

## Analisis Karbon Organik dan Sifat Tanah di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Desa Talang Pauh Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu

Mela Faradika<sup>1\*</sup>, Wiryono<sup>1</sup>, Steffanie Nurliana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Lingkungan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

<sup>2</sup>Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu

\*Email korespondensi: [melafaradika@unib.ac.id](mailto:melafaradika@unib.ac.id)

Artikel diterima : 22 Januari 2026 . Revisi diterima : 10 Maret 2026

### ABSTRACT

Converting forest land to oil palm plantations can reduce SOC content. Forests are complex ecosystems with high biodiversity and have a greater capacity to store organic carbon than monoculture oil palm plantations. This study aimed to analyze the SOC content and soil properties in oil palm plantation land located in Talang Pauh Village, Pondok Kelapa Subdistrict, Central Bengkulu Regency. Soil samples were conducted at depths of 0–10 cm, 10–20 cm, and 20–30 cm. The samples from each depth were analyzed for SOC content, pH, bulk density, field capacity, and soil texture (percentages of sand, clay, and silt). Statistical analyses used were ANOVA, LSD, regression, and correlation tests. The results showed that the SOC stocks at depths of 0–10 cm, 10–20 cm, and 20–30 cm were  $46.78 \pm 10.01 \text{ Mg ha}^{-1}$ ,  $34.90 \pm 5.87 \text{ Mg ha}^{-1}$ , and  $35.40 \pm 3.26 \text{ Mg ha}^{-1}$ , respectively. In addition, the sand, clay, and silt fractions exhibited significant relationships with SOC content. The oil palm plantation soils in the Sumatera region exhibited relatively similar average SOC stocks, although forest conversion to plantation areas has been shown to reduce SOC reserves.

**Key words:** oil palm plantation; soil organic carbon (SOC); litter biomass; groundcover biomass; soil properties

### ABSTRAK

Konversi lahan dari hutan menjadi areal perkebunan kelapa sawit dapat menurunkan kandungan karbon organik tanah. Hutan merupakan ekosistem kompleks dan memiliki keanekaragaman hayati sehingga memiliki kapasitas penyimpanan karbon organik yang lebih tinggi dibandingkan perkebunan monokultur sawit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbon organik dan sifat-sifat tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit di Desa Talang Pauh Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Sampel tanah yang diambil pada setiap kedalaman di uji kandungan karbon organiknya, pH, bulk density, kadar air kapasitas lapang, dan tekstur tanah (persentase pasir, liat, dan debu). Analisis statistik yang digunakan, yaitu analisis ANOVA, LSD, regresi, dan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan cadangan karbon organik pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm berturut-turut sebesar  $46.78 \pm 10.01 \text{ Mg ha}^{-1}$ ;  $34.90 \pm 5.87 \text{ Mg ha}^{-1}$ ; dan  $35,40 \pm 3.26 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Selain itu, fraksi pasir, liat dan debu memiliki hubungan yang signifikan dengan karbon organik tanah. Lahan perkebunan kelapa sawit di wilayah Sumatera memiliki rata-rata cadangan karbon organik tanah yang relatif sama walaupun aktivitas penggunaan lahan menjadi areal perkebunan dapat menurunkan cadangan karbon organik.

**Kata kunci:** perkebunan kelapa sawit; karbon organik tanah; seresah; biomassa tumbuhan bawah; sifat tanah

### PENDAHULUAN

Salah satu bentuk konversi lahan yang paling umum terjadi yaitu perubahan penggunaan lahan menjadi perkebunan kelapa sawit terutama di wilayah tropis, termasuk Indonesia. Perkebunan kelapa sawit memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap peningkatan perekonomian nasional, akan tetapi di sisi lain berdampak terhadap kondisi biofisik tanah dan keseimbangan karbon. Tanah merupakan salah satu penyimpan karbon terbesar dalam bentuk karbon organik tanah sehingga tanah berperan

penting dalam siklus karbon (Si dkk., 2024). Adanya konversi lahan, terutama dari hutan menjadi areal perkebunan dapat berpotensi menurunkan kandungan karbon organik tanah karena berkurangnya masukan bahan organik (Widyati dkk., 2022).

Kandungan karbon organik tanah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jenis vegetasi penutup, penggunaan lahan, aktivitas mikroorganisme, serta sifat fisik dan kimia tanah (Liu dkk., 2023; Rajapaksha dkk., 2025). Hutan menyimpan lebih banyak karbon daripada

perkebunan sawit, meskipun sawit juga menyerap karbon (Wiryo dkk., 2021). Perkebunan monokultur sawit memiliki kapasitas penyimpanan karbon lebih rendah dibandingkan hutan yang merupakan ekosistem kompleks dan beragam. Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan Rahman dkk. (2018) stok SOC menurun  $\pm 49\%$  setelah konversi hutan primer menjadi perkebunan sawit setelah 29 tahun. Pada sistem perkebunan kelapa sawit, input karbon berasal dari serasah daun, akar mati, dan tumbuhan bawah yang telah mengalami proses dekomposisi. Namun, tingkat penumpukan bahan organik di permukaan tanah sering kali menurun akibat aktivitas pengelolaan lahan, seperti pembersihan serasah dan tumbuhan bawah.

Selain karbon organik tanah, menganalisis sifat tanah setelah konversi lahan penting karena mempengaruhi tingkat kesuburan dan produktivitas lahan, seperti agregasi tanah, kapasitas menahan air, dan ketersediaan nutrisi (Horel dkk., 2015; Isaboke dkk., 2025; Q. Zhong dkk., 2025). Hal tersebut berperan penting sebagai indikator kesehatan ekosistem dan pertanian jangka panjang. Di samping itu, konversi lahan sering kali merusak

