

Peranan Biochar dan Kompos dalam Meningkatkan Retensi Air dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*) pada Tanah Bertekstur Kasar

Al Hidayati Maulana Anwar, Teguh Budi Prasetyo, and Yulnafatmawita*

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas

Jl. Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang 25175

*Alamat korespondensi: Yulnafatmawita@agr.unand.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 16-03-2024 Direvisi: 31-07-2024 Dipublikasi: 11-08-2024	Role of biochar and compost on soil water retention of coarse textured soil and sweet corn (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i>) production
Keywords: Coffee husk, Corn straw, Inceptisol, Soil water potential, Soil physical properties	The ability of the soil to retain water affects the growth and yield of crops. Coarse-textured soil has low water retention ability so it is not able to support plant growth. This study aimed to examine the role of biochar and compost in increasing soil water retention and sweet corn (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i>) production. The research was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Andalas University from November 2022 to June 2023, using materials of coarse-textured soil sample of Inceptisol taken from land in Nagari Aie Dingin, Gumanti Valley District, Solok Regency, West Sumatra, biochar derived from coffee husks, and compost derived from corn straw. This study consisted of eight treatments of A = 0 ton/ha biochar + 0 ton/ha compost, B = 24 ton/ha biochar + 0 ton/ha compost, C = 20 ton/ha biochar + 4 ton/ha compost, D = 16 ton/ha biochar + 8 ton/ha compost, E = 12 ton/ha biochar + 12 ton/ha compost, F = 8 ton/ha biochar + 16 ton/ha compost, G = 4 ton/ha biochar + 20 ton/ha compost, dan H = 0 ton/ha biochar + 24 ton/ha compost with three replicates. The experimental units were allocated based on Completely Randomized Design (CRD). The parameters analyzed were soil organic matter (SOM), bulk density (BD), total pore space (TPS), permeability, water retention, and crop production. The results showed that application of 24 ton/ha biochar was the best dose for soil water retention, plant available water, and corn yields, because the values increased by 23.18%, 85.5%, and 633%, respectively compared to the control. However, the best dosage for improving other soil physical properties was shown by combination between 16 ton/ha biochar and 8 ton/ha compost, because it increased soil organic matter (9.2%), TPS (3.2%), permeability (109%), aggregate stability (13.9%), and decreased BD (9.2%) compared to the control.
Kata Kunci: Inceptisol, Jerami jagung, Kulit kopi, Potensial air tanah, Sifat fisik tanah	Kemampuan tanah meretensi air akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Tanah bertekstur kasar mempunyai kemampuan retensi air yang rendah sehingga tidak mampu menopang pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peranan biochar dan kompos dalam meningkatkan retensi air tanah serta produksi jagung manis (<i>Zea mays</i> L. var. <i>saccharata</i>). Penelitian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada November 2022 hingga Juni 2023, dengan menggunakan bahan berupa tanah bertekstur kasar dari ordo Inceptisol yang diambil dari lahan di Nagari Aie Dingin, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat, biochar yang berasal dari kulit kopi, dan kompos yang berasal dari jerami

jagung. Penelitian ini terdiri dari delapan perlakuan yaitu kombinasi antara biochar dan kompos yaitu A = 0 ton/ha biochar + 0 ton/ha kompos, B = 24 ton/ha biochar + 0 ton/ha kompos, C = 20 ton/ha biochar + 4 ton/ha kompos, D = 16 ton/ha biochar + 8 ton/ha kompos, E = 12 ton/ha biochar + 12 ton/ha kompos, F = 8 ton/ha biochar + 16 ton/ha kompos, G = 4 ton/ha biochar + 20 ton/ha kompos, dan H = 0 ton/ha biochar + 24 ton/ha kompos dengan 3 ulangan. Satuan percobaan dialokasikan berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL). Parameter yang dianalisis yaitu bahan organik tanah (BOT), berat volume (BV), total ruang pori (TRP), permeabilitas, retensi air, pori air tersedia, serta pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis terbaik untuk meningkatkan retensi air, pori air tersedia, dan hasil tanaman jagung adalah 24 ton/ha biochar + 0 ton/ha kompos dengan peningkatan berturut-turut sebesar 23,18%, 85,5%, dan 633%. Namun, dosis terbaik untuk perbaikan sifat fisika tanah lainnya adalah 16 ton/ha biochar + 8 ton/ha kompos yang ditandai dengan peningkatan BOT (9,2%), TRP (3,2%), permeabilitas (109%), stabilitas agregat (13,9%) dan penurunan BV (9,2%).

PENDAHULUAN

Kondisi fisik tanah yang baik akan menentukan ketersediaan unsur hara tanaman dan aktivitas akar dalam menyerap unsur hara dan air. Salah satu faktor pembatas produksi pada tanah bertekstur kasar yaitu rendahnya retensi air dan air tersedia tanaman bagi tanaman. Tanah yang mempunyai retensi air yang rendah dapat diperbaiki dengan pemberian bahan amelioran seperti bahan organik (BO). Hal ini disebabkan BO mampu membentuk struktur tanah yang remah dan menstabilkan agregat tanah (Weidhuner *et al.*, 2021), serta menciptakan keseimbangan pori antara makro dan mikro di dalam tanah. Pori mikro diisi air dan makro diisi udara, sehingga mampu menyediakan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Beberapa jenis BO yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan retensi air tanah di antaranya biochar dan kompos. Biochar merupakan zat kaya karbon yang terbentuk dari dekomposisi termokimia BO seperti limbah pertanian, peternakan, dan sebagainya. Proses pembentukan biochar biasanya dilakukan pada lingkungan yang kekurangan oksigen dan suhu tinggi di mana ini akan mempengaruhi proporsi karbon dalam biochar (Hafeez *et al.*, 2022). Selain mampu mengurangi emisi gas rumah kaca, biochar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perbaikan struktur tanah, kesuburan tanah, dan penyerapan unsur hara (Jiang *et al.*, 2020).

Penambahan biochar pada tanah dapat mengurangi persentasi pori makro dan meningkatkan porsi pori mikro sehingga meningkatkan retensi air (Li *et al.*, 2021). Hal ini disebabkan biochar itu sendiri

mempunyai struktur berpori sehingga dapat meningkatkan kapasitas retensi air tanah. Selain itu, luas permukaan spesifik biochar yang besar dapat meningkatkan gaya kohesi (antar molekul air) dan adhesi (antara molekul air dengan partikel biochar) sehingga meningkatkan kemampuan retensi air tanah (Alghamdi *et al.*, 2020). Di samping meningkatkan retensi air, biochar juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah lainnya. Berdasarkan hasil penelitian Hanim *et al.* (2021), pemberian biochar sekam padi sebanyak 10 ton/ha pada tanah lempung berpasir dapat menurunkan berat volume tanah dari 1,35 g/cm³ menjadi 1,30 g/cm³, meningkatkan porositas tanah dari 30,67% menjadi 39,71%, dan menurunkan berat jenis partikel dari 2,57 g/cm³ menjadi 2,41 g/cm³.

