (5.1–5.2), mendukung tegakan seperti durian dan pala dengan tajuk rapat; Aluvial bertekstur liat berpasir hingga liat berdebu, pH agak masam (5.5–5.8), dan ditemukan di dataran rendah dekat sungai (T2) atau lahan miring dengan bahan organik tinggi (T5); sedangkan Podsolik Merah Kuning (T3) dengan pH terendah (4.9), tekstur lempung, dan warna merah kecoklatan, ditemukan di bawah naungan pohon jambu dan pala. Perbedaan

jenis tanah ini memengaruhi retensi air, ketersediaan hara, serta kapasitas penyimpanan karbon tanah, sehingga penting dalam menentukan strategi pengelolaan agroforestri yang adaptif dan produktif.

3.3. Pengukuran kelembaban Tanah di lahan Agroforestri Tradisional Kampung Teluk Dore

Kelembaban tanah merupakan variabel penting yang memengaruhi proses dekomposisi serasah dan dinamika karbon di permukaan tanah. Untuk menggambarkan kondisi kelembaban di setiap lokasi pengamatan, Tabel 3 menyajikan data hasil pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 0–30 cm di lima transek agroforestri multistrata.

Tabel 3. Data Kelembaban Tanah per Lokasi Transek di Agroforestri Multistrata Kampung Teluk Dore

Transek	Koordinat (UTM)	Kelembaban Tanah (%)	Kedalaman Sampel (cm)	Keterangan Tambahan
T1	54M 577845E 9805422N	52.4	0–30	Tegakan durian dan pala
T2	54M 577902E 9805475N	48.7	0–30	Dekat sempadan sungai kecil
T3	54M 577960E 9805510N	50.3	0–30	Naungan jambu dan pala
T4	54M 578015E 9805548N	55.6	0–30	Datar, tajuk rapat
T5	54M 578078E 9805590N	47.9	0–30	Lahan miring, bahan organik tinggi

Hal ini mendukung rendahnya nilai biomassa serasah pada T3. Di sisi lain, meskipun tanah aluvial seperti di T2 dan T5 memiliki karakter tekstur liat berpasir hingga liat berdebu, faktor eksternal seperti spesies dominan dan sistem pelindungan tajuk tampaknya mampu mengompensasi keterbatasan fisik tanah, sebagaimana tercermin pada nilai tinggi biomassa di T5. Penelitian oleh Sari et al. (2023) dan Frazão et al. (2020) menegaskan bahwa kombinasi jenis tanah dan struktur vegetasi sangat menentukan distribusi input serasah dalam sistem

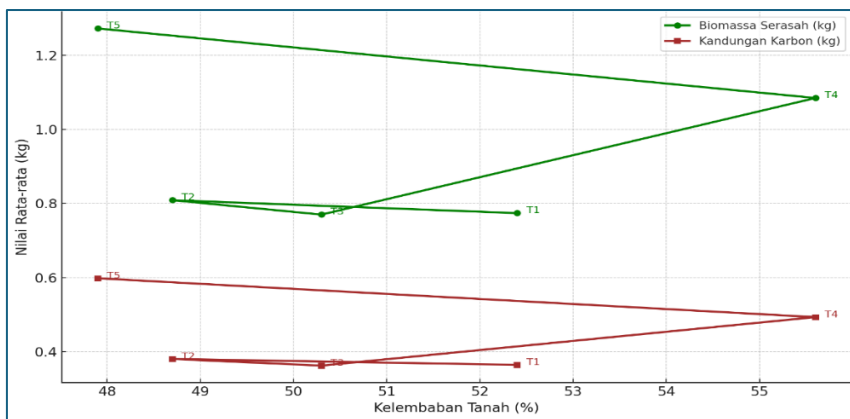
agroforestri tropis, dan karenanya penting dalam upaya pengelolaan cadangan karbon berkelanjutan.

3.4. Biomassa dan Karbon Serasah di lahan Agroforestri Tradisional Teluk Dore

Setiap transek menunjukkan tingkat akumulasi serasah yang berbeda, yang mencerminkan pengaruh kondisi mikrohabitat dan struktur vegetasi terhadap input biomassa. Tabel 4 menyajikan rata-rata biomassa serasah dan kandungan karbon yang dihasilkan dari lima transek, sebagai dasar analisis distribusi cadangan karbon permukaan.