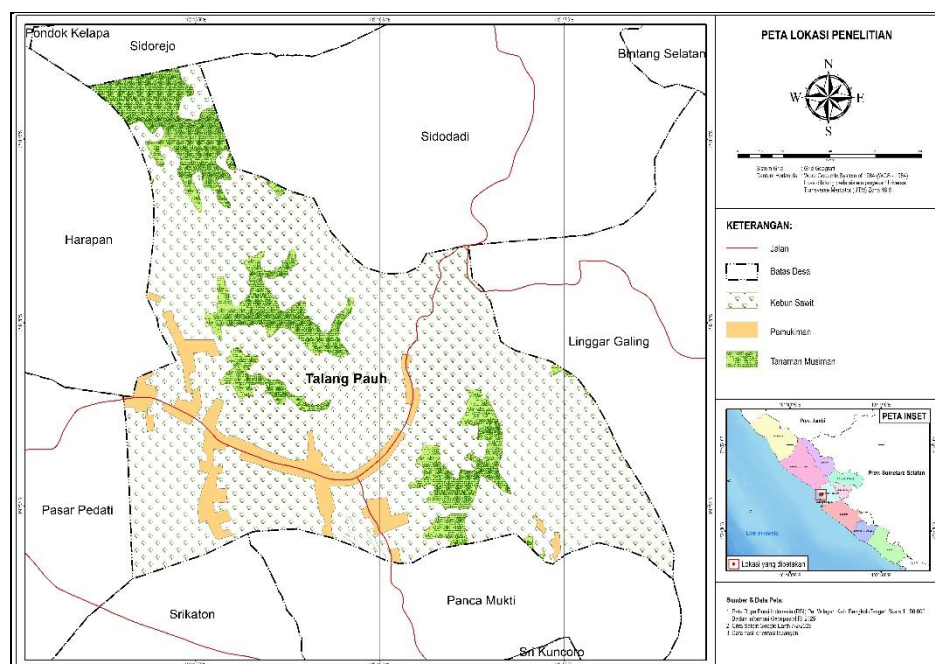
struktur tanah, yang dampak negatifnya perlu dipahami dan dikelola secara baik.

Desa Talang Pauh, Kecamatan Pondok Kelapa, Kabupaten Bengkulu Tengah merupakan salah satu daerah di Indonesia dengan dominasi lahan perkebunan kelapa sawit rakyat. Informasi mengenai karbon organik dan karakteristik tanah di wilayah ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbon organik dan sifat-sifat tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit di Desa Talang Pauh. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengelolaan lahan berkelanjutan serta sebagai referensi dalam upaya mitigasi perubahan iklim melalui pengelolaan cadangan karbon organik tanah.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan Perkebunan Sawit, Desa Talang Pauh, Kecamatan Pondok Kelapa, Kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di lahan Perkebunan Kelapa Sawit Desa Talang Pauh

### Prosedur Penelitian

#### *Pengambilan Sampel Tanah*

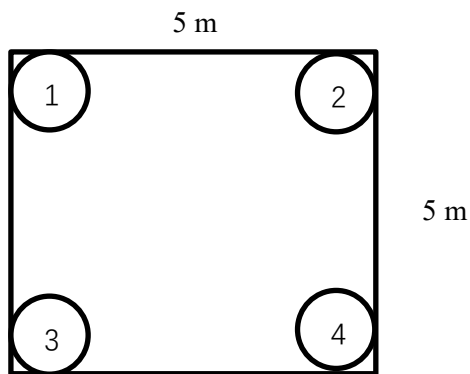
Pengambilan sampel tanah untuk analisis berat volume, kadar air kapasitas lapang, pH,

tekstur, dan kandungan karbon organik dilakukan pada plot berukuran  $5 \times 5$  m sebanyak empat plot yang dibagi menjadi empat titik pengambilan sampel. Rancangan plot pengambilan sampel tanah disajikan pada Gambar 2.

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada tiga interval kedalaman, yaitu 0–10 cm, 10–20 cm, dan 20–30 cm di setiap titik pengambilan sampel. Analisis tekstur, pH, dan kandungan karbon

organik, dilakukan menggunakan metode komposit, dengan cara mencampurkan sampel tanah dari empat titik pengambilan pada masing-masing kedalaman (Carbon & Subdistricts, 2025). Analisis karbon organik tanah selanjutnya dapat dilakukan di laboratorium menggunakan metode *Walkley and Black* untuk menentukan kandungan C-organik secara kuantitatif dengan spektrofotometer UV-Vis

(Khusnah dkk., 2025). Sementara itu, pengukuran kadar air kapasitas lapang dan berat volume dilakukan dengan menggunakan ring sampel yang memungkinkan pengambilan contoh tanah tanpa merusak struktur alaminya (Wiryono dkk., 2021). Pengambilan sampel tanah dilakukan secara berurutan dari lapisan paling atas hingga lapisan paling bawah di setiap titik.

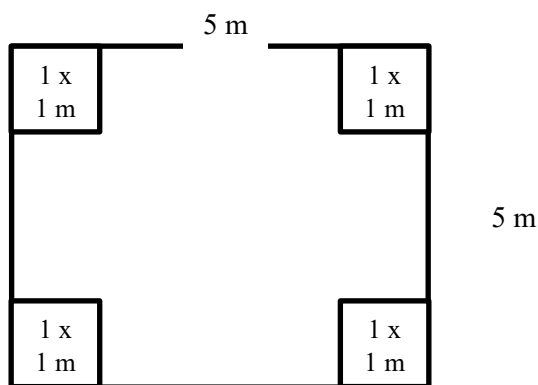


Gambar 2. Plot pengambilan sampel tanah

### Pengambilan Sampel Tumbuhan Bawah dan Seresah

Sampel tumbuhan bawah dan seresah dikumpulkan pada plot berukuran  $5 \times 5$  m pada empat lokasi yang dibagi menjadi empat sub-plot berukuran  $1 \times 1$  m. Seluruh tumbuhan bawah dan

seresah yang terdapat di atas permukaan tanah dalam masing-masing sub-plot berukuran  $1 \times 1$  m diambil sebagai sampel, kemudian ditimbang untuk menentukan berat basah dan berat keringnya. Rancangan plot pengambilan sampel biomassa tumbuhan bawah dan seresah disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain plot pengambilan sampel tumbuhan bawah dan seresah

### Analisis Data

#### *Perhitungan Cadangan Karbon Organik Tanah*

Cadangan karbon organik tanah pada

**Cadangan Karbon Organik (ton ha<sup>-1</sup>) = Kedalaman sampel tanah (cm) × berat volume tanah (g cm<sup>-3</sup>)**

kedalaman tertentu dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Persamaan 1).

$$\times \text{kadar karbon organik tanah} \times 100 \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan : kadar karbon organik tanah = %karbon/100

Perhitungan Potensi Tumbuhan Bawah dan Seresah

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Persamaan 2).

