

**APLIKASI BIOCHAR DAN KOMBINASI PEMULSAAN TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KACANG HIJAU (*Vigna radiata L.*)
PADA TANAH VERTISOL DI KABUPATEN LOMBOK TENGAH**

***APPLICATION OF BIOCHAR AND MULCHING COMBINATIONS ON THE
GROWTH AND YIELD OF MUNG BEAN (*Vigna radiata L.*) IN VERTISOL SOIL IN
CENTRAL LOMBOK REGENCY***

Edi Darmawan^{1*}, Mulyati¹, Rika Andrianti Sukma Dewi¹

¹Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email Penulis korespondensi: yatimulyati@unram.ac.id

Abstrak

Biochar adalah padatan kaya kandungan karbon yang merupakan hasil konversi dari biomas melalui proses pirolisis atau proses yang terlibat dalam pembakaran minim oksigen hingga menjadi arang. Mulsa merupakan bahan yang digunakan di atas permukaan tanah dan berfungsi menghindari kehilangan air dan penguapan dan menekan perubahan gulma. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau terhadap aplikasi Biochar dan kombinasi Pemulsaan pada tanah Vertisol di Kabupaten Lombok Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juli 2024 pada tanah Vertisol Desa Segala Anyar, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor utama, yaitu dosis biochar (tanpa biochar, 10 ton/ha, dan 20 ton/ha) dan jenis mulsa (tanpa mulsa, mulsa plastik, dan mulsa organik), dengan total 24 petak percobaan. Parameter yang diukur antara lain C-Organik, pH, N-Total, tinggi tanaman, jumlah daun, bunga dan berat 100 biji. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dengan menggunakan minitab, dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dilakukan pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan biochar sekam padi dikombinasikan dengan mulsa jerami padi memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat kimia tanah Vertisol. Selain itu, kombinasi ini juga berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan kacang hijau, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, dan berat 100 biji.

Kata kunci: Vertisol, Biochar, Mulsa jerami padi

Abstract

Biochar is a carbon-rich solid derived from the conversion of biomass through a pyrolysis process, which involves burning with minimal oxygen to produce charcoal. Mulch is a material applied to the soil surface that functions to prevent water loss, reduce evaporation, and suppress weed growth. This study aimed to evaluate the growth and yield response of mung bean (*Vigna radiata L.*) to the application of biochar and mulching combinations on Vertisol soil in Central Lombok Regency. The study was conducted from April to July 2024 on Vertisol soil in Segala Anyar Village, Pujut District, Central Lombok Regency. The experimental design used a factorial Randomized Block Design (RBD) with two main factors: biochar dosage (no biochar, 10 tons/ha, and 20 tons/ha) and mulch type (no mulch, plastic mulch, and organic mulch), resulting in a total of 24 experimental plots. Parameters measured included organic carbon (C-organic), pH, total nitrogen (N-total), plant height, number of leaves, flowers, and the weight of 100 seeds. Data were analyzed using ANOVA in Minitab, followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level to determine significant differences between treatments. The results showed that the use of rice husk biochar combined with rice straw mulch significantly improved the chemical properties of Vertisol soil. Moreover, this combination contributed to enhanced mung bean growth, including plant height, number of leaves, number of flowers, and the weight of 100 seeds.

Keywords: Vertisol, Biochar, Rice Straw Mulch

PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah salah satu provinsi di Indonesia yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani. Namun, karena kurangnya intensitas hujan, mengakibatkan beberapa daerah termasuk di Kabupaten Lombok Tengah menjadi daerah rawan kekeringan. Dalam kurun waktu dua tahun terakhir, sejak 2019 hingga 2020, tercatat Kabupaten Lombok Tengah mengalami kekeringan yang cukup parah yang diakibatkan oleh sistem irigasi yang kurang optimal dan kurangnya intensitas curah hujan. Imbasnya, hasil produksi pertanian menjadi berkurang (Akhmad, 2021).

Menurut Badan Pusat Statistik (2018) Kabupaten Lombok Tengah memiliki tipe iklim yang umumnya termasuk dalam kategori iklim tropis kering. Curah hujan di Kabupaten Lombok Tengah cenderung rendah dengan variasi musiman yang signifikan. Musim hujan biasanya terjadi pada bulan November hingga April, sementara musim kemarau berlangsung dari bulan Mei hingga Oktober. Curah hujan tahunan rata-rata berkisar antara 1.500 mm hingga 2.000 mm. Salah satu sumberdaya alam yang melimpah di Pulau Lombok adalah tanah yang termasuk jenis tanah Vertisol. Jenis tanah tersebut cukup luas di wilayah Kabupaten Lombok Tengah bagian selatan (Utomo, 2016).

Vertisol mempunyai sifat vertikal (mudah mengembang-mengkerut), sehingga dalam kondisi kering (musim kemarau), konsistensi tanah itu sangat keras disertai dengan retakan lebar dan dalam sehingga tanah tersebut sulit diolah (sifat olahannya sangat berat), sedangkan pada kondisi basah (musim hujan), tanah itu sangat licin, plastis, mengembang hingga terbentuk gilgai (gundukan kecil) (Soil Survey Staff, 2014). Tanah Vertisol umumnya terbentuk dari bahan sedimen yang mengandung mineral smektite dalam jumlah tinggi, di daerah datar, cekungan hingga berombak (Dulur, Wangiyana, Farida, et al., 2020). Bahan induknya terbatas pada tanah bertekstur halus atau terdiri atas bahan-bahan yang sudah mengalami pelapukan seperti batu kapur, batu napal, tuff, endapan Aluvial dan abu vulkanik. Pembentukan tanah Vertisol terjadi melalui dua proses utama, pertama adalah proses terakumulasinya mineral 2:1 (smektite) dan kedua adalah proses mengembang dan mengerut yang terjadi secara periodik hingga membentuk slickenside atau relief mikro gilgai (Masria et al., 2018).

