

## Perhitungan Bulk Density (Bd) sebagai Parameter Analisis Stok Karbon Organik Tanah di Perkebunan Plasma Kelapa Sawit Desa Sari, Tani Kecamatan Wonosari, Kabupaten Boalemo

### *Bulk Density (Bd) Assessment as a Parameter for Soil Organic Carbon Stock Analysis in Plasma Oil Palm Plantations of Sari Tani Village, Wonosari District, Boalemo Regency*

Maryam Pakaya<sup>1\*</sup>, Marini Susanti Hamidun<sup>2</sup>, Dewi Wahyuni K. Baderan<sup>2</sup>, Ramli Utina<sup>1</sup>, & Ilyas H. Husain<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo,

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

#### ABSTRAK

Karbon merupakan unsur yang menjaga keseimbangan ekosistem melalui fotosintesis. Namun, alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian, khususnya perkebunan kelapa sawit, memicu pelepasan karbon dan menjadi penyebab peningkatan pelepasan gas-gas pemicu efek rumah kaca. Studi ini dilakukan untuk mengkaji stok karbon tanah di kawasan perkebunan kelapa sawit dan kawasan hutan di Desa Sari Tani. Metode yang digunakan adalah purposive sampling, dengan pengambilan sampel tanah pada dua lokasi: kawasan yang belum diolah dan kawasan perkebunan kelapa sawit. Setiap lokasi terdiri dari dua titik pengambilan sampel dengan tiga kedalaman tanah berbeda (0–10 cm, 10–20 cm, dan 20–30 cm). Analisis dilakukan terhadap nilai bulk density dan kandungan karbon organik tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan yang belum diolah memiliki stok karbon tanah yang lebih tinggi dibandingkan kawasan perkebunan sawit. Stasiun I di kawasan belum diolah mencatat stok karbon tertinggi sebesar 0,107 g/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 0–10 cm, sedangkan stok karbon terendah ditemukan di Stasiun III kawasan perkebunan sawit, sebesar 0,044 g/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 10–20 cm. menunjukkan bahwa kandungan karbon tertinggi berada pada lapisan tanah permukaan dan menurun seiring bertambahnya kedalaman. Selain itu, nilai bulk density cenderung lebih tinggi di kawasan perkebunan sawit, yang mengindikasikan adanya pemadatan tanah akibat aktivitas budidaya.

**Kata kunci:** bulk density, hutan, karbon organik tanah, kelapa sawit, perubahan penggunaan lahan.

#### ABSTRACT

*Carbon plays a vital role in maintaining ecosystem balance through photosynthesis. However, forest conversion into agricultural land, especially oil palm plantations, contributes to carbon loss and increases greenhouse gas emissions. This study aims to assess soil carbon stocks in oil palm plantation and unprocessed forest areas in Sari Tani Village. Using purposive sampling, soil samples were taken from two locations with two sampling points each and three depth intervals (0–10 cm, 10–20 cm, and 20–30 cm). Bulk density and organic carbon content were analyzed. Results showed that the unprocessed area had higher soil carbon stocks than the oil palm plantation. The highest stock was found at Station I (unprocessed area) with 0.107 g/cm<sup>2</sup> at 0–10 cm depth, while the lowest was at Station III (plantation area) with 0.044 g/cm<sup>2</sup> at 10–20 cm depth. Soil carbon generally decreased with depth, and bulk density tended to be higher in the plantation area, indicating soil compaction due to agricultural activities.*

**Keywords:** bulk density, forest, land use change, oil palm, soil carbon

---

\* Corresponding author :

Maryam Pakaya

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

Jl. Jend. Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Gorontalo 96128.

E-mail : mrpakayaaa@gmail.com

## PENDAHULUAN

Karbon merupakan unsur esensial bagi kehidupan di Bumi dan memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem melalui proses biologis seperti fotosintesis. Dalam proses ini, tumbuhan menyerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan mengubahnya menjadi zat makanan serta oksigen yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Karbon dioksida juga dikenal sebagai salah satu kontributor utama efek rumah kaca (GRK), yang terakumulasi di atmosfer (Tambaru, 2024). Ketidakseimbangan karbon dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Jika karbon terlalu sedikit, proses fotosintesis terganggu, produksi oksigen menurun, dan suhu Bumi bisa mendingin. Sebaliknya, jika karbon berlebihan, efek rumah kaca meningkat dan menyebabkan pemanasan global (Manese, *et al.*, 2023).

Karbon yang ada di daratan Bumi tersimpan dalam berbagai bentuk, antara lain pada makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan, pada bahan organik yang telah mengalami pelapukan, serta dalam sedimen berupa fosil tumbuhan dan hewan. Ekosistem hutan menjadi sumber utama penyimpanan karbon dari makhluk hidup tersebut. Ketika hutan mengalami kerusakan, karbon dilepaskan ke atmosfer sebanding dengan tingkat kerusakan yang terjadi. Oleh karena itu, dalam rangka mitigasi perubahan iklim, diperlukan perhatian terhadap aspek perubahan tutupan lahan dan strategi pengelolaan hutan yang tepat. Peran hutan sangat krusial, lebih dari sekadar menjadi suatu tempat penyimpanan karbon, tetapi sebagai penyerap karbon alami yang sangat efektif di permukaan Bumi. Namun demikian, apabila hutan tidak

dikelola secara berkelanjutan, maka hutan juga berpotensi menjadi salah satu penyumbang terbesar terhadap emisi gas-gas rumah kaca. (Manuari, 2011).