Biomassa tumbuhan bawah dan seresah dilakukan dengan menghitung berat kering total.

$$\text{Berat Kering Total (Kg)} = \frac{\text{Berat Kering Contoh (Kg)}}{\text{Berat Basah Contoh (Kg)}} \times \text{Berat Basah Total (Kg)} \dots\dots\dots [2]$$

#### Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan, yaitu analisis *one way annova*, regresi, dan korelasi. Analisis *one way annova* digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan kandungan karbon organik dan sifat tanah pada kedalaman tertentu. Jika hasilnya ditemukan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji *Fisher's Least Significant Difference* (LSD). Analisis regresi dan korelasi digunakan untuk menentukan hubungan karbon organik tanah dengan sifat tanah.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

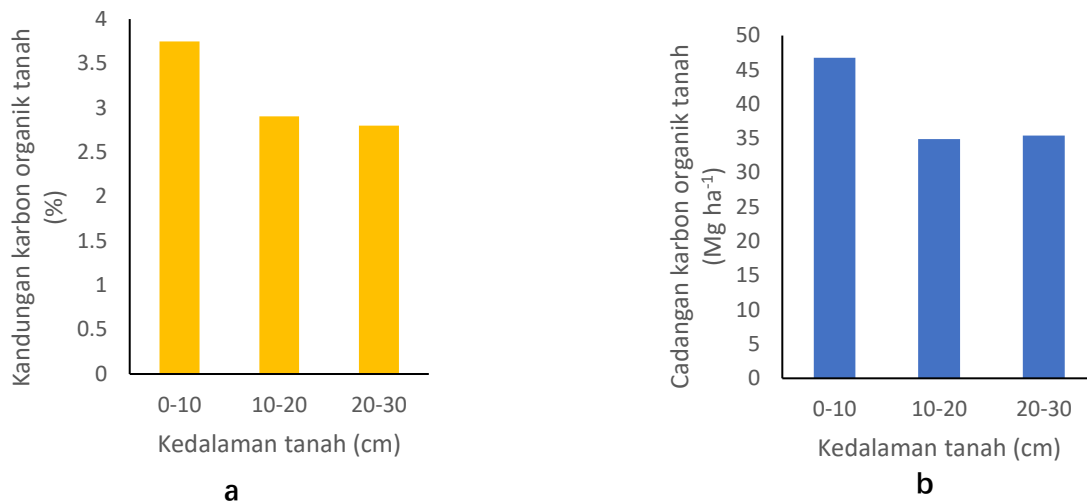
#### Karbon Organik Tanah di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit

Kandungan karbon organik tanah di lahan perkebunan kelapa sawit Desa Talang Pauh disajikan pada Gambar 4a. Terlihat bahwa kandungan karbon organik bervariasi menurut kedalaman tanah, dengan kisaran antara 2,80–3,75% dan rata-rata sebesar 3,15%. Nilai ini lebih besar dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiryono dkk. (2021) dan Romelah dkk. (2017), yaitu kandungan karbon organik tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit berturut-turut berkisar 2,79% dan 2,99%. Nilai tertinggi ditemukan pada lapisan tanah 0–10 cm. Hasil ini didukung dengan temuan Handayani dkk. (2020) yang melaporkan bahwa peningkatan fraksi karbon yang mudah terurai (POM-C) pada lahan perkebunan relatif terlokalisasi di permukaan tanah khususnya pada kedalaman 0–10 cm. Dengan kata lain, akumulasi karbon organik tanah yang paling nyata terjadi pada topsoil. Kandungan karbon organik tanah juga

menunjukkan hubungan yang sangat signifikan dengan biomassa seresah (Wiryono dkk., 2021).

Berdasarkan uji *one-way annova*, rata-rata kadar karbon organik tanah berbeda nyata diantara berbagai kedalaman tanah yang diuji ( $p$ -value = 0,004;  $p < 0,05$ ). Kedalaman tanah berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan karbon organik tanah. Karena menunjukkan hasil perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji Fisher's LSD. Perbedaan yang nyata terlihat antara kedalaman 0-10 cm dengan 10-20 dan 20-30 cm, tetapi untuk kedalaman 10-20 cm dengan 20-30 cm tidak berbeda nyata (Tabel 1). Berbeda dengan kandungan karbon organik tanah, cadangan karbon organik tanah menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap kedalaman ( $p$ -value = 0,066;  $p > 0,05$ ) (Tabel 1). Akan tetapi, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa selisih antara cadangan karbon organik tanah di lapisan atas dan lapisan bawah cukup besar. Hal ini dapat disebabkan oleh standar deviasi (SD) yang tinggi karena jumlah sampel yang sedikit.

Cadangan karbon organik tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit di Desa Talang Pauh tercatat sebesar 46,78 Mg ha<sup>-1</sup>. Nilai ini sebanding dengan hasil penelitian Rahman dkk. (2021) di perkebunan kelapa sawit wilayah Sumatera Utara yang melaporkan cadangan karbon organik tanah sebesar 46 Mg ha<sup>-1</sup>. Kesamaan dari nilai tersebut mengindikasikan bahwa lahan perkebunan kelapa sawit di wilayah Sumatera memiliki rata-rata cadangan karbon organik tanah yang relatif sama. Namun demikian, hasil penelitian Van Straaten dkk. (2015) menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit dapat menyebabkan kehilangan karbon organik tanah sebesar 44,9 ± 2,8%, atau sekitar 14 ± 3 Mg C ha<sup>-1</sup> pada beberapa lokasi di Indonesia.



