

Pengaruh Biochar dari Berbagai Limbah Organik sebagai Campuran Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Biochar Effect from Various Organic Wastes as A Mixture of Planting Media on The Vegetative Growth of Cacao Seedlings (*Theobroma cacao* L.)

Novi Yulanda Sari^{1a}, Abdul Jalil¹

¹Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Jl. Raya Tanjung Pati Km. 7 Lima Puluh Kota, 26271

^aKorespondensi: Novi Yulanda Sari, E-mail: noviyulanda.s@politanipyk.ac.id

Diterima: 13-Juli-2025, Disetujui: 14-Juli-2025

ABSTRACT

Cocoa is one of the leading plantation commodities in Indonesia where more than 95% of the plantation area is managed directly by farmers. The main obstacle faced by cocoa farmers is low productivity due to low fertility of the planting medium in the nursery phase which has an impact on the quality of the cocoa seedlings produced. To solve this problem, innovation is needed in the form of utilizing biochar as an alternative mixture of planting media. This study aims to determine the effect of various types of biochar on the vegetative growth of cocoa seedlings, as well as to identify the most effective type of biochar in supporting increased growth. The study was conducted using a non-factorial randomized block design (RAK) consisting of six treatments and four replications. The treatments given include: bagasse biochar, rice husk biochar, bamboo biochar, corn cob biochar, sawdust biochar, and cocoa skin biochar. Each type of biochar was given as much as 283 grams/polybag and mixed directly into the planting medium with a soil and biochar ratio of 4:1. The results showed that the corn cob biochar treatment had a significant effect on increasing stem diameter, leaf number, leaf length, and leaf width of cocoa seedlings. Thus, corncob biochar is proven to be the most effective type of biochar to support the vegetative growth of cocoa seedlings.

Keyword: *Agricultural waste, Biochar, Cocoa seedlings, Vegetative growth.*

ABSTRAK

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia dimana lebih dari 95% areal perkebunannya dikelola langsung oleh rakyat. Kendala utama yang dihadapi petani kakao adalah rendahnya tingkat produktivitas akibat kesuburan media tanam yang rendah pada fase pembibitan sehingga berdampak pada mutu bibit kakao yang dihasilkan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi berupa pemanfaatan biochar sebagai bahan campuran alternatif media tanam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis biochar terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao, serta mengidentifikasi jenis biochar yang paling efektif dalam mendukung peningkatan pertumbuhan tersebut. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial yang terdiri atas enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang diuji meliputi: biochar ampas tebu, biochar sekam padi, biochar bambu, biochar tongkol jagung, biochar serbuk gergaji, dan biochar kulit kakao. Setiap jenis biochar diberikan sebanyak 283 gram/polybag dan dicampurkan langsung ke dalam media tanam dengan perbandingan tanah dan biochar 4:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan biochar tongkol jagung berpengaruh signifikan dalam meningkatkan diameter batang, jumlah daun, panjang daun, serta lebar daun bibit kakao. Dengan demikian, biochar tongkol jagung terbukti sebagai jenis biochar yang paling efektif untuk mendukung pertumbuhan vegetatif bibit kakao.

Kata Kunci: Biochar, Bibit kakao, Limbah pertanian, Pertumbuhan vegetatif.

Sari, N. Y., A. Jalil. (2025). Pengaruh biochar dari berbagai limbah organik sebagai campuran media tanam terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Green House*, 4(1) : 48-57.
DOI:<https://doi.org/10.63296/jgh.v4i1.55>

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting sebagai sumber devisa negara maupun sebagai mata pencaharian jutaan petani Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), lebih dari 95% perkebunan kakao di Indonesia dikelola oleh petani dengan luas lahan yang mencapai lebih dari 1,5 juta hektar. Posisi ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu produsen kakao terbesar di dunia.

Meskipun demikian, hingga kini produktivitas kakao nasional masih tergolong rendah, berkisar antara 0,8-1,1 ton/ha. Salah satu penyebab utama rendahnya produktivitas tersebut adalah kualitas media tanam pada fase pembibitan yang kurang subur, sehingga bibit kakao yang dihasilkan juga bermutu rendah. Umumnya, petani menggunakan media tanam berupa campuran tanah dan pasir yang memiliki pH rendah, kapasitas tukar kation (KTK) yang terbatas, kandungan unsur hara yang rendah, serta kemampuan menyerap air yang kurang baik. Akibatnya, bibit kakao tumbuh lebih lambat, memiliki sistem perakaran yang pendek, diameter batang kecil, pembentukan daun yang terhambat, serta tingkat kematian bibit yang cukup tinggi saat proses pindah tanam.

