AGRICA: Journal of Sustainable Dryland Agriculture, 18 (2): 209-224 (2025)
URL: https://e-journal.uniflor.ac.id/index.php/Agr/article/view/5865
DOI: https://doi.org/ 10.37478/agr.v18i2.5865

OPTIMALISASI PRODUKSI TANAMAN JAGUNG (*ZEA MAYS*) MELALUI APLIKASI BIOCHAR DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG

OPTIMIZATION OF MAIZE (ZEA MAYS) PRODUCTION THROUGH THE APPLICATION OF BIOCHAR FROM CORNCOB WASTE

Iga Zanuar Hadianti*, Suryaman Sule, Harwanto
Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan, Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Malang
*Email Coresponden: zanuariga349@gmail.com

Info Artikel Diterima: 04/06/2025 Direvisi: 07/06/2025 Disetujui: 12/11/2025

ABSTRAK

Tanaman Jagung (Zea mays) adalah merupakan salah satu tanaman pangan penting selain tanaman padi. Namun saat ini produksi dari tanaman jagung yang terus mengalami penurunan. Penyebab utama turunnya produksi tanaman jagung adalah kondisi tanah yang semakin memburuk. Seperti kondisi PH tanah yang cenderum asam, kandungan C-organik dan bahan organik dalam tanah yang sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis pengaplikasian biochar dari limbah tongkol jagung yang efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produksi tanaman jagung. Kajian dilakukan pada polybag yang disusun menggunakan Rancangan acak kelompok (RAK), dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu : Kontrol (P1), biochar tongkol jagung 32 gr/polybag (P2), biochar tongkol jagung 64 gr/polybag (P3), biochar tongkol jagung 128 gr/polybag (P4), dan biochar tongkol jagung 256 gr/polybag (P5). Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu : PH tanah, C-organik, bahan organik, tinggi tanaman, panjang tongkol dan jumlah pipil kering. Hasil dari penelitian ini terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dengan hasil terbaik yaitu P4 (biochar tongkol jagung 256 gr/polibag). Adanya peningkatan antara sebelum pengaplikasian dan setelah pengaplikasian dengan Parameter PH tanah dari 4,25 menjadi 6,75, kandungan C-organik dari 1,4 menjadi 3,6, dan kandungan bahan organik dari 2,42 menjadi 6,15, untuk parameter pada tanaman diperoleh hasil terbaik yaitu pengaplikasian biochar tongkol jagung 256 gr/tanaman (P4). Sehingga semakin banyak biochar yang diaplikasikan pada tanaman jagung semakin efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.

KATA KUNCI: Biochar, Limbah tongkol jagung, Tanaman jagung

ABSTRACT

Maize (Zea mays) is one of the most important staple crops, alongside rice. However, its production has been continuously declining in recent years. The primary cause of this decline is the deteriorating soil condition, including increasingly acidic soil pH and very low levels of organic carbon and organic matter. This study aims to determine the effective application dosage of biochar derived from corncob waste to improve soil fertility and maize production. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) in polybags. There were five treatments with five replications: Control (P1), corncob biochar 32 g/polybag (P2), corncob biochar 64 g/polybag (P3), corncob biochar 128 g/polybag (P4), and corncob biochar 256 g/polybag (P5). The parameters observed included soil pH, organic carbon, organic matter, plant height, cob length, and number of dry kernels. The results showed significant differences among treatments, with the best performance found in treatment (P4) corncob biochar 256g/polybag. There was a noticeable improvement before and after the application, with soil pH increasing from 4.25 to 6.75, organic carbon from 1.4% to 3.6%, and organic matter from 2.42% to 6.15%. For plant growth parameters, the best results were also achieved at the biochar application 256g/polibag (P4). Therefore, the higher the amount of corncob biochar applied, the more effective it is in enhancing the growth and production of maize.

KEYWORDS: *Biochar, Corn, Corn cob waste*

Cite this as: Iga Z Hadianti, Suryaman Sule dan Harwanto (2025). Optimalisasi Produksi Tanaman Jagung (Zea Mays) Melalui Aplikasi Biochar dari Limbah Tongkol Jagung. Agrica: Journal of Sustainable Agriculture, 18(2), 209-224. doi: https://doi.org/ 10.37478/agr.v18i2.5865

Copyright (c) 2025 Iga Z Hadianti, Suryaman Sule dan Harwanto. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman serealia penting sebagai sumber karbohidrat, menempati posisi ketiga sebagai pangan utama dunia setelah beras dan gandum, serta menjadi tanaman pangan terbesar kedua di Indonesia setelah padi (Iswantoro & Handayani, 2022). Banyuwangi adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang memiliki potensi besar di bidang pertanian. Hal tersebut didukung dengan keadaan geografis yang mendukung sektor pertanian Umumnya, jagung siap panen pada usia sekitar 90 hari setelah tanam (HST), meskipun hal ini bergantung pada varietas benih yang digunakan serta tingkat kesuburan tanah. Secara morfologi, jagung yang sudah siap dipanen ditandai dengan daun klobot yang mengering dan berubah warna menjadi kekuningan (Manek & Joka, 2020)

Kabupaten Banyuwangi menempati peringkat ke-10 dalam produksi tanaman pangan di Jawa Timur, menjadikannya salah satu daerah dengan komoditas unggulan di sektor tersebut. Luas panen tanaman jagung dikabupaten banyuwangi sebesar 36.531 ha dengan produksi 249.904 ton (BPS, 2024). Menurut Widiyanti *et al*., (2016) komoditas jagung hibrida memiliki potensi produksi 9-14 ton/ha. Dengan demikian, produktivitas jagung di Desa Cluring masih lebih rendah dibandingkan dengan potensi maksimal yang dapat dicapai oleh jenis jagung hibrida. Dengan demikian, produksi jagung masih tergolong rendah dibandingkan dengan potensi maksimal yang dapat dicapai oleh jenis jagung hibrida. Hal ini menunjukkan bahwa hasil produksi tanaman jagung dipengaruhi oleh berbagai faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkannya. Sehingga perlu adanya perubahan kebiasaan petani untuk memperbaiki struktur tanah dan kesuburan tanah.