**Gambar 4.** a. Kandungan karbon organik tanah berdasarkan kedalaman tanah b. Cadangan karbon organik tanah berdasarkan kedalaman tanah

**Tabel 1.** Kandungan karbon organik berdasarkan kedalaman

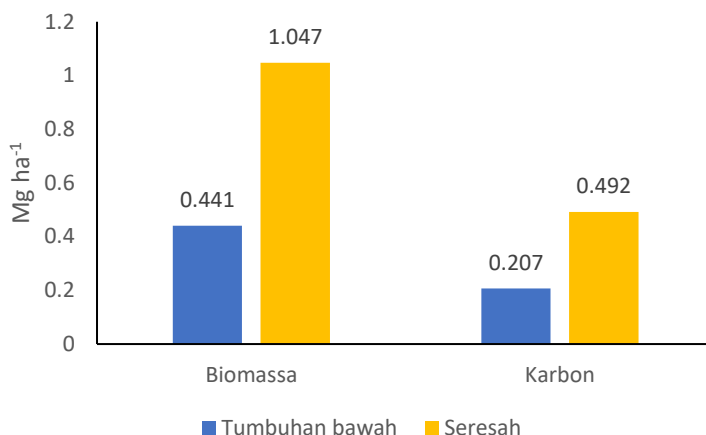
Kedalaman tanah (cm)	Kandungan karbon organik tanah (%)	Cadangan karbon organik tanah (Mg ha <sup>-1</sup> )
0-10	3,75 ± 0.46 <sub>a</sub>	46,78 ± 10.01 <sub>a</sub>
10-20	2,90 ± 0.29 <sub>b</sub>	34,90 ± 5.87 <sub>a</sub>
20-30	2,80 ± 0.11 <sub>b</sub>	35,40 ± 3.26 <sub>a</sub>

Catatan : nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p$ -value < 0,05)

### Peranan Biomassa Tumbuhan Bawah dan Seresah Terhadap Karbon Organik Tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa tumbuhan bawah mencapai 0,441 Mg ha<sup>-1</sup> dengan cadangan karbon sebesar 0,207 Mg ha<sup>-1</sup>, sedangkan biomassa seresah sebesar 1,047 Mg ha<sup>-1</sup> dengan cadangan karbon 0,492 Mg ha<sup>-1</sup> (Gambar 5). Nilai tersebut sebanding dengan hasil penelitian Pangestu dkk. (2025), yang melaporkan bahwa cadangan karbon tumbuhan bawah pada lahan perkebunan kelapa sawit sebesar 0,232 Mg ha<sup>-1</sup>. Lebih tingginya biomassa dan karbon seresah dibandingkan tumbuhan bawah menunjukkan adanya akumulasi bahan organik dari gugurnya tanaman utama. Namun demikian, nilai tersebut masih tergolong rendah, yang tidak hanya disebabkan oleh aktivitas pembersihan lahan oleh pengelola, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor biofisik lingkungan. Intensitas cahaya yang rendah akibat kerapatan tajuk tanaman dapat membatasi pertumbuhan tumbuhan bawah sehingga menurunkan produksinya (Ashton-buttt dkk., 2018;

Zheng dkk., 2025). Selain itu, kondisi kelembaban tanah dan iklim juga berperan dalam mengendalikan laju dekomposisi seresah yang mempengaruhi jumlah biomassa yang terakumulasi di permukaan tanah (Wu dkk., 2025). Tumbuhan bawah dan seresah berperan penting dalam meningkatkan dan mempertahankan cadangan karbon organik tanah (Faradika dkk., 2025). Tumbuhan bawah menambah input karbon ke tanah melalui akar dan seresahnya sendiri (Song dkk., 2022). Selain itu, seresah memiliki hubungan yang sangat signifikan dengan kandungan karbon organik tanah. Banyaknya input biomassa seresah dapat meningkatkan karbon organik tanah. Seresah yang mengalami dekomposisi akan membentuk humus, sehingga memperkaya akumulasi bahan organik pada lapisan tanah bagian atas (Wiryo dkk., 2021). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana lapisan tanah bagian atas memiliki kandungan karbon organik tanah tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan lapisan tanah bagian bawah (Tabel 1).



Gambar 5. Jumlah biomassa dan karbon pada tumbuhan bawah dan seresah

### Sifat-Sifat Tanah di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit pada Tingkat Kedalaman yang Berbeda

Sifat-sifat tanah pada kedalaman yang berbeda di lahan perkebunan kelapa sawit Desa Talang Pauh disajikan pada Tabel 2. Dari hasil uji *one-way annova*, untuk sifat-sifat tanah seperti pH, berat volume, kadar air kapasitas lapang, dan liat

tidak ada perbedaan yang nyata dimana *p value* > 0,05 di setiap kedalaman. Sedangkan, untuk fraksi pasir dan debu terdapat perbedaan yang nyata (*p value* < 0,05) antara kedalaman 0-10 cm dengan 10-20 dan 20-30 cm, tetapi untuk kedalaman 10-20 cm dengan 20-30 cm tidak berbeda yang nyata (*p value* > 0,05).

Tabel 2. Sifat-sifat tanah pada tingkat kedalaman yang berbeda

Kedalaman tanah (cm)	pH	Berat volume (g/cm <sup>3</sup> )	Kadar air kapasitas lapang (g/g)	Liat (%)	Pasir (%)	Debu (%)	Kriteria
0-10	4,75 ± 0,13a	1,24 ± 0,12a	0,39 ± 0,03a	12,49 ± 5,68a	75,20 ± 6,79a	12,31 ± 1,55a	Lempung berpasir
10-20	4,65 ± 0,30a	0,40 ± 0,08a	0,40 ± 0,03a	16,31 ± 2,14a	65,13 ± 2,76b	18,56 ± 3,00b	Lempung berpasir
20-30	4,8 ± 0,08a	0,38 ± 0,07a	0,38 ± 0,02a	18,44 ± 4,44a	61,40 ± 8,03b	20,16 ± 4,02b	Lempung berpasir

Catatan : nilai yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (*p-value* < 0,05)