Kondisi tersebut mendorong perlunya inovasi pemanfaatan potensi lokal, salah satunya dengan mengolah limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal menjadi biochar sebagai campuran alternatif media tanam. Biochar adalah bahan amelioran berupa padatan kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pembakaran dalam kondisi minim atau tanpa oksigen. Biochar memiliki struktur pori yang tinggi dan kandungan karbon yang relatif stabil, sehingga mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam (Gani, 2009; Saputra & Juanda, 2016; Natalli *et al.*, 2024). Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan biochar ke media tanam dapat meningkatkan KTK dan ketersediaan unsur hara, memperbaiki pH media tanam yang terlalu asam, meningkatkan retensi air dan aerasi, serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah (Jeffery *et al.*, 2021). Misalnya, penambahan biochar tempurung kelapa dan limbah pertanian lainnya terbukti meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot kering bibit kakao dibandingkan media tanam tanpa biochar (Halim *et al.*, 2022). Begitu pula, campuran biochar sekam padi atau kayu albizia dengan pupuk organik dilaporkan dapat meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dan berat kering total bibit secara signifikan (Sasmita *et al.*, 2017).

Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian komparatif untuk menguji efektivitas berbagai jenis biochar sebagai campuran media tanam bibit kakao. Pemanfaatan biochar berbahan baku limbah pertanian lokal sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan, khususnya pendekatan *zero waste* dan *circular economy*, sehingga dapat memberikan nilai tambah pada limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Selain itu, informasi ilmiah mengenai jenis biochar yang paling sesuai untuk mendukung pertumbuhan awal bibit kakao juga masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan berbagai jenis biochar sebagai campuran media tanam terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao, serta untuk mengidentifikasi jenis biochar yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan bibit tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan dari bulan Maret-Juni 2024 bertempat di lahan percobaan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi cangkul dan garu untuk mengolah dan meratakan media tanam sebelum dimasukkan ke polybag; ember sebagai wadah untuk mencampur media tanam dan mengambil air untuk keperluan penyiraman; meteran digunakan untuk mengukur tinggi tanaman, lebar daun dan panjang daun pada setiap pengamatan; parang digunakan untuk memotong dan merapikan bambu dan paranet untuk pembuatan naungan pembibitan; gembor digunakan untuk menyiram tanaman; hand sprayer dipakai untuk aplikasi pestisida atau insektisida; jangka sorong berfungsi untuk mengukur diameter batang bibit kakao; dan timbangan digunakan untuk menimbang media tanam, biochar, dan bahan lain agar dosis sesuai dengan perlakuan yang telah dirancang. Bahan yang digunakan berupa benih kakao klon TSH 858 sebagai objek percobaan, tanah top soil

sebagai media tanam, bambu, paranet, waring, dan kawat untuk pembuatan naungan pembibitan serta Decis, Dithane M-45 untuk mengendalikan hama dan penyakit pada bibit kakao.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial yang terdiri atas enam jenis perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang diberikan diantaranya yaitu biochar ampas tebu, biochar sekam padi, biochar bambu, biochar tongkol jagung, biochar serbuk gergaji, dan biochar kulit kakao. Setiap jenis biochar diberikan sebanyak 283 gram per polybag, kemudian dicampurkan langsung ke dalam media tanam dengan perbandingan tanah dan biochar sebesar 4:1.