Tabel 4. Rata rata biomassa serasah dan kandungan karbon per transek

Transek	Rata-rata Biomassa Serasah (kg)	Rata-rata Kandungan Karbon (kg)
T1	0,774	0,364
T2	0,809	0,380
T3	0,770	0,362
T4	1,085	0,493
T5	1,273	0,598



Gambar 5. Grafik hubungan kelembaban tanah dengan rata rata biomassa karbon serasah

Berikut adalah grafik hubungan antara kelembaban tanah (%) dengan rata-rata biomassa serasah dan kandungan karbon untuk kelima transek:

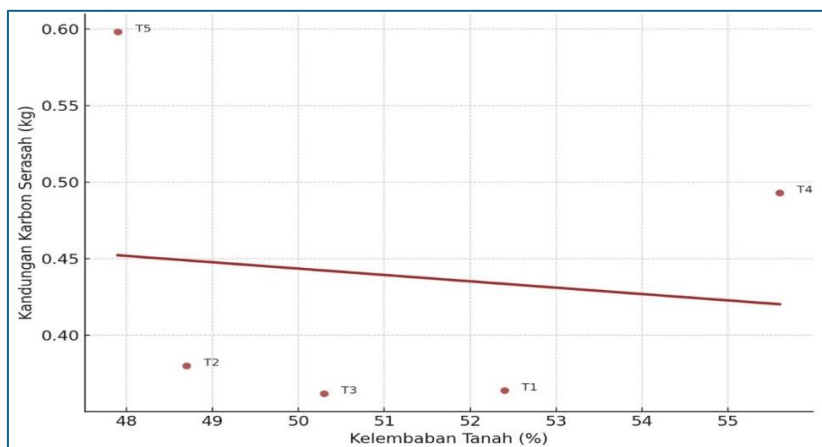
- Garis hijau menunjukkan pola perubahan biomassa serasah.
- Garis coklat menunjukkan pola kandungan karbon.

Secara umum terlihat bahwa terdapat kecenderungan positif antara kelembaban tanah dan biomassa/karbon,

meskipun Transek T5 (kelembaban rendah) memiliki nilai biomassa dan karbon paling tinggi ini menunjukkan bahwa faktor lain seperti topografi dan bahan organik juga memengaruhi hasil

3.5. Pengaruh jenis tanah dan kelembaban tanah terhadap kandungan karbon serasah

Gambar 4, menunjukkan Grafik regresi linier kelembaban tanah terhadap kandungan karbon serasah



Gambar 4. Grafik regresi linier kelembaban tanah terhadap kandungan karbon serasah

Grafik di atas adalah grafik regresi linier antara kelembaban tanah dan kandungan karbon serasah pada lima transek di lahan agroforestri tradisional Teluk Dore:

- Titik-titik data mewakili masing-masing transek (T1-T5).
- Garis regresi menunjukkan tren hubungan linier (meskipun sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik).

- Terlihat bahwa tidak ada pola linier yang kuat antara kelembaban tanah dan karbon serasah, sesuai hasil uji korelasi dan regresi sebelumnya.

3.6. Pembahasan

Hubungan antara kelembaban tanah, biomassa serasah, dan kandungan karbon dalam sistem agroforestri multistrata tradisional merupakan aspek penting, namun masih jarang diungkap secara mendalam, khususnya di wilayah tropis lembab yang

dikelola secara adat seperti di Kampung Teluk Dore, Papua Barat Daya. Meskipun sejumlah studi telah membahas potensi cadangan karbon di atas permukaan tanah (Nair et al., 2019; Montagnini & Nair, 2004), hanya sedikit yang mengkaji keterkaitan antara kondisi edafik dan dinamika serasah sebagai penentu penting dalam mitigasi karbon jangka pendek. Studi ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengemukakan bahwa heterogenitas kelembaban tanah, yang dibentuk oleh struktur vegetasi dan jenis tanah, sangat menentukan akumulasi dan kandungan karbon dalam serasah pada sistem agroforestri multistrata tradisional.