Adanya perbedaan yang nyata antara fraksi debu dan pasir pada lapisan tanah bagian atas dan lapisan tanah disebabkan oleh lapisan tanah atas (0–10 cm) sering mengalami pencucian partikel halus (debu dan liat) akibat curah hujan tinggi dan infiltrasi air. Air hujan yang meresap membawa partikel halus ke lapisan bawah, meninggalkan fraksi kasar seperti pasir di lapisan atas. Partikel pasir berukuran besar dan berat, sehingga tidak mudah terbawa air ke lapisan bawah. Sebaliknya, partikel debu memiliki ukuran lebih kecil dan ringan, sehingga lebih mudah tertransportasi ke bawah dan selanjutnya akan terakumulasi di tanah bagian bawah, sehingga kandungan debunya lebih

tinggi (Weil & Brandy, 2016). Selain itu, aktivitas biologi dan proses pelapukan yang lebih intensif pada lapisan atas tanah (topsoil) berkontribusi terhadap dinamika agregat dan distribusi fraksi pasir yang lebih tinggi (Hamza dkk., 2025; Ponyane dkk., 2025). Sebaliknya, pada lapisan bawah (subsoil), aktivitas biologi yang lebih rendah menyebabkan fraksi halus seperti debu dan liat cenderung lebih stabil dan terakumulasi (Zhang dkk., 2024). Berdasarkan nilai persentase kandungan liat, pasir, dan debu, kriteria tekstur tanah pada kedalaman 0-30 cm adalah lempung berpasir.

## Hubungan Karbon Organik Tanah dengan Sifat-Sifat Tanah

Berdasarkan hasil penelitian ini, karbon organik tanah tidak memiliki korelasi yang nyata terhadap pH, berat volume, dan kadar air kapasitas lapang. Namun demikian, fraksi pasir, liat, dan debu memiliki korelasi yang nyata terhadap karbon organik tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit.

Tanah yang memiliki kandungan karbon organik tinggi umumnya kaya akan bahan organik yang dapat menghasilkan asam-asam organik selama proses dekomposisi. Akumulasi asam tersebut menyebabkan peningkatan keasaman tanah sehingga nilai pH menjadi lebih rendah. Dengan kata lain, karbon organik memiliki korelasi negatif yang kuat terhadap pH. Akan tetapi, hasil penelitian ini menunjukkan kandungan karbon organik tanah memiliki korelasi negatif sangat lemah terhadap pH (Gambar 6a). Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi ( $r = -0,011$  dan nilai  $p\text{-value}$  ( $0,972$ )  $> 0,05$ ). Hasil ini sejalan dengan temuan Xu & Zhang, (2021) dimana pada beberapa lokasi, pH tanah memiliki korelasi negatif lemah yang disebabkan karena faktor-faktor kompleks seperti jenis tanah, vegetasi, iklim, dan lain-lain. Selain itu, rentang pH antar sampel yang relatif kecil (4,6-4,8) pada penelitian ini menyebabkan efek pH terhadap karbon organik tanah sulit dideteksi.

Karbon organik tanah dan berat volume memiliki korelasi relatif sedang dengan arah positif (Gambar 6b), dimana ( $r = 0,469$  dan  $p\text{-value}$  ( $0,124$ )  $> 0,05$ ). Berdasarkan Tabel 2, tanah lapisan atas memiliki berat volume dan kandungan karbon organik yang lebih tinggi dibandingkan lapisan bawah yang memiliki berat volume dan kandungan karbon organik yang rendah, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Nilai berat volume yang cenderung lebih tinggi pada lapisan atas diduga berkaitan dengan aktivitas pengelolaan lahan di lokasi penelitian. Hasil observasi lapangan menunjukkan adanya indikasi aktivitas lalu lintas alat dan kendaraan operasional kebun, seperti transportasi tandan buah segar, yang berpotensi menyebabkan pemadatan tanah (Zuraidah, 2019).

Karbon organik tanah memiliki korelasi negatif yang sangat lemah terhadap kadar air kapasitas lapang (Gambar 6c). Uji korelasi menunjukkan nilai ( $r = 0,063$  dan  $p\text{-value}$  ( $0,846$ )  $> 0,05$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa peran karbon organik dalam menentukan kadar air kapasitas lapang relatif kecil pada kondisi penelitian

ini. Secara teoritis, kadar air kapasitas lapang lebih dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, khususnya tekstur, struktur, dan distribusi ukuran pori, yang secara langsung mempengaruhi retensi air tanah (Abid dkk., 2025; Steponavič, 2022). Sementara itu, meskipun karbon organik tanah berkontribusi dalam meningkatkan agregasi dan porositas, pengaruhnya terhadap kapasitas lapang seringkali bersifat tidak langsung dan bergantung pada interaksi dengan fraksi mineral tanah (Fukumasu dkk., 2022). Oleh karena itu, lemahnya korelasi yang diperoleh menggambarkan dominasi faktor fisik tanah dalam mengontrol kadar air kapasitas lapang dibandingkan kandungan karbon organik tanah.

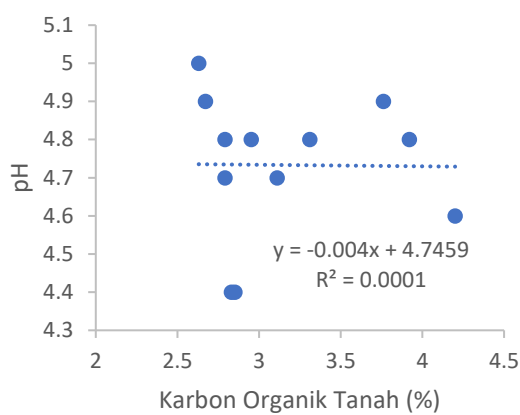
Secara umum, fraksi liat biasanya menunjukkan korelasi yang positif dengan karbon organik karena kemampuannya yang tinggi dalam menahan dan mengikat karbon (Zhong dkk., 2018) (Adhikari & Bhattacharyya, 2015). Akan tetapi, hasil analisis menunjukkan korelasi negatif kuat antara liat dan karbon organik tanah (Gambar 6d) dengan nilai ( $r = -0,608$  dan  $p\text{-value}$  ( $0,036$ )  $< 0,05$ ). Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Faradika dkk., 2025), dimana fraksi liat berkorelasi negatif terhadap kandungan karbon organik tanah. Meskipun secara umum liat dapat melindungi bahan organik melalui pembentukan kompleks organo-mineral, pada kondisi tertentu fraksi liat justru dapat meningkatkan stabilisasi struktur yang membatasi akumulasi bahan organik baru akibat rendahnya input biomassa atau terbatasnya aerasi tanah (Singh dkk., 2018). Selain itu, kandungan liat yang tinggi dapat menyebabkan porositas makro menurun, sehingga menghambat infiltrasi dan distribusi bahan organik ke dalam profil tanah (Soenne dkk., 2023). Berdasarkan Tabel 2, kandungan liat pada lapisan bagian bawah tanah lebih tinggi dibandingkan lapisan atas, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Sementara itu, kandungan karbon organik pada lapisan bawah (Tabel 1) cenderung lebih rendah dibandingkan lapisan atas. Kondisi ini disebabkan oleh minimnya input karbon dari seresah dan tumbuhan bawah bawah.