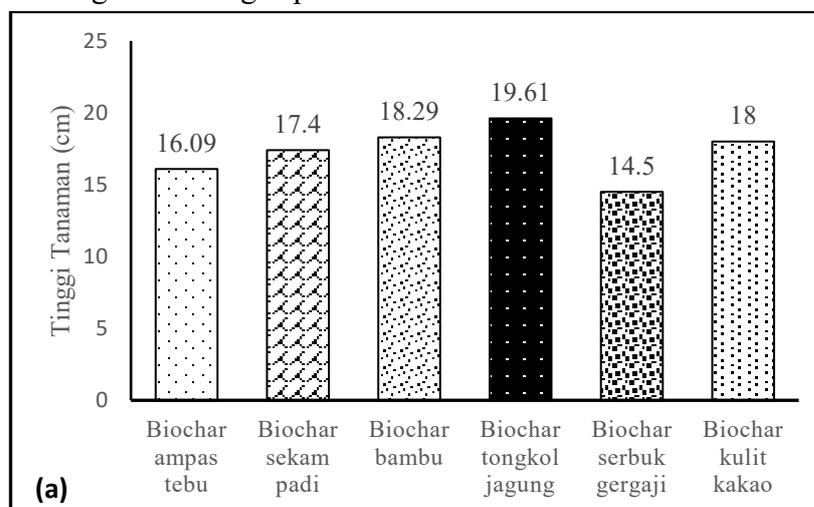
Biochar yang digunakan pada penelitian ini dibuat sendiri dengan metode pirolisis (pembakaran tidak sempurna). Masing-masing limbah pertanian yang akan dijadikan biochar terlebih dahulu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air $< 20\%$ untuk memudahkan proses pembakaran. Setelah kering, limbah dimasukkan ke dalam drum besi (drum pirolisis konvensional) dengan lubang udara terbatas dan dibakar dengan api selama 2-4 jam. Drum ditutup untuk mencegah penguapan gas. Pembakaran dihentikan ketika arang atau biochar sudah berubah warna menjadi hitam. Setelah pembakaran selesai, biochar didinginkan terlebih dahulu sebelum dikumpulkan dan dikeluarkan dari drum. Pembakaran dilanjutkan ke jenis limbah pertanian lainnya secara bergantian dengan metode yang sama.

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi tinggi bibit, diameter batang, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun. Pengamatan dilakukan setiap dua minggu sekali dan dimulai pada saat bibit berumur tiga minggu setelah tanam. Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis menggunakan uji F untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan terhadap parameter yang diukur. Apabila hasilnya menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%.

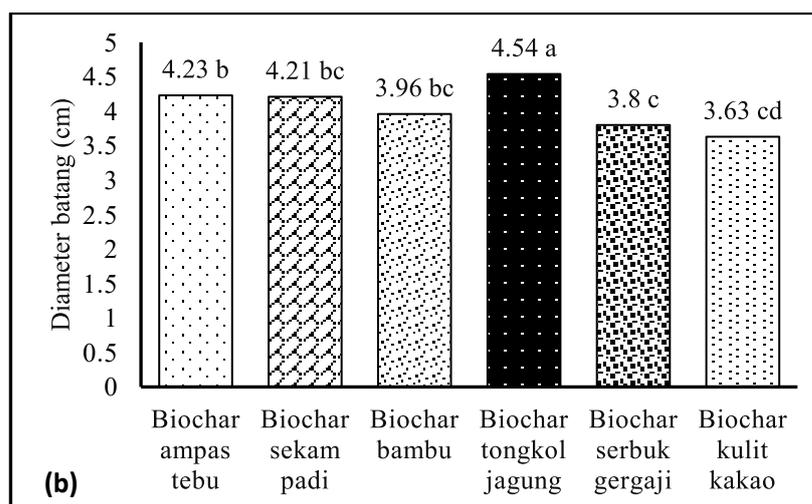
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman dan Diameter Batang

Tinggi tanaman mencerminkan aktifitas dan akumulasi hasil pertumbuhan jaringan meristematik apikal (ujung batang). Melalui tinggi tanaman, kita bisa mengetahui kecepatan pertumbuhan tanaman dari waktu ke waktu dan respon tanaman terhadap perlakuan yang diberikan. Bertambahnya tinggi tanaman secara signifikan menunjukkan bahwa fotosintesis pada tanaman berlangsung secara optimal sehingga aktifitas pembelahan dan pemanjangan sel serta pembentukan internodus baru pada batang berlangsung cepat.



Gambar 1 (a) Pengaruh pemberian beberapa jenis biochar terhadap tinggi bibit



Gambar (b) Pengaruh pemberian beberapa jenis biochar terhadap diameter batang

Keterangan: Angka pada subgambar yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Penambahan berbagai jenis biochar pada media tanam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi bibit kakao (Gambar 1). Namun demikian, terdapat variasi rata-rata tinggi bibit antar perlakuan, dimana biochar tongkol jagung menghasilkan nilai tertinggi sebesar 19,61 cm, diikuti oleh biochar bambu sebesar 18,29 cm dan kulit kakao sebesar 18,00 cm. Sementara itu, perlakuan dengan biochar serbuk gergaji tercatat memiliki tinggi bibit terendah yaitu sebesar 14,50 cm.

