

DAMPAK APLIKASI BIOCHAR DAN PUPUK KANDANG AYAM TERHADAP AGRGEGASI ULTISOL DAN HASIL KEDELAI

Endriani^{1*}, Diah Listyarini¹

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia
Penulis Korespondensi: endriani@unja.ac.id

Article Info	Abstrak
Article History <i>Received: 02 Juni 2026</i> <i>Revised: 09 Juni 2026</i> <i>Published: 30 Juni 2026</i>	Kesehatan atau kualitas tanah yang baik adalah prasyarat utama untuk produksi pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan jangka panjang. Stabilitas agregat tanah, karakteristik pori dan retensi air dalam tanah merupakan indikator penting kesehatan tanah. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan biochar dan pupuk kandang ayam (PKA) terhadap agregasi dan retensi air tanah, serta hasil kedelai. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan, terdiri dari enam perlakuan: b0p0= kontrol (tanpa perlakuan); b0p5 = 0 ton/ha biochar + 5 ton/ha PKA; b1p0 = biochar 5 ton/ha+0 ton/ha PKA; b1p5=biochar 5 ton/ha+5 ton/ha PKA; b2p0 = biochar 10 ton/ha + 0 ton/ha PKA; b2p5 = biochar 10 ton/ha+5 ton/ha PKA. Perlakuan diulang 4 kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Biochar dan PKA dicampurkan sesuai dosis perlakuan, penanaman benih kedelai 1 minggu setelah inkubasi. Peubah yang diamati adalah C-organik, agregat terbentuk, stabilitas agregat, bobot volume, total ruang pori, retensi air tanah, dan hasil kedelai. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis of varian (ANOVA) kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan analisis Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf α 5 %. Hasil penelitian menunjukkan biochar + PKA pada dosis 10 ton/ha sudah mampu memperbaiki agregasi tanah, menurunkan bobot volume, meningkat porositas serta meningkat retensi air tanah. Biochar dan PKA pada dosis 15 ton/ha meningkatkan tinggi tanaman, jumlah polong dan hasil kedelai, terjadi peningkatan hasil 40,17% dibandingkan tanpa perlakuan. Biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam dapat dijadikan alternatif menjaga dan memulihkan Kesehatan tanah.
Keywords <i>Agregasi;</i> <i>Biochar;</i> <i>Pupuk Kandang Ayam;</i> <i>Retensi Air Tanah;</i> <i>Kedelai;</i>	

PENDAHULUAN

Kesehatan tanah didefinisikan sebagai kemampuan tanah yang berkelanjutan untuk mendukung fungsi ekosistem vital bagi tumbuhan, hewan, dan manusia (Lehmann et al., 2020; dan Cahyana et al., 2026). Kesehatan atau kualitas tanah telah menjadi topik hangat dalam penelitian tentang pembangunan pertanian berkelanjutan saat ini, dan dapat dievaluasi secara kuantitatif dan kualitatif melalui indeks kesehatan tanah (proses dan sifat tanah). Kualitas tanah yang baik adalah prasyarat utama untuk produksi pertanian berkelanjutan dan ketahanan pangan jangka panjang (Abdalla et al., 2018 ; dan Pandey et al., 2023).

Degradasi sifat fisik tanah seperti pemadatan, kerusakan struktur, dan erosi, serta degradasi sifat kimia tanah, terutama penurunan bahan organik dan ketidakseimbangan nutrisi, secara signifikan mempengaruhi penurunan dan ketidakstabilan produksi pertanian. Sintesis literatur menegaskan bahwa degradasi tanah merupakan tantangan strategis dalam menjaga ketahanan jangka panjang produksi pertanian. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis kualitas tanah untuk mendukung keberlanjutan sistem pertanian (Maula, 2026). Strategi pertanian yang

meningkatkan kesehatan tanah dan penyimpanan air sangat penting untuk menjaga produktivitas dan keberlanjutan pertanian di wilayah tropis.

Stabilitas agregat tanah dan ketersediaan air dalam tanah, karakteristik pori-pori tanah, merupakan indikator penting untuk mengkarakterisasi kesehatan tanah dan keberlanjutan berbagai praktik pengelolaan pertanian (Tejashvini, 2022). Salah satu ordo tanah yang dimanfaatkan untuk pertanian secara luas adalah Ultisol. Ultisol adalah tanah tidak optimal (sub optimal) karena memiliki kandungan bahan organik yang rendah, tinggi keasaman, pelandaian nutrisi, dan memiliki sifat fisik tanah yang tidak mendukung pertanian intensif (Mulyani & Sarwani, 2013). Namun, telah dibudidayakan secara intensif untuk lahan pertanian, akhir-akhir ini.