Tanah adalah salah satu unsur utama lahan yang memegang peran penting dalam menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman. Selain menjadi media tumbuh bagi akar, tanah juga berfungsi menyimpan dan menyuplai air yang diperlukan oleh tanaman.Tidak hanya itu, tanah juga menjadi sumber utama penyedia unsur hara esensial yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan secara optimal (Mautuka *et al*., 2022). Salah satu faktor penting dalam upaya meningkatkan produksi tanaman jagung adalah pH tanah, kandungan C-organik dan bahan organik di dalam tanah. Kondisi pH tanah yang tidak optimal dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh tanaman, sehingga memengaruhi pertumbuhan dan hasil panen (Wirosoedarmo *et al*., 2011). Dalam kaitannya dengan upaya memperbaiki sifat tanah, khususnya pH, kandungan c-organik dan kandungan bahan organik, pemanfaatan limbah pertanian seperti tongkol jagung sebagai biochar menjadi salah satu solusi potensial yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Tanaman jagung mampu memproduksi limbah cukup banyak. Komposisi limbah dari tanaman ini terdiri atas sekitar 50% bagian batang, 20% daun, 20% tongkol, dan 10% kulit jagung (Simanullang *et al*., 2021). Limbah batang, daun, dan kulit jagung umumnya dimanfaatakan sebagai pakan

ternak. Akan tetapi, limbah tongkol jagung belum dimanfaatkan secara optimal, dikarenakan petani cenderung membuang atau dibiarkan di lahan. Limbah tongkol jagung dapat digunakan sebagai pembenah tanah dengan memanfaatkannya sebagai biochar.

Biochar adalah pembenah tanah yang mampu meningkatkan kualitas tanah. Bahan ini tergolong arang berkadar karbon tinggi yang dihasilkan melalui proses pembakaran biomassa organik dalam kondisi terbatas oksigen, bahkan bisa tanpa menggunakan oksigen (Melawti et al., 2023). Biochar dapat diaplikasikan ke tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan kesuburan tanah, serta untuk mempertahankan nutrisi (Yadav et al., 2023). Biochar juga dapat didefinisikan sebagai bahan yang mengandung karbon yang diproses dalam suhu 250-500 °C. Biochar memiliki banyak manfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan cara megurangi tingkat keasaman tanah, menyediakan tempat berkembangnya mikroba yang baik di tanah dan mengurangi limbah biomassa (Ndjudi et al., 2020). Pembakaran dengan tanpa oksigen dan dengan suhu tinggi, biochar menghasilkan bahan organik dengan karbon 70-80%. Pengaplikasian biochar berfungsi untuk pembenah tanah sebagai peningkatan kesuburan tanah (Herlambang et al., 2023). Biochar umumnya memiliki pH yang cenderung bersifat basa, dengan rentang antara 7,1 hingga 10,5. Sifat ini memungkinkan biochar untuk membantu meningkatkan pH tanah yang bersifat asam(Nazella, 2023).

Salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku biochar adalah tongkol jagung. Limbah ini tergolong dalam limbah lignoselulosik, yaitu jenis limbah pertanian yang memiliki komponen utama berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tongkol jagung memiliki sekitar 40–60% selulosa, 15–30% hemiselulosa, dan 15–30% lignin. Berdasarkan kandungan tersebut, dapat disimpulkan bahwa tongkol jagung merupakan sumber karbon sebagai bahan pembuatan biochar (Kanani et al., 2020).

Pembuatan biochar umumnya dilakukan melalui proses pirolisis, yaitu proses dekomposisi termal biomassa yang berlangsung dengan sedikit atau tanpa kehadiran oksigen. Dalam proses ini, karbon dioksida (CO_2) dari udara dikonversi menjadi karbon (C) yang terikat dalam struktur biomassa, sehingga menghasilkan biochar yang stabil dan tahan terhadap pelapukan saat diaplikasikan ke dalam tanah (Hariyono, 2021). Salah satu metode pembuatan biochar yang mudah diterapkan oleh petani adalah *single drum kiln* karena metode ini memanfaatkan drum yang mudah ditemukan oleh petani (Hidayat et al., 2023) Selain itu metode single drum kiln merupakan metode efektif untuk menghasilkan biochar yang berkualitas (Salim, 2016).

Daya serap karbon pada biochar relatif stabil, sehingga efektif untuk penyimpananan karbon dalam jangka panjang dalam tanah. Aplikasi biochar pada tanah lebih mudah diserap oleh tanah jika memiliki tekstur butiran sedang hingga halus. Tekstur ini

memungkinkan biochar tersebar merata dan berinteraksi lebih baik dengan partikel tanah, sehingga meningkatkan efisiensi perbaikan sifat fisik dan kimia tanah (Gross et al., 2021). Pengaplikasian biochar dapat meningkatkan produksi tanaman dengan kinerja biochar dalam memperbaiki kesuburan tanah, efisiensi penggunaan nutrisi, dan kapasitas menahan air (Alkharabsheh et al., 2021). Pada penelitian yang dilakukan (Meita et al., 2024) menyatakan bahwa dosis 64 gr/ polybag merupakan dosis yang paling bagus, sehingga pada penelitian yang saya lakukan dosisnya ditingkatkan untuk mengetahui efektivitas biochar lebih lanjut terhadap kesuburan, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi sumber bahan baku lokal yang berpotensi dijadikan biochar, salah satunya adalah tongkol jagung.