Selain itu, sebagian besar lokasi lahan Vertisol di Lombok tengah bagian selatan dilaporkan sangat rendah dalam kandungan bahan organiknya, selain karena kandungan fraksi liatnya yang sangat tinggi dan fraksi pasir yang sangat rendah (Dulur, Wangiyana, Kusnarta, et al., 2020). Tanah yang kandungan fraksi pasirnya cukup tinggi akan lebih mudah ditembus akar tanaman dan tidak keras dan pecah-pecah ketika dalam kondisi kering, jika dibandingkan dengan kandungan liatnya yang tinggi. Tanah Vertisol sebanding dengan jenis-jenis tanah lainnya, seperti Grumusol, Margalit, Resurs, dan Tirs (Mulyati, 2022). Dengan adanya permasalahan pada tanah Vertisol tersebut dapat dilakukan pembenahan tanah dengan pemberian biochar agar dapat mengurangi pemadatan tanah dengan meningkatkan pH, mengurangi kepadatan massa tanah, dan memperbaiki struktur tanah.

Biochar adalah padatan kaya kandungan karbon yang merupakan hasil konversi dari biomas melalui proses pirolisis atau proses yang terlibat dalam pembakaran minim oksigen hingga menjadi arang. Biochar memiliki keunggulan lebih resisten terhadap pelapukan dibanding dengan bahan organik hasil dekomposisi, sehingga mampu memulihkan lahan-lahan pertanian yang terdegradasi. Selain itu pemanfaatan bahan organik dalam bentuk biochar merupakan tindakan yang dapat mendukung konservasi karbon tanah (Widyantika & Prijono, 2019).

Penambahan biochar pada lapisan tanah pertanian akan memberikan manfaat besar antara lain dapat memperbaiki sifat fisik tanah antara lain struktur tanah, menahan air dan tanah dari erosi karena luas permukaannya lebih besar, memperkaya karbon organik dalam tanah, meningkatkan pH tanah sehingga secara tidak langsung meningkatkan produksi tanaman (Haryanti et al., 2018). Hal ini didukung dari hasil penelitian Suryaningsih (2023) menunjukkan aplikasi biochar dapat meningkatkan C organik tanah, pH tanah, struktur tanah, KTK tanah. Penggunaan biochar untuk pembenah tanah sangat efektif, sehingga menjadi strategi pengembangan yang tepat untuk menciptakan lahan yang potensial untuk pertanian. Dalam mempertahankan potensi dan memperbaiki sifat fisik tanah yang nantinya akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, penggunaan mulsa merupakan solusi yang dapat digunakan agar dapat mengurangi penguapan air, mengendalikan hama, dan menjaga suhu tanah.

Mulsa merupakan bahan yang digunakan di atas permukaan tanah dan berfungsi menghindari kehilangan air dan penguapan dan menekan perubahan gulma. Mulsa merupakan suatu bahan, baik berupa organik maupun anorganik yang dihamparkan di permukaan tanah untuk berbagai tujuan pertanian, diantaranya adalah: (1) untuk mengendalikan suhu, kelembaban dan laju evapotranspirasi; (2) untuk mengendalikan pertumbuhan gulma dan (3) untuk mengendalikan erosi dan aliran permukaan (Enoch et al., 2017).

Penggunaan mulsa bertujuan untuk mencegah kehilangan air dari tanah sehingga kehilangan air dapat dikurangi dengan memelihara temperatur dan kelembaban tanah (Hadiyanti et al., 2022). Pengaplikasian mulsa sebagai bahan material penutup tanaman merupakan salah satu upaya untuk menjaga kelembaban tanah, menekan pertumbuhan gulma, penyakit tanaman serta menciptakan kondisi yang sesuai bagi tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah komoditas tanaman kacang-kacangan yang dikonsumsi oleh masyarakat dan menempati urutan ketiga setelah kedelai dan kacang tanah. Menurut Naomi et al. (2018) kacang hijau memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan karena memiliki beberapa kelebihan yaitu berumur genjah (55-65 hari), toleran terhadap kekeringan, dan dapat ditanam di daerah kurang subur. Tanaman kacang hijau pada umumnya ditanam pada musim kemarau setelah panen tanaman padi. Di lahan tadah hujan, tanaman palawija ini akan mengalami kekurangan air karena tidak ada hujan. Jika dilakukan penanaman di lahan Vertisol, maka kendala yang dihadapi tanaman di musim kemarau akan lebih berat lagi jika dibandingkan dengan di lahan yang tanahnya mempunyai kandungan liat yang relatif rendah, seperti tanah Entisol. Hal ini karena sifat fisik tanah Vertisol adalah sangat keras dan pecah-pecah ketika kering atau musim kemarau, sehingga sulit ditembus akar-akar tanaman, selain retaknya dapat memutuskan akar tanaman (Prasetiaswati & Radjit, 2011). Oleh karena itu penambahan mulsa dan bahan organik seperti biochar sebagai bahan pembenah tanah ke dalam tanah sangat penting bagi kesuburan tanah.