Biochar memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung jenis bahan dasarnya (*feed stock*) dan suhu pembuatannya. Biochar berbahan dasar kayu akan memiliki rasio C/N yang lebih tinggi dibandingkan rumput dan sisa tanaman sedangkan suhu pembuatan biochar mempengaruhi ukuran pori. Biochar yang terbentuk pada suhu 400-600 °C (pirolisis lambat) memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan suhu di atas 700 °C (pirolisis cepat) (Gujre *et al.*, 2021). Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan biochar adalah kulit kopi. Kulit kopi mengandung 60-67% karbon (C) (Kiggundu & Sittamukyoto, 2019). Biochar dan kompos sekam kopi mampu meningkatkan pH, KTK, bahan organik, nitrogen total dan fosfor tersedia tanah (Shifa *et al.*, 2024).

Sumber BO lain yang bisa digunakan untuk meningkatkan retensi air tanah adalah kompos. Kompos mampu menciptakan dan menstabilkan

agregat tanah, meningkatkan retensi air dan konduktivitas hidrolik (Dolit *et al.*, 2022). Aplikasi kompos juga meningkatkan kualitas tanah, serta meningkatkan ketersediaan air bagi tanaman. Kombinasi kompos jerami jagung dan biochar willow juga mampu meningkatkan kadar air tersedia tanah (Glaḡb *et al.*, 2020). Beberapa penelitian mengenai pengaruh biochar atau kompos secara terpisah terhadap sifat fisik tanah telah dilakukan. Pemberian biochar maupun kompos secara terpisah mengurangi kepadatan isi, meningkatkan porositas, dan air tersedia tanah (Dayoub *et al.*, 2023). Kombinasi biochar dan pupuk kandang dapat memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah bertekstur halus (>60% liat) untuk pertumbuhan bawang putih (Yulnafatmawita *et al.*, 2021). Namun demikian, kombinasi kedua bahan amelioran (biochar dan kompos) pada tanah bertekstur kasar belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi biochar yang berasal dari kulit kopi dan kompos yang berasal dari jerami jagung terhadap peningkatan retensi air tanah pada Inceptisol yang bertekstur kasar serta pertumbuhan dan hasil jagung manis.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian dan Penyiapan Biochar Kulit Kopi serta Kompos Jerami Jagung



Gambar 1. Penyiapan sampel tanah dan kompos (A) Lokasi pengambilan tanah, (B) Pembuatan kompos dengan metode anaerob

Pelaksanaan Percobaan dan Perawatan Tanaman

Tanah kering udara dihaluskan dan diayak menggunakan saringan 2 mm. Tanah dianalisis kadar airnya untuk menghitung koreksi kadar air (KKA) yang diperlukan untuk menghitung berat tanah pada kondisi kering mutlak. Pot yang digunakan untuk

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada November 2022 hingga Juni 2023, dengan menggunakan bahan berupa tanah bertekstur kasar dari ordo Inceptisol, biochar yang berasal dari kulit kopi, dan kompos yang berasal dari jerami jagung. Tanah diambil di Nagari Aie Dingin, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat (Gambar 1A). Tanah yang diambil terletak pada kemiringan lereng 45% dengan tekstur kasar (pasir 33%, debu 66%, dan liat hanya 1%) dari lapisan tanah atas sampai kedalaman tanah 30 cm (Variastuti *et al.*, 2023).

Biochar kulit kopi diproduksi dengan menggunakan metode tradisional (*soil pit*). Kulit kopi dikumpulkan dari pabrik kopi di dekat lokasi pengambilan tanah Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Kulit kopi dibakar hingga warnanya menjadi hitam, kemudian disiram untuk mematikan api, dan dikeringkan sebelum digiling. Kompos dibuat dengan metode anaerob dengan menggunakan gentong air sebagai wadahnya (Gambar 1B). Campuran 80% jerami jagung dan 20% pupuk kandang serta aktivator (campuran 10 mL EM4 + 10 mL molase + 300 mL air untuk 10 kg kompos) diaduk rata. Setelah semua bahan tercampur merata, kemudian bahan kompos tersebut diinkubasi secara tertutup selama 2 bulan sebelum dapat digunakan.

percobaan ini berdiameter 40 cm, yang bertujuan untuk memudahkan pengambilan contoh tanah tidak terganggu pada akhir percobaan. Pot diisi tanah setinggi 30 cm sehingga kebutuhan tanah kering sebanyak 20 kg. Tanah dicampur dengan biochar dan kompos secara merata sesuai perlakuan sebelum

dimasukkan ke dalam pot. Terdapat delapan perlakuan yang berasal dari kombinasi biochar dan kompos yaitu A = 0 ton/ha biochar + 0 ton/ha kompos, B = 24 ton/ha biochar + 0 ton/ha kompos, C = 20 ton/ha biochar + 4 ton/ha kompos, D = 16 ton/ha biochar + 8 ton/ha kompos, E = 12 ton/ha biochar + 12 ton/ha kompos, F = 8 ton/ha biochar + 16 ton/ha kompos, G = 4 ton/ha biochar + 20 ton/ha kompos, dan H = 0 ton/ha biochar + 24 ton/ha kompos (Tabel 1), setiap perlakuan mempunyai tiga ulangan.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan biochar kulit kopi dan kompos jerami jagung

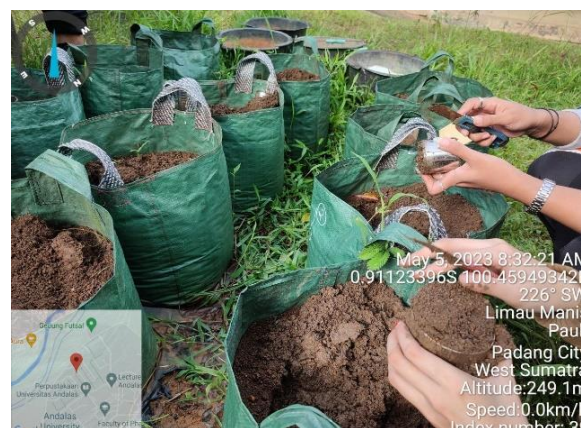
Perlakuan	Biochar (ton/ha)	Kompos (ton/ha)
A	0	0
B	24	0
C	20	4
D	16	8
E	12	12
F	8	16
G	4	20
H	0	24

Tanah dalam setiap pot disiram sampai kapasitas lapang, kemudian diinkubasi tertutup selama 14 hari. Benih jagung ditugal di setiap pot setelah inkubasi. Pupuk dasar diberikan sesuai anjuran untuk jagung manis (180 kg N ha⁻¹, 48 kg P ha⁻¹ dan 112,5 kg K ha⁻¹) pada saat anakan berumur 3-4 hari atau 7 hari setelah tanam (HST). Pupuk N dalam bentuk Urea diaplikasikan dua kali (umur 7 dan 30 HST), sedangkan SP-36 dan KCl hanya diaplikasikan pada 7 HST. Perawatan lain yang dilakukan yaitu penyiraman yang dilaksanakan setiap sore hari, penyiangan gulma yang dilakukan dengan cara mecabutnya serta pengendalian hama dan penyakit dengan menggunakan pestisida sintetis.