Menariknya, transek T5 mencatat kandungan karbon tertinggi (0,598 kg/plot) meskipun memiliki kelembaban tanah terendah (47,9%), suatu hasil yang tampaknya bertentangan dengan asumsi umum bahwa kelembaban tinggi mempercepat dekomposisi dan memperbesar simpanan karbon organik (Lehmann & Kleber, 2015; Wang et al., 2023). Temuan ini memperlihatkan bahwa tekstur tanah halus dan tingginya input serasah dari vegetasi utama (pala, durian) dapat menjadi faktor penentu yang lebih dominan dibandingkan kelembaban itu sendiri. Tanah aluvial pada T5 memiliki kemampuan menahan air dan membentuk agregat mikro yang mendukung stabilisasi karbon bahkan pada kondisi kelembaban rendah (Six et al., 2002; Poeplau et al., 2020). Ini menjadi kritik terhadap model estimasi karbon tropis yang cenderung menyederhanakan kelembaban tanah sebagai prediktor tunggal.

Sementara itu, hubungan positif antara kelembaban dan kandungan karbon, seperti terlihat pada T4 dan T1 (keduanya bertipe latosol dan bertajuk rapat), memperkuat argumen bahwa arsitektur vegetasi dan komposisi jenis pohon memiliki peran penting dalam mengatur iklim mikro tanah dan volume input serasah. Keberadaan pohon seperti durian (*Durio zibethinus*) dan pala (*Myristica fragrans*), yang memiliki karakteristik gugur daun lebat, tidak hanya meningkatkan biomassa serasah tetapi juga menciptakan lingkungan tanah yang lembab dan stabil. Hal ini selaras dengan temuan Nguyen et al. (2020) yang menyatakan bahwa input bahan organik dari tajuk dan sistem perakaran pohon berumur panjang lebih berpengaruh terhadap simpanan karbon tanah dibandingkan faktor abiotik semata.

Dari sudut metodologis, studi ini menunjukkan pentingnya pendekatan integratif dalam menganalisis interaksi edafik, struktur vegetasi, dan input bahan organik dalam konteks agroforestri. Banyak model estimasi karbon global (seperti IPCC Tier 1 atau Tier 2) belum mampu menangkap kompleksitas sistem agroforestri tradisional yang diwarnai oleh pengetahuan lokal dan variabilitas spasial yang tinggi (van Noordwijk et al., 2015; Córdova et al., 2022). Oleh karena itu, data empiris dari wilayah seperti Papua Barat Daya sangat penting

sebagai basis ilmiah dalam penyusunan kebijakan iklim dan tata guna lahan.

Salah satu kontribusi utama dari penelitian ini adalah penyediaan bukti lapangan dari wilayah yang belum banyak terwakili dalam literatur ilmiah global, sekaligus mempertegas nilai strategis agroforestri tradisional sebagai penyedia jasa lingkungan. Temuan ini mendukung peluang penerapan mekanisme insentif berbasis jasa lingkungan seperti REDD+ dan Payment for Environmental Services (PES), dengan dukungan data biomassa dan karbon yang terukur. Sebagaimana dijelaskan oleh Sari et al. (2023), sistem agroforestri yang dikelola secara partisipatif mampu menyediakan co-benefits dalam bentuk konservasi keanekaragaman hayati, perlindungan tata air, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa kandungan karbon dalam serasah bukan hanya ditentukan oleh kelembaban tanah, tetapi merupakan hasil interaksi kompleks antara input vegetasi, jenis tanah, dan sejarah pengelolaan lahan. Oleh karena itu, desain dan pengelolaan agroforestri sebaiknya mempertimbangkan integrasi spesies yang mendukung input serasah tinggi dan kemampuan menahan air, seperti pala dan durian, sebagai strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim di tingkat tapak dan lanskap.

IV. PENUTUP

Hubungan antara kelembaban tanah, biomassa serasah, dan kandungan karbon pada sistem agroforestri multistrata tradisional di Kampung Teluk Dore bersifat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor biotik dan abiotik. Meskipun kelembaban tanah memiliki peran penting dalam mendukung proses dekomposisi dan stabilisasi bahan organik, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa struktur vegetasi, jenis tanah, dan kuantitas input serasah memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap akumulasi karbon di lantai hutan. Temuan menarik dari Transek T5, yang memiliki kandungan karbon tertinggi meskipun kelembaban tanahnya rendah, menggarisbawahi pentingnya memperhatikan interaksi tekstur tanah dan input biomassa dalam estimasi simpanan karbon.

