

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002025156982, 17 Oktober 2025

Pencipta

Nama : **Herdhata Agusta, Sofyan Zaman dkk**
Alamat : Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga, Dramaga, Kab. Bogor, Jawa Barat, 16680
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Institut Pertanian Bogor (IPB)**
Alamat : Ged. Manajemen STP IPB Jl. Taman Kencana No. 3, Babakan, Bogor - 16128, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat, 16128

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Karya Ilmiah**

Judul Ciptaan : **Optimalisasi Fase Vegetatif Jagung (*Zea mays* L.) Melalui Aplikasi Biochar Hasil Pyrolysis 444°C Dari Tongkol Jagung Dalam Suatu Sistem Pertanian Terpadu**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 10 Oktober 2025, di Kab. Bogor

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor Pencatatan : 000997243

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko, SH., MH.
NIP. 196912261994031001

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Herdhata Agusta	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
2	Sofyan Zaman	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
3	Muhammad Ferdiansyah	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
4	Habibatul Hikmiah	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
5	Mayang Maharani	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
6	Kinasih Wahyu Hapsari	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti, Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
7	Athariq Putra Lestama	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
8	Ezekiel Royce Hamonangan	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
9	Danna Lintang Ardanty	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
10	Steven Seventino Simanjuntak	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor
11	Resti Reygina Br Karo Sekali	Kampus IPB, Fakultas Pertanian, Jl Meranti,Babakan, Dramaga Dramaga, Kab. Bogor



**OPTIMALISASI FASE VEGETATIF JAGUNG (*Zea mays* L.)
MELALUI APLIKASI BIOCHAR HASIL *PYROLYSIS* 444°C DARI
TONGKOL JAGUNG DALAM SUATU SISTEM PERTANIAN
TERPADU**

**Prof. Dr. Ir. Herdhata Agusta
Ir. Sofyan Zaman M.P.
Muhammad Ferdiansyah, S.P.
Habibatul Hikmiah, S.P.
Mayang Maharani
Kinasih Wahyu Hapsari
Athariq Putra Lestama
Ezekiel Royce Hamonangan
Danna Lintang Ardanty
Steven Seventino Simanjuntak
Resti Reygina Br Karo Sekali**



**DEPARTEMEN AGRONOMI DAN
HORTIKULTURA FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT
PERTANIAN BOGOR
2025**

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biochar adalah sampah biomassa yang tidak dimanfaatkan seperti sekam padi, cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa, tongkol jagung dan limbah pertanian lainnya (Vici dan Muklis 2017). Potensi bahan baku biochar yang sangat besar ini memberikan peluang perbaikan lahan terutama di lahan kering. Limbah pertanian terdiri atas 2 jenis yaitu 1) bahan yang terdekomposisi seperti jerami, batang jagung, limbah sayuran dan 2) bahan yang sulit terdekomposisi seperti sekam padi, kulit buah kakao, kayu-kayuan, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, dan tongkol jagung. Jenis bahan baku adalah faktor penting lain yang menentukan aplikasi biochar dan efeknya di dalam tanah. Sifat-sifatnya dipengaruhi oleh biomasanya yakni tentang struktur biomassa mengungkapkan bahwa selulosa, hemiselulosa dan lignin memiliki pengaruh terhadap pembentukan biochar karena bertanggung jawab terhadap produk yang mudah menguap dan lignin untuk hasilkan arang (Sihotang dan Rauf 2018). Salah satu bahan baku yang berlimpah dan berpotensi untuk dijadikan biochar yakni tongkol jagung. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai biochar mampu mengurangi limbah yang tidak termanfaatkan dengan baik. Pada tongkol jagung terdapat selulosa 69,937%, hemiselulosa 17,797% dan lignin 9,006% (Sari *et al.* 2018).

Terjadinya penguraian unsur-unsur dari biochar sangat berkaitan dengan peningkatan ketersediaan unsur hara dalam tanah terutama penambahan jumlah c-organik. Seiring dengan peningkatan c-organik dalam tanah, secara tidak langsung biochar menyediakan habitat yang baik bagi mikroba tanah untuk membantu menguraikan bahan organik dalam tanah guna ketersediaan unsur hara. Selain itu, keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan biochar antara lain struktur tanah, luas permukaan koloid, sehingga dapat menahan air dan tanah dari erosi serta mampu mengikat unsur N, Ca, K, Mg. Pemanfaatan bahan organik dalam bentuk biochar merupakan tindakan yang dapat mendukung konservasi karbon tanah. Semua bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dapat meningkatkan resistensi berbagai unsur hara esensial bagi pertumbuhan tanaman. Namun, biochar lebih efektif menahan unsur hara untuk ketersediaannya bagi tanaman dibandingkan dengan bahan organik lain seperti sampah dedaunan, kompos atau pupuk kandang dikarenakan biochar memiliki sifat lebih stabil dalam tanah dan sukar teroksidasi (Mautuka *et al.* 2022).

Potensi bahan baku biochar yang sangat besar ini memberikan peluang perbaikan lahan terutama di lahan kering. Hal ini berkaitan dengan peran biochar yang dapat meningkatkan retensi air dan unsur hara. Karakter fisik biochar seperti luas permukaan, bentuk, struktur dan porositas, berperan penting terhadap retensi air tanah, retensi hara dan aerasi. Selain itu, biochar dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti pH tanah dan KTK yang berkaitan dengan retensi hara, sehingga efisien dalam penggunaan nitrogen dan berkontribusi terhadap aktivitas mikroba (Sukmawati 2020).