Parameter

Sifat fisika tanah awal merujuk pada hasil penelitian Variastuti et al. (2023) karena tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari area penelitiannya di Aie Dingin Kabupaten Solok, Sumbar. Pengambilan sampel tanah utuh (Gambar 2) untuk menganalisis sifat fisika tanah yang dipengaruhi oleh biochar dan kompos dilakukan tepat sebelum tanaman dipanen (3,5 bulan setelah aplikasi biochar dan kompos). Parameter yang dianalisis meliputi berat volume (BV) dan total ruang pori (TRP) tanah (menggunakan metode ring

sampel), karbon organik (menggunakan metode oksidasi basah), permeabilitas (menggunakan metode *constant head permeameter* berdasarkan Hukum Darcy), stabilitas agregat tanah (menggunakan metode ayakan kering dan basah), dan energi potensial air tanah atau pF (menggunakan *pressure and membrane plate apparatus*). Contoh tanah utuh setelah aplikasi biochar dan kompos diambil di dalam pot sesaat sebelum panen jagung dilakukan. Sampel tanah dianalisis di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas, sedangkan pF dianalisis di LPT Bogor. Parameter produksi tanaman meliputi pertumbuhan vegetatif dan generatif. Indikator pertumbuhan vegetatif adalah tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman (diukur pada umur 2 sampai dengan 8 minggu setelah tanam), sedangkan indikator pertumbuhan generatif yaitu biomasa tongkol jagung segar ditimbang setelah panen.



Gambar 2. Pengambilan sampel tanah untuk analisis sifat fisika tanah

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari analisis, baik data tanah maupun tanaman, baik di rumah kaca maupun di laboratorium, diinput ke excel, kemudian dianalisis secara statistik menggunakan aplikasi statistik JMP Pro 14 dengan uji lanjut menggunakan Tukey-Kramer pada taraf 5%. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik.

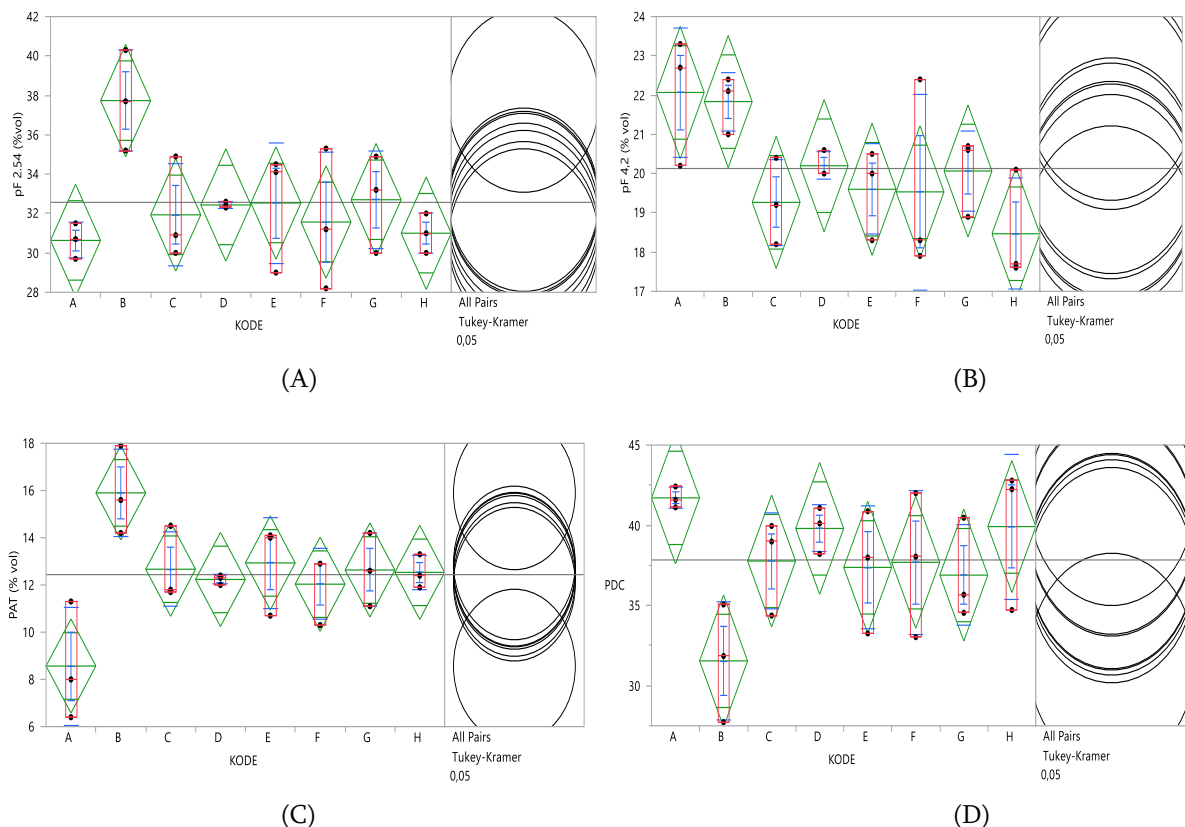
HASIL DAN PEMBAHASAN

Retensi Air dan Pori Air Tersedia Tanaman

Kombinasi biochar dan kompos memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas retensi air pada pF 2,54 (Gambar 3A), pori air tersedia (PAT) tanaman (Gambar 3C), dan pori drainase cepat (PDC) (Gambar 3D), tetapi tidak signifikan terhadap pF 4,2

(Gambar 3B) setelah panen jagung manis. Aplikasi biochar 24 ton/ha meningkatkan retensi air tertinggi pada pF 2,54 yang berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Pada perlakuan ini, kadar air tanah berbasis volume meningkat sekitar 23,18% dibanding kontrol. Tingginya retensi air tanah pada pF 2,54 disebabkan biochar mempunyai pori-pori mikro yang banyak dan luas permukaan spesifik yang tinggi sehingga mampu menampung dan menyerap air lebih banyak. Seperti dilaporkan Agviolita dkk. (2021) bahwa sifat biochar yang kaya akan mikropori sangat bermanfaat

jika diaplikasikan pada tanah dengan kandungan pasir yang tinggi dengan luas permukaan spesifik tanahnya relatif rendah. Penambahan biochar pada tanah bertekstur kasar akan memberikan keseimbangan proporsional antara pori mikro dan makro pada tanah (Alghamdi, 2018). Ketika biochar diaplikasikan pada suatu tanah, maka partikel biochar tersebut akan mengisi pori-pori tanah yang lebih besar, sehingga pori makro berkurang dan pori mikro dan pori meso tanah bertambah. Pori mikro seluruhnya dan pori meso sebagian diisi oleh air.