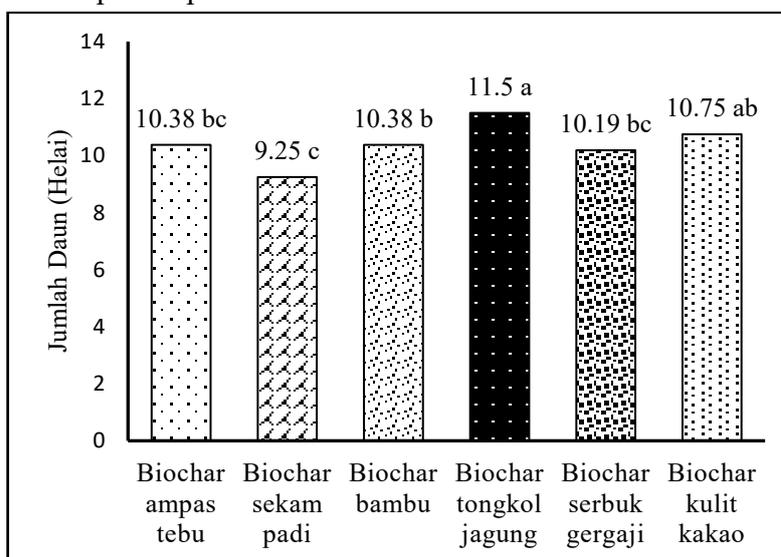
Secara umum, mekanisme biochar dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dapat melalui tiga interaksi, diantaranya yaitu: 1) interaksi kimiawi, biochar kaya akan karbon stabil dan memiliki sifat kimia yang unik, seperti kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi yang berperan dalam mengikat dan melepaskan unsur hara seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , sehingga mengurangi kehilangan hara akibat pencucian (Lehmann & Joseph, 2015); memiliki pH relatif basa sehingga mampu meningkatkan pH tanah, memperbaiki ketersediaan unsur hara seperti N, P dan meningkatkan aktifitas mikroba tanah (Glaser et al., 2002); serta mengabsorpsi unsur AL^{3+} pada tanah masam; 2) interaksi fisik, struktur biochar yang berpori dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan dan ketersediaan air bagi tanaman di musim kering serta memperbaiki agregasi dan menurunkan kepadatan tanah sehingga lebih mudah ditembus oleh akar (Jeffery et al., 2011); dan 3) interaksi mikrobiologis tanah, pori biochar menyediakan tempat berlindung dan permukaan untuk koloni mikroba, termasuk bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen, meningkatkan aktivitas enzim tanah yang penting dalam siklus hara (Kolb et al., 2009), serta menghambat perkembangan patogen melalui perubahan kondisi kimia atau stimulasi mikroba antagonis.

Menurut Wahyuni *et al.* (2020), biochar yang berasal dari tongkol jagung memiliki struktur pori yang relatif besar serta kandungan kalium dan fosfor yang tinggi. Porositas yang tinggi ini berperan penting dalam meningkatkan aerasi tanah dan retensi air, mempermudah penyerapan unsur hara, serta menyediakan ruang bagi aktivitas mikroba tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, biochar tongkol jagung juga tercatat mengandung 21,77% karbon organik, 0,78% nitrogen (N), 0,99% fosfor (P), dan 4,29% kalium (K) (Afrianti, 2020). Kandungan kalium yang tinggi ini dapat meningkatkan ketersediaan K dalam tanah, baik bentuk tersedia maupun total, sehingga berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman (Yosephine *et al.*, 2021).

Sebaliknya, biochar dari serbuk gergaji memiliki kandungan hara yang relatif rendah dan rasio C/N yang tinggi, sehingga cenderung menyebabkan imobilisasi nitrogen oleh mikroba. Kondisi ini dapat menurunkan ketersediaan hara bagi tanaman, khususnya pada fase awal pertumbuhan. Selain itu, bahan kayu umumnya memiliki komposisi lignin yang lebih dominan sehingga sulit terdekomposisi dan bisa menyerap nitrogen dari tanah untuk proses mineralisasi awal. Hal ini dapat menghambat pertumbuhan awal tanaman.