Tujuan dari penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian biochar tongkol jagung pada tanaman jagung (*Zea mays),* dan mengetetahui pengaruh biochar terhadap kesuburan tanah (pH tanah, kandungan C-Organik dan bahan organik tanah), pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang tongkol), dan produksi tanaman jagung

METODE

Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura pada bulan Februari hingga Maret 2025, bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar terhadap pH tanah, kandungan C-organik, dan bahan organik sebelum dan sesudah perlakuan. Selanjutnya, kajian mengenai pengaplikasian biochar pada tanaman jagung dilakukan di Balai Penyuluhan Pertanian Kecamatan Cluring, Banyuwangi, yang berlangsung dari bulan Januari hingga Mei 2025.

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu drum pembakaran, alat tulis, logbook, handphone, timbangan analitik, ayakan, korek api, soil tester, roll meter, sekop, gembor, dan hand sprayer. Adapun bahan-bahan yang digunakan mencakup benih jagung, polibag berukuran 40x40 cm, limbah tongkol jagung, arang, karet ban, pupuk organik, pestisida, tanah, dan air.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode Rancangan Acak Kelompok (RAK). RAK adalah suatu rancangan percobaan yang diterapkan pada kondisi lingkungan yang heterogen dengan tujuan mengelompokkan perlakuan ke dalam kelompok-kelompok yang homogen, sehingga variasi yang ada dapat dikendalikan dan hasil percobaan menjadi lebih akurat. Menurut Soelaksini et al., (2022)ntuk menentukan jumlah ulangan dalam setiap perlakuan dapat menggunakan rumus (t-1) (r-1) ≥ 15. Dimana t merupakan perlakuan, dan r adalah jumlah ulangan. Dalam penelitian ini menggunakan lima perlakuan dan lima ulangan dalam pengaplikasian biochar pada tanaman jagung. Pada setiap perlakuan menggunaka dosis yang berbeda. Adapun perlakuan yang

digunakan yaitu; P1 : Kontrol/Tanpa Biochar, P2: Biochar tongkol jagung 32 g/ polybag, P3 : Biochar tongkol jagung 64 g/ polybag, P4 : Biochar tongkol jagung 128 g/ polybag dan P5 : Biochar tongkol jagung 256 g/ polybag. Penentuan dosis tersebut berdasarkan hasil penelitian Meita *et al*., (2024), dimana menunjukkan dosis terbaik 64 gr/polybag, sehingga pada penelitian saya dinaikkan dosis pada perlakuan untuk mengetahui sejauh mana pengarus biochar tongkol jagung terhadap kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman, dan produksi tanaman.

Pengujian pH tanah dilakukan menggunakan alat soil tester, sedangkan analisis kandungan C-organik dan bahan organik dilakukan di laboratorium. Pada setiap perlakuan, diambil dua sampel tanah secara komposit sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Dengan lima perlakuan yang masing-masing diambil dua sampel, diperoleh total 10 sampel sebelum dan 10 sampel sesudah perlakuan. Data yang dikumpulkan dari analisis ini digunakan untuk mengevaluasi perubahan sifat kimia tanah sebagai akibat dari pemberian biochar tongkol jagung dengan dosis yang berbeda.

Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu pengamatan langsung di lapangan dan uji laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biochar terhadap pH tanah, C-organik, dan bahan organik pada media tanam. Analisis data dilakukan menggunakan uji *t* karena sampel yang dianalisis merupakan perbandingan antara sebelum dan sesudah aplikasi biochar. Menurut Putri et al., (2023), uji T memiliki kriteria penilaian dimana apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka dianggap terdapat perbedaan yang nyata, sedangkan jika nilai signifikansi lebih dari 0,05, maka tidak ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya, biochar diaplikasikan pada tanaman jagung dengan parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang tongkol, dan berat pipil kering. Data yang diperoleh dari pengamatan tersebut dianalisis menggunakan uji ANOVA dengan nilai signifikansi 5%. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT pada nilai signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Pengukuran pH tanah menggunakan alat soil tester untuk mengetahui pengaruh biochar pada pH tanah. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan mengambil sampel pada setiap perlakuan secara komposit. Pada setiap perlakuan menggunakan 2 sampel. Sehingga terdapat 10 sampel sebelum dan 10 sampel sesudah. Berikut ini disajikan data rata-rata pH tanah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Laboratorium pH Tanah

Perlakuan	Jumlah Sampel	Waktu Pengukuran pH Tanah		Kenaikan
		Sebelum	Sesudah	
P1 (Kontrol)	2	4,20	4,20	0,00
P2 (32 gr/ polybag)	2	4,10	5,75	1,65
P3 (64 gr/ polybag)	2	4,00	6,25	2,25
P4 (128 gr/ polybag)	2	4,20	6,40	2,20
P5 (256 gr/ polybag)	2	4,25	6,75	2,50