Gambar 3. Pengaruh aplikasi biochar dan kompos pada tanah bertekstur kasar terhadap (A) Kapasitas retensi air tanah pada pF 2,54, (B) Kapasitas retensi air tanah pada pF 4,2, (C) pori air tersedia, (D) pori drainase cepat

Pada Gambar 3B terlihat kandungan air tanah pada titik layu (pF 4,2) berbeda tidak nyata antar perlakuan, namun cenderung menurun dengan pemberian kombinasi biochar dan kompos. Hal ini disebabkan karena faktor yang mempengaruhi titik layu adalah bahan organik dan tekstur tanah. Inceptisol yang digunakan pada percobaan ini didominasi oleh fraksi pasir dan debu (98,71%) serta total biochar dan kompos yang ditambahkan sama nilainya (24 ton/ha), maka kemampuan tanah menahan air pada tekanan 15 atm (pF 4,2) tidak

berbeda nyata. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Nurmi dkk. (2024) bahwa perbedaan dosis eceng gondok sebagai sumber BO yang ditambahkan ke tanah pada budidaya sorgum tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap retensi air pada pF 4,2 (titik layu). Tingginya retensi air tanah pada pF 2,54 dan cenderung samanya retensi air pada pF 4,2 untuk semua perlakuan dengan pemberian biochar sebanyak 24 ton/ha, mengakibatkan pori air tersedia (PAT) atau retensi air oleh tanah antara pF 2,54 dan pF 4,2 meningkat secara signifikan. Hal ini

disebabkan oleh kontribusi biochar dalam meningkatkan mesopori yang berperan dalam menahan air tersedia bagi tanaman. Oleh karena itu, aplikasi biochar akan mengubah keseimbangan ukuran pori dalam tanah. Di samping itu, luas permukaan spesifik biochar yang lebih tinggi juga mampu meningkatkan adhesi antara molekul air dengan partikel biochar sehingga kemampuan tanah dalam menahan air meningkat (Alghamdi *et al.*, 2020).

Dari Gambar 3 terlihat bahwa aplikasi biochar tanpa dikombinasikan kompos (24 ton/ha biochar) mampu meningkatkan retensi air pada pF 2,54, PAT tanaman, serta menurunkan PDC (pori aerase) secara signifikan. Kombinasi antara biochar dan kompos serta kompos tanpa biochar memberikan nilai retensi air pada pF 2,54, pF 4,2, PAT, dan PDC yang relatif sama. Ada kecenderungan penurunan retensi air pada pF 2,54, pF 4,2, PAT, dan peningkatan PDC dengan peningkatan jumlah kompos ditambahkan, tetapi tetap lebih baik dibanding kontrol. Aplikasi 24 ton/ha biochar meningkatkan retensi air pada pF 2,54 (21,71%), pada pF 4,2 (16,49%), PAT (26,90%), dan menurunkan PDC (25%) dibanding kontrol. Yulnafatmawita *et al.* (2023) melaporkan bahwa pemberian biochar 1,5% dari berat tanah bekas tambang batubara (>40% liat) meningkatkan retensi air pada pF 2,54 secara nyata dan tidak nyata terhadap retensi air pada pF 4,2, sehingga mampu memberikan PAT tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

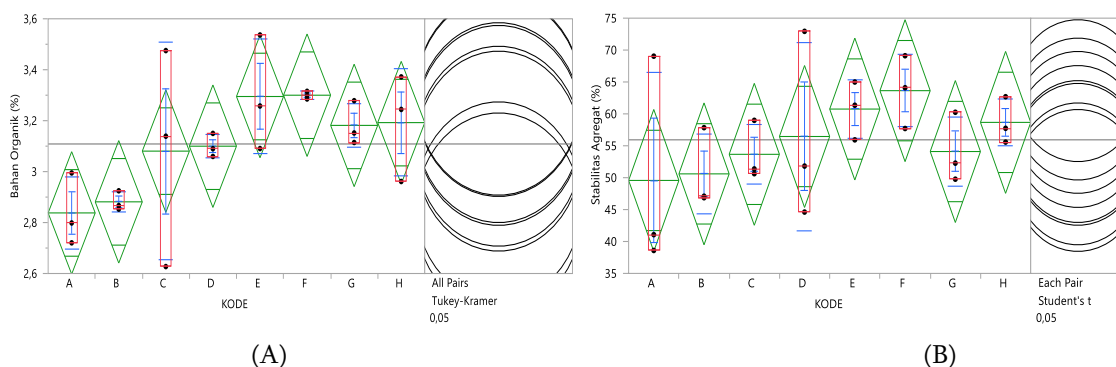
Kandungan BO dan Stabilitas Agregat Tanah

Pengaruh kombinasi kompos biochar kulit kopi dan jerami jagung terhadap kandungan BO dan stabilitas agregat tanah bertekstur kasar disajikan pada Gambar 4. Gambar 4A memperlihatkan bahwa kandungan BO tanah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara kontrol dan yang diberi perlakuan kombinasi biochar dan kompos. Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah BO yang ditambahkan belum cukup untuk meningkatkan kandungan BO tanah secara nyata pada tanah bertekstur kasar. Di samping itu, BO pada tanah bertekstur kasar mudah terdegradasi karena memiliki aerasi yang lancar namun ada kecenderungan peningkatan kandungan BO tanah dengan penambahan biochar dan kompos, karena keduanya mengandung C organik.

Di antara kedua bahan amelioran (biochar dan kompos), kompos menyumbang lebih banyak BO ke

dalam tanah dibandingkan biochar. Hal ini disebabkan karena senyawa bahan organik pada biochar telah terbakar dan yang tersisa hanyalah unsur C, sementara kompos mempunyai kandungan senyawa organik yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan bahwa kandungan bahan organik biochar sangat rendah yaitu sekitar 0,28% karbon organik (OC) (Yulnafatmawita *et al.*, 2021), sedangkan kandungan karbon organik kompos serasah jagung manis mencapai 10,5% (Surtinah, 2013). Organisme yang hidup dan mendapatkan energi dari kompos akan menyumbangkan tambahan BO sebagai hasil akhir dari aktifitasnya. Aplikasi biochar 12 ton/ha dikombinasikan dengan kompos 12 ton/ha atau biochar 8 ton/ha dikombinasikan dengan kompos 16 ton/ha menunjukkan kombinasi terbaik untuk meningkatkan kandungan BO Inceptisol bertekstur kasar. Pada tanah bertekstur halus (liat >63%), pemberian biochar dan pupuk kandang dilaporkan juga mampu meningkatkan kandungan BO tanah (Yulnafatmawita *et al.*, 2021), demikian juga dengan pemberian biochar saja pada tanah bekas tambang batu bara (liat >40%) mampu meningkatkan kandungan BO tanah (Yulnafatmawita *et al.*, 2023). Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara biochar dan kompos mampu meningkatkan kandungan BO tanah.