Jumlah Daun

Daun berfungsi sebagai organ utama untuk proses fotosintesis tanaman. Semakin banyak jumlah daun yang dimiliki, semakin luas pula area permukaan fotosintetik, sehingga meningkatkan kemampuan tanaman dalam memproduksi karbohidrat. Selain itu, jumlah daun juga mencerminkan aktivitas meristem lateral serta perkembangan tajuk tanaman. Ginting & Sinaga (2021) menyebutkan bahwa peningkatan jumlah daun bibit kakao berkaitan erat dengan membaiknya sifat fisik tanah dan meningkatnya ketersediaan unsur nitrogen. Nitrogen adalah unsur yang berperan penting dalam pembentukan daun melalui sintesis protein untuk pembentukan sel-sel baru dan berkontribusi aktif dalam proses pembentukan klorofil.



Gambar 2. Pengaruh pemberian beberapa jenis biochar terhadap jumlah daun bibit kakao umur 11 MST

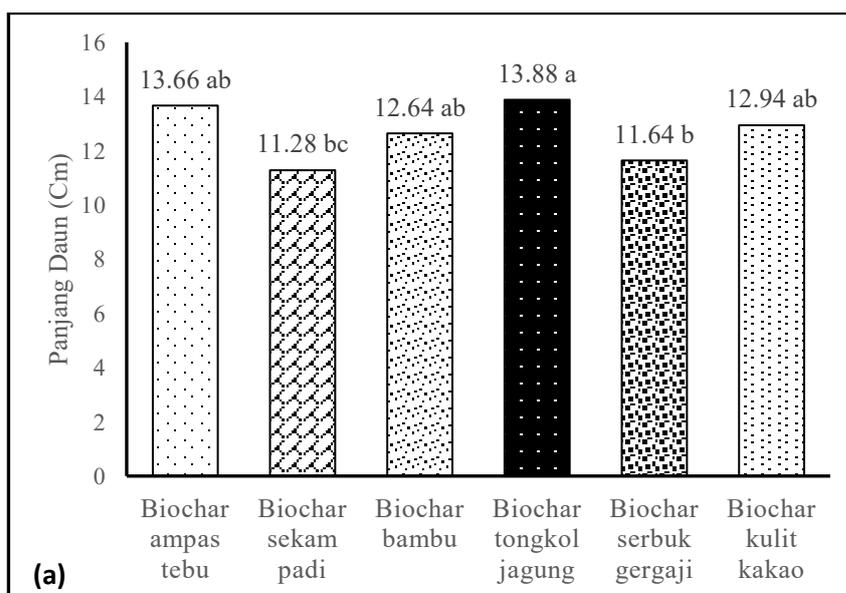
Keterangan: Angka pada subgambar yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Penambahan berbagai jenis biochar memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun bibit kakao (Gambar 2). Jumlah daun terbanyak ditemukan pada bibit kakao yang mendapat perlakuan biochar tongkol jagung dengan rata-rata sebanyak 11,50 helai. Setelahnya, biochar kulit kakao menghasilkan jumlah daun rata-rata 10,75 helai, disusul oleh biochar bambu sebanyak 10,19 helai, dan biochar ampas tebu sebesar 10,38 helai.

Hasil ini menunjukkan bahwa biochar tongkol jagung memiliki keunggulan dalam mendukung pembentukan daun bibit kakao. Menurut Liu *et al.* (2017), biochar yang mengandung kadar lignin tinggi, memiliki pori berukuran besar, dan bersifat stabil mampu meningkatkan retensi air dan aerasi tanah. Kondisi tersebut dapat membantu penyerapan unsur hara serta menyediakan habitat bagi mikroba tanah, sehingga mendukung perkembangan tajuk tanaman menjadi lebih optimal. Di sisi lain, kandungan unsur hara pada biochar juga penting karena berperan dalam pembentukan jaringan tanaman, produksi protein, serta sintesis klorofil yang diperlukan untuk proses fotosintesis. Kandungan hara N, P dan K yang rendah, kadar silika yang tinggi serta porositas yang rendah pada biochar sekam padi menyebabkan pertumbuhan bibit kakao menjadi lebih lambat.