Menurut Nora, (2018). Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada tanah dengan kadar pH 4-6,5. Tingkat keasaman (pH) yang optimum untuk sawit adalah 5,0- 5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase (beririgasi) baik dan memiliki lapisan solum cukup dalam (80 cm) tanpa lapisan padas . Jenis-jenis Tanah yang Cocok Untuk Budidaya Kelapa Sawit adalah, Tanah Latosol : Didaerah tropis seperti Indonesia, tanah latosol bisa berwarna merah, coklat dan kuning. Tanah latosol terbentuk di daerah yang iklimnya juga cocok untuk tanaman kelapa sawit. Tanah Aluvial : Jenis tanah aluvial sangat penting untuk tanaman kelapa sawit, meskipun kesuburannya di setiap tempat berbeda - beda.

Menurut Picarima (2024), Ekosistem hutan Adalah sebuah ekosistem yang tercipta melalui proses interaksi antar komponen dinamis antara komunitas tumbuhan, Baik yang berada di atas permukaan tanah maupun yang tersimpan di dalam lapisan tanah. Hutan yang di alih fungsikan menyebabkan perubahan vegetasi, kebakaran besar- besaran, sehingga potensi karbon berkurang karena hutan yang vegetasinya padat diperuntuhkan menjadi hutan produksi atau perkebunan kelapa sawit. Salah satu daerah yang terjadi alih fungsi tersebut yaitu Desa Sari Tani, dimana desa ini terdapat kawasan hutan dan kawasan yang sudah terbuka menjadi perkebunan kelapa sawit.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah kerusakan lahan

hutan akibat alih fungsi menjadi perkebunan kelapa sawit di Desa Sari Tani, yang menyebabkan penurunan signifikan stok karbon tanah. Alih fungsi ini mengubah vegetasi dan ekosistem hutan yang padat karbon menjadi lahan pertanian monokultur, sehingga potensi penyimpanan karbon berkurang dan emisi gas rumah kaca meningkat. Kondisi ini berkontribusi pada percepatan perubahan iklim global dan menimbulkan tantangan serius dalam mitigasi perubahan iklim. Terletak pada peran karbon sebagai unsur esensial yang menjaga keseimbangan ekosistem dan iklim Bumi melalui proses biologis seperti fotosintesis. Hutan bukan hanya sebagai penyimpan karbon terbesar di daratan, tetapi juga berfungsi sebagai penyerap karbon alami yang sangat efektif. Oleh karena itu, pemahaman stok karbon di tanah hutan dan perkebunan kelapa sawit sangat krusial untuk pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan mitigasi emisi gas rumah kaca.

#### **MATERI DAN METODE**

Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian meliputi metode Purposive Sampling, sampel tanah di ambil pada 2 lokasi yakni kawasan yang belum diolah berupa hutan dan kawasan yang sudah diolah berupa perkebunan kelapa sawit, setiap lokasi terdapat 2 stasiun pengambilan sampel dengan tiga kedalaman yang berbeda yaitu: 0 - 10 cm, 10 - 20 cm, dan 20 - 30 cm. pengambilan sampel pada lapisan 0-30 cm di karenakan lapisan ini dianggap paling representative untuk analisis sifat Fisik, Kimia, dan Biologi tanah. Dan merupakan zona aktif yang paling memengaruhi kondisi tanah dan pertumbuhan tanaman.

#### **Lokasi Penelitian**

Pengambilan data sampel dilakukan pada bulan Januari Tahun 2025 Di Kawasan Perkebunan Plasma Kelapa Sawit di Desa Sari Tani, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. Sari Tani adalah desa yang memiliki kawasan hutan yang menjadi bagian penting dari ekosistem dan kehidupan masyarakat setempat. Letak geografis hutan Sari Tani berada di U 00°46'19.40" T 122°16'59.94" dan letak geografis perkebunan sawit berada di U 00°46'37.18" T 122°17'28.74". Wilayah ini termasuk dalam tipe iklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan tahunan sekitar 2.200–2.500 mm/tahun, suhu udara berkisar antara 25–27°C, dan kelembaban relatif ±85%. Secara topografi, area penelitian memiliki bentuk lahan datar hingga bergelombang dengan kemiringan 2–15%, di mana kawasan perkebunan umumnya lebih datar dan kawasan hutan berada pada area yang lebih curam. Luas wilayah penelitian ditentukan berdasarkan jumlah line transek yang digunakan dalam pengambilan sampel. Penelitian ini menggunakan tiga line transek yang masing-masing memiliki dimensi 100 meter x 100 meter. Setiap transek mewakili lokasi pengambilan sampel tanah pada kedalaman yang berbeda sesuai dengan topografi dan kondisi lahan. Dengan luas 10.000 meter persegi (1 hektar) per transek, maka total luas wilayah yang dijadikan sebagai area pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah 30.000 meter persegi atau setara dengan 3 hektar. Penentuan luas ini dilakukan untuk memastikan keterwakilan data dari berbagai titik dalam kawasan hutan dan perkebunan kelapa sawit yang menjadi lokasi penelitian.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, jenis tanah yang mendominasi adalah podsolik merah kuning di dataran

tinggi hutan, planosol dan latosol di kawasan perkebunan, serta alluvial dan gleysol di sekitar bantaran sungai.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