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa pemberian biochar terbukti mampu meningkatkan pH tanah yang awalnya bersifat asam, dengan peningkatan pH sebanding dengan dosis yang diberikan. Perlakuan tertinggi (P5 = 256 gr/polybag) menghasilkan pH 6,8, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol (P1) yang tetap pada pH 4,2. Hal ini menunjukkan bahwa dosis tinggi biochar efektif menetralkan keasaman tanah dan menciptakan kondisi yang lebih ideal bagi pertumbuhan tanaman. Data hasil pengujian di laboratorium kemudian dilanjutkan uji T untuk mengetahui perbedaan antara kondisi sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Berdasarkan hasil uji T, diperoleh nilai signifikansi 0,019 yang mana nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kondisi sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Berikut ini disajikan hasil uji T untuk parameter pH tanah pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji T pH Tanah

Paired Samples Test						
	Paired Differences					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	T	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Sebelum – Sesudah	-1.72000	1.01032	.45183	-3.807	4	.019

Pada tabel 2 diatas diketahui bahwa terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah aplikasi biochar. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mautuka *et al*., (2022), yang menyatakan bahwa bahan organik mengalami proses humifikasi sehingga membentuk humus. Humus tersebut kemudian mengalami mineralisasi yang menghasilkan kation-kation basa yang berperan dalam menetralkan pH tanah, sehingga tanah menjadi lebih basa. Selain itu, biochar juga terbukti berkontribusi dalam peningkatan pH tanah, yang salah satunya disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik atau sumber karbon dalam biochar. Dengan demikian, penggunaan biochar dapat membantu memperbaiki sifat kimia tanah, khususnya dalam menaikkan pH tanah yang bersifat asam.

C-Organik Tanah

Pengukuran kandungan C-Organik tanah dilakukan sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar dengan pengujian di laboratorium untuk mengetahui pengaruh biochar terhadap C-Organik tanah. Pengambilan sampel tanah secara komposit pada setiap perlakuan, sehingga diperoleh 10 sampel sebelum dan 10 sampel setelah pengaplikasian biochar. Berikut ini disajikan rata-rata hasil uji laboratorium kandungan C-Organik tanah pada Tabel 3.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa hampir seluruh perlakuan mengalami peningkatan rata-rata kandungan C-organik setelah dilakukan pengaplikasian biochar, kecuali perlakuan kontrol (P1) yang tetap pada 1,4%. Perlakuan P5 (256 gr/polybag) memberikan peningkatan paling signifikan, menunjukkan efektivitas dosis tinggi biochar dalam memperbaiki kandungan karbon tanah. Pemberian biochar terbukti mampu meningkatkan kadar C-organik tanah dengan menambahkan bahan organik secara langsung. Semakin tinggi dosis biochar yang diberikan, semakin besar kontribusinya terhadap peningkatan kesuburan tanah.

Tabel 3 Hasil Uji Laboratorium C-Organik Tanah

Perlakuan	Jumlah Sampel	Waktu Pengukuran C-Organik (%)		Kenaikan (%)
		Sebelum	Sesudah	
P1 (Kontrol)	2	1,36	1,39	0,03
P2 (32 gr/ polybag)	2	1,30	1,43	0,13
P3 (64 gr/ polybag)	2	1,36	2,24	0,88
P4 (128 gr/ polybag)	2	1,40	3,53	2,13
P5 (256 gr/ polybag)	2	1,41	3,58	2,17

Sejalan dengan penelitian Mautuka *et al*., (2022), kandungan C-organik tanah berperan penting dalam menentukan kualitas tanah. C-organik merupakan komponen utama yang mendukung peningkatan kesuburan tanah. Semakin tinggi kandungan C-organik, maka semakin baik pula kualitas tanah tersebut. Hal ini karena C-organik berkontribusi dalam menyediakan unsur hara, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air. Dengan kualitas tanah yang baik, pertumbuhan dan produktivitas tanaman juga akan lebih optimal.

Peningkatan c-organik tanah dikarenakan biochar merupakan bahan kaya karbon yang stabil dan sulit terdekomposisi, sehingga menambah cadangan karbon organik di tanah secara langsung dan tahan lama (Frimpong *et al*., 2020). Oleh karena itu, C-organik dapat dianggap sebagai indikator utama dalam menilai tingkat kesuburan tanah. Selain itu, dari hasil uji laboratorium terhadap c-organik tanah dilanjutkan dengan uji T. Data tersebut dianalisis menggunakan uji T untuk mengetahui perbedaan kadar C-organik sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Berikut ini disajikan hasil uji T

untuk parameter C-organik pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji T C-Organik

Paired Samples Test

	Paired Differences					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Sebelum – Sesudah	-1.06800	1.04102	.46556	-2.294	4	.083

Berdasarkan hasil uji T c-organik sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar menghasilkan nilai sig 0,083. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai sig > 0,05. Kondisi ini menunjukkan bahwa aplikasi biochar tidak terdapat perbedaan terhadap peningkatan c-organik tanah. Hal ini terjadi karena biochar memerlukan waktu yang relatif lama untuk menunjukkan efektivitasnya secara maksimal. Akan tetapi sudah terdapat peningkatan rata-rata kandungan c-organik pada setiap perlakuan. Menurut Gani (2009) dalam(Yusniati et al., 2019), menyatakan bahwa efektivitas biochar sangat bergantung pada sifat fisik dan kimia tanah tempat biochar diaplikasikan. Saat awal pengaplikasian, biochar belum mampu secara optimal meningkatkan kandungan c-organik tanah, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama agar biochar dapat meningkatkan c-organik tanah secara optimal. Hal tersebut dikarenakan peningkatan c-organik tanah setelah pengaplikasian biochar selama satu musim tanam belum optimal, sehingga perlu adanya pengaplikasian dan pengecekan c-organik pada musim tanam selanjutnya (Nurida, 2014).