Berbeda dengan pengaruhnya terhadap kandungan BO tanah, kombinasi beberapa dosis biochar dan kompos yang diberikan pada tanah bertekstur kasar tidak meningkatkan stabilitas agregat tanah secara signifikan (Gambar 4B) setelah panen jagung manis atau kurang lebih 3,5 bulan setelah aplikasi. Hal ini disebabkan karena agregat membutuhkan waktu untuk menjadi stabil setelah hancur pada pengolahan tanah awal. Di samping itu, kondisi tanah bertekstur kasar dengan koloid yang sangat rendah akan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pembentukan agregat dibanding tanah bertekstur halus. Minimnya koloid liat pada tanah bertekstur kasar menyebabkan ikatan antar partikel tanah dan agen pengikat tidak cukup kuat dalam membentuk agregat yang stabil. Oleh sebab itu, tiga setengah bulan setelah aplikasi biochar dan kompos belum mampu meningkatkan stabilitas agregat Inceptisol bertekstur kasar. Namun, terdapat kecenderungan peningkatan stabilitas agregat tanah akibat aplikasi biochar dan kompos dibanding kontrol.



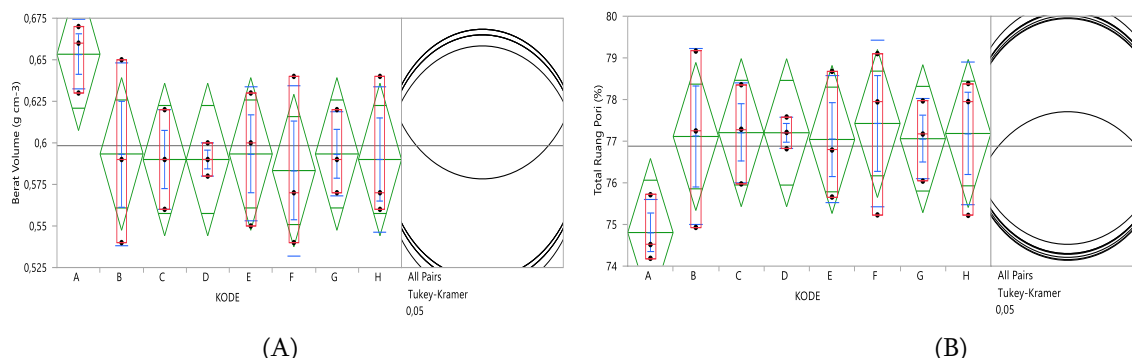
Gambar 4. Pengaruh aplikasi biochar dan kompos pada tanah bertekstur kasar terhadap (A) Kandungan BO, (B) Stabilitas agregat tanah

Pemberian pupuk organik berupa kombinasi antara biochar kulit kopi 8 ton/ha dan kompos jerami jagung 16 ton/ha, memberikan hasil peningkatan kestabilan agregat terbaik yaitu 28,38% lebih tinggi dibandingkan pada kontrol. Peningkatan ini sejalan dengan kecenderungan peningkatan kandungan BO tanah pada aplikasi kombinasi 8 ton/ha biochar dan 16 ton/ha kompos. Bahan organik berupa kompos menyediakan koloid organik yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah sehingga mampu meningkatkan stabilitas agregat tanah (Widodo & Kusuma, 2018). Variastuti *et al.* (2023) melaporkan bahwa peningkatan kandungan BO tanah berbanding lurus dengan peningkatan stabilitas agregat tanah. Selain itu, penambahan biochar dan kompos ke dalam tanah dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme

tanah yang menghasilkan senyawa organik yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah sehingga menghasilkan agregat yang lebih besar dan stabil (Shalsabila dkk., 2017).

Nilai BV dan TRP Tanah

Pengaruh pemberian kombinasi biochar dan kompos terhadap nilai BV dan TRP tanah ditampilkan pada Gambar 5. Kombinasi biochar dan kompos cenderung menurunkan nilai berat tanah persatuan volume (Gambar 5A) dan meningkatkan persentase total ruang pori (Gambar 5B) di dalam tanah bertekstur kasar. Hal ini disebabkan karena nilai BV tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik di samping tekstur tanahnya.



Gambar 5. Pengaruh aplikasi biochar dan kompos pada tanah bertekstur kasar terhadap (A) Nilai BV, (B) TRP

Baik biochar maupun kompos akan menurunkan nilai BV tanah, karena nilai berat per satuan volume masing-masingnya sangat rendah, jauh lebih rendah dari tanah pada kondisi kering mutlak. Selama tanah diaplikasikan dengan jumlah bahan amelioran (biochar + kompos) yang sama (24 ton/ha) dan tekstur tanah sama untuk semua perlakuan, maka nilai BV nya juga cenderung tidak berbeda. Sesuai dengan laporan para peneliti bahwa

nilai BV berbanding terbalik dengan kandungan BO tanah, seperti yang dilaporkan pada perkebunan teh (Yulnafatmawita *et al.*, 2020; Afner dkk., 2021) dan perkebunan kopi (Yasin *et al.*, 2021; Yulnafatmawita *et al.*, 2022). Selanjutnya, peningkatan kandungan BO tanah dapat meningkatkan proses agregasi tanah yang mengakibatkan persentase pori tanah meningkat. Kombinasi beberapa dosis biochar dan kompos yang diberikan pada tanah bertekstur kasar meningkatkan