Karbon organik tanah berkorelasi positif kuat dengan fraksi pasir (Gambar 6e), dimana ( $r = 0,720$  dan  $p\text{-value}$  ( $0,008$ )  $< 0,01$ ). Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa fraksi pasir pada tanah lapisan atas cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan tanah lapisan bawah dan terlihat perbedaan yang nyata pada kedua lapisan. Kandungan karbon organik lebih besar pada tanah lapisan atas dimana fraksi pasir juga lebih besar, sedangkan tanah

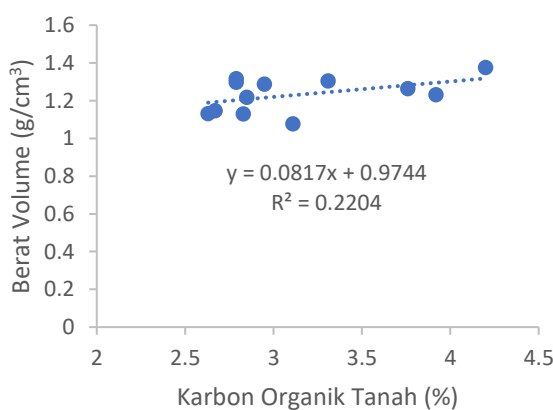
lapisan bawah menunjukkan karbon organik tanah yang lebih rendah dengan fraksi pasir yang rendah juga. Ini menyatakan bahwa fraksi pasir berkorelasi positif terhadap karbon organik tanah. Tanah berpasir umumnya memiliki aerasi yang lebih baik dan drainase yang tinggi, sehingga mendukung pertumbuhan akar dan input biomassa organik dari tanaman. Peningkatan input biomassa ini berkontribusi terhadap akumulasi karbon organik di dalam tanah (Sui dkk., 2025). Penelitian yang dilakukan Nikmah & Pratama (2025), menunjukkan bahwa fraksi pasir dapat memiliki hubungan positif dengan karbon organik pada kondisi tertentu, terutama ketika kandungan liat rendah, sehingga tidak terjadi proteksi karbon yang kuat dan distribusi karbon lebih merata dalam tanah.

Kandungan karbon organik tanah berkorelasi negatif kuat dengan fraksi debu (Gambar 6f) dengan  $(r) = -0,701$  dan  $p\text{-value} (0,011) < 0,05$ . Pada penelitian ini, fraksi debu pada lapisan

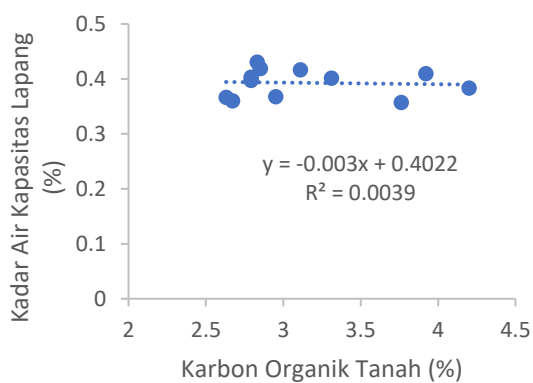
bawah tanah cenderung lebih tinggi dibandingkan lapisan atas, seperti terlihat pada Tabel 2 yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua lapisan tersebut. Kandungan karbon organik lebih besar ditemukan pada lapisan atas yang memiliki fraksi debu lebih rendah, sedangkan lapisan bawah menunjukkan kandungan karbon organik yang rendah dengan fraksi debu yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa fraksi debu berkorelasi negatif terhadap kandungan karbon organik tanah. Fraksi debu tidak seefektif liat dalam melindungi karbon melalui kompleks organo-mineral, sehingga karbon lebih mudah terdekomposisi dan berkurang. Selain itu, fraksi debu memiliki ukuran partikel sedang dengan kapasitas perlindungan karbon yang terbatas dibandingkan liat, sehingga karbon organik cenderung berada dalam bentuk lebih labil dan mudah hilang melalui dekomposisi atau erosi (Cai dkk., 2016).



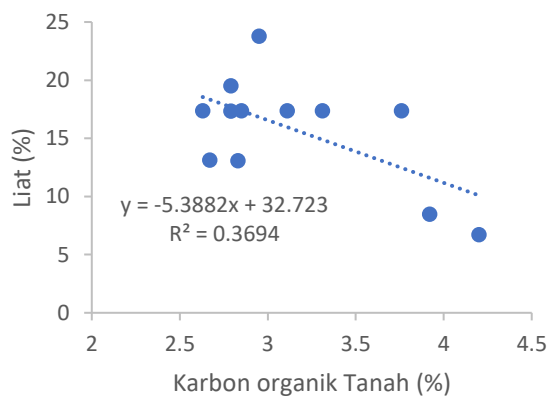
(a)