Bahan Organik Tanah

Pengukuran kandungan bahan organik tanah dilakukan sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar melalui pengujian di laboratorium untuk mengetahui pengaruh biochar terhadap kandungan bahan organik tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada setiap perlakuan dengan cara komposit, sehingga diperoleh 10 sampel sebelum dan 10 sampel sesudah pengaplikasian. Berikut ini disajikan rata-rata hasil uji laboratorium bahan organik tanah pada Tabel 5.

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa pemberian biochar pada semua perlakuan terbukti secara signifikan meningkatkan nilai rata-rata kandungan bahan organik dalam tanah. Sebelum perlakuan, nilai bahan organik berkisar antara 2,23% hingga 2,42%, namun setelah perlakuan terjadi peningkatan yang sejalan dengan bertambahnya dosis biochar. Perlakuan P5 (256 gr/polybag) menunjukkan peningkatan terbesar dari 2,42% menjadi 6,15%, sedangkan kontrol (P1) hanya naik dari 2,34% menjadi 2,38%.

Tabel 5 Hasil Uji Laboratorium Bahan Organik

Perlakuan	Jumlah Sampel	Waktu Pengukuran Bahan Organik (%)		Peningkatan (%)
		Sebelum	Sesudah	
P1 (Kontrol)	2	2,34	2,38	0,04
P2 (32 gr/polybag)	2	2,23	2,46	0,23
P3 (64 gr/polybag)	2	2,34	3,84	1,51
P4 (128 gr/ polybag)	2	2,41	6,08	3,67
P5 (256 gr/ polybag)	2	2,42	6,16	3,74

Sejalan dengan Mautuka *et al*., (2022), menyatakan bahwa penguraian unsur-unsur dari biochar sangat berkaitan erat dengan peningkatan unsur hara dalam tanah. Salah satu unsur yang meningkat akibat aplikasi biochar adalah karbon organik (C-organik). Selain itu, biochar juga menciptakan lingkungan yang mendukung bagi mikroba tanah. Mikroba ini berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik dalam tanah. Selain itu, peningkatan kandungan bahan organik tanah karena biochar dapat menambah fraksi karbon organik yang stabil dan tahan lama di dalam tanah, sehingga memperlambat dekomposisi bahan organik tanah, sehingga kandungan bahan organik bertahan lebih lama (Frimpong et al., 2020). Semakin banyak bahan organik yang ada pada tanah juga dapat meningkatkan pH tanah dan c-organik tanah. Semua bahan organik dapat berperan untuk meningkatkan daya simpan unsur hara. Akan tetapi, biochar lebih efektif dibandingkan kompos, dedauan maupun pupuk kendang dikarenakan biochar lebih stabil sehingga sulit teroksidasi. Data bahan organik sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar dianalisis uji T untuk mengetahui perbedaannya. Berikut ini disajikan tabel uji T bahan organik pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji T Bahan Organik

Paired Samples Test						
	Paired Differences					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Sebelum – Sesudah	-1.83600	1.79628	0.80332	-2.286	4	0.084

Hasil uji T menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,084. Karena nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada kandungan bahan organik tanah sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar. Ketidaksignifikanan ini kemungkinan disebabkan oleh biochar yang membutuhkan waktu cukup lama untuk menunjukkan efektivitasnya. Menurut Gani (2009) dalam Yusniati et

al., (2019), efektivitas biochar sangat bergantung pada sifat fisik dan kimia tanah. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi kecepatan dekomposisi dan interaksi biochar dengan mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, efektivitas biochar dalam meningkatkan bahan organik memerlukan waktu yang cukup lama. Pengaplikasian biochar dalam satu musim tanam belum cukup memberikan. Bahan organik tanah mungkin tidak mengalami peningkatan yang signifikan setelah aplikasi biochar dalam satu musim tanam, karena proses akumulasi bahan organik memerlukan waktu yang lebih panjang untuk berlangsung secara optimal. Dalam jangka pendek, biochar memang dapat meningkatkan fraksi karbon tertentu, namun interaksinya dengan faktor lingkungan seperti ketersediaan unsur hara, aktivitas mikroorganisme, dan proses pembentukan agregat tanah masih terbatas (Che et al., 2021)

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman digunakan untuk mengukur pengaruh pengaplikasian biochar terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada masa vegetatif, yaitu pada umur 15 HST, 30 HST, dan 45 HST. Berikut ini disajikan data rata-rata tinggi tanaman jagung pada Tabel 7.

Tabel 7 Rata-Rata Tinggi Tanaman Jagung

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm)		
	15 HST	30 HST	45 HST
P1 (Kontrol)	37,6 [1] ± 0,2 [2] d [3]	119,5 [1] ± 0,4 [2] d[3]	165,0 [1] ± 0,3 [2] d[3]
P2 (32 gr/ polybag)	39,2 ± 0,4 c	122,6 ± 0,4 c	166,1 ± 0,3 c
P3 (64 gr/ polybag)	39,8 ± 0,4 bc	123,0 ± 0,3 bc	166,3 ± 0,4 c
P4 (128 gr/ polybag)	40,4 ± 0,6 b	123,3 ± 0,6 b	167,2 ± 0,4 b
P5 (256 gr/ polybag)	42,2 ± 0,8 a	127,9 ± 0,3 a	168,4 ± 0,5 a

Keterangan :

1) Nilai rata-rata dari 5 ulangan
2) Nilai standar deviasi (SD) dari 5 ulangan
3) Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel diketahui bahwa perlakuan pemberian bahan organik memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung. Perlakuan P5 (256 gr/polybag) menunjukkan tinggi tanaman tertinggi (42,2 cm) dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan P1 (kontrol) memiliki tinggi terendah (37,6 cm). Selaras dengan penelitian Rifki *et al*., (2022) menyatakan bahwa pengaplikasian biochar pada berbagai tingkat dosis memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Semakin tinggi dosis biochar yang diberikan, semakin baik pertumbuhan tanaman yang dihasilkan. Perlakuan dengan dosis biochar tertinggi menunjukkan peningkatan tinggi tanaman yang paling signifikan dibandingkan perlakuan lainnya, yang mengindikasikan peran penting biochar

dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah.