Banyak temuan peneliti-peneliti terdahulu dalam upaya peningkatan kualitas lahan kering suboptimal meliputi penerapan bahan organik seperti pupuk hijau (Farni et al., 2022), kotoran sapi (Han et al., 2023), kotoran ayam (Adekiya et al., 2020; Ayito et al., 2023 ; Diri & Kedonejo, 2024) ; kompos (Dong et al., 2022; Zurhalena et al., 2023), dan biochar (Liu et al., 2019; Afshar & Mofatteh, 2024; Alomari et al., 2024; Endriani et al., 2025 ; dan Adekiya et al., 2025). Penggunaan biochar secara signifikan memperbaiki sifat fisik tanah, mengurangi kepadatan tanah, dan meningkatkan kapasitas retensi air (Razzaghi et al., 2020 ; Liang et al., 2021; Liu et al., 2023; Xu et al., 2024; Bramarambika et al., 2024; dan Sidiq et al., 2026). Selain itu, biochar dapat meningkatkan porositas tanah, memfasilitasi pertumbuhan akar dan meningkatkan aerasi tanah secara keseluruhan (Cai et al., 2022). Panta et al., (2026) menyebut penggunaan biochar baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan pupuk organik memperbaiki kesehatan tanah khususnya perbaikan sifat fisik dan kimia tanah, melalui peningkatan kandungan bahan organik, peningkatan porositas, penurunan bobot volume, peningkatan stabilitas agregat dan perbaikan laju infiltrasi air ke dalam tanah serta peningkatan hasil tanaman.

Penggunaan biochar bersama dengan pupuk organik lain menunjukkan efektifitas yang lebih baik terhadap kesehatan tanah. Agbede et al., (2024) menyebutkan pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan biochar lebih efektif menurunkan kepadatan tanah, meningkatkan porositas dan kapasitas tanah menahan air, meningkatkan pH, C-organik, kadar N, P dan K, serta meningkatkan kualitas hasil tanaman. Ayito et al., (2025) menunjukkan sinergistik penggunaan biochar dan pupuk kandang ayam, kedua pembenah tanah mampu memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah, serta meningkatkan hasil tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji penggunaan biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam terhadap perbaikan kesehatan tanah, melalui pengaruhnya terhadap agregasi dan retensi air tanah , serta hasil kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tanah Ultisol milik petani di Desa Tangkit, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi, selama 4 bulan. Selanjutnya analisis

sampel tanah dilaksanakan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan, yang terdiri dari :

- b0p0 : Tanpa pemberian *biochar* dan pupuk kandang ayam
- b0p5 : 0 ton/ha *biochar* + 5 ton/ha pupuk kandang ayam
- b1p0 : 5 ton/ha *biochar* + 0 ton/ha pupuk kandang ayam
- b1p5 : 5 ton/ha *biochar* + 5 ton/ha pupuk kandang ayam
- b2p0 : 10 ton/ha *biochar* + 0 ton/ha pupuk kandang ayam
- b2p5 : 10 ton/ha *biochar* + 5 ton/ha pupuk kandang ayam

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 24 satuan (petak) percobaan. Petakan percobaan berukuran 2m x 3m. *Biochar* yang digunakan pada penelitian ini adalah *biochar* yang berasal dari cangkang kelapa sawit, diproduksi dengan cara membakar secara *pyrolysis*. Alat *pyrolysis* yang digunakan untuk menghasilkan *biochar* adalah drum bekas dengan ukuran tebal plat ± 1 mm, tinggi ± 80 cm dan diameter ± 60 cm. Alat ini merupakan drum sederhana tanpa pengatur suhu. Proses pembuatan *biochar* dilakukan dengan beberapa cara. Bahan baku *biochar* cangkang kelapa sawit dipersiapkan terlebih dahulu, usahakan dalam keadaan kering. Selanjutnya disiapkan bahan bakar berupa sabut kelapa di dalam drum tersebut, lalu dibakar. Bahan baku cangkang kelapa sawit dimasukkan ke dalam drum tersebut dibakar pada suhu ± 500 °C selama ± 5 jam atau bahan baku semua berubah menjadi arang hitam, selanjutnya api di dalam drum dipadamkan dengan cara menyiramnya dan dibiarkan dingin secara alami. Selanjutnya *biochar* dijemur sampai kadar airnya $\pm 10\%$ dan kemudian digiling hingga halus. Selanjutnya diayak dengan spesifikasi 100% lolos ayakan 50 mesh, dan 50 % lolos ayakan 80 mesh. Selanjutnya arang siap digunakan sebagai pembenah tanah disebut *biochar*.

Pupuk organik yang berasal dari kotoran ayam disiapkan, kotoran ayam yang digunakan berasal dari kotoran ayam murni (tanpa campuran rabuk alas kandang). Kotoran ayam dianginkan sampai kering udara, selanjutnya dihaluskan dan diayak menggunakan saringan 2 mm. Kotoran ayam yang digunakan adalah kotoran ayam yang sudah terdekomposisi, dengan ciri ciri sudah tidak berbau tengik, berwarna coklat tua, bertekstur halus, suhu relatif dingin ± 35 °C .

Percobaan lapang dilakukan pada lahan yang sudah dibuat rancangan lingkungan secara Rancangan Acak Kelompok, dimulai dengan pemberian perlakuan *biochar* dan pupuk kandang dengan cara disebar merata di atas permukaan tanah kemudian di-inkorporasikan dengan cangkul agar tercampur merata di dalam tanah, selanjutnya diinkubasi selama 7 hari. Penanaman benih kedelai varietas Anjasmoro dilakukan 1 minggu setelah pemberian perlakuan, benih kedelai terlebih dahulu dilumuri dengan Rhizogen, selanjutnya diberikan secara ditugal sebanyak 2 benih per lubang tanam dengan jarak tanam 30 cm x 25 cm.