Panjang Daun

Pemberian berbagai jenis biochar terbukti berpengaruh signifikan terhadap panjang daun bibit kakao (Gambar 3). Nilai panjang daun tertinggi dicapai oleh perlakuan biochar tongkol jagung, yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan ini menghasilkan daun yang lebih panjang daripada biochar sekam padi maupun biochar serbuk gergaji. Hal ini mengindikasikan bahwa biochar tongkol jagung lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan panjang daun bibit kakao.



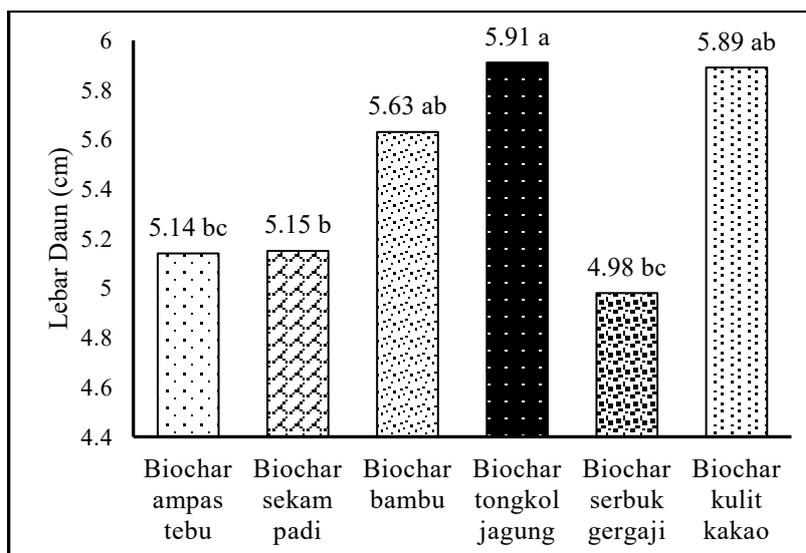
Gambar 3. Pengaruh pemberian beberapa jenis biochar terhadap panjang daun bibit kakao umur 11 MST

Keterangan: Angka pada subgambar yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Afrilianti (2020) menjelaskan bahwa aplikasi biochar dari tongkol jagung mampu meningkatkan jumlah daun jagung ketan lokal. Hal ini diduga karena biochar tersebut memiliki kemampuan untuk meningkatkan KTK tanah (Suharyatun et al., 2021). Biochar juga membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aerasi dan retensi air, yang pada akhirnya dapat mendorong pembentukan daun baru secara lebih intensif. Selain itu, Surya et al. (2022) menyatakan bahwa biochar bambu dapat mendukung pertumbuhan jumlah dan panjang daun karena kemampuannya mempertahankan ketersediaan hara, sehingga unsur tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman.

Lebar Daun

Penambahan berbagai jenis biochar memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap lebar daun bibit kakao. Pada Grafik 4 dapat dilihat bahwa lebar daun terlebar diperoleh pada perlakuan biochar tongkol jagung (5,91 cm) dan berbeda signifikan dari perlakuan biochar ampas tebu, biochar serbuk gergaji dan biochar sekam padi. Sedangkan lebar daun terendah ditunjukkan oleh perlakuan biochar serbuk gergaji (4,98 cm). Lebar daun yang lebih sempit menunjukkan adanya keterbatasan pertumbuhan dan pembentukan jaringan daun akibat rendahnya ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen dan magnesium.



Gambar 4. Pengaruh pemberian beberapa jenis biochar terhadap lebar daun bibit kakao umur 11 MST

Keterangan : Angka pada subgambar yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Peningkatan diameter batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun pada perlakuan berbagai jenis biochar erat kaitannya dengan peran biochar dalam memperbaiki sifat fisik maupun kimia media tanam. Biochar dapat meningkatkan KTK serta kandungan karbon organik tanah, membuat tekstur tanah menjadi lebih gembur dan berpori, sehingga mempermudah pergerakan air dan unsur hara menuju akar tanaman (Djuarnani & Setiawan, 2005; Glaser *et al.*, 2002). Selain itu, Warnock *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa biochar mampu menyerap air dan unsur hara sehingga dapat mengurangi kehilangan akibat pencucian. Hal serupa juga dikemukakan oleh Zahrah *et al.*, (2022), bahwa residu biochar dapat meningkatkan serapan N, P, dan K pada kacang tanah, sementara aplikasi biochar secara langsung dapat meningkatkan ketersediaan N, P, dan Ca pada tanaman jagung (Sukartono *et al.*, 2011).