Jumlah Daun

Pengamatan pengaruh biochar terhadap parameter jumlah daun tanaman jagung dilaksanakan pada saat masa vegetatif, yaitu saat tanaman berumur 15 HST, 30 HST, dan 45 HST. Berikut ini disajikan data rata-rata jumlah daun jagung berdasarkan hasil analisis pada Tabel 8..

Tabel 8 Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Jagung

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)		
	15 HST	30 HST	45 HST
P1 (Kontrol)	6,6 [1] ± 0,2 [2] d [3]	8,1 [1] ± 0,3 [2] d [3]	13,6 [1] ± 0,3 [2] d [3]
P2 (32 gr/ polybag)	6,9 ± 0,3 c	10,6 ± 0,3 c	14,7 ± 0,3 c
P3 (64 gr/ polybag)	7,1 ± 0,2 bc	10,9 ± 0,3 c	15,0 ± 0,5 bc
P4 (128 gr/ polybag)	7,3 ± 0,2 b	11,6 ± 0,4 b	15,3 ± 0,4 b
P5 (256 gr/ polybag)	8,3 ± 0,3 a	14,5 ± 0,3 a	17,0 ± 0,3 a

Keterangan :
1) Nilai rata-rata dari 5 ulangan
2) Nilai standar deviasi (SD) dari 5 ulangan
3) Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel diketahui bahwa biochar tongkol jagung dosis 256 gram/polybag (P5) menghasilkan jumlah daun tertinggi pada seluruh waktu pengamatan. Hal ini dikarena biochar mampu memperbaiki sifat kimia tanah melalui peningkatan C-organik, bahan organik dan pH tanah. Struktur pori dan sifat basa biochar juga mendukung aerasi, kelembaban, serta ketersediaan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Dengan demikian, aplikasi biochar dosis tinggi efektif mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Hal ini sesuai dengam penelitian yang dilakukan oleh (Meita et al., 2024) menunjukkan bahwa peningkatan dosis biochar berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman jagung. Jumlah daun terus bertambah hingga 45 HST karena pengamatan dilakukan pada fase vegetatif. Fase vegetatif merupakan tahap pertumbuhan aktif yang ditandai dengan pembentukan daun secara intensif.

Panjang Tongkol

Pengamatan pengaruh biochar terhadap parameter tinggi tanaman dilakukan setelah pemanenan, yaitu pada usia tanaman 100 HST. Berikut ini disajikan data rata-rata panjang tongkol tanaman jagung berdasarkan hasil analisis pada Tabel 9.

Tabel 9 Rata-Rata Panjang Tongkol Tanaman Jagung

Perlakuan	Panjang Tongkol
P1 (Kontrol)	17,7 [1)] ± 0,3 [2)] d [3)]
P2 (32 gr/ polybag)	19,5 ± 0,2 c
P3 (64 gr/ polybag)	19,8 ± 0,2 bc
P4 (128 gr/ polybag)	20,0 ± 0,4 b
P5 (256 gr/ polybag)	20,9 ± 0,3 a

Keterangan :
1) Nilai rata-rata dari 5 ulangan
2) Nilai standar deviasi (SD) dari 5 ulangan
3) Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan tabel di atas diketahui perlakuan biochar tongkol jagung dengan dosis tertinggi (P5 = 256 gram/polybag) menghasilkan panjang tongkol tertinggi sebesar 26,9 cm dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lain. Peningkatan ini diduga karena biochar memperbaiki sifat kimia tanah, seperti peningkatan kadar C-organik dan pH. Kandungan karbon organik dan struktur pori biochar membantu memperbaiki agregat tanah, retensi air, dan efisiensi penyerapan hara. Dengan demikian, aplikasi biochar dosis tinggi efektif meningkatkan hasil jagung melalui pertumbuhan tongkol yang lebih optimal.

Sejalan dengan Sandiwantoro *et al*., (2017), menyatakan bahwa mengaplikasikan biochar pada tanaman jagung manis, di mana dosis tertinggi menghasilkan panjang tongkol yang paling tinggi. Kesesuaian tersebut juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Mautuka *et al*., 2022) yang menyatakan bahwa tanah yang bersifat basa dengan pH tinggi menunjukkan kandungan kalium dan kalsium yang cukup dalam tanah tersebut. Kalium dan kalsium merupakan unsur hara penting yang mendukung pertumbuhan tanaman. Khususnya, kalsium sangat berperan dalam pembentukan tongkol dan biji pada tanaman jagung.

Berat Pipil Kering

Pengamatan pengaruh biochar terhadap parameter tinggi tanaman dilakukan setelah pemanenan, yaitu pada usia tanaman 100 HST. Penimbangan berat pipil kering dari setiap tongkol jagung dilakukan setelah jagung dijemur hingga kering. Berikut ini disajikan data hasil analisis rata-rata panjang tongkol tanaman jagung pada Tabel 10.