METODE PENELITIAN

Rancangan Percobaan pada penelitian ini dilakukan secara eksperimental, menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor yang terdiri atas dua aras yaitu, faktor pertama adalah dosis biochar dan faktor kedua adalah macam mulsa (mulsa plastik dan mulsa organik), sebagai berikut:

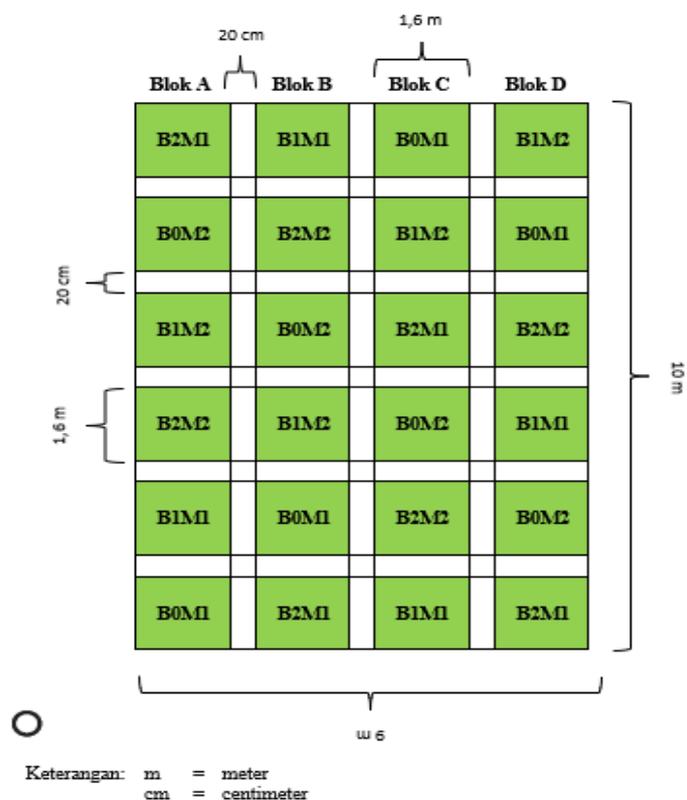
BOM1 : Tanpa biochar + mulsa plastik

BOM2 : Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha

- B1M1 : Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik
- B1M2 : Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik
- B2M1 : Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha
- B2M2 : Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha

Perlakuan pada percobaan ini akan dibuat 4 blok, sehingga diperoleh 24 petak percobaan.

Luas petak yang digunakan dalam percobaan ini adalah 1,6 x 1,6 m² (2,56 m²) sehingga dibuat sejumlah 24 petak percobaan. Pengolahan tanah dilakukan 2 minggu sebelum tanam untuk membersihkan gulma, sisa tanam sebelumnya, memperbaiki tekstur tanah, dan membuat bedengan. Pembuatan lubang tanam dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalam 10 cm dua kali penurutan dengan jarak tanam 30 cm x 20 cm. Jarak tanam ini umum dilakukan oleh petani yang ada di tempat percobaan. Setiap lubang tanam diisi 3-4 benih dan disisakan 2 tanaman yang sehat untuk dipelihara.



Gambar 1. Luas Petak Penelitian

Tanaman yang dijadikan contoh ditentukan secara acak di dalam petak percobaan. Jumlah tanaman yang diamati adalah 5% dari populasi tanaman per petak percobaan, yakni sebanyak 3 sampel tanaman di setiap petak.

Analisis tanah meliputi analisis tanah awal dan analisis tanah akhir. Analisis tanah awal yaitu untuk mengetahui status hara didalam tanah, sehingga ditentukan sebanyak 5 parameter tanah yaitu N-Total (%) (metode Kjeldhal), P-Tersedia (ppm) (metode Bray I), C-Organik (metode Walkley-Black), pH H₂O (pH meter), dan nilai COLE (Coefficient Of Linear Extensibility). Sementara, untuk keperluan analisis tanah akhir ditetapkan C-Organik (metode Walkley-Black), N-Total (%) (metode Kjeldhal) dan pH H₂O (pH meter) sebagai parameter. Sedangkan untuk analisis tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, dan berat 100 biji

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam Analisis of variance (Anova) dengan program minitab. Apabila hasil Anova berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Tanah Awal

Hasil analisis laboratorium terhadap karakteristik tanah (tabel 1) menunjukkan bahwa nilai indeks COLE tanah pada lahan percobaan (0,22) memiliki kriteria sangat tinggi. Pada sifat kimia tanah, pH di lahan percobaan (7,4) memiliki kriteria netral. Kadar P-tersedia (32,78 ppm) memiliki kriteria sedang, dan kadar N-total (0,10%), C-organik (0,98%) keduanya berada pada kondisi yang rendah. Karakteristik tanah pada lahan percobaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah

Parameter Analisis	Nilai	Harkat
Nilai COLE	0,22	Sangat Tinggi
N-total (%)	0,10	Rendah
P-tersedia (ppm)	32,78	Sedang
C-organik (%)	0,98	Rendah
pH H ₂ O	7,4	Netral

Keterangan: Pengharkatan menurut Eviati *et al.*, (2023)

Hasil analisis fisika tanah sebelum percobaan dapat dilihat pada (Tabel 1) menunjukkan nilai COLE (*Coefficient of Linear Extensibility*) memiliki harkat sangat tinggi dengan nilai 0,22. Hal ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai COLE, semakin besar kemampuan tanah untuk mengembang ketika basah dan menyusut ketika kering, sehingga menyebabkan tanah ini sangat responsif terhadap perubahan kadar air dan berdampak pada stabilitas tanah dan penggunaannya, terutama untuk keperluan budidaya pertanian (Soil Survey Staff, 2015).

Hasil analisis kimia tanah sebelum percobaan dapat dilihat pada (Tabel 1) menunjukkan nilai pH 7,4 tergolong netral. Purnomo *et al.* (2017) menjelaskan bahwa kondisi pH netral dalam tanah memungkinkan unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang penting bagi tanaman dapat terserap secara maksimal oleh akar.