(a)



(b)

Gambar 2. (a) kawasan perkebunan Sawit, (b) kawasan Hutan

### ***Prosedur Penelitian***

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan membuat kotak besi berukuran 20 cm x 20 cm x 10 cm (P x L x K) untuk mengambil sampel tanah pada tiga lapisan kedalaman berbeda, yaitu 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, dan 20 – 30 cm. kemudian dilakukan pengukuran berat basah, berat kering sampel tanah dan analisis kandungan karbon sampel tanah. Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

- a. Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu: Alat tulis untuk Pencatatan data, Timbangan digital, Kantong kertas, Soil tester, Avenza Map, Kotak besi berukuran berukuran 20 cm x 20 cm x 10 cm, Sekop kecil, Zipper bag, Label kertas, Oven, Kamera digital.
- b. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu Sampel tanah dari dua lokasi pengambilan sampel di kawasan perkebunan kelapa sawit dan kawasan yang belum diolah berupa hutan di desa Sari Tani.

### ***Pengambilan Sampel Tanah***

- a. Membersihkan permukaan tanah dari serasah atau rumput, kemudian buat sub plot ukuran 20cm x 20cm x kedalaman 10cm untuk pengambilan sampel tanah. Ukur pH tanah menggunakan soil test sebelum pengambilan sampel.
- b. Sampel tanah di ambil menggunakan kotak besi, dimana menancapkan kotak besi ke permukaan tanah kemudian pukul perlahan dengan benda keras hingga masuk sesuai kedalaman.

- c. Angkat perlahan tanah permukaan datar agar tanah tetap utuh di dalam kotak besi tersebut.
- d. Keluarkan tanah dari kotak besi, kemudian masukkan kedalam zipbag, dan di timbang berat basahnya ( $W^1$ ) dengan volume 4000 cm<sup>3</sup>. Catat beratnya, lanjutkan untuk kedalaman 10 – 20 cm dan 20 – 30 cm. ulangi cara tersebut untuk stasiun 2 dan seterusnya.

### ***Tahapan Kerja di Laboratorium***

Setelah pengambilan sampel di lokasi selesai, sesampainya di laboratorium, selanjutnya ambil sub-contoh 50g, kemudain di masukan kedalam amplop kertas, lalu dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 48 jam, setelah sampel tanah kering, timbang kembali untuk mendapatkan berat keringnya.. Prosedur yang sama diulangi pada kedalaman 10-20cm dan 20-30cm. Semua data dicatat dalam lembar pengamatan (Tabel 2). Untuk mengetahui kadar C organik tanah, sampel dibawa ke Laboratorium PT. PG Gorontalo untuk dianalisis.

### ***Teknik Pengumpulan Data***

Jenis data yang dianalisis dalam penelitian ini mencakup data primer serta data sekunder:

- a. Data primer merupakan informasi yang dikumpulkan secara langsung melalui aktivitas pengambilan data di lapangan. Kemudian data ini memberikan informasi kuantitatif tentang jumlah karbon organik yang ada dalam sampel tanah tersebut dengan menghitung berat tanah total, berat basah dan berat

kering tanah, kemudian data disajikan dalam bentuk Tabel 1.

- b. Data sekunder merujuk pada informasi yang diperoleh melalui kajian pustaka dan sumber-sumber yang relevan dari instansi terkait stok karbon organik tanah pada kawasan perkebunan kelapa sawit di desa Sari Tani.

#### Teknik Analisis Data

1. Analisis data meliputi perhitungan *Bulk density* (BD):

$$BI = W/V \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

2. Perhitungan karbon tanah menggunakan rumus sebagai berikut Indonesia, S. N. (2019) di dalam Hairiah *et al.*, (2011):

$$Ct = Kd \times \rho \times \% C \text{ organik}$$

#### HASIL

Stok karbon tanah di dua lokasi penelitian pada kawasan plasma Perkebunan Kelapa sawit yaitu antara Hutan dan Perkebunan Kelapa Sawit di Desa Sari Tani, menunjukkan hasil pengukuran Bulk Density, Karbon Organik, dan Kandungan Karbon Tanah di setiap stasiun pada kawasan perkebunan kelapa sawit, dapat dilihat pada Tabel 2, sementara pada kawasan yang belum diolah dapat ditemukan pada Tabel 3.

Tabel 1. Tabel pengukuran biomasa tanah

Plot	Kedalaman Tanah (cm)	W1 (g)	W2 (g)	W3 (g)	V (cm <sup>3</sup> )	W = BKO tanah (g/4000cm <sup>3</sup> )	BI (g/cm <sup>3</sup> )
	0 - 10						
1	10 - 20						
	20 - 30						
...							