Pemberian pupuk dasar dilakukan saat tanam berupa pupuk Urea, TSP dan KCl. Pemupukan dasar dilakukan sesuai rekomendasi oleh Balai Penelitian Tanah yaitu Urea 50 kg/ha, TSP 100 kg/ha dan KCl 100 kg/ha. Pemberian pupuk dilakukan secara larikan dengan

jarak larikan dengan jarak dan kedalaman ± 5 cm dari lubang tanam. Selanjutnya dilakukan pemeliharaan tanaman agar tidak diserang hama dan penyakit, serta tidak kekurangan air.

Data penelitian yang dikumpulkan adalah data tanah dan tanaman. Peubah tanah terdiri dari : bahan organik, bobot volume, total ruang pori, permeabilitas, agregat terbentuk, stabilitas agregat, kadar air kapasitas lapang dan kadar air tersedia, serta kadar air titik layu permanen. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi, berdasarkan Petunjuk Teknis Analisis Sifat Fisika Tanah (Balittanah, 2022). Data tanaman terdiri dari tinggi tanaman, jumlah polong dan bobot kering biji kedelai. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam pada α 5% dan perbedaan rata-rata perlakuan dianalisis dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada α 5%.

Tabel 1. Hasil Analisis Pupuk Kandang Ayam dan Biochar Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Pupuk Kandang Ayam	Biochar Cangkang Kelapa Sawit
C (%)	24,32	-
N (%)	1,76	0,57
P (%)	0,64	-
C/N	13,59	-
pH	7,15	8,74
C-total (%)	-	52,55
Kadar abu (%)	-	8,94

Hasil analisis pupuk kandang ayam dan biochar (Tabel 1) menunjukkan bahwa biochar cangkang kelapa sawit memiliki C-total 52,55 %, pH 8,74 dan kadar abu 8,94, sedangkan pupuk kandang ayam memiliki C organik 24,32 %, N- total 1,76, dengan C/N 13,59, dan pH 7,15. Hal tersebut menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam sudah matang dan biochar cangkang kelapa sawit memiliki karakteristik yang sangat diperlukan sebagai pembenah tanah. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan menunjukkan kandungan C-organik 1,59 % (rendah); bobot volume 1,48 g/cm³ (tinggi); stabilitas agregat 49,51% (kurang mantap); agregat terbentuk 50,94 % (rendah); kadar air kapasitas lapang 23,45 % vol (rendah); kadar air tersedia 4,55 % vol (rendah); kadar air titik layu permanen 18,9 % vol (rendah). Kondisi ini menunjukkan tanah Ultisol tempat penelitian memerlukan ameliorasi agar dapat berproduksi secara optimal dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat fisika tanah akibat aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam dengan dosis 10 ton/ha dan 15 ton/ha baik kombinasi maupun biochar saja mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah dibandingkan tanpa perlakuan (Tabel 2), namun kombinasi biochar dan pupuk kandang ayam pada dosis 10 ton/ha (5:5) lebih efektif meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Hal ini terjadi karena kedua pembenah tanah (biochar dan pupuk kandang ayam) secara bersama menyumbangkan C-organik ke dalam tanah. Biochar mengandung C total yang tinggi (52,55 %) yang jika ditambahkan ke dalam tanah akan

menjadikan tanah mengandung C yang bersifat persisten. Sedangkan pupuk kandang ayam mengandung C-organik tinggi (24,32 %), apabila terdekomposisi menghasilkan asam-asam organik yang pada gilirannya menambah bahan organik tanah. Sejalan dengan peneliti terdahulu menggunakan biochar dan kompos (Alomari et al., 2024; Endriani et al., 2025; dan Thapa et al., 2025), biochar dan pupuk kandang (Zong et al., 2025 ; Agbede et al., 2024).

Agregat tanah adalah kelompok partikel tanah yang terikat satu sama lain lebih kuat daripada partikel yang berdekatan (USDA, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam meningkatkan agregat terbentuk dibandingkan tanpa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan persen agregat terbentuk berkisar antara 19,04%- 48,43% (Tabel 2). Hal ini karena pupuk kandang ayam dan biochar mampu menyumbangkan bahan organik (Tabel 2) dan saling mendukung Tabel 2. C- Organik (CO), Agregat Terbentuk (AT), Stabilitas Agregat (SA), Bobot Volume (BV) dan Total Ruang Pori (TRP) Tanah Akibat Pemberian *Biochar* Cangkang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Ayam(Wiskandar, n.d.)(Wiskandar & Ajidirman, 2024)