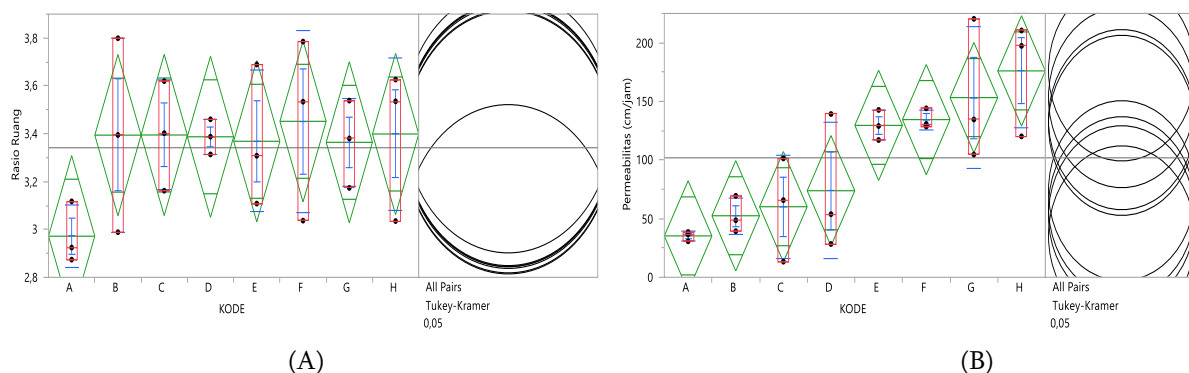
TRP tanah secara tidak signifikan (Gambar 5B). Namun, pemberian biochar dan kompos meningkatkan total pori tanah dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan biochar dan bahan organik mengemburkan atau menurunkan BV tanah sehingga porositas total tanah meningkat. Sesuai dengan yang dilaporkan bahwa penurunan nilai BV tanah akibat peningkatan BO meningkatkan persentase total ruang pori tanah (Afner dkk., 2021; Sari dkk., 2021; Yasin *et al.*, 2021; Yulnafatmawita *et al.*, 2022; Variastuti *et al.*, 2023; Yulnafatmawita *et al.*, 2023).

Bahan organik dapat meningkatkan persentase pori tanah baik melalui pembentukan struktur dan agregat tanah (Utomo, 2016). Selama proses dekomposisi BO, polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri dan zat humat oleh jamur dapat berperan sebagai perekat partikel tanah sehingga meningkatkan agregasi tanah. Peningkatan kandungan BO tanah dengan penambahan biochar dan kompos, menyebabkan BV tanah menjadi lebih rendah, sebaliknya, TRP tanah menjadi lebih tinggi

dibandingkan dengan kontrol. Partikel biochar dapat berperan sebagai pengikat partikel tanah setelah terjadi proses oksidasi yang menghasilkan gugus karboksilat di permukaan biochar sehingga dapat berinteraksi dengan kation dan partikel mineral di dalam tanah (Nascimento *et al.*, 2023).

Rasio Ruang dan Laju Permeabilitas Tanah

Nilai rasio ruang dan laju permeabilitas tanah bertekstur kasar setelah diberi biochar dan kompos disajikan pada Gambar 6. Nilai rasio ruang (Gambar 6A) mengikuti pola TRP tanah, di mana aplikasi biochar dan kompos meningkatkan rasio ruang atau perbandingan antara ruang dengan padatan di dalam tanah. Hal ini bisa dipahami bahwa peningkatan rongga atau persentase pori di dalam tanah akan menurunkan volume tanah yang diisi padatan. Oleh sebab itu, semakin tinggi nilai TRP tanah, maka semakin tinggi pula nilai rasio ruangnya. Selama jumlah amelioran (biochar dan kompos) yang ditambahkan sama, maka peningkatan nilai rasio ruangnya juga tidak jauh berbeda.



Gambar 6. Pengaruh aplikasi biochar dan kompos pada tanah bertekstur kasar terhadap (A) Nilai rasio ruang, (B) dan Laju permeabilitas

Berbeda dengan rasio ruang, kombinasi biochar dan kompos memberikan pengaruh nyata terhadap laju permeabilitas tanah (Gb 6B). Kombinasi biochar dan kompos dapat meningkatkan laju permeabilitas tanah dengan rata-rata peningkatan 36,92% pada setiap perlakuan dibanding kontrol. Permeabilitas tanah pada pemberian biochar 24 ton/ha tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan tingkat permeabilitas tanah paling rendah pada aplikasi biochar saja tanpa kompos. Penurunan dosis biochar dan peningkatan dosis kompos dari perlakuan 24 ton/ha biochar tanpa kompos ke perlakuan 24 ton/ha kompos tanpa biochar dapat meningkatkan nilai laju permeabilitas tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah

bertekstur kasar yang diberi biochar dapat menahan air sehingga air tidak mudah hilang, sebaliknya akan terjadi jika tanah diberi kompos. Sesuai dengan yang dilaporkan Nurida (2014), bahwa aplikasi biochar meningkatkan retensi air pada tanah bertekstur kasar. Akan tetapi pada tanah bertekstur halus (>40% liat), aplikasi biochar sampai 1,5% berat tanah meningkatkan permeabilitas tanah dari 0,31 menjadi 2,18 cm/j (Yulnafatmawita *et al.*, 2023).

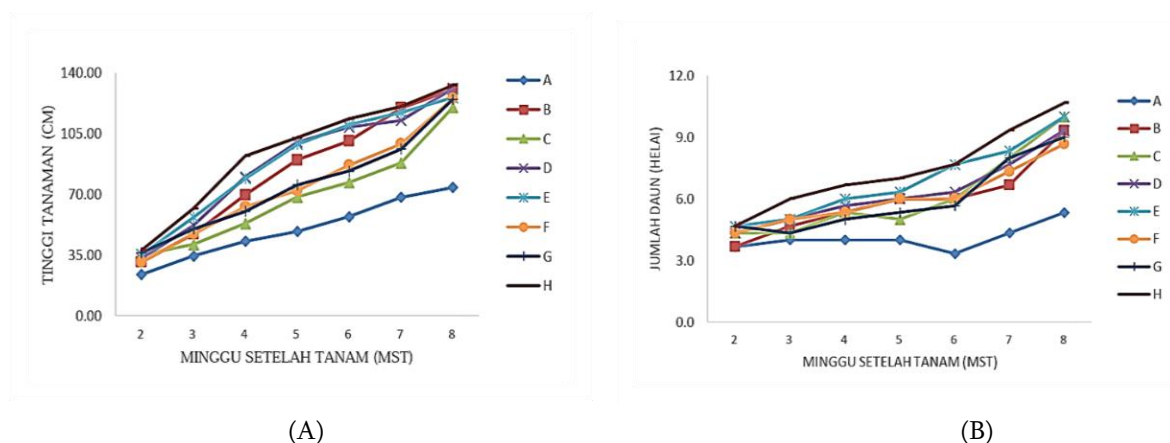
Peningkatan laju permeabilitas tanah tertinggi (399%) diperoleh pada pemberian kompos sebanyak 24 ton/ha. Hal ini disebabkan bahan organik berperan dalam pembentukan agregat dan kestabilan pori-pori tanah. Pori-pori tanah pada agregat stabil akan mengalirkan air lebih cepat dibandingkan pori-pori

tanah pada agregat tidak stabil (Masria dkk., 2018). Beberapa faktor yang dapat meningkatkan permeabilitas tanah antara lain adanya bahan organik yang mampu menyeimbangkan pori makro dan mikro, saluran sisa akar tanaman yang membusuk, agregasi butiran tanah menjadi struktur tanah remah, dan porositas tanah yang tinggi (Mulyono dkk., 2019).