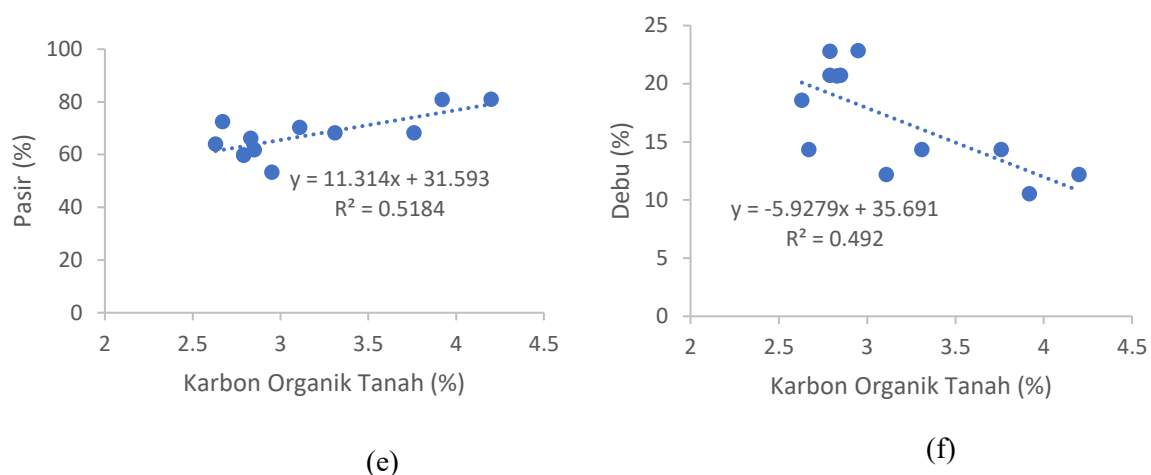
(b)



(c)



(d)



**Gambar 6.** Korelasi karbon organik tanah dengan sifat-sifat tanah

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata cadangan karbon organik tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit di Desa Talang Pauh sebesar  $\pm 46 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Kandungan karbon organik tertinggi terdapat pada lapisan top soil (0-10cm) yang berbeda signifikan dengan tanah lapisan bawahnya (10-20 cm dan 20-30 cm). Hal tersebut disebabkan oleh adanya input karbon dari seresah dan tumbuhan bawah walaupun kontribusinya relatif kecil karena lahan perkebunan sering dibersihkan oleh pemiliknya. Selain itu, fraksi liat, pasir, dan debu menunjukkan korelasi yang signifikan dengan kandungan karbon organik tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M. M., Maroeto, M., & Arifin, M. (2025). Land Use-Driven Variation in Soil Physical Properties : A Case Study from Wotan Village , Panceng Subdistrict , East Java. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 11(2), 785–804.
- Adhikari, G., & Bhattacharyya, K. G. (2015). Correlation of soil organic carbon and nutrients (NPK) to soil mineralogy, texture, aggregation, and land use pattern. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4932-5>
- Ashton-butt, A., Aryawan, A. A. K., Hood, A. S. C., Naim, M., Purnomo, D., Wahyuningsih, R., Willcock, S., Poppy, G. M., & Snaddon, J. L. (2018). *Understory Vegetation in Oil Palm Plantations Benefits Soil Biodiversity and Decomposition Rates*. 1(December). <https://doi.org/10.3389/ffgc.2018.00010>
- Cai, A., Feng, W., Zhang, W., & Xu, M. (2016). Climate, soil texture, and soil types affect the contributions of fine-fraction-stabilized carbon to total soil organic carbon in different land uses across China. *Journal of Environmental Management*, 172, 2–9.
- Carbon, O., & Subdistricts, B. (2025). Analysis of pH, Texture, Organic Carbon, and Color in Agricultural and Forestry Commodity Soil in Kuta Panjang, Blangjerango, and Blangkejeren Subdistricts and The Implications for Land Suitability. *Serambi Journal of Agricultural Technology*, 7(2), 182–194.
- Faradika, M., Wiryono, Suhartoyo, H., & Galuh. (2025). Soil organic carbon in post-coal mining land under 10-year-old Acacia mangium stand. *International Journal of Life Science Research Archive*, 8(2), 031–038. <https://doi.org/10.53771/ijlsra.2025.8.2.0037>
- Fukumasu, J., Jarvis, N., Koestel, J., Kätterer, T., & Larsbo, M. (2022). Relations between soil organic carbon content and the pore size distribution for an arable topsoil with large variations in soil properties. *European Journal of Soil Science*, 73(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/ejss.13212>
- Hamza, A., Repšien, R., Tahir, M. A., Manzoor, M. Z., Kousar, S., Lodhi, S. S., Rasool, N., & Ullah, I. (2025). Soil Aggregate Dynamics and Stability : Natural and Anthropogenic Drivers. *Agriculture*, 15(23), 1–29.
- Handayani, I. P., Widiastuti, H., Coyne, M. S., & Widawati, S. (2020). Soil organic carbon