Perlakuan	CO (%)	AT (%)	SA (%)	BV (g/cm ³)	TRP (%)
b0p0	1,66 a	54,61 a	47,06 a	1,38 c	50.29 a
b0p5	2,07 ab	70,56 bc	64,45 b	1,20 ab	55.52 b
b1p0	2,01 a	65,01 b	65,88 b	1,22 b	55.60 b
b1p5	3,12 c	76,21 c	67,65 b	1,17 ab	55.81 b
b2p0	2,74 bc	72,06 bc	67,06 b	1,19 ab	55.95 b
b2p5	3,16c	84,06 d	77,64 c	1,15 a	58.34 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf α 5%; b_{0p0}: Kontrol , b_{0p5}: 0 ton/ha biochar +5ton/ha pupuk kandang ayam, b_{1p0}: 5 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b_{1p5}: 5 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam, b_{2p0}: 10 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b_{2p5}: 10 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam ;BO=bahan organik, AT= Agregat terbentuk,SA=Stabilitas agregat, BV = Bobot Volume, TRP = Total Ruang Pori

Dalam proses agregasi. Santi, (2020) menyatakan bahwa biochar memiliki daya pegang air dan unsur hara yang tinggi sehingga memungkinkan terjaganya kelembapan tanah sebagai daya dukung lingkungan untuk perkembangan mikroba tanah. Mikroba tanah menghasilkan asam-asam organik, sehingga populasi mikroba yang tinggi akan mengasilkkan asam asam organik yang tinggi pula. Cai et al., (2022) dan Tenodi et al., (2026) mengungkapkan bahwa bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah mengalami proses dekomposisi dan menghasilkan asam-asam organik yang berperan sebagai perekat dalam proses pembentukan agregat tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biochar yang dikombinasikan dengan kompos lebih efektif dalam menghasilkan agregat terbentuk dibandingkan biochar saja atau pupuk kandang ayam saja. Sejalan dengan penelitian (Cai et al., 2022: dan Wiskandar & Ajidirman, 2024) bahwa biochar dan kompos atau pupuk kendarang meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mampu meningkatkan agregasi dan stabilitas agregat tanah.

Aplikasi biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam pada dosis 5 ton/ha, 10 ton/ha dan 15 ton/ha menurunkan bobot volume tanah (BV) dan meningkatkan total ruang pori tanah dibandingkan kontrol (Tabel 2). Hal ini dikarenakan sifat biochar yang ringan seperti spons dan bersifat sarang sehingga memiliki porositas yang tinggi yang menyebabkan kepadatan tanah akan menurun. Biochar cangkang kelapa sawit yang berukuran 0,4 mm – 2,5 mm, memiliki bobot volume 0,17 – 0,50 g/cm³ (Anisuzzaman et al., 2021). Pupuk kandang ayam yang diberikan ke dalam tanah meningkatkan proses agregasi sehingga memperbaiki struktur tanah yang berdampak positif terhadap total ruang pori. Sejalan dengan penelitian sebelumnya Ayito et al., (2023) ; Agbede et al., (2024); Alomari et al., (2024); dan Endriani et al., (2025) bahwa penggunaan biochar dikombinasikan dengan pupuk kandang atau kompos memperbaiki sifat fisika tanah seperti menurunkan bobot volume, meningkatkan porositas, stabilitas agregat tanah.

Hasil penelitian (Tabel 2) juga menemukan bahwa aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam mampu meningkatkan stabilitas agregat tanah dibandingkan kontrol. Perlakuan biochar dan kompos dengan dosis yang lebih tinggi (10 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam) menunjukkan stabilitas agregat nyata lebih besar dari perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena biochar dan kompos yang diaplikasikan menyumbangkan C-organik yang lebih tinggi, jika terdekomposisi menghasilkan asam organik yang berperan sebagai perekat agregat tanah sehingga lebih tahan terhadap degradasi. Biochar juga berperan sebagai media berpori yang menahan agar bahan organik tanah tidak cepat terdekomposisi dan bertahan lebih lama di dalam tanah. Karbon organik (OC) yang dilepaskan oleh kompos juga mengubah komunitas dan aktivitas mikroba tanah, sehingga mempengaruhi stabilitas agregat tanah (Chen et al., 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan peneliti sebelumnya: biochar dan kompos atau pupuk kandang mampu meningkatkan bahan organik tanah, menurunkan bobot volume, meningkatkan porositas dan stabilitas agregat tanah (Lee et al., 2021; Cai et al., 2022; dan Endriani et al., 2025).

Retensi air tanah akibat aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam

Retensi air tanah adalah kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air, yang erat kaitannya dengan ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam berdampak positif terhadap retensi air tanah, yang ditampilkan pada Tabel 3. Perlakuan yang diberikan meningkatkan kadar air kapasitas lapang (KL), kadar air tersedia (AT) dan kadar air titik layu permanen (TLP). Kapasitas lapang adalah batas tertinggi air tersedia di dalam tanah setelah kelebihan air di drainase keluar. Kondisi kelembaban ini meningkatkan penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman. Aplikasi biochar 10 ton/ha dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam 5 ton/ha mempunyai nilai KA kapasitas lapang (KA-KL) terbesar, yaitu 35,05 % dibandingkan dengan kontrol dan pembenah tanah lainnya. Kadar air kapang (Filed Capacity) dipengaruhi oleh tekstur tanah, struktur dan porositas dan bahan organik tanah. Kadar air kapasitas lapang merepresentasikan tingkat kelembaban tanah setelah air pada pori makro meninggalkan pori oleh gaya gravitasi. Sejalan dengan Oktavia et al., (2023) biochar cangkang kelapa sawit yang dikombinasikan dengan kompos pada dosis 15

ton/ha meningkatkan kadar air tersedia, dan kapasitas lapang. Querino et al., (2025) menjelaskan biochar dan pupuk kandang ayam memiliki sinergi yang kuat dalam memperbaiki retensi air tanah dan mitigasi stress air pada tanaman.