Kandungan C-organik tanah pada lahan penelitian memiliki nilai 0,98%. Nilai yang didapat menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah tergolong sangat rendah. Sesuai dengan pernyataan Bako (2022) bahwa Vertisol cenderung memiliki porositas rendah dan kemampuan drainase yang buruk karena tekstur tanahnya yang halus dan kaya lempung *smektit*. Hal ini menyebabkan tanah sering kali tergenang air, sehingga oksigen sulit masuk. Kondisi ini memperlambat proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme, yang mengurangi akumulasi C-organik dalam jangka panjang.

Hasil analisis ketersediaan unsur hara makro esensial seperti N-total dan P-tersedia memiliki harkat yaitu tergolong rendah dan sedang. Kandungan masing-masing unsur yaitu N-total sebesar 0,10% dan P-tersedia sebesar 32,78 ppm. Rendah dan sedangnya unsur hara makro tersebut dapat terjadi karena kemampuan tanah dalam mengikat unsur hara yang kurang baik. Sarah *et al.* (2024) menyatakan bahwa tanah Vertisol umumnya memiliki kandungan bahan organik yang rendah. Nitrogen di tanah sebagian besar berasal dari dekomposisi bahan organik, sehingga rendahnya bahan organik mengakibatkan rendahnya kadar nitrogen total. Fosfor pada tanah Vertisol cenderung mengalami fiksasi tinggi. Pada pH netral atau sedikit basa, fosfor cenderung membentuk senyawa yang tidak

larut seperti kalsium fosfat, yang sulit diserap oleh tanaman (Umaternate et al., 2014).

Tinggi Tanaman Kacang Hijau

Hasil sidik ragam mengenai pengaruh biochar dan kombinasi pemulsaan terhadap tinggi tanaman kacang hijau dimulai dari umur 7 HST hingga 42 HST, disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rerata tinggi tanaman kacang hijau akibat pemberian biochar dan pemulsaan pada umur 7 sampai 42 HST

Perlakuan	Tinggi (cm)					
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
B0 M1	6,07 ^c	13,92 ^d	16,07 ^c	19,27 ^c	22,5 ^b	26,46 ^b
B0 M2	6,41 ^c	16,37 ^{cd}	17,98 ^{bc}	20,91 ^{bc}	24,03 ^b	27,29 ^b
B1 M1	7,99 ^b	17,71 ^{bc}	19,31 ^{bc}	23,83 ^{abc}	27,39 ^{ab}	30,12 ^{ab}
B1 M2	8,4 ^b	18,12 ^c	20,55 ^{ab}	24,78 ^{abc}	28,18 ^{ab}	33,02 ^{ab}
B2 M1	9,17 ^b	20,42 ^{ab}	21,47 ^{ab}	26,34 ^{ab}	29,12 ^{ab}	36,43 ^a
B2 M2	11,27 ^a	21,52 ^a	23,28 ^a	28,86 ^a	33,86 ^a	38,92 ^a
BJN 5%	1,13	2,46	2,83	4,79	6,1	7,06

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5% dan Harkat Berdasarkan Balai Penelitian Tanah

Pada tabel hasil analisis tinggi tanaman kacang hijau menunjukkan bahwa perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), dan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2) untuk tinggi tanaman pada umur 35 HST. Kemudian tinggi tanaman kacang hijau terendah didapatkan pada perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), pada umur 14 HST dengan tinggi tanaman yakni 13,92 cm.

Pada umur 28 HST perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2). Perlakuan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), serta tidak berbeda nyata juga dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1) berbeda nyata dengan semua dengan semua perlakuan yakni Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1), dan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2).

Perlakuan penambahan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) menunjukkan nilai rata-rata tanaman tertinggi yaitu 38,92 cm, selanjutnya diikuti oleh perlakuan penambahan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1) yaitu 36,43 cm. Tinggi yang diperoleh membuktikan adanya peran unsur hara yang terkandung dalam kombinasi Biochar dan mulsa untuk mendukung optimasi pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau. Hal ini sependapat dengan Annisa (2022) yang menyatakan bahwa Biochar adalah senyawa yang sangat stabil dan sulit terurai oleh oksidasi mikroba di dalam tanah. Pemberian Biochar tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada awal penambahannya, tetapi akan terlihat dalam waktu yang lama.

Penambahan Biochar dan pemberian mulsa terbukti memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman. Biochar yang ditambahkan pada penelitian ini dimanfaatkan sebagai ameliorant tanah yang dapat memperbaiki agregat dan pori-pori tanah, sehingga aerasi dan drainase tanah menjadi lebih baik sehingga kemampuan akar menyerap unsur hara meningkat. Penggunaan mulsa merupakan salah satu teknik budidaya yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya evaporasi tanah pada tanaman kacang hijau. Mulsa merupakan suatu material penutup tanah budidaya untuk menjaga kelembaban tanah serta menekan pertumbuhan gulma sehingga membuat tanaman tumbuh dengan baik (Nanda et al., 2017).