Produksi Tanaman

Aplikasi biochar kulit kopi yang dipadukan dengan kompos jerami jagung memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun (Gambar 7). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kegemburan (BV menurun) dan kapasitas retensi air tanah yang mengakibatkan akar tanaman berkembang dengan baik di dalam tanah dan menyerap unsur hara secara optimal. Pemberian biochar yang mempunyai porositas tinggi pada tanah

dapat menurunkan berat jenis tanah dan meningkatkan total pori tanah. Kondisi fisik tanah tersebut mengakibatkan kegemburan tanah semakin meningkat sehingga berdampak pada mudahnya penetrasi akar tanaman ke dalam tanah untuk menyerap unsur hara. Selain itu, biochar yang diaplikasikan pada tanah juga mampu menahan air sehingga air tersedia untuk pertumbuhan tanaman (Herman & Resigia, 2018). Penambahan bahan organik berupa biochar dan kompos pada tanah dapat menurunkan kadar air pada titik layu permanen, sehingga lebih banyak air yang dapat digunakan tanaman untuk pertumbuhan. Selain itu, tanah yang gembur memudahkan akar tanaman menembus tanah untuk menyerap unsur hara. Kompos yang ditambahkan ke dalam tanah juga berperan penting sebagai sumber nutrisi bagi tanaman (Haitami & Wahyudi, 2019).



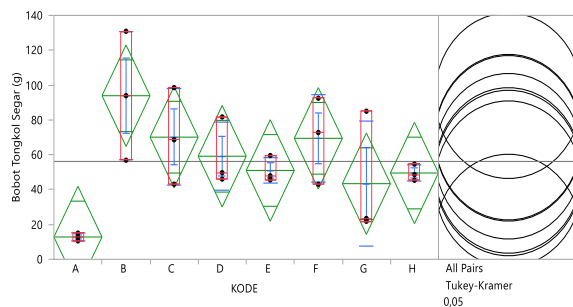
Gambar 7. Pengaruh aplikasi biochar dan kompos pada tanah bertekstur kasar terhadap (A) Tinggi tanaman, (B) Jumlah daun

Selain mengukur tinggi tanaman dan jumlah daun, pertumbuhan tanaman juga diindikasikan dengan bobot tongkol segar. Berdasarkan analisis JMP terlihat bahwa kombinasi biochar kulit kopi dan kompos jerami jagung berpengaruh nyata terhadap bobot tongkol segar tanaman jagung (Gambar 8). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penerapan beberapa kombinasi biochar dan kompos memberikan pengaruh nyata terhadap berat tongkol jagung segar. Terjadi peningkatan bobot segar tongkol jagung yang cukup tinggi (633%) dibanding kontrol dengan aplikasi biochar 24 ton/ha tanpa kompos. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya retensi air dan ketersediaan air pori dalam tanah pada perlakuan ini. Kondisi tanah yang bertekstur kasar tentu saja air yang diberikan pada tanah akan cepat

hilang. Dengan pemberian biochar sebanyak 24 ton/ha terjadi peningkatan retensi air dan air tersedia tanaman tertinggi, sehingga tanaman dapat memperoleh air yang cukup untuk pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Laksono dan Saidi (2016), bahwa tanaman jagung memerlukan air yang cukup untuk tumbuh dan berkembang, jika air terbatas maka pertumbuhan tanaman akan terganggu dan hasil menjadi rendah.

Tingginya kadar air pada kapasitas lapang yang dipengaruhi oleh penggunaan biochar dan kompos berarti tanaman dapat memanfaatkan air lebih banyak untuk memaksimalkan pertumbuhannya. Hal ini disebabkan karena biochar dapat menahan air dan mengurangi kehilangan air, sehingga lebih banyak air tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Saat air

diserap oleh tanaman, unsur hara tanaman juga ikut terbawa masuk. Oleh karena itu, tanaman akan tumbuh optimal sepanjang kebutuhan pertumbuhan tanaman lainnya tidak terbatas.



Gambar 8. Bobot segar tongkol jagung manis di tanah bertekstur kasar yang diberi biochar dan kompos

Ketersediaan air dalam tanah dapat membantu tanaman dalam menyerap unsur hara, seperti yang diungkapkan oleh Nurshanti dkk. (2019) bahwa unsur hara dalam tanah yang dibutuhkan tanaman harus dilarutkan dalam air sebelum dapat diserap oleh tanaman, kemudian diangkut ke seluruh bagian tanaman yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Selanjutnya, penambahan biochar bermanfaat sebagai habitat mikroba yang dapat meningkatkan kesuburan tanah karena menciptakan lingkungan yang baik bagi mikroba tanah (Tanjung dkk., 2022). Oleh sebab itu, pemberian biochar dan kompos mampu memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis.

SIMPULAN

Aplikasi biochar kulit kopi yang dikombinasikan dengan kompos jerami jagung memperbaiki sifat fisika, terutama retensi air Inceptisol bertekstur kasar. Perlakuan terbaik untuk meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang, PAT, dan produksi jagung manis terdapat pada aplikasi biochar kulit kopi 24 ton/ha tanpa kompos.

DAFTAR PUSTAKA

Afner, DDP, Aprisal, dan Yulnafatmawita. 2021. Indeks stabilitas agregat tanah pada perkebunan teh berbasis slope dan umur tanaman di Kecamatan Gunung Talang Kabupaten Solok. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(1): 75–81.

- Agviolita, P, Y Yushardi, dan FKA Anggraeni. 2021. Pengaruh perbedaan biochar terhadap kemampuan menjaga retensi pada tanah. *Jurnal Fisika Unand*. 10(2): 267–273.
- Alghamdi, AG, A Alkhasha, and HM Ibrahim. 2020. Effect of biochar particle size on water retention and availability in a sandy loam soil. *Journal of Saudi Chemical Societ*. 24(12): 1042–1050.
- Alghamdi, AG. 2018. Biochar as a potential soil additive for improving soil physical properties—a review. *Arabian Journal of Geosciences*. 11(24). DOI: 10.1007/s12517-018-4056-7.
- Dayoub, EB, Z Tóth, and A Anda. 2023. Biochar and its effects on soil properties and evapotranspiration: A sustainable solution for plant growth. *Cogent Food & Agriculture*. 9(1): 2256136. DOI: 10.1080/23311932.2023.2256136.
- Dolit, MA, S Asli, UA Khamis, AK Baharulrazi, N Azman, NR Yunus, and N Alafiza. 2022. Improving the water retention characteristics of sandy soil using food waste compost amendment and indigenous microorganisms. *Chemical Engineering Transactions*. 97: 211–216.
- Głąb, T, A Żabiński, U Sadowska, K Gondek, M Kopeć, M Mierzwa-Hersztek, S Tabor, and J Stanek-Tarkowska. 2020. Fertilization effects of compost produced from maize, sewage sludge and biochar on soil water retention and chemical properties. *Soil & Tillage Research*. 197: 104493. DOI: 10.1016/j.still.2019.104493.
- Gujre, N, A Soni, L Rangan, DCW Tsang, and S Mitra. 2021. Sustainable improvement of soil health utilizing biochar and arbuscular mycorrhizal fungi: A review. *Environmental Pollution*. 268(Pt B):115549. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115549.
- Hafeez, A, T Pan, J Tian, and K Cai. 2022. Modified biochars and their effects on soil quality: A review. *Environments*. 9(5): 60. DOI: 10.3390/environments9050060.
- Haitami, A, dan D Wahyudi. 2019. Pemanfaatan pupuk kompos jagung manis dalam meningkatkan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L) pada tanah Ultisol. *JUATIKA: Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*. 1(2): 42–48.
- Hanim, N, Khairullah, dan Y Jufri. 2021. Pemanfaatan biochar dan kompos limbah pertanian untuk perbaikan sifat fisika tanah,