Meskipun biochar diketahui mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, namun dari hasil penelitian diatas, biochar yang berasal dari tongkol jagung terbukti memberikan pengaruh paling baik terhadap semua parameter pertumbuhan vegetatif bibit kakao. Hal ini menunjukkan bahwa jenis dan karakteristik bahan baku biochar memegang peranan penting terhadap efektivitasnya sebagai bahan amelioran. Biochar yang dihasilkan dari bahan lignoselulosa seperti tongkol jagung, bambu, dan kulit kakao biasanya memiliki struktur lebih stabil dan porous, serta daya simpan air dan hara yang relatif tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan. Kondisi ini dapat memperbesar kapasitas tukar kation dan retensi air yang selanjutnya membantu pembentukan jaringan tanaman (Ferry *et al.*, 2022).

Biochar tongkol jagung sendiri memiliki pH, kandungan K, C-organik dan rasio C/N yang lebih tinggi dibandingkan biochar jenis lainnya. Rasio C/N yang tinggi mendukung proses imobilisasi nitrogen oleh mikroba, sehingga meningkatkan pembentukan karbon organik tanah (Xu *et al.*, 2021; Artsam *et al.*, 2022). Proses ini penting karena membantu menjaga ketersediaan unsur hara dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain biochar tongkol jagung, biochar kulit buah kakao juga menunjukkan potensi yang cukup baik karena kandungan lignin (52,02%), selulosa (17,27%), serta hemiselulosa (19,56%) yang tinggi, sehingga dapat membantu meningkatkan stabilitas biochar sekaligus memperbaiki kualitas tanah melalui peningkatan KTK tanah dan retensi air (Ferry *et al.*, 2022). Di sisi lain, penggunaan biochar serbuk gergaji memberikan hasil yang kurang optimal. Struktur biochar serbuk gergaji yang padat dan kurang berpori cenderung menurunkan aerasi dan retensi air dalam media tanam, sehingga berdampak negatif terhadap pertumbuhan vegetatif, terutama pada jumlah dan perkembangan daun bibit kakao. Hal ini

menunjukkan bahwa efektivitas biochar serbuk gergaji masih belum sebaik biochar tongkol jagung dalam mendukung parameter pertumbuhan vegetatif tanaman kakao.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah perlakuan yang hanya mencakup enam jenis biochar serta pelaksanaan penelitian yang dilakukan di rumah kaca atau lapangan dengan kondisi yang tidak sepenuhnya terkendali. Faktor-faktor eksternal seperti fluktuasi cuaca, kelembapan, dan potensi serangan hama masih dapat mempengaruhi hasil penelitian.

Sebagai tindak lanjut, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi lebih banyak jenis biochar dari berbagai bahan baku organik, serta mengkaji lebih mendalam karakteristik kimia dan fisik biochar, seperti luas permukaan spesifik, kandungan abu, dan mineral, yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Selain itu, penting pula untuk menilai dampak biochar terhadap dinamika populasi mikroorganisme tanah dan aktivitas enzim yang mendukung ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

KESIMPULAN

Penambahan berbagai jenis biochar pada media tanam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao. Dari enam jenis biochar yang diuji, biochar berbahan tongkol jagung terbukti paling efektif dalam meningkatkan diameter batang, jumlah daun, serta panjang dan lebar daun bibit kakao secara signifikan.