Jumlah Daun Tanaman Kacang Hijau

Hasil sidik ragam mengenai pengaruh biochar dan kombinasi pemulsaan terhadap jumlah daun tanaman kacang hijau dimulai dari umur 7 HST hingga 42 HST, disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata jumlah daun tanaman kacang hijau akibat pemberian biochar dan pemulsaan pada umur 7 sampai 42 HST

Perlakuan	Jumlah daun					
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
B0 M1	2 ^b	5 ^b	8 ^b	11 ^c	14 ^c	17 ^c
B0 M2	2 ^b	5 ^b	8 ^b	11 ^c	14,75 ^c	17,25 ^c
B1 M1	2 ^b	5 ^b	8 ^b	12 ^{bc}	15,5 ^{bc}	19 ^{bc}
B1 M2	2,25 ^b	5,25 ^b	8,25 ^b	12 ^{bc}	16,83 ^{ab}	19,5 ^{bc}
B2 M1	2,25 ^b	5,25 ^b	8,5 ^b	13,25 ^{bc}	17,25 ^{ab}	20,75 ^{ab}
B2 M2	3,75 ^a	7 ^a	10,25 ^a	16 ^a	18,75 ^a	23 ^a
BNJ 5%	1,14	0,91	0,84	1,05	1,63	2,05

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5% dan Harkat Berdasarkan Balai Penelitian Tanah.

Pada tabel analisis jumlah daun tanaman kacang hijau saat masa 35 HST perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1) dan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2), akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2) dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1) tidak berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), serta tidak

berbeda nyata dengan perlakuan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2). Perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) juga berbeda nyata untuk masa tanaman 7 HST, 14 HST, dan 21 HST dengan semua perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1).

Perlakuan penambahan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) menunjukkan nilai rata-rata tanaman tertinggi pada saat 42 HST yaitu 23. Kemudian diikuti oleh perlakuan penambahan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1) yaitu 20,75. Hal ini dikarenakan biochar dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah dan mengaktifkan aktivitas mikroba tanah dalam menguraikan bahan organik sehingga jumlah daun bertambah. Menurut Panataria & Sihombing (2020), menyatakan bahwa biochar dapat menyerap unsur hara dan air sehingga tersedia bagi tanaman.

Perlakuan penambahan biochar dapat meningkatkan parameter perkembangan dan pertumbuhan tanaman kacang hijau, karena biochar dapat meningkatkan kualitas dan struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan mempertahankan unsur hara dalam tanah, serta keberadaan mulsa juga memiliki peran dalam meningkatkan jumlah daun tanaman. Menurut Anwari & Regar (2023) penggunaan mulsa, baik mulsa plastik maupun mulsa organik dapat meningkatkan suhu dan kelembaban di dalam tanah. Selain itu juga dapat meningkatkan jumlah dan luas daun pada tanaman kacang hijau.

Jumlah Bunga Tanaman Kacang Hijau

Hasil sidik ragam mengenai pengaruh biochar dan kombinasi pemulsaan terhadap jumlah bunga tanaman kacang hijau dimulai dari umur 42 HST, disajikan dalam Tabel 4. **Tabel 4.** Rerata jumlah bunga tanaman kacang hijau akibat pemberian biochar dan pemulsaan pada umur 42 HST

Perlakuan	Jumlah bunga
	42 HST
B0 M1	3,25 ^c
B0 M2	3,58 ^c
B1 M1	4,08 ^{bc}
B1 M2	4,83 ^b
B2 M1	4,92 ^b
B2 M2	7,58 ^a
BNJ 5%	0,72

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5% dan Harkat Berdasarkan Balai Penelitian Tanah.

Jumlah bunga tanaman kacang hijau untuk perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yaitu perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5

ton/ha (B0M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1) dan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2) berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), serta berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1).

Pada Tabel 4.3 di atas, rata-rata jumlah bunga tanaman kacang hijau tertinggi diperoleh dari perlakuan B2M2 yakni sebanyak 7,58, diikuti dengan perlakuan B2M1 sebanyak 4,92, B1M2 sebanyak 4,83, B1M1 sebanyak 4,08, B0M2 sebanyak 3,58, dan B0M1 sebanyak 3,25. Hal ini menunjukkan peran dari penambahan Biochar dalam memperbanyak jumlah bunga. Peran Biochar juga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan N pada tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman. Nitrogen merupakan bagian yang tidak dipisahkan dari molekul klorofil oleh karena itu dengan pemberian Nitrogen dalam jumlah yang cukup akan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Prमितasari et al., 2016).

Berat 100 Biji Tanaman Kacang Hijau

Hasil sidik ragam mengenai pengaruh biochar dan kombinasi pemulsaan terhadap berat 100 biji tanaman kacang hijau memberikan pengaruh nyata terhadap hasil kacang hijau (ton/ha). Rerata hasil kacang hijau (ton/ha) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata berat 100 biji tanaman kacang hijau (ton/ha)

Perlakuan	Berat 100 Biji
	ton/ha
B0 M1	1,07 ^c
B0 M2	1,09 ^c
B1 M1	1,14 ^{bc}
B1 M2	1,16 ^{bc}
B2 M1	1,24 ^b
B2 M2	1,40 ^a
BNJ 5%	0,09

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5% dan Harkat Berdasarkan Balai Penelitian Tanah.

Pada tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa perlakuan Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M2) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yaitu perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1), Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2), Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2), dan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Perlakuan Tanpa biochar + mulsa plastik (B0M1) dan perlakuan Tanpa biochar + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B0M2) berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa jerami padi 5 ton/ha (B2M1). Akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan Biochar sekam padi 10 ton/ha + mulsa plastik (B1M1), Biochar sekam padi 20 ton/ha + mulsa plastik (B1M2).

Berdasarkan hasil sidik ragam, menunjukkan bahwa perlakuan B2M2 berpengaruh nyata terhadap perlakuan lainnya yakni B2M1, B1M2, B1M1, B0M2, dan BOM1 atau pemberian biochar sekam padi dengan dosis tinggi (20 ton/ha) yang dikombinasikan dengan mulsa jerami padi berpengaruh nyata terhadap berat biji tanaman kacang hijau dengan nilai 1,40 ton/ha. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan berat biji pada tanaman kacang hijau disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya ketersediaan nutrisi, kondisi lingkungan, pengelolaan budidaya, dan karakteristik genetik (Surianti et al., 2021).