\*Keterangan:

W = adalah berat basah total tanah, diukur dalam gram (g)

W1 = adalah berat basah dari sub sampel tanah, diukur dalam gram (g)

W2 = adalah berat kering dari sub sampel tanah, diukur dalam gram (g)

W3 = adalah total berat kering tanah, diukur dalam gram (g)

V = adalah volume tanah, diukur dalam sentimeter kubik (cm<sup>3</sup>).

Berdasarkan (Tabel 2) hasil pengukuran pada ke tiga stasiun yang terdapat pada perkebunan sawit, dimana pada setiap stasiun ini di ambil 2 titik lokasi pengambilan sampel, sehingga nilai *Bulk Density* yang diperoleh pada Stasiun (I) Area pemukiman Nilai BD yang diperoleh

pada stasiun (I) disajikan pada (Tabel 2). Diperoleh nilai Rata-rata BD pada ke dua titik di stasiun (I) menunjukkan pada kedalaman 0-10 cm tercatat sebesar 0,43 g/cm<sup>3</sup>; pada kedalaman 10-20 cm, rata-rata BD tercatat 0.37 g/cm<sup>3</sup>; dan pada kedalaman 20-30 cm, rata-rata BD tercatat 0.38 g/cm<sup>3</sup>. Pada

stasiun (II) yang berada di dalam Perkebunan Sawit menunjukkan Nilai BD yang diperoleh pada ke-2 titik yang berada di stasiun (II) disajikan pada (tabel 2). nilai Rata-rata BD yang diperoleh pada ke dua titik di stasiun (II) menunjukkan pada kedalaman 0-10 cm tercatat nilai BD rata-rata 0.44 g/cm<sup>3</sup>. pada kedalaman 10-20 cm tercatat nilai BD rata-rata 0.42 g/cm<sup>3</sup>, dan pada kedalaman 20-30 cm nilai BD tercatat 0.44 g/cm<sup>3</sup>. Pada stasiun (III) yang berdekatan dengan area Perkebunan Jagung Nilai BD yang diperoleh pada ke-2 titik yang berada di stasiun (III) disajikan pada (tabel 2). sehingga nilai Rata-rata BD yang diperoleh pada ke dua titik di stasiun (III) menunjukkan pada kedalaman 0-10 cm nilai BD rata-rata yaitu 0.44 g/cm<sup>3</sup>, pada kedalaman 10-20 cm tercatat 0.42 g/cm<sup>3</sup>, dan pada kedalaman 20-30 cm nilai rata-rata BD yaitu 0.43 g/cm<sup>3</sup>.

Hasil analisis Persentase (% C Organik di kawasan plasma perkebunan sawit di Desa Sari Tani pada Stasiun (I) menunjukkan bahwa pada kedalaman 0-10 cm diperoleh 1.32% C Organik; 1.00% pada

kedalaman 10-20 cm; dan 0,92 % pada kedalaman 20-30 cm. sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 0-10 cm sebesar 0.057 g/cm<sup>2</sup>, dan terendah pada kedalaman 20-30 cm yaitu 0.035 g/cm<sup>2</sup>. Persentase karbon organik (% C Organik) yang diperoleh pada stasiun (II) menunjukkan pada kedalaman 0-10 cm tercatat 1.17 % C Organik, 1.01% pada kedalaman 10-20 cm, dan 0.92% pada kedalaman 20-30 cm. sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 0-10 cm sebesar 0.052 g/cm<sup>2</sup>, dan yang terendah tercatat pada kedalaman 10-20 cm yaitu 0,040 g/cm<sup>2</sup>. Persentase karbon organik (% C Organik) yang diperoleh pada stasiun (III) menunjukkan pada kedalaman 0-10 cm tercatat 0.83% C Organik, 1.05% pada kedalaman 10-20 cm, dan 0.99 % C organik yang terdapat pada kedalaman 20-30 cm. Sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 10-20 cm sebesar 0.044 g/cm<sup>2</sup>, dan yang terendah tercatat pada kedalaman 0-10 cm yaitu 0,036 g/cm<sup>2</sup>.

Tabel 2. Tabel Pengukuran Biomasa Tanah Di Kawasan Perkebunan Sawit

Stasiun	Titik	Kedalaman Tanah	Rata - rata		%C Organik	Kandungan Karbon Tanah (g/cm <sup>3</sup> )
			BI=BD (g/cm <sup>3</sup> )	BI=BD (g/cm <sup>3</sup> )		
(I) Area Pemukiman	1	0-10	0.51	0.43	1.32	0.057
		10-20	0.45			0.037
		20-30	0.47			0.035
	2	0-10	0.35	0.38	0.92	Total: 0.131
		10-20	0.29			
		20-30	0.30			
(II) Dalam Perkebunan Sawit	1	0-10	0.43	0.44	1.17	0.052
		10-20	0.39			0.043
		20-30	0.40			0.040
	2	0-10	0.46	0.44	0.92	Total: 0.137
		10-20	0.45			
		20-30	0.47			
(III) Area Perkebunan jagung	1	0-10	0.40	0.44	0.83	0.036
		10-20	0.46			0.044
		20-30	0.42			0.043
	2	0-10	0.48	0.43	0.99	Total: 0.125
		10-20	0.37			
		20-30	0.45			