Tabel 3. Retensi Air Tanah akibat Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Retensi Air Tanah (% volume)		
	Kapasitas Lapang	Kadar Air Tersedia	Titik Layu Permanen
	pF 2.54	pF 2.54-pF 4.2	pF 4.2
b ₀ p ₀	29.78 a	11.40 a	18.38 ab
b ₀ p ₅	32.88 cd	12.93 ab	19.95 c
b ₁ p ₀	31.48 b	12.50 ab	18.98 abc
b ₁ p ₅	34.14 de	14.38 b	19.75 bc
b ₂ p ₀	32.75 bc	13.25 ab	19.50 abc
b ₂ p ₅	35.05 e	16.90 c	18.15 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf α 5%. b₀p₀: Kontrol, b₀p₅: 0 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam, b₁p₀: 5 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b₁p₅: 5 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam, b₂p₀: 10 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b₂p₅: 10 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam

Kadar air tersedia adalah air tanah yang ditahan pada batas kapasitas lapang dan titik layu permanen, menunjukkan air yang benar-benar tersedia dalam tanah dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan kombinasi biochar 5 ton/ha dan pupuk kandang ayam 5 ton/ha meningkatkan kadar air tersedia dari 11,40 % (kontrol) menjadi 14,38% (b₁p₅), seterusnya kadar air tanah menjadi 16,90 %. Peningkatan air tersedia di dalam tanah disebabkan telah terjadi perbaikan tanah sehingga menimbulkan ruang-ruang yang dapat menahan air pada pF 2,54 sampai pF 4,2. Perlakuan biochar 10 ton/ha yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam 5 ton/ha meningkatkan air tersedia paling tinggi (16,9%). Hal ini menunjukkan bahwa biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam paling efektif meningkatkan air tersedia dalam tanah. Sedangkan aplikasi biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam berpengaruh terhadap kadar air titik layu permanen, namun pengaruh bervariasi antara masing-masing perlakuan. Kadar air tersedia dalam tanah dipengaruhi oleh bobot volume dan stabilitas agregat tanah. Tanah dengan stabilitas agregat mantap akan mudah melewatkan air dan menahannya pada pori-pori mikro mengindikasikan tanah memiliki cukup air yang tersedia bagi tanaman. Bobot volume yang lebih rendah menunjukkan tanah lebih porous sehingga akan mampu memegang air tersedia lebih tinggi dibanding kontrol. Tenodi et al., (2026) menyebutkan bahwa penggunaan biochar memperbaiki porositas tanah dan kapasitas memegang air, biochar yang dikombinasikan dengan kompos memperbaiki retensi air tanah melalui penambahan bahan organik tanah, meningkatkan air tersedia bagi tanaman, dan kadar air kapasitas lapang.

Pertumbuhan dan hasil kedelai akibat aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam

Hasil penelitian pada Tabel 4, menunjukkan pemberian biochar dan pupuk kandang ayam meningkatkan tinggi tanaman kedelai. Pemberian biochar 10 ton/ha dan pupuk kandang ayam 5 ton/ha menunjukkan tinggi tanaman nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini menunjukkan lingkungan tumbuh tanaman lebih baik setelah pemberian biochar dan pupuk kandang ayam, yang dibuktikan dengan perbaikan sifat fisik tanah (Tabel 2) dan meningkatnya ketersediaan air bagi tanaman (Tabel 3). Menggabungkan biochar dan kotoran ayam secara signifikan mempercepat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen. Biochar menyediakan fondasi struktural yang permanen dan sangat berpori untuk tanah, sedangkan pupuk kandang bertindak sebagai pupuk yang kuat dan padat nutrisi. Bersama-sama, mereka menciptakan efek sinergis yang kuat yang memaksimalkan kesehatan tanah dan kekuatan tanaman.

Tabel 4. Tinggi Tanaman, Jumlah Polong Berisi, dan Hasil Kedelai akibat Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Tinggi Kedelai (cm)	Jumlah Polong Berisi (buah)	Hasil Kedelai (ton/ha)
b0p0	80,75 A	108,12 a	1,95 a
b0p5	82,37 Ab	145,23 ab	2,02 ab
b1p0	82,09 Ab	134,45 ab	1,98 ab
b1p5	84,81 Ab	150,77 b	2,28 b
b2p0	83,92 Ab	147,22 ab	2,27 ab
b2p5	86,12 B	192,75 c	2,73 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf α 5%. b₀p₀: Kontrol, b₀p₅: 0 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam, b₁p₀: 5 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b₁p₅: 5 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam, b₂p₀: 10 ton/ha biochar + 0 ton/ha pupuk kandang ayam, b₂p₅: 10 ton/ha biochar + 5 ton/ha pupuk kandang ayam