Implikasi dari hasil penelitian ini mempertegas bahwa sistem agroforestri tradisional tidak hanya berfungsi sebagai sumber penghidupan masyarakat, tetapi juga memiliki nilai strategis dalam mitigasi perubahan iklim berbasis lahan. Pendekatan konservasi dan pengelolaan lanskap yang mempertimbangkan keragaman vegetasi, karakteristik edafik, dan pengetahuan lokal menjadi sangat penting dalam upaya menjaga dan meningkatkan fungsi ekosistem. Penelitian ini merekomendasikan perlunya pengembangan model estimasi karbon yang lebih kontekstual dan site-specific, serta mendorong integrasi data lapangan dari wilayah adat terpencil ke dalam skema insentif karbon nasional maupun global seperti REDD+ dan PES.

REFERENSI

- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812769-1.00010-0>
- Córdova, L., Montagnini, F., Ibrahim, M., Smukler, S. & Morera, M. (2022). Participatory design of silvopastoral systems in Central America: Lessons for sustainable livestock intensification. *Agroforestry Systems*, 96, 1081–1093. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00765-3>
- Frazão, L.A., Vidal, E., Cammeraat, E.L.H. & de Lima, A.C. (2020). Effects of tree litter diversity on soil organic matter and carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 302, 107107. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107107>
- Hairiah, K., Dewi, S., Agus, F., van Noordwijk, M. & Rahayu, S. (2011). Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. World Agroforestry Centre (ICRAF) dan Brawijaya University Press.
- Hairiah, K., Dewi, S., Agus, F., van Noordwijk, M. & Rahayu, S. (2020). Carbon stock estimation in agroforestry systems: A manual for practitioners. World Agroforestry (ICRAF). <https://www.worldagroforestry.org/publication/carbon-stock-estimation-agroforestry-systems>
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- Lehmann, J. & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528, 60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>
- Mbow, C., Smith, P., Skole, D., Duguma, L. & Bustamante, M. (2014). Achieving mitigation and adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.09.003>
- Montagnini, F. & Nair, P.K.R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61, 281–295. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000029005.92691.79>
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M. & Nair, V.D. (2010). Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances in Agronomy*, 108, 237–307. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08005-3)
- Nair, P.K.R., Kumar, M.B. & Nair, D.V. (2019). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(1), 10–23. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800030>
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M. & Nair, V.D. (2021). Carbon sequestration and climate change mitigation. In P.K.R. Nair, B.M. Kumar & V.D. Nair (Eds.), *An Introduction to Agroforestry: Four Decades of Scientific Developments* (pp. 487–537). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0_20
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M. & Nair, V.D. (2021). Agroforestry for biodiversity conservation. In P.K.R. Nair, B.M. Kumar & V.D. Nair (Eds.), *An Introduction to Agroforestry: Four Decades of Scientific Developments* (pp. 539–562). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0_21
- Nguyen, H.Q., Tran, T.D., Trinh, M.V., Le, Q.D., Nguyen, X.T. & Pham, V.H. (2020). Influence of tree species composition and litter input on carbon sequestration in agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, 470–471, 118175. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118175>
- Poeplau, C., Don, A. & Vestermann, R. (2020). Dynamics and storage of soil organic carbon in litter layers of temperate agroforestry vs. monoculture croplands. *Global Change Biology*, 26(4), 2011–2025. <https://doi.org/10.1111/gcb.14901>
- Sari, T.P., Widayati, A., & van Noordwijk, M. (2023). Traditional agroforestry and carbon stocks in Indonesia: Evidence from smallholder systems. *Agroforestry Systems*, 97, 141–153. <https://doi.org/10.1007/s10457-022-00739-5>
- Shi, T., Wang, H. & Zhang, L. (2022). Influence of soil moisture and temperature on litter decomposition rates in subtropical forests. *Journal of Ecology and Environment*, 46, 12. <https://doi.org/10.1186/s41610-022-00231-z>

- Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A. & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241, 155–176. <https://doi.org/10.1023/A:1016125726789>
- van Noordwijk, M., Hoang, M.H., Neufeldt, H., Öborn, I. & Yatich, T. (2015). How trees and people can co-adapt to climate change: Reducing vulnerability through multifunctional agroforestry landscapes. World Agroforestry Centre (ICRAF). <https://doi.org/10.5716/WP15003.PDF>
- Wang, X., Liu, Y. & Zhao, P. (2023). Soil moisture-mediated litter decomposition under diversified agroforestry systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 180, 108806. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108806>