Maydayana et al. (2023) menyatakan bahwa Biochar memiliki peran penting dalam meningkatkan berat biji tanaman kacang hijau (*Vigna radiata L.*) melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Biochar mengandung berbagai unsur hara seperti kalium, kalsium, dan fosfor, yang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman kacang hijau. Nutrisi ini membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman, sehingga meningkatkan berat biji yang dihasilkan. Biochar menyediakan lingkungan yang mendukung mikroorganisme tanah, termasuk bakteri penambat nitrogen dan mikoriza yang membantu asimilasi nutrisi. Kacang hijau, sebagai tanaman leguminosa, sangat diuntungkan oleh peningkatan aktivitas mikroba ini, yang meningkatkan pembentukan biji dan beratnya.

Pengaruh perlakuan terhadap N-total, C-organik dan pH Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan faktor tunggal biochar tidak memberikan pengaruh nyata pada N-total dan pH tanah, dan memberikan pengaruh nyata pada C-organik tanah. Sedangkan faktor kombinasi pemulsaan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap N-total, C-organik, dan pH tanah. Rerata N-total, C-organik, dan pH tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata N-total, C-organik dan pH Tanah pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Sifat Tanah		
	N-Total (%)	C-Organik (%)	pH
B0	0,10 ^a	1,19 ^b	6,80 ^a
B1	0,12 ^a	1,37 ^{ab}	6,82 ^a
B2	0,12 ^a	1,48 ^a	6,89 ^a
BNJ 5%	-	0,17	-
M1	0,11 ^a	1,34 ^a	6,83 ^a
M2	0,11 ^a	1,35 ^a	6,85 ^a
BNJ 5%	-	-	-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5% dan Harkat Berdasarkan Balai Penelitian Tanah

Kandungan N-total pada semua perlakuan, baik perlakuan B0 (tanpa biochar), perlakuan B1 (biochar sekam padi 10 ton/ha), dan B2 (biochar sekam padi 20 ton/ha) maupun perlakuan M1 (mulsa plastik) dan M2 (mulsa jerami padi 5 ton/ha), tetap menunjukkan angka yang relatif rendah, dengan nilai rata-rata sekitar 0,10-0,12%. Meskipun biochar dapat meningkatkan retensi nutrisi dalam tanah, pengaruh langsung terhadap kandungan nitrogen dalam tanah tidak sebesar dampaknya terhadap C-organik

tanah. Song *et al.* (2020) menjelaskan bahwa meskipun biochar dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) dan membantu penyerapan nutrisi, peningkatan kandungan nitrogen di tanah sangat dipengaruhi oleh interaksi mikroorganisme yang mengurai bahan organik dan ketersediaan sumber nitrogen lain dalam tanah.

Namun, pada perlakuan mulsa jerami padi dengan dosis 5 ton/ha dan perlakuan biochar sekam padi, baik dosis 10 ton/ha maupun 20 ton/ha, kandungan N-total tetap stabil pada level 0-11% dan 0,12%. Hal ini menunjukkan bahwa mulsa jerami padi dan biochar dapat membantu mempertahankan ketersediaan nitrogen di tanah, yang diperoleh melalui proses dekomposisi bahan organik. Mulsa jerami padi bertindak sebagai sumber bahan organik yang meningkatkan kandungan nitrogen tanah melalui mineralisasi, yang selanjutnya mendukung ketersediaan nutrisi yang lebih baik bagi tanaman, sementara biochar membantu menjaga kelembaban tanah dan menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme dekomposer, yang dapat meningkatkan pelepasan nitrogen dari bahan organik (Fadhlina *et al.*, 2017).

Berdasarkan tabel 4.6 faktor biocar sekam padi memberikan pengaruh nyata terhadap C-organik tanah. Pada perlakuan B2 (biochar sekam padi 20 ton/ha) menunjukan bahwa kandungan C-organik meningkat menjadi 1,48%. Hasil ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa biochar dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan akumulasi bahan organik yang lebih stabil, yang secara potensial mengurangi kehilangan karbon dioksida (CO₂) dari tanah. Peningkatan C-organik berkaitan dengan efek biochar dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, dan mendukung aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik (Lehmann *et al.*, 2015).

Pada perlakuan B1 (biochar sekam padi 10 ton/ha), terlihat sedikit penurunan pada kandungan C-organik tanah menjadi 1,37% dibandingkan dengan perlakuan B2 (biochar sekam padi 20 ton/ha). Meskipun demikian, nilai ini masih lebih tinggi dibandingkan perlakuan B0 (tanpa biochar). Penurunan ini mungkin disebabkan oleh pengaruh dosis biochar yang lebih rendah terhadap keseimbangan mikroorganisme tanah. Peningkatan pH dan sifat fisik tanah yang lebih keras bisa mengganggu aktivitas mikroba yang mengurai bahan organik (Hartatik *et al.*, 2015). Meski demikian, peningkatan C-organik yang tetap terjaga pada ketiga perlakuan biochar menunjukkan dampak positif bagi kualitas tanah.