Hasil penelitian (Tabel 3) menunjukkan penggunaan biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam meningkatkan jumlah polong berisi, dan meningkatkan bobot kering kedelai. Perlakuan biochar 10 ton/ha + 5 ton/ha pupuk kandang ayam menghasilkan jumlah polong berisi paling besar dibandingkan perlakuan lainnya. Kotoran ayam kaya akan makronutrien penting seperti Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (NPK). Biochar bertindak sebagai "spons", mengunci nutrisi ini ke dalam tanah sehingga tidak tercuci, menciptakan sistem pupuk pelepasan lambat untuk tanaman. Struktur sarang dari biochar yang berpori menggemburkan tanah yang padat. Dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam yang kaya nutrisi, ini menunjang perkembangan sistem akar yang cepat dan luas.

Penerapan biochar dan pupuk kotoran ayam meningkatkan hasil kedelai dengan meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi keasaman, dan meningkatkan retensi kelembaban, yang mengarah pada bobot biji dan jumlah polong kedelai yang lebih tinggi. Penelitian

menunjukkan bahwa aplikasi gabungan di tanah tropis yang terdegradasi, seperti kombinasi 10 t/ha + 5 ton/ha, memberikan pelepasan nutrisi dan kondisi pertumbuhan kedelai yang optimal. Aplikasi biochar dan pupuk kandang ayam dengan dosis 10 ton/ha dan 15 ton/ha mempengaruhi hasil kedelai mencapai 2,27 – 2,73 ton/ha, yang sudah sesuai dengan daya hasil kedelai varietas Anjasmoro. Hasil kedelai tertinggi mencapai 2,73 ton/ha, meningkat 40,17% dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan biochar yang bersifat sarang dapat memegang unsur hara di dalam tanah agar tidak mudah tercuci dan melepaskan secara lambat. Juga disebabkan pupuk kandang ayam mengandung nutrisi yang dapat disumbangkan ke dalam tanah. Hasil penelitian Agbede (2025) pupuk kandang ayam mengandung pH 6,9, C-organik 29,5%, N-total 3,03 %, C/N 9,7, P 1,38 %, K 2,35 %, Ca 1,20 %. Mg 0,58 %, dan S 0,32 %. Peneliti terdahulu juga sudah meneliti pengaruh biochar dikombinasikan dengan pupuk organik yang menunjukkan peningkatan terhadap hasil kedelai, seperti (Supriyadi et al., 2022 ; Oktaviyani et al., 2023; Sajar et al., 2024; dan Khatri et al., 2026).