\*Sumber: Data Primer 2025

Tabel 3. Tabel Pengukuran Biomasa Tanah Di Kawasan Yang Belum Diolah

Stasiun	Titik	Kedalaman Tanah	BI=BD (g/cm <sup>3</sup> )	Rata - rata		Kandungan Karbon Tanah (g/cm <sup>3</sup> )
				BI=BD (g/cm <sup>3</sup> )	%C Organik	
(I) Dataran Tinggi	1	0-10	0.38	0.39	2.75	0.107
		10-20	0.35			0.058
		20-30	0.32			0.045
	2	0-10	0.39	0.36	1.26	Total: 0.212 g/cm <sup>2</sup>
		10-20	0.40			
		20-30	0.39			
(II) Dataran Rendah	1	0-10	0.32	0.37	1.90	0.070
		10-20	0.44			0.049
		20-30	0.45			0.043
	2	0-10	0.42	0.46	0.93	Total: 0.163 g/cm <sup>2</sup>
		10-20	0.35			
		20-30	0.47			
(III) Area Bantaran Sungai	1	0-10	0.44	0.44	2.36	0.104
		10-20	0.45			0.068
		20-30	0.45			0.049
	2	0-10	0.43	0.45	1.10	Total: 0.223
		10-20	0.39			
		20-30	0.44			

\*Sumber: Data Primer 2025

Hasil pengukuran bulk density pada dua stasiun di Desa Sari Tani yang berada pada kawasan yang belum diolah menunjukkan adanya variasi nilai kerapatan massa tanah pada setiap kedalaman. Pada Stasiun (I) di Dataran Tinggi, dimana pada setiap stasiun ini di ambil 2 titik lokasi pengambilan sampel, sehingga nilai Bulk Density yang diperoleh pada titik-1 di sajikan dalam (Tabel 3), sehingga nilai rata-rata BD yang diperoleh dari ke dua titik di stasiun (I) Sehingga nilai Rata-rata BD yang diperoleh pada ke dua titik di stasiun (I) menunjukan pada kedalaman 0-10 cm tercatat 0.39 g/cm<sup>3</sup>, pada kedalaman 10-20 cm tercatat 0.38 g/cm<sup>3</sup>, dan pada kedalaman 20-30 cm BD rata -rata 0.36 g/cm<sup>3</sup>. Nilai BD yang diperoleh pada stasiun (II) disajikan pada (tabel 3), sehingga nilai rata-rata BD yang diperoleh dari ke-2 titik pengambilan sampel yaitu pada kedalaman 0-10 cm tercatat 0.37 g/cm<sup>2</sup> nilai rata-rata BD, 0.40 g/cm<sup>2</sup> pada kedalaman 10-20 cm dan nilai rata-rata BD 0.46 g/cm<sup>2</sup> tercatat pada kedalaman 20-30 cm. Pada stasiun III yang berada pada

Bantaran Sungai. titik pengambilan sampel dilakukan sama halnya dengan pengambilan sampel di stasiun (I) dan (II). Nilai BD yang diperoleh pada stasiun (III) disajikan pada (tabel 3), sehingga nilai rata-rata BD yang diperoleh dari ke-2 titik pengambilan sampel yaitu pada kedalaman 0-10 cm tercatat 0.44 g/cm<sup>2</sup>, pada kedalaman 10-20 cm tercatat 0.42 g/cm<sup>2</sup>, dan pada kedalaman 20-30 cm tercatat 0.45 g/cm<sup>2</sup>.

Hasil analisis persentase (%) karbon organik di kawasan hutan Desa Sari Tani pada Stasiun I (dataran rendah) menunjukkan Persentase karbon organik (% C Organik) yang diperoleh dari hasil pengukuran dilaboratorium mempunyai hasil yang berbeda pada setiap kedalaman (Tabel 3) pada kedalaman 0-10 cm diperoleh 2.75% C Organik; 1.54% pada kedalaman 10-20 cm; dan 1.26 % pada kedalaman 20-30 cm. Sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 0-10 cm sebesar 0.107 g/cm<sup>2</sup>, dan terendah pada kedalaman 20-30 cm yaitu 0.045 g/cm<sup>2</sup>. Pada Stasiun (II) Persentase karbon organik

(% C Organik) pada kedalaman 0-10 cm diperoleh 1.90% C Organik, 1.22% pada kedalaman 10-20 cm, dan 0.93 pada kedalaman 20-30 cm. Sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 0-10 cm yaitu 0.070 g/cm<sup>2</sup>, dan terendah pada kedalaman 20-30 cm yaitu 0.043 g/cm<sup>2</sup>. Pada stasiun III yang berada pada Bantaran Sungai. titik pengambilan sampel dilakukan sama halnya dengan pengambilan sampel di stasiun (I) dan (II). Sehingga Persentase karbon

*Bulk density* ialah pengukuran berat tanah kering oven per volume tanah dalam kondisi aslinya. Dalam berbagai studi, parameter ini sering digunakan sebagai indikator kualitas tanah, di mana nilai yang tinggi menandakan tanah lebih padat, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan tanah lebih gembur. Jika semakin padat suatu tanah, maka semakin besar nilai berat isinya, sehingga kemampuan tanah untuk mengalirkan air atau ditembus oleh akar menjadi semakin rendah (Kurniawan, 2018).