Sedangkan faktor pemberian mulsa, baik itu mulsa plastik maupun mulsa jerami padi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap C-organik tanah. Pada perlakuan M1 (mulsa plastik) memiliki kandungan C-organik sebesar 1,34%. Purba *et al.* (2019) Menyatakan bahwa mulsa plastik cenderung meningkatkan suhu tanah, yang dapat menghambat aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik. Hal ini berdampak pada proses dekomposisi bahan organik yang ada di dalam tanah, sehingga tidak menambah kandungan C-organik secara signifikan. Sementara pada perlakuan M2 (mulsa jerami padi 5 ton/ha) kandungan C-organik mengalami sedikit peningkatan sebesar 1,35%. Meskipun mulsa jerami padi berasal dari bahan organik, tetapi tidak selalu meningkatkan C-organik tanah secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh laju dekomposisi yang lambat, terutama pada kondisi iklim yang kering atau suhu tanah yang rendah. Selain itu, keberadaan mikroorganisme pengurai juga mempengaruhi efektivitas jerami dalam meningkatkan C-organik. Jerami padi lebih berfungsi sebagai penutup permukaan untuk mempertahankan kelembaban daripada sebagai sumber utama karbon organik (Nahak *et al.*, 2022).

Selain N-total, pH tanah juga menunjukkan pengaruh yang non-signifikan dari penggunaan biochar. Pada perlakuan B1 (biochar sekam padi 10 ton/ha) dan perlakuan

B2 (biochar sekam padi 20 ton/ha), pH tanah rata-rata tercatat sebesar 6,83-6,89, nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B0 (tanpa biochar) yang memiliki pH tanah sebesar 6,80. Biochar yang diproduksi dari bahan organik dengan proses pirolisis pada suhu tinggi biasanya memiliki sifat kimia yang relatif stabil dan tidak mudah terdekomposisi. Tjokrodiningrat et al. (2023) menyatakan bahwa biochar tidak selalu meningkatkan atau menurunkan pH secara drastis, terutama jika dosisnya rendah. Biochar cenderung memperbaiki struktur tanah dan ketersediaan nutrisi tanpa langsung mengubah reaksi keasaman atau kebasaaan tanah.

Begitupun dengan penggunaan dari kedua mulsa yaitu pada perlakuan M1 (mulsa plastik) dan M2 (mulsa jerami padi 5 ton/ha) memberikan pengaruh yang non-signifikan dengan rata-rata nilai pH tanah sebesar 6,83-6,85. Mulsa plastik maupun jerami padi, hanya berfungsi sebagai penutup permukaan tanah, dan tidak berinteraksi langsung dengan mineral tanah yang dapat menentukan pH. Mulsa lebih berperan dalam mempertahankan kelembaban dan mengatur suhu tanah daripada mengubah komposisi kimia yang berdampak pada pH. Selain itu, mulsa organik seperti jerami memang dapat terdekomposisi dan menghasilkan asam-asam organik, namun proses ini seringkali lambat dan tidak cukup untuk mengubah pH tanah secara signifikan dalam jangka pendek (Hariri et al., 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan biochar sekam padi yang dikombinasikan dengan mulsa jerami padi memberikan dampak positif terhadap sifat kimia tanah Vertisol, khususnya pada peningkatan kandungan C-organik, pH, dan N-total. Biochar meningkatkan akumulasi bahan organik tanah dan memperbaiki pH tanah, yang mendukung ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Selain itu, kombinasi ini juga berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan tanaman kacang hijau, dengan dosis biochar yang lebih tinggi menunjukkan hasil terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah bunga. Mulsa jerami padi terbukti lebih efektif dalam mendukung fungsi biochar, dibandingkan dengan mulsa plastik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, upaya untuk meningkatkan kualitas tanah khususnya tanah Vertisol terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau sebaiknya dilakukan uji coba lebih lanjut dengan menggunakan berbagai jenis biochar dan bahan mulsa (organik dan anorganik) untuk menentukan kombinasi terbaik yang memberikan hasil maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, R. (2021). Pola Tanam Pertanian Lahan Kering untuk Sistem Polikultur Terintegrasi di Pulau Lombok, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 6(2), 155–163. <https://doi.org/10.24815/jpg.v6i2.23780>
- Annisa, W. (2022). Biochar-Kompos Berbasis Limbah Kelapa Sawit: Bahan Amandemen untuk Memperbaiki Kesuburan dan Produktivitas Tanah Di Lahan Rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(2), 103. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n2.2021.103-116>
- Anwari, A., & Regar, A. F. C. (2023). Pengaruh Metode Pemupukan dan Berbagai Jenis Mulsa Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni) dengan Irigasi Tetes. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(2), 84. <https://doi.org/10.19184/bip.v6i2.35464>
- Bako, P. O. (2022). Pengaruh Komposisi Media Tanam Berupa Campuran Vertisol, Pasir