KESIMPULAN

Penggunaan pembenah tanah biochar cangkang kelapa sawit 10 ton/ha dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam dosis 5 ton/ha merupakan dosis paling efektif memperbaiki sifat fisika tanah, antara lain meningkatkan C organik, agregat terbentuk, stabilitas agregat, total ruang pori, menurunkan bobot volume, meningkatkan retensi air tanah melalui peningkatan kadar air kapasitas lapang, dan kadar air tersedia. Kombinasi biochar cangkang kelapa sawit dan pupuk kandang ayam meningkatkan pertumbuhan, jumlah polong dan hasil kedelai mencapai 2,73 ton/ha, meningkatkan hasil kedelai 40,17% dibanding tanpa perlakuan. Biochar yang dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam dapat dijadikan alternatif menjaga dan memulihkan Kesehatan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, M., Hastings, A., Chadwick, D. R., Jones, D. L., Evans, C. D., Jones, M. B., Rees, R. M., & Smith, P. (2018). Critical review of the impacts of grazing intensity on soil organic carbon storage and other soil quality indicators in extensively managed grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 253(November 2017), 62–81. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.023>
- Adekiya, A. O., Agbede, T. M., Ejue, W. S., Aboyeji, C. M., Dunsin, O., Aremu, C. O., Owolabi, A. O., Ajiboye, B. O., Okunlola, O. F., & Adesola, O. O. (2020). Biochar, poultry manure and NPK fertilizer: Sole and combine application effects on soil properties and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) performance in a tropical Alfisol. *Open Agriculture*, 5(1), 30–39. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0004>
- Adekiya, A. O., Ogunbode, T. O., Esan, V. I., Adedokun, O., Olatubi, I. V., & Ayegboyin, M. H. (2025). *Short term effects of biochar on soil chemical properties , growth , yield , quality , and shelf life of tomato*. 1–16.
- Afshar, M., & Mofatteh, S. (2024). Biochar for a sustainable future: Environmentally friendly production and diverse applications. *Results in Engineering*, 23, 102433.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102433>
- Agbede, T. M., Oyewumi, A., Agbede, G. K., Adekiya, A. O., Adebisi, O. T. V., Abisuwa, T. A., Ijigbade, J. O., Ogundipe, C. T., Wewe, A. O., Olawoye, O. D., & Eifediyi, E. K. (2024). Impacts of poultry manure and biochar amendments on the nutrients in sweet potato leaves and the minerals in the storage roots. *Scientific Reports*, *14*(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67486-9>
- Alomari, L. M., Al-Issa, T. A., Kiyam, M. A. L., & Al Tawaha, A. R. (2024). The Impact of Biochar and Compost as Soil Amendments, Combined with Poultry Manure, on the Growth, Yield, and Chemical Composition of Lettuce (*Lactuca sativa*). *Journal of Ecological Engineering*, *25*(6), 12–28. <https://doi.org/10.12911/22998993/186723>
- Anisuzzaman, S. M., Siring, N., & Fran Mansa, R. (2021). Properties Tuning of Palm Kernel Shell Biochar Granular Activated Carbon Using Response Surface Methodology for Removal of Methylene Blue. *Journal of Applied Science & Process Engineering*, *8*(2), 1002–1019. <https://doi.org/10.33736/jaspe.3961.2021>
- Ayito, E. O., John, K., Iren, O. B., John, N. M., Mngadi, S., Heung, B., Abbey, Lord, Agyeman, P. C., & Moodley, R. (2023). Synergistic effects of biochar and poultry manure on soil and cucumber (*Cucumis sativus*) performance: A case study from the southeastern Nigeria. *Soil Science Annual*, *74*(4), 1–16. <https://doi.org/10.37501/soilsa/183903>
- Balittanah. (2022). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya* (R. D. Irawan, Maswar, Yustika & R. Ariani (eds.); 2nd ed.). Balai Penelitian Tanah, Kementerian Pertanian.
- Bramarambika et al. (2024). The Effect of Coconut Shell Biochar on the Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annum* L.) in Acidic Alfisols Soil. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, *27*(7), 203–211. <https://doi.org/OI: 10.9734/jabb/2024/v27i7980>
- Cahyana, D., Karolinoerita, V., Manurung, E. D., & Wulanningtyas, H. S. (2026). Bridging the conceptual gap between soil quality and soil health for one health. *Soil Security*, *22*(November 2025), 2025–2027. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2025.100219>
- Cai, T., Wang, Z., Guo, C., Huang, H., Chai, H., & Zhang, C. (2022). Effects of Biochar and Manure Co-Application on Aggregate Stability and Pore Size Distribution of Vertisols. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(18). <https://doi.org/10.3390/ijerph191811335>
- Chen, X., Li, L., Li, X., Kang, J., Xiang, X., Shi, H., & Ren, X. (2023). Effect of Biochar on Soil-Water Characteristics of Soils: A Pore-Scale Study. *Water (Switzerland)*, *15*(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/w15101909>
- Diri, K. H., & Kedonejo, A. T. (2024). Evaluating the impact of poultry manure variants and swine manure on soil chemical properties and growth of maize (*Zea mays*). *Asian Journal of Agriculture*, *8*(1), 1–9. <https://doi.org/10.13057/asianjagric/g080101>
- Dong, L., Zhang, W., Xiong, Y., Zou, J., Huang, Q., Xu, X., Ren, P., & Huang, G. (2022). Impact of short-term organic amendments incorporation on soil structure and hydrology in semiarid agricultural lands. *International Soil and Water Conservation Research*, *10*(3), 457–469. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.10.003>
- Endriani, Listyarini, D., & Farni, Y. (2025). Improving physical properties of Ultisol and maize yield using coconut shell biochar and *Leucaena* compost. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, *12*(2), 6991–6999. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2025.122.6991>
- Farni, Y., Suntari, R., & Prijono, S. (2022). Utilization of *Tithonia diversifolia* and sugarcane leaves to improve soil properties and plant growth on a degraded sandy soil of Malang, East