Nilai Bulk Density (BD) tertinggi terdapat di stasiun II dan III pada kedalaman 0-10 cm dan 20-30 cm, yaitu 0,44 g/cm<sup>3</sup>. Ini menunjukkan bahwa tanah pada kedalaman tersebut di Stasiun II (dalam perkebunan sawit) dan Stasiun III (dekat perkebunan jagung) lebih padat dibandingkan tanah di area pemukiman (Stasiun I), terutama di lapisan atas dan bawah. Hal ini sesuai dengan Putra (2023), menjelaskan kepadatan tanah yang tinggi dapat menghalangi akar kelapa sawit untuk menembus lapisan tanah karena penetrasi akar tanaman ke dalam tanah ditentukan oleh kemampuan akar tanaman tersebut, karena akar kelapa sawit memiliki batas kemampuan dalam menembus lapisan tanah keras. Perkebunan kelapa

organik (% C Organik) yang diperoleh pada kedalaman 0-10 cm diperoleh 2.36%, pada kedalaman 10-20 cm diperoleh 1.60%, dan pada kedalaman 20-30 cm nilai %C Organik yaitu 1.10%. Sehingga kandungan karbon tertinggi tercatat pada kedalaman 0-10 cm yaitu 0.104 g/cm<sup>2</sup>, dan terendah pada kedalaman 20-30 yaitu 0.049 g/cm<sup>2</sup>.

## PEMBAHASAN

### *Stok karbon tanah pada area Perkebunan Sawit*

sawit pada umumnya memiliki tingkat kerapatan massa yang lebih tinggi, dibandingkan dengan area di sekitarnya seperti perkebunan jagung. Hal ini disebabkan oleh penggunaan alat berat yang intensif serta minimnya pengolahan tanah dan rotasi tanaman, yang secara bertahap meningkatkan kepadatan tanah. Sebaliknya, perkebunan jagung cenderung memiliki bulk density yang lebih rendah karena pengolahan tanah dilakukan lebih sering. Hal ini sesuai dengan penelitian Moinfar (2022), yang menjelaskan bahwasanya pemadatan umumnya disebabkan oleh penggunaan alat dan mesin berat dalam kegiatan budidaya yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja. Namun, penggunaan alat berat tersebut dapat menimbulkan tekanan berlebih pada tanah, terutama pada lapisan tanah bagian bawah, yang mengakibatkan peningkatan tingkat kepadatan tanah secara keseluruhan. Kondisi ini berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman dan menyebabkan penurunan produktivitas hasil pertanian secara global.

Pola distribusi ini menunjukkan bahwa karbon organik tidak selalu terakumulasi paling tinggi pada permukaan tanah. Hasil ini

mendukung pernyataan dari Abera & Meskel (2013), yang mengemukakan bahwa variasi penggunaan lahan, intensitas budidaya, dan praktik pemupukan turut memengaruhi sifat-sifat tanah, yang pada akhirnya berdampak terhadap kapasitas tanah dalam menyimpan karbon. Usmadi *dkk.* (2015) menjelaskan bahwa Dari kelima komponen penyimpan karbon, vegetasi hidup merupakan penyumbang utama terhadap total cadangan karbon, yakni sebesar 48,50%. Komponen tanah berada di posisi kedua dengan kontribusi sebesar 28,15% atau setara dengan sekitar 39,84 ton per hektar. Sisa cadangan karbon berasal dari nekromassa dan elemen lainnya. Bachtiar (2017), menyatakan bahwa mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah berperan dalam menguraikan bahan organik yang jatuh dari tegakan, sehingga menghasilkan unsur hara yang kemudian diserap oleh akar tanaman.

Kandungan karbon tanah pada kawasan perkebunan sawit menunjukkan variasi antar stasiun pengamatan. Berdasarkan (Tabel 3.1), stasiun II memiliki kandungan karbon tanah tertinggi, yaitu sebesar 0,137 g/cm<sup>2</sup>. Sebaliknya, kandungan terendah tercatat pada stasiun III sebesar 0,125 g/cm<sup>2</sup>. Perbedaan kandungan karbon antara stasiun I dan stasiun II dipengaruhi oleh perbedaan jenis vegetasi dan aktivitas pengelolaan lahan di sekitarnya. Stasiun II yang berada di dalam area perkebunan sawit cenderung memiliki penutupan vegetasi yang lebih stabil dan menghasilkan lebih banyak serasah (daun, pelepah sawit, dan akar mati) yang terdekomposisi menjadi bahan organik tanah. Hal ini turut mendorong akumulasi karbon dalam tanah, sebagaimana dijelaskan oleh

Megayanti (2022), konversi lahan menjadi perkebunan dapat memengaruhi kandungan bahan organik tanah, terutama dari sumbangan serasah tanaman yang telah mati dalam konteks perkebunan sawit yang merupakan bagian dari pelepah yang gugur, daun kering, dan sisa akar memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan bahan organik, sehingga kandungan karbon tanah menjadi lebih tinggi.