- fractions in oil palm management systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 583(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012006>
- Horel, Á., Tóth, E., Gelybó, G., Kása, I., Bakacsi, Z., & Farkas, C. (2015). Effects of Land Use and Management on Soil Hydraulic Properties. *Open Geosciences*, 7(1), 1442–1454. <https://doi.org/10.1515/geo-2015-0053>
- Isaboke, J., Osano, O., Humphrey, O. S., Dowell, S. M., Njoroge, R., & Watts, M. J. (2025). Influence of Agricultural Land Use Management on Soil Particle Size Distribution and Nutrient Adsorption in Western Kenya. *Chemistry Africa*, 8(4), 1599–1610. <https://doi.org/10.1007/s42250-025-01202-6>
- Khusnah, A., Pawestri, N., & Utami, M. (2025). Determination of Organic Carbon Levels in Soil Samples Using Walkley & Black Method  
Penentuan Kadar Karbon Organik pada Sampel Tanah Menggunakan. *Indonesian Journal of Chemical*, 10(2), 13–22.
- Liu, P., Ding, S., Liu, N., Mo, Y., Liang, Y., & Ma, J. (2023). Soil Microbial Community in Relation to Soil Organic Carbon and Labile Soil Organic Carbon Fractions under Detritus Treatments in a Subtropical Karst Region during the Rainy and Dry Seasons. *Forests*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/f14122291>
- Nikmah, R. U., & Pratama, F. Y. (2025). Assesstment of soil organic carbon in mangrove area, Pante Bayam- Aceh. *Global Forest Journal*, 03(02), 162–167.
- Pangestu, R. B. A., Suryanti, S., & Hartati, R. M. (2025). Dominance of Understory Vegetation and Biomass Production of Oil Palm Plantations on Mineral Land. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 7(2). <https://doi.org/10.36378/juatika.v7i2.4283>
- Ponyane, P., Ebouel, F. J. D., & Eze, P. N. (2025). Formation pathways , ecosystem functions , and the impacts of land use and environmental stressors on soil aggregates. *Frontiers in Environmental Science*, 13, 1–21. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1628746>
- Rahman, N., De Neergaard, A., Magid, J., Van De Ven, G. W. J., Giller, K. E., & Bruun, T. B. (2018). Changes in soil organic carbon stocks after conversion from forest to oil palm plantations in Malaysian Borneo. *Environmental Research Letters*, 13(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aade0f>
- Rahman, N., Giller, K. E., de Neergaard, A., Magid, J., van de Ven, G., & Bruun, T. B. (2021). The effects of management practices on soil organic carbon stocks of oil palm plantations in Sumatra, Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 278(P2), 111446. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111446>
- Rajapaksha, R. P. S. K., Premarathna, W. D. U., Madawala, H. M. S. P., & Ratnayake, R. R. (2025). Soil organic carbon fractions across soil depths vary among key tropical vegetation types. *Discover Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44274-025-00370-z>
- Romelah, S., Niswati, A., Tugiyono, T., & Dermiyati, D. (2017). Improvement of Physical and Chemical Soil Quality of Oil Palm Plantation through Integrated Farming System of Cattle and Oil Palm to Achieve Sustainable Agriculture. *Journal of Tropical Soils*, 22(2), 113–123. <https://doi.org/10.5400/jts.2017.v22i2.113-123>
- Si, Q., Chen, K., Wei, B., Zhang, Y., Sun, X., & Liang, J. (2024). Dissolved carbon flow to particulate organic carbon enhances soil carbon sequestration. *Soil*, 10(2), 441–450. <https://doi.org/10.5194/soil-10-441-2024>
- Singh, M., Sarkar, B., Sarkar, S., Churchman, J., Bolan, N., Mandal, S., Menon, M., Purakayastha, T., & Beerling, D. (2018). Stabilization of Soil Organic Carbon as Influenced by Clay Mineralogy. *Advances in Agronomy*, 148, 33–84.
- Soinne, H., Keskinen, R., Tähtikarhu, M., Kuva, J., & Hyväluoma, J. (2023). Effects of organic carbon and clay contents on structure-related properties of arable soils with high clay content. *European Journal of Soil Science*, 74(5).
- Song, R., Han, X., Yang, Q., Zheng, Z., & Xi, D. (2022). Effects of Understory Vegetation Heterogeneity on Soil Organic Carbon Components in *Cunninghamia lanceolata* Plantation. *Land*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/land11122300>
- Steponavič, V. (2022). Soil Water Capacity , Pore Size Distribution , and CO 2 Emission. *Plants*, 11(5).
- Sui, X., Wang, L., Lv, X., Liu, Y., Zhu, Y., & Fan, L. (2025). Influence of Composite Amendments on the Characteristics of Sandy Soil. *Sustainability*, 17(17), 7619.
- Van Straaten, O., Corre, M. D., Wolf, K., Tchienkoua, M., Cuellar, E., Matthews, R. B., Veldkamp, E., & Vitousek, P. M. (2015). Conversion of lowland tropical forests to tree cash crop plantations loses up to one-half of

- stored soil organic carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(32), 9956–9960. <https://doi.org/10.1073/pnas.1504628112>
- Weil, R. R., & Brandy, N. C. (2016). *The Nature and Properties Soil* (15th ed.). Pearson.
- Widyati, E., Nuroniah, H. S., Tata, H. L., Mindawati, N., Lisnawati, Y., Darwo, Abdulah, L., Lelana, N. E., Mawazin, Octavia, D., Prameswari, D., Rachmat, H. H., Sutiyono, Darwiati, W., Wardani, M., Kalima, T., Yulianti, & van Noordwijk, M. (2022). Soil Degradation Due to Conversion from Natural to Plantation Forests in Indonesia. *Forests*, 13(11), 1–21. <https://doi.org/10.3390/f13111913>
- Wiryono, Mukhtar, Z., Deselina, Nurliana, S., Aningtias, H., & Anugrah, P. M. (2021). Soil Organic Carbon in Forest and Other Land Use Types at Bengkulu City, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 27(3), 184–192. <https://doi.org/10.7226/jtftm.27.3.184>
- Wu, X., Ouyang, S., Tan, X., Bose, A. K., Cheng, W., & Tie, L. (2025). Effects of understory vegetation and climate change on forest litter decomposition: implications for plant and soil management. *Plant Soil*, 515(1), 51–75.
- Xu, H., & Zhang, C. (2021). Science of the Total Environment Investigating spatially varying relationships between total organic carbon contents and pH values in European agricultural soil using geographically weighted regression. *Science of the Total Environment*, 752, 141977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141977>
- Zhang, Y., Li, Y., Ma, Z., Cui, Z., Sheng, H., & Li, R. (2024). Different Land-Use Effects on Soil Aggregates and Aggregate-Associated Organic Carbon in Eastern Qinghai – Tibet Plateau. *Agronomy*, 14(5).
- Zheng, F., Lu, D., Ou, W., Tan, S., Xu, X., Zeng, S., & Xian, L. (2025). *Adaptation Mechanisms of Understory Vegetation in Subtropical Plantations: Synergistic Drivers of Stand Spatial Structure and Soil Fertility*. 1–17.
- Zhong, Q., Shi, Z., Lin, C., Zou, H., Zhang, P., Cheng, M., Wan, T., Wei, P., & Zhang, C. (2025). Land-Use Impacts on Soil Nutrients, Particle Composition, and Ecological Functions in the Green Heart of the Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration, China. *Atmosphere*, 16(9), 1–12. <https://doi.org/10.3390/atmos16091063>
- Zhong, Z., Chen, Z., Xu, Y., Ren, C., Yang, G., Han, X., Ren, G., & Feng, Y. (2018). Relationship between soil organic carbon stocks and clay content under different climatic conditions in Central China. *Forests*, 9(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/f9100598>
- Zuraidah, Y. (2019). INFLUENCE OF SOIL COMPACTION ON OIL PALM YIELD INFLUENCE OF SOIL COMPACTION ON OIL PALM YIELD. *Journal of Oil Palm Research*, 31(1), 67–72.