- Dan Arang Sekam Terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan Dan Hasil Lobak. *Wana Lestari*, 4(02), 323–334. <https://doi.org/10.35508/wanalestari.v7i02.9459>
- BPS Lombok Tengah. (2018). *Kabupaten Lombok Tengah Dalam Dalam Data 2018*. https://ppid.lomboktengahkab.go.id/download/file/DDA_2018_FINAL.pdf
- Dewi Widyantika, S., & Prijono, S. (2019). Effect of High Doses of Rice Husk Biochar on Soil Physical Properties and Growth of Maize on a Typic Kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 06(01), 1157–1163. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.14>
- Dulur, N. W. D., Wangiyana, W., Farida, N., & Kusnarta, I. G. M. (2020). Growth and Yield of Soybean Direct-seeded following Conventional and Aerobic Rice Intercropped with Peanut and Amended with Organic wastes. *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food Science*, 4(5), 189–195. <https://doi.org/10.22161/ijhaf.4.5.2>
- Dulur, N. W. D., Wangiyana, W., Kusnarta, I. G. M., & Farida, N. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Ketan Tanpa Olah Tanah Tugal Langsung Pasca Padi Konvensional dan Sistem Aerobik Tumpangsari Kacang Tanah. *AGROTEKSOS: Agronomi Teknologi Dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 29(2), 90. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v29i2.443>
- Enoch, G. J., Lengkong, E. F., & Pongoh, J. (2017). Pengaruh Penggunaan Mulsa Pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Di Dataran Menengah. *Jurnal Cocos*, 9(5), 1–10.
- Fadhlina, F., Jamidi, J., & Usnawiyah, U. (2017). Aplikasi Biochar dengan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Agrium*, 14(1), 26. <https://doi.org/10.29103/agrium.v14i1.871>
- Hadiyanti, N., Nareswari, A. H. P., Anindita, D. C., & Sylviana, W. (2022). Pengaruh Penggunaan Mulsa dan Pupuk NPK Terhadap Produktivitas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.30737/agrinika.v6i1.2281>
- Hariri, A. M., Saraswati, K. D., Suskandini Ratih Dirmawati, & Fitriana, Y. (2016). Jurnal Agrotek Tropika. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 259–269.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 107–120.
- Haryanti, H., Anas, I., Santosa, D. A., & Sasmita, K. D. (2018). Penggunaan Biochar Dan Dekomposer Dalam Proses Pengomposan Limbah Kulit Buah Kakao Serta Pengkayaan Mikrob Pelarut Fosfat (Mpf) Untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 20(1), 25–32. <https://doi.org/10.29244/jitl.20.1.25-32>
- Masria, M., Lopulisa, C., Zubair, H., & Rasyid, B. (2018). Karakteristik Pori dan Hubungannya dengan Permeabilitas pada Tanah Vertisol Asal Jeneponto Sulawesi Selatan. *Jurnal Ecosolum*, 7(1), 38. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v7i1.5209>
- Maydayana, A., Kusumo, H., Arifin, L., Bakti, A., Andriati, R., & Dewi, S. (2023). Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Vertisol dan Pertumbuhan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) The Impact of Biochar Application on Alterations in Chemical Properties of Vertisol Soil and the Growth of Mung Bean (*Vigna radiata* L.). *J Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(4), 663–674. <http://jstl.unram.ac.id>
- Nahak, A., Nahak, O. R., & Bira, G. F. (2022). Aplikasi Biochar Sekam Padi yang Telah diperkaya Teh Kompos terhadap Pertumbuhan Awal Turi Merah (*Sesbania grandiflora*). *Jas*, 7(3), 37–40. <https://doi.org/10.32938/ja.v7i3.2859>

- Nanda, E., Mardiana, S., & Pane, E. (2017). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair Urine Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 1(1), 24. <https://doi.org/10.31289/agr.v1i1.1100>
- Naomi, A., Pertiwi, J., Permatasari, P. A., Dini, S. N., & Saefullah, A. (2018). Keefektifan Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 4(2), 93–102. <https://doi.org/10.30870/gravity.v4i2.4036>
- Panataria, L. R., & Sihombing, P. (2020). Pengaruh Pemberian Biochar Dan Poc Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Rhizobia*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.36985/rhizobia.v9i1.217>
- Pramitasari, H. E., Wardiyati, T., & Nawawi, M. (2016). Pengaruh Dosis pupuk Nitrogen dan Tingkat Kepadatan Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1), 49–56.
- Prasetyawati, N., & Radjit, B. S. (2011). Kajian Dampak Penerapan Varietas Kacang Hijau Vima I dan Komponen Teknologi Pendukungnya di Lahan Sawah. *Buana Sains*, 11(1), 17–24.
- Purba, J., Situmeang, R., & Sinaga, L. R. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) dan Penggunaan Mulsa Plastik Hitam Perak Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terung Unggu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Rhizobia*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.36985/rhizobia.v8i1.68>
- Purnomo, E. A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh variasi C/N rasio terhadap produksi kompos dan kandungan kalium (K), pospat (P) dari batang Pisang dengan kombinasi kotoran sapi dalam sistem vermicomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1–15.
- Sarah, S., AB, B., & Bustan, B. (2024). Sebaran Nilai Kapasitas Tukar Kation (Ktk) Dan Kemasaman (pH) Tanah Di Tanah Vertisol Kecamatan Sakra Kabupaten Lombok Timur. *Journal of Soil Quality and Management*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.29303/jsqm.v3i1.145>
- Surianti, K., Darusman, D., & Syakur, S. (2021). Pengaruh Biochar Sekam dan Jerami Padi terhadap Sifat Kimia Tanah pada Tanah Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(2), 105–111. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i2.16936>
- Suryaningsih, D. R. (2023). Pengaruh Pemberian Biochar dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Pada Tanah Vertisol. *Journal of Applied Plant Technology*, 2(1), 21–29. <https://doi.org/10.30742/japt.v2i1.76>
- Tjokrodiningrat, S., Sapsuha, Y., & Abdullatif, Z. (2023). Aplikasi Biosaka dan Biochar Pada Lahan Hortikultura di Pulau Ternate Application of Biosaka and Biochar on Horticultural Land in Ternate Island. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Hutan*, 1(2), 31–40. <http://e-journal.unkhair.ac.id/index.php/masyhut/article/view/108>
- Umaterate, G. R., Abidjulu, J., & Wuntu, A. D. (2014). Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal MIPA*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.35799/jm.3.1.2014.3898>
- Utomo, D. H. (2016). Morfologi Profil Tanah Vertisol Di Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 21(2), 47–57. <https://doi.org/10.17977/um017v21i22016p047>