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa dosis biochar memberikan pengaruh terhadap rata-rata berat pipil kering jagung, dengan perlakuan P5 (256 gr/polybag) menghasilkan bobot tertinggi sebesar 239,4 gram yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan P1 (tanpa biochar) menghasilkan bobot terendah sebesar 199,1 gram, menunjukkan rendahnya produksi tanpa aplikasi biochar. Peningkatan pH tanah yang bersifat asam serta kandungan C-organik akibat pemberian biochar berperan dalam memperbaiki ketersediaan hara dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman.

Tabel 10 Rata-Rata Berat Pipil Kering

Perlakuan	Panjang Tongkol
P1 (Kontrol)	199,1 [1)] ± 0,6 [2)] d
P2 (32 gr/ polybag)	227,5 ± 0,5 c
P3 (64 gr/ polybag)	228,2 ± 0,3 c
P4 (128 gr/ polybag)	232,9 ± 0,5 b
P5 (256 gr/ polybag)	239,4 ± 0,8 a

Keterangan :
1) Nilai rata-rata dari 5 ulangan
2) Nilai standar deviasi (SD) dari 5 ulangan
3) Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Sejalan dengan penelitian Sandiwantoro et al., (2017), bahwa dosis tertinggi biochar meningkatkan produksi tanaman jagung manis secara signifikan. Biochar memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah sehingga meningkatkan penyerapan unsur hara. Selain itu, (Mautuka et al., 2022) menyatakan bahwa tanah basa dengan pH tinggi mengandung kalium dan kalsium cukup, yang penting untuk pertumbuhan dan pembentukan tongkol serta biji jagung.

SIMPULAN

Hasil uji pH tanah dan c-organik dari sebelum dan sesudah pengaplikasian biochar dengan hasil terbaik P5 dosis 256 gr/ polybag. Untuk hasil pH tanah terdapat peningkatan dari 4 menjadi 6,8 , sedangkan c-organik terdapat peningkatan dari 1,4% menjadi 3,6%. Selain itu pada pertumbuhan, produksi, dan panjang tongkol P5 dosis 256 gr/ polybag juga mendapatkan hasil terbaik. Pada tinggi tanaman pengamatan 45 HST rata-rata mencapai 168,4 cm, rata-rata jumlah daun mencapai 17 helai, rata-rata panjang tongkol mencapai 20,9 cm dan rata-rata berat pipil kering 239,4 gr/ tongkol. Sehingga perlakuan P5 dosis 256 gr/tanaman merupakan dosis terbaik untuk memperbaiki kesehatan tanah dan meningkatkan produksi tanaman jagung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya artikel ini. Khususnya terima kasih kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura,BPP Kecamatan Cluring, dan Gabungan Kelompok Tani Sri Rejeki atas dukungan yang diberikan selama proses penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahannya, serta kepada teman-teman yang telah membersamai dan memberikan semangat selama proses ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alkharabsheh, H. M., Seleiman, M. F., Battaglia, M. L., Shami, A., Jalal, R. S., Alhammad, B. A., Almutairi, K. F., & Al-Saif, A. M. (2021). Biochar

And Its Broad Impacts In Soil Quality And Fertility, Nutrient Leaching And Crop Productivity: A Review. *Agronomy*, *11*(5). Https://Doi.Org/10.3390/Agronomy11050993

BPS. (2024). Indikator Pertanian Provinsi Jawa Timur Tahun 2023. *Wahana Fisika*, *12*(2). Https://Doi.Org/10.17509/Wafi.V1i2.4580

Che, Q., Li, M., & Zhang, Z. (2021). Effects Of Biochar Application On Soil Organic Carbon In Degraded Saline-Sodic Wetlands Of Songnen Plain, Northeast China. *Chinese Geographical Science*, *31*, 877–887. Https://Doi.Org/10.1007/S11769-021-1232-6Frimpong, K., Arthur, E., Islam, R., Parikh, S., & Amoakwah, E. (2020). Soil Organic Carbon Storage And Quality Are Impacted By Corn Cob Biochar Application On A Tropical Sandy Loam. *Journal Of Soils And Sediments*, *20*, 1960–1969. Https://Doi.Org/10.1007/S11368-019-02547-5

Gross, A., Bromm, T., & Glaser, B. (2021). Soil Organic Carbon Sequestration After Biochar Application: A Global Meta-Analysis. *Agronomy*, *11*(12). Https://Doi.Org/10.3390/Agronomy11122474

Hariyono, B. (2021). Multifungsi Biochar Dalam Budidaya Tebu. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, *13*(2), 94–112. Https://Doi.Org/10.21082/Btsm.V13n2.2021.94-112

Herlambang, S., B.S, P., Gomareuzzaman, M., & Wibowo, A. W. A. (2023). Biochar: Salah Satu Alternatif Untuk Perbaikan Lahan Dan Lingkungan. In *Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN Veteran Yogyakartaeurship Journal* (Vol. 4, Issue 5). Http://Journal.Yrpipku.Com/Index.Php/Msej

Hidayat1*, W., Riniarti2, M., Diantari3, R., Talaumbanua4, M., Suri5, I. F., Utami6, M. P., Saputra7, B., & Alfaridzi8, M. (2023). *TEKNOLOGI SINGLE DRUM KILN UNTUK PRODUKSI BIOCHAR LIMBAH TONGKOL JAGUNG DI DESA BANGUN SARI, PESAWARAN*. 4112–4124.

Iswantoro, D., & Handayani UN, D. (2022). Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *22*(2), 900. Https://Doi.Org/10.33087/Jiubj.V22i2.2065

Kanani, N., Rahmayetty, & W, E. Y. (2020). *Pengaruh Penambahan Fecl3 Dan Al2o3 Terhadap Kadar Lignin Pada Delignifikasi Tongkol Jagung Dengan Pelarut Naoh Menggunakan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. *3*, 57–64.