Hasil ini berkaitan dengan sifat kimia dan fisik biochar tongkol jagung yang memiliki kapasitas tukar kation (KTK) cukup tinggi, struktur berpori yang baik, serta mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara dan kelembapan media tanam. Biochar juga berperan sebagai habitat mikroorganisme tanah yang bermanfaat, sehingga mendukung proses mineralisasi dan penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Sebagai saran untuk penelitian lebih lanjut, perlu dilakukan pengujian lebih mendalam mengenai kandungan kimia spesifik dari masing-masing biochar, dampaknya terhadap mikrobiota tanah, serta aplikasi dalam skala lapangan yang lebih luas agar temuan ini dapat diimplementasikan secara praktis dalam budidaya kakao maupun tanaman perkebunan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilianti, R. 2020. Pengaruh Metode Olah Tanah Dan Pemberian Biochar Tongkol Jagung Pada Pertumbuhan Dan Hasi Jagung Ketan Lokal Di Lahan Kering. Pertanian Universitas Samawa Sumbawa Besar.
- Artsam, A. F. A., D. R. Lukiwati & S. Budiyo. (2022). Pengaruh Aplikasi Biochar dan Mikroba Penyubur Tanah terhadap Produksi Tanaman Kacang Tanah pada Tanah Masam. *Jurnal Agroplasma*, Vol. 9 No. 2, Oktober 2022: 137-149.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistic Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik: 780 hal.
- Djuarnani, N. K., & Setiawan, B. S. (2005). *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Ferry, Y., M. Herman, E. B. Tarigan & D. Pranowo. (2022). Improvements of Soil Quality and Cocoa Productivity with Agricultural Waste Biochar. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 974 (2022) 012045. Doi: 10.1088/1755-1315/974/1/012045.
- Gani. (2009). Biochar Penyelamat Lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(6): 1-2.

- Glaser, B., J. Lehmann, and W. Zech. 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A review. *Biol. Fertil. Soils* 35:219-230.
- Halim, A., Zaitun, Z., & Susana, D. (2022). Pengaruh beberapa jenis biochar dan dosis biochar pada media tanam terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, Universitas Syiah Kuala*.
- Jones, D.L., J. Rousk, G. Edwards-Jones, T.H. Deluca, and D.V. Murphy. 2012. Biochar-mediated change in soil quality and plant growth in a year field trial. *Soil Biology and Biochemistry* 45:113-124.
- Jeffery, S., Verheijen, F. G. A., van der Velde, M., & Bastos, A. C. (2011). A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144(1), 175–187.
- Kolb, S. E., Fermanich, K. J., & Dornbush, M. E. (2009). Effect of charcoal quantity on microbial biomass and activity in temperate soils. *Soil Science Society of America Journal*, 73(4), 1173–1181.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Routledge.
- Liu, Z., B. Dugan, C. A. Masiello, & H. M. Gonnermann. (2017). Biochar particle size, shape, and porosity act together to influence soil water properties. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179079>.
- Natalli, L. H., E. Hillig, K. C. Lombardi, M. Godinho, & R. P. Nunez. (2024). Use of biochar as a component of substrates in horticulture and forestry: A review. *Rev Bras Cienc Solo* 2024;48:e0240027. <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20240027>
- Saputra, I., & B. R. Juanda. 2016. Pengaruh Biochar Dan NPK terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah dan Pertumbuhan serta Produksi Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Agrotek Lestari*, 2(2): 15-26.
- Sasmita, K. D., I. Anas, S. Anwar, S. Yahya & G. Djajakirana. (2017). Application of Biochar and Organic Fertilizer on Acid Soil as Growing Medium for Cacao (*Theobroma cacao* L.) Seedlings. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* (2017) Volume 36, No 5, pp 261-273.
- Suharyatun, S., Warji, W., Haryanto, A., & Anam, K. 2021. Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Berbasis Mikroba Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 15(1), 21-26.
- Sukartono, W. H. Utomo, Z. Kusuma dan W. H. Nugroho. 2011. Soil fertility status, nutrient uptake, and maize (*Zea mays* L) yield following biochar and cattle manure application on sandy soils of Lombok, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*. 49(1-2): 47-52.
- Yosephine, I. O., Gunawan, H., dan Kurniawan, R. 2021. Pengaruh Pemakaian Jenis Biochar pada Sifat Kimia Tanah P dan K terhadap Perkembangan Vegetatif Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Media Tanam Ultisol.
- Warnock, D. D., J. Lehmann, T. W. Kuyper, and M. C. Rillig. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms. *J. Plant and Soil*. 30 (1): 9-20.
- Zahrah, S., Mulyani, S., Kustiawan, N., & Lafansa, A. (2022). *Efek residu aplikasi biochar pada musim tanam pertama dan POC NASA untuk peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (Arachis hypogaea L.)*. *Jurnal Ecosolum*, 11(1), 38–56. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v11i1.18956>