Menurut Bahendra, (2016) penanaman kelapa sawit di lahan perkebunan memengaruhi perubahan karakteristik fisik dan biologis tanah, yang semakin nyata seiring bertambahnya umur tanaman. Beberapa perubahan sifat fisik yang teridentifikasi meliputi penurunan fraksi tanah liat dan kadar bahan organik pada lapisan tanah 0–20 cm, penurunan indeks stabilitas agregat pada kedalaman 0–20 cm dan 20–40 cm, serta peningkatan bobot isi tanah dan permeabilitas pada kedua lapisan kedalaman tersebut sebagai akibat dari aktivitas budidaya kelapa sawit.

Sementara itu, stasiun III yang berbatasan langsung dengan perkebunan jagung mengalami gangguan yang lebih tinggi. Tanaman jagung bersifat semusim dan memiliki sistem akar yang dangkal serta produksi biomassa yang lebih sedikit dibandingkan sawit, sehingga kontribusi terhadap kandungan karbon tanah lebih rendah. Selain itu, pengolahan lahan jagung yang intensif seperti pembajakan dan minimnya pengembalian serasah ke tanah juga berperan dalam menurunkan cadangan karbon tanah di area tersebut. Kondisi ini didukung oleh studi yang telah dilakukan oleh Kurniadinata (2017), yaitu dengan membenamkan serasah di daerah

perakaran tanaman jagung yang berguna untuk mendorong aktivitas berbagai organisme mikro dan makro dalam proses dekomposisi bahan organik.

### **Stok Karbon Tanah Pada Area Hutan**

Tingginya nilai *bulk density* mengindikasikan bahwa tanah berada dalam kondisi yang lebih padat, sehingga dapat menurunkan tingkat porositas tanah, serta dapat mengurangi laju infiltrasi air ke dalam tanah. Pematatan tanah menjadi salah satu tantangan utama yang umum dijumpai dalam praktik pertanian, baik oleh ilmuwan maupun praktisi di lapangan (Moinfar *et al.*, 2021; Błaszczykiewicz, 2019). Distribusi nilai *bulk density* di setiap kedalaman juga menunjukkan hubungan yang erat dengan kandungan bahan organik. Nilai **bulk density tertinggi** secara keseluruhan ada di Stasiun II, kedalaman 20–30 cm = 0.46 g/cm<sup>3</sup>. Menurut Holilullah (2015), Lapisan permukaan tanah biasanya mengandung bahan organik dalam jumlah lebih tinggi, yang berkontribusi terhadap peningkatan ruang pori tanah dan memiliki nilai kerapatan massa yang lebih rendah. Sementara itu, pada lapisan tanah yang lebih dalam, kadar bahan organik cenderung menurun, sementara tekanan dari lapisan tanah di atasnya meningkat, yang menyebabkan nilai *bulk density* lebih tinggi. Leonika (2021) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai kerapatan massa tanah, maka kemampuan air untuk meresap ke dalam tanah akan semakin rendah, sehingga air tidak dapat tertahan dalam tanah dan sulit dimanfaatkan oleh vegetasi yang tumbuh di atasnya. Sementara itu, menurut Tolaka *et al.* (2013), keberadaan vegetasi dalam ekosistem

hutan memiliki peran krusial dalam membentuk serta menjaga kestabilan agregat tanah. Akar tanaman berkontribusi dalam merekatkan partikel tanah, sementara tajuknya berfungsi sebagai pelindung permukaan tanah dari curahan air hujan yang berpotensi merusak struktur tanah

Menurut Mustafa (2022), menyatakan bahwa rendahnya kandungan karbon organik dalam tanah mencerminkan rendahnya kadar bahan organik yang terkandung di dalamnya. Variasi ini menunjukkan bahwa lokasi dengan kondisi lingkungan yang lebih lembap dan dekat dengan aliran air, seperti di Stasiun II, cenderung mengandung kadar bahan organik dan karbon tanah yang relatif lebih tinggi. Peningkatan kadar karbon organik di Stasiun II kemungkinan dipengaruhi oleh letaknya yang berdekatan dengan aliran sungai, yang menyebabkan kondisi tanah menjadi lebih lembap dan stabil. Keadaan tersebut memperlambat proses dekomposisi bahan organik, sehingga penumpukan karbon menjadi lebih besar. Kadar bahan organik yang tinggi tersebut dapat memengaruhi kualitas perairan, dan jika melebihi ambang batas yang ditetapkan, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Konsentrasi bahan organik juga menjadi indikator penting dalam menilai kondisi suatu perairan (Sari *et al.*, 2014).