Manek, S. S., & Joka, U. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Panen Pada Tanaman Jagung. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, *3*(2), 38–41. Http://Savana-Cendana.Faperta-Unimor.Id/Index.Php/SLK/Article/View/1220

Mautuka, Z. A., Astriana, M., & Martasiana, K. (2022).

Pemanfaatan Biochar Tongkol Jagung Guna Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *8*(1), 201–208. Https://Doi.Org/10.5281/Zenodo.5827375

Meita, P., Rianto, F., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., & Tanjungpura, U. (2024). *Pengaruh Pemberian Biochar Tongkol Jagung*. *71055*, 214–221. Https://Jurnal.Untan.Ac.Id/Index.Php/Jspp/Article/Viewfile/71055/75676600299

Nazella, E. (2023). Pemanfaatan Biochar Berbahan Dasar Ampas Tebu (Saccharum Officinarum Linn) Sebagai Bahan Pembenah Tanah Pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Jurnal Mineral, Energi, Dan Lingkungan*, *6*(2), 38. Https://Doi.Org/10.31315/Jmel.V6i2.8096

Ndjudi, S. K., Iskandar, T., & Anggraini, S. P. A. (2020). Efisiensi Pelapisan Amilum Terhadap Campuran Biochar Tongkol Jagung Dengan Pupuk NPK Melalui Metode Coating. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur (SENTIKUIN)*, *3*(1), C5.1-C5.6.

Nurida, N. L. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar Untuk Rehabilitasi Lahan Kering Di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus*, 57–68.

Putri, A. D., Ahman, A., Hilmia, R. S., Almaliyah, S., & Permana, S. (2023). Pengaplikasian Uji T Dalam Penelitian Eksperimen. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, *4*(3), 1978–1987. Https://Doi.Org/10.46306/Lb.V4i3.527

Rifki, G. Y., Ilyas, I., & Khalil, M. (2022). Efek Aplikasi Biochar Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Kimia Ultisol Dan Pertumbuhan Jagung (Zea Mays). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *7*(3), 422–430. Https://Doi.Org/10.17969/Jimfp.V7i3.20880

Salim, R. (2016). Karakteristik Dan Mutu Arang Kayu Jati (Tectona Grandis) Dengan Sistem Pengarangan Campuran Pada Metode Tungku Drum (The Quality And Characteristics Of Teak (Tectona Grandis) Charcoal Made By Mixed Carbonisation In Drum Kiln). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, *8*(2), 53–64. Https://Doi.Org/10.24111/Jrihh.V8i2.2113

Sandiwantoro, R. T., Eko, W., & Islami, T. (2017). *Sandiwantoro, R. T., Eko, W., & Islami, T. (2017). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt .) Soil Tillage System And Biochar Application On Growth And Yield Of Sweet Corn (Zea Mays Saccharata Sturt .). 5(10), 1600–1607. 5*(10), 1600–1607.

Simanullang, A. F., Sijabat, A., & Hasanah, M. (2021). Karakterisasi Sifat Fisis Papan Partikel Limbah Tongkol Jagung Dengan Resin Epoxy Isosianat. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, *5*(1), 82–87. Https://Doi.Org/10.24198/Jiif.V

5i1.30692

Soelaksini, L. D., Irawan, T. B., & Nuraisyah, A. (2022). Peningkatan Produksi Kacang Hijau (Vigna Radiate L) Menggunakan Pupuk Azolla Pinnata Dan Pupuk Urea. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, *22*(1), 73–83. Https://Doi.Org/10.25047/Jii.V22i1.3139

Usnul Melawti, Edi M. Jayadi, & Ervina Titi Jayanti. (2023). Pengaruh Variasi Media Tanam Biochar Tongkol Jagung Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (Vigna Radiata L.). *Otus Education: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, *1*(1), 37–43. Https://Doi.Org/10.62588/Ev3ygv74

Widiyanti, N. M. N. Z., Baga, L. M., & Suwarsinah, H. K. (2016). Kinerja Usahatani Dan Motivasi Petani Dalam Penerapan Inovasi Varietas Jagung Hibrida Padalahan Kering Di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Penyuluhan*, *12*(1), 31–42. Https://Doi.Org/10.25015/Penyuluhan.V12i1.11317

Wirosoedarmo, R., Sutanhaji, A. T., Kurniati, E., Gdwd, V., Ehuxsd, D., Nolpdwrorjl, G., Dk, Z., Kdvlo, G. D. Q., Odsdqjdq, S., & Vlidw, W. (2011). *101338-None-E82914Wirosoedarmo, R., Sutanhaji, A. T., Kurniati, E., Gdwd, V., Ehuxsd, D., Nolpdwrorjl, G., Dk, Z., Kdvlo, G. D. Q., Odsdqjdq, S., & Vlidw, W. (2011). 101338-None-E82914Ba. 31(1).Ba*. *31*(1).

Yadav, S. P. S., Bhandari, S., Bhatta, D., Poudel, A., Bhattarai, S., Yadav, P., Ghimire, N., Paudel, P., Paudel, P., Shrestha, J., & Oli, B. (2023). Biochar Application: A Sustainable Approach To Improve Soil Health. *Journal Of Agriculture And Food Research*. Https://Doi.Org/10.1016/J.Jafr.2023.100498

Yusniati, Jamilah, & Ernita2, M. (2019). *Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Dan Biochar Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (Allium Ascalonicum L.)*. *1*(11), 36–47.