- pertumbuhan dan hasil jagung pada lahan kering. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 6(4): 707–718.
- Herman, W, dan E Resigia. 2018. Pemanfaatan biochar sekam dan kompos jerami padi terhadap pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa*) pada tanah ordo Ultisol. Jurnal Ilmiah Pertanian. 15(1): 42–50.
- Jiang, Z, F Lian, Z Wang, and B Xing. 2020. The role of biochars in sustainable crop production and soil resiliency. Journal of Experimental Botany. 71(2): 520–542.
- Kiggundu, N, and J Sittamukyoto. 2019. Pryloysis of coffee husks for biochar production. Journal of Environmental Protection. 10(12): 1553–1564.
- Laksono, D, dan IA Saidi. 2016. Pengaruh tingkat ketersediaan air dalam tanah terhadap pertumbuhan dan produksi dua varietas tanaman jagung (*Zea mays* L.). Nabita. 4(1): 37–44.
- Li, L, YJ Zhang, A Novak, Y Yang, and J Wang. 2021. Role of biochar in improving sandy soil water retention and resilience to drought. Water. 13(4): 407. DOI: 10.3390/w13040407.
- Masria, C Lopulisa, H Zubair, dan B Rasyid. 2018. Karakteristik pori dan hubungannya dengan permeabilitas pada tanah Vertisol asal Jeneponto Sulawesi Selatan. Jurnal Ecosolum. 7(1): 38–45.
- Mulyono, A, AF Rusydi, dan H Lestiana. 2019. Permeabilitas tanah berbagai tipe penggunaan lahan di tanah aluvial pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. Jurnal Ilmu Lingkungan. 17(1):1–6.
- Nascimento, ÍV, LG Fregolente, APA Pereira, CDV Nascimento, JCA Mota, OP Ferreira, HHF Sousa, DGG Silva, LR Simões, AG Souza Filho, and MCG Costa. 2023. Biochar as a carbonaceous material to enhance soil quality in drylands ecosystems: A review. Environmental Research. 233: 116489. DOI: 10.1016/j.envres.2023.116489.
- Nurida, NL. 2014. Potensi pemanfaatan biochar untuk rehabilitasi lahan kering di Indonesia. Jurnal Sumberdaya Lahan. Edisi Khusus. 57–68.
- Nurmi, N Musa, dan Z Ilahude. 2024. Perbaikan retensi air dengan aplikasi bahan organik pada pertanaman sorgum. JIPI. 29(2): 298–304.
- Nurshanti, DF, Y Astuti, dan S Diana. 2019. Pengaruh pemberian air terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays*). Lansium. 1(1): 35–43.
- Sari, VP, Yulnafatmawita, dan Gusmini. 2021. Pengukuran erosi tanah di bawah tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr) pada tiga tingkatan umur tanaman di Kecamatan Lintau Buo Utara, Sumatra Barat. Jurnal Agrikultura. 32(1): 63–71.
- Shalsabila, F, S Priyono, dan Z Kusuma. 2017. Pengaruh aplikasi biochar kulit kakao terhadap kemantapan agregat dan produksi tanaman jagung pada Ultisol Lampung Timur. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 4(1): 473–480.
- Shifa, S, M Worku, and A Beyene. 2024. Co-application of compost and biochar improves soil properties and Desho grass growth on acidic soils in a tropical environment of Southwestern Ethiopia. Cogent Food and Agriculture. 10(1): 2290338. DOI: 10.1080/23311932.2023.2290338.
- Surtinah. 2013. Pengujian kandungan hara dalam kompos yang berasal dari serasah tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). Jurnal Ilmiah Pertanian. 11(1): 11–17.
- Tanjung AA, Wiskandar, dan AR Arsyad. 2022. Aplikasi biochar sekam padi dan pupuk kandang ayam terhadap agregasi tanah dan hasil kedelai pada lahan bekas tambang batubara. Jurnal Agroecotania. 5(2): 35–48.
- Utomo, M. 2016. Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Kencana. Jakarta.
- Variastuti, S, Herviyanti, and Yulnafatmawita. 2023. Study on physical properties of rangeland at some slope levels in Nagari Aie Dingin, District of Lembah Gumanti, Solok Regency. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1160(1):012028. DOI: 10.1088/1755-1315/1160/1/012028.
- Weidhuner, A, A Hanauer, R Krausz, SJ Crittenden, K Gage, and A Sadeghpour. 2021. Tillage impacts on soil aggregation and aggregate-associated carbon and nitrogen after 49 years. Soil & Tillage Research. 208: 104878. DOI: 10.1016/j.still.2020.104878.
- Widodo, KH, dan Z Kusuma. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di Inceptisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 5(2): 959–967.
- Yasin, S, L Maira, and Yulnafatmawita. 2021. Organic matter sequestration under coffee plantation based on slope and crop age in Sibarasok

- Maninjau, West Sumatra Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 757(1): 01204. DOI: 10.1088/1755-1315/757/1/012046.
- Yulnafatmawita, Refdinal, Armansyah, and ZA Haris. 2022. Effect of land use change on soil physico-chemical characteristics in Sungai Batang, east part of Maninjau caldera. Journal of Tropical Soil. 27(2): 79–87.
- Yulnafatmawita, S Yasin, and ZA Haris. 2020. Organic carbon sequestration at different age of tea [*Camelia sinensis*] plantation under the wet tropical area. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 497(1): 012037. DOI: 10.1088/1755-1315/497/1/012037.
- Yulnafatmawita, T Putri, Hermansah, and ZA Haris. 2023. Role of biochar on improvement of physical characteristics of revegetated ex coal mined soil and production of black corn (*Zea mays* L. var. Black Aztek). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1228(1): 012026. DOI: 10.1088/1755-1315/1228/1/012026.
- Yulnafatmawita, Z Zakir, Refdinal, and E Farda. 2021. The effects of biochar and manure on some soil characteristics and growth of garlic [*Allium sativum* L.] on Ultisols. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 741(1): 012033. DOI: 10.1088/1755-1315/741/1/012033.