- Java. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 9(2), 3227–3236. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2022.092.3227>
- Han, Z., He, W., Shi, H., Wang, C., Liu, C., & Feng, Y. (2023). Effects of the Integrated Use of Dairy Cow Manure on Soil Properties and Biological Fertility. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su151511693>
- Khatri, D., Magar, L. P., Poudel, S., Kc, S., Gebremedhin, M., Lucas, S., & Chiluwal, A. (2026). Biochar and late-season nitrogen fertilization effects on soybean yield and seed quality. *Journal of Agriculture and Food Research*, 28(March). <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2026.102941>
- Lee, M. H., Chang, E. H., Lee, C. H., Chen, J. Y., & Jien, S. H. (2021). Effects of biochar on soil aggregation and distribution of organic carbon fractions in aggregates. *Processes*, 9(8), 1–16. <https://doi.org/10.3390/pr9081431>
- Lehmann, J., Bossio, D. A., Kögel-Knabner, I., & Rillig, M. C. (2020). The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth and Environment*, 1(10), 544–553. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8>
- Liang, J., Li, Y., Si, B., Wang, Y., Chen, X., Wang, X., Chen, H., Wang, H., Zhang, F., Bai, Y., & Biswas, A. (2021). Optimizing biochar application to improve soil physical and hydraulic properties in saline-alkali soils. *Science of the Total Environment*, 771. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144802>
- Liu, X., Mao, P., Li, L., & Ma, J. (2019). Impact of biochar application on yield-scaled greenhouse gas intensity: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 656, 969–976. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.396>
- Liu, X., Ren, X., Dong, J., Wang, B., Gao, J., Wang, R., Yao, J., & Cao, W. (2023). Preparation and physicochemical properties of biochar from the pyrolysis of pruning waste of typical fruit tree in north China. *BioResources*, 18, 8536–8556. <https://doi.org/10.15376/biores.18.4.8536-8556>
- Maula, I. M. (2026). *Soil Degradation and its Challenges to Agricultural Production Resilience : an Overview from a Soil Traits Perspective*. 5(1), 57–63.
- Mulyani, A., & Sarwani, M. (2013). Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, 7(1), 47–55.
- Oktavia T; Wiskandar; Endriani. (2023). The Effect of The Biochar Application of Oil Palm Shells and Municipal Waste Compost on Soil Water Content of Coal Mine Reclamation and Soybean Yield. *Akta Agrosia*, 26(2), 66–72. <https://doi.org/10.31186/aa.26.2.66-72>
- Oktaviyani, T., Tamad, T., & Purwani, J. (2023). Effect of Cyanobacteria-Enriched Compost on Maize (*Zea mays*. L) Growth and Yield and Nutrient Uptake in Inceptisols. *Journal of Tropical Soils*, 29(1), 11. <https://doi.org/10.5400/jts.2024.v29i1.11-21>
- Pandey, R., Kori, S., Jejal, A. D., Kurmi, P., Patel, R., Raj, S., Muniya, A., & Nandeha, N. (2023). Soil Quality: A Critical Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(11), 4501–4510. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i113630>
- Panta, S., Bista, P., Angadi, S., & Ghimire, R. (2026). Biochar and Compost as Sustainable Amendments for Soil Health and Water Functions in Semi-Arid Agroecosystems. *Sustainability (Switzerland)*, 18(3), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su18031369>
- Querino G M V, V., B, R. R., Silva, R B T Neto, F. A., & Xavier, L D Souza, Q. J. L. (2025). Synergistic effects of biochar and poultry manure improve soil water availability and drought tolerance in *Ananas comosus*. *Research Square*, 1–24.

- <https://www.researchsquare.com/article/rs-7529519/latest>
- Razzaghi, F., Obour, P. B., & Arthur, E. (2020). Does biochar improve soil water retention? A systematic review and meta-analysis. *Geoderma*, 361, 114055. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2019.114055>
- Sajar S, Andi Setiawan, & Adella Tri Anzani. (2024). Effect of Various Biochar Materials and Levels of Chicken Manure on Growth and Yield of Soybean. *The International Conference on Education, Social Sciences and Technology (ICESST)*, 3(2), 01–21. <https://doi.org/10.55606/icesst.v3i2.412>
- Santi, L. P. (2020). Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit untuk Meningkatkan Serapan Hara dan Sekuestrasi Karbon pada Media Tanah Lithic Hapludults di Pembibitan Kelapa Sawit. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jti.v41n1.2017.9-16>
- Sidiq, M. F., Widyasaputra, R., Jaya, G. I., & Prasanto, M. (2026). Optimization of Biochar Application for Improving Soil Water Holding Capacity. *Jurnal Bilogi Tropis*, 26(1), 1122 – 1127. <https://doi.org/doi.org/10.29303/jbt.v26i1.11493>
- Supriyadi, S., Widjajani, B. W., & Murniyanto, E. (2022). The Effect of Rice Husk Biochar and Cow Manure on Some Soil Characteristics, N and P Uptake and Plant Growth of Soybean in Alfisol. *Journal of Tropical Soils*, 27(2), 59. <https://doi.org/10.5400/jts.2022.v27i2.59-65>
- Tejashvini, A. (2022). Soil Quality: As an Indicator of Soil Health. *Just Agriculture*, 3(2), 1–7. www.justagriculture.in
- Tenodi, S., Maletić, S., Kragulj Isakovski, M., Kruse, J., & Weihermüller, L. (2026). Impact of biochar, compost, and sludge amendments on the soil water balance of a sandy soil. *Biochar*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/s42773-025-00509-4>
- Thapa B, R Awal, AlFares, Ar Rahman, A Veettill, A Elhassan, N. (2025). Improving soil health through manure and biochar amendments under climate-smart.pdf. *Soil Science Society of America Journal*, 89, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/saj2.70129>
- USDA. (2017). Rangeland Soil Quality — Aggregate Stability. *Agriculture*, May, 1–2.
- Wiskandar, & Ajidirman. (2024). Effect of biochar and Tithonia compost on physical properties of post-coal mining soil. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(3), 5829–5838. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.113.5829>
- Xu, P., Wang, Q., Duan, C., Huang, G., Dong, K., & Wang, C. (2024). Biochar addition promotes soil organic carbon sequestration dominantly contributed by macro-aggregates in agricultural ecosystems of China. *Journal of Environmental Management*, 359. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2024.121042>
- Zong, D., Quan, Y., Penttinen, P., Qi, L., Wang, J., Tang, X., Xu, K., & Chen, Y. (2025). Organic Amendments Drive Soil Organic Carbon Sequestration and Crop Growth via Microorganisms and Aggregates. *Agronomy*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy15122919>
- Zurhalena, Endriani, Farni, Y., & Fuadi, N. A. (2023). Application of cow manure and Gliricidia sepium pruning compost to improve physical properties of Ultisols and soybean yield. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 10(3), 4527–4535. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2023.103.4527>