### **KESIMPULAN**

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kawasan hutan memiliki kandungan karbon organik dan *bulk density* yang lebih seimbang dibandingkan dengan lahan yang telah dikonversi menjadi perkebunan. Perkebunan sawit cenderung memiliki

bulk density lebih tinggi akibat penggunaan alat berat dan minimnya rotasi tanaman, yang menyebabkan tanah lebih padat dan menghambat penetrasi akar serta infiltrasi air. Sementara itu, kandungan karbon organik tertinggi umumnya terdapat pada lapisan tanah atas (0-10 cm) di kawasan hutan, sedangkan di area perkebunan, distribusi karbon lebih bervariasi. Faktor seperti jenis vegetasi, intensitas pengolahan tanah, dan kedekatan dengan sumber air turut memengaruhi variasi stok karbon antar lokasi. Stasiun dengan stok karbon tanah tertinggi secara keseluruhan adalah Stasiun I di kawasan yang belum diolah, sedangkan stok karbon terendah terdapat di Stasiun III pada kawasan perkebunan sawit. Hal ini menunjukkan bahwa konversi lahan secara signifikan menurunkan kemampuan tanah dalam menyimpan karbon.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abera, G. and Meskel, E.W., 2013. Soil Properties and Soil Organic Carbon Stocks of Tropical Andosol Under Different Land Uses. *Open Journal of Soil Science*, 3(3), pp.153-162. <https://doi.org/10.4236/ojss.2013.33001>
- Bachtiar, B., 2017. Pengaruh Tegakan Lamtoro Gung *Leucaena Leucocephala* L. terhadap Kesuburan Tanah di Kawasan Hutan Ko'mara Kabupaten Takalar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(1).
- Bahendra Fp. 2016. Kajian Sifat Fisika Tanah Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) pada Tingkat Umur yang Berbeda di PT. Agro Muko - Tanah Rekah Estate Propinsi Bengkulu. [Thesis]. Padang (Id): Universitas Andalas.
- Błaszkiwicz, Z., 2019. Identification and Quantification of Selected Factors Determining Soil Compression by Tractors of Weights with Single Wheels and Dual Wheels. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 64(1), pp.4-12.
- Dwi Putra, R. (2023). Evaluasi Kepadatan Tanah Akibat Penerapan Konservasi Tanah pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit (*Studi Kasus PT. Kencana Sawit Indonesia*) (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Holilullah, H., Afandi, A. and Novpriansyah, H., 2015. Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(2).
- Kurniadinata, K., Rusdiansyah, R., & Palupi, N. P. (2017). Studi Performa Akar Jagung (*Zea Mays* L.) pada Aplikasi Pupuk Organik dan Anorganik. *Agropet*, 14(2).
- Kurniawan, D. (2018). Kajian Nilai Kepadatan Tanah (Bulk Density) Dalam Alih Guna Lahan dari Mono kultur Tebu menjadi Agroforestri Berbasis Sengon di Kedung kandang Malang (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya)
- Leonika, A., Nugroho, Y., & Rudy, G. S. (2021). Pengaruh Kerapatan Tegakan terhadap Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Tutupan Lahan di KHDTK Mandiangin ULM. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(4), 608-616.
- Megayanti, L., Zurhalena, Z., Junedi, H., & Fuadi, N. A. (2022). Kajian Beberapa Sifat Fisika Tanah yang Ditanami Kelapa Sawit pada Umur dan Kelerengan yang Berbeda. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 413-420.

- Moinfar, A., Shahgholi, G Abbaspour-Gilandeh, Y., Herrera-Miranda, I., Hern´andez Hernandez, JL, Herrera-Miranda, MA, (2021). Investigasi Pengaruh Jenis Sistem Penggerak Traktor terhadap Perilaku Tanah di Bawah Ban Traktor. *Agronomy*, 11(4), p696. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040696>.
- Moinfar, A., Shahgholi, G., Gilandeh, Y. A., Kaveh, M., & Szymanek, M. (2022). Investigating The Effect of The Tractor Driving System Type on Soil Compaction Using Different Methods of ANN, ANFIS and Step Wise Regression. *Soil and Tillage Research*, 222, p.105444.
- Mustafa, M., Maulana, A., Irfan, U. R., & Tonggiroh, A. (2022). Evaluasi Kesuburan Tanah pada Lahan Pasca Tambang Nikel Laterit Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13(1).
- Nora, S., & Mual, C. D. (2018). Buku Ajar Budidaya Tanaman Kelapa Sawit. Pusat Pendidikan Pertanian, 53(9), 1689-1699.
- Picarima, R., Kakisina, P., & Sahertian, D. E. (2024). Keanekaragaman dan Dominansi Vegetasi Pohon pada Habitat *Eulipoa wallacei* di Hutan Hii Desa Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 15(2).
- Sari, T.A., Atmodjo, W. & Zuraida, R. 2014. Studi Bahan Organik Total Sedimen Dasar Laut di Perairan Nabire Teluk Cendrawasih Papua. *Jurnal Oseanografi*, 3(1):81-86.
- Tambaru, E. (2024). Analisis Morfologi, Faktor Lingkungan dan Klorofil daun *Cassia fistula* L. dan *Bauhinia acuminata* L. di Hutan Kota Universitas Hasanuddin. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 15(1).
- Tolaka, Wildan, Wardah, Rahmawati. 2013. Sifat Fisik Tanah pada Hutan Primer, Agroforestri dan Kebun Kakao di SubDAS Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *Warta Rimba*. 1 (1): 1-8.
- Usmadi, D. S. Hidayat, Yuzammi, dan D. Asikin, 2015. Potensi Biomassa dan Cadangan Karbon Kebun Raya Balikpapan, Kalimantan Timur. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI. *Buletin Kebun Raya* Vol. 18 No. 1.