1.2 Analisis Masalah

Pertumbuhan jagung pada fase vegetatif sangat bergantung pada kualitas tanah. Tanah yang miskin bahan organik, kurang mampu menahan air, serta minim nutrisi kerap kali menjadi kendala bagi petani dalam mendapatkan hasil panen yang optimal. Di banyak wilayah pertanian, kondisi tanah ini diperparah oleh penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, sehingga tanah semakin rusak dan tidak produktif. Salah satu solusi yang mulai diterapkan untuk mengatasi masalah ini adalah penggunaan biochar. Biochar merupakan hasil pirolisis biomassa yang dipercaya mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Dalam konteks penelitian ini, biochar diproduksi menggunakan metode pembakaran tong, yaitu teknik sederhana yang memungkinkan produksi biochar dalam jumlah besar namun memiliki biaya rendah.

Mekanisme kerja biochar melibatkan peningkatan retensi air di tanah, perbaikan struktur tanah sehingga aerasi lebih baik, dan penciptaan lingkungan yang mendukung mikroorganisme tanah. Di fase vegetatif, jagung sangat memerlukan kondisi tanah yang baik agar bisa tumbuh optimal, dan biochar berperan besar dalam hal ini. Namun, efektivitas biochar tidak bisa dilepaskan dari faktor-faktor lain. Jenis tanah yang berbeda membutuhkan penyesuaian dalam dosis biochar yang digunakan. Selain itu, interaksi antara biochar dan pupuk lain, baik organik maupun kimia, sangat menentukan hasil akhir. Kondisi lingkungan seperti suhu, curah hujan, dan kelembapan tanah juga ikut mempengaruhi bagaimana biochar bekerja di lapangan. Penggunaan biochar dari metode pembakaran tong juga membawa harapan baru bagi pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, biochar menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dan lebih hemat biaya. Dalam jangka panjang, diharapkan penggunaan biochar ini bisa meningkatkan produktivitas jagung serta menjaga kesuburan tanah di lahan pertanian.

1.3 Kebaharuan

Penambahan biochar dalam pertumbuhan jagung pada fase vegetatif menunjukkan berbagai kebaruan yang signifikan, diantaranya adalah peningkatan percepatan pertumbuhan, kualitas tanah, di mana biochar dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan membantu penyerapan nutrisi oleh tanaman. Selain itu, biochar juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca, seperti CO₂ dan metana, yang mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Kemampuan biochar dalam meningkatkan retensi air sangat penting, terutama selama periode kering, serta perbaikan mikroflora tanah yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme bermanfaat dan meningkatkan kesehatan tanah (Yulianingsih 2019). Selain itu, biochar dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan hama dengan memperkuat sistem akar, serta meningkatkan ketersediaan nutrisi dengan cara mengadsorpsi dan melepaskan nutrisi secara bertahap. Tak kalah penting, penambahan biochar dapat memberikan efek sinergis

dengan pupuk, sehingga meningkatkan efektivitas pupuk dan mengurangi kebutuhan pupuk kimia. Secara keseluruhan, kebhaharuan ini menunjukkan bahwa biochar tidak hanya bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan pertanian.

Penambahan biochar dalam pertumbuhan jagung pada fase vegetatif juga menghadirkan sejumlah kebhaharuan yang menarik. Salah satunya adalah kemampuannya dalam mengatur pH tanah, yang dapat menetralkan tanah asam dan menciptakan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman. Selain itu, biochar dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan agregasi, yang berkontribusi pada aerasi yang lebih baik dan pergerakan akar yang lebih lancar. Biochar juga berperan dalam mengurangi erosi tanah, terutama pada lahan miring, dengan meningkatkan stabilitas agregat. Dari perspektif keberlanjutan, biochar berfungsi sebagai penyimpanan karbon jangka panjang, membantu mengurangi jejak karbon dalam praktik pertanian. Selain itu, biochar dapat mengoptimalkan rute penyerapan nutrisi oleh akar, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi (Wahyuni et al. 2023). Peningkatan kesehatan tanaman yang dihasilkan dari penggunaan biochar juga dapat berkontribusi pada peningkatan fotosintesis dan hasil panen. Di samping itu, biochar dapat membantu tanaman lebih tahan terhadap stres, seperti kekeringan atau salinitas, dengan meningkatkan kesehatan sistem akar. Secara keseluruhan, inovasi dalam penggunaan biochar membuka peluang untuk mengembangkan praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, menjadikannya solusi yang menarik dalam upaya meningkatkan produktivitas pertanian.

1.4 Tujuan

Tujuan penggunaan biochar dari bahan bonggol jagung untuk tanaman jagung kembali dalam konsep pertanian terpadu memiliki berbagai tujuan penting. Pertama, hal ini memanfaatkan sumber daya lokal dengan mengoptimalkan limbah pertanian, sehingga mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Selain itu, biochar dapat meningkatkan kualitas tanah dengan memperbaiki struktur dan kesuburan, serta meningkatkan kapasitas tukar kation dan retensi air. Dengan cara ini, biochar mendukung pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mendukung perkembangan akar, yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil panen jagung. Penggunaan biochar juga dapat mengurangi kebutuhan pupuk kimia, karena dapat meningkatkan efektivitas pupuk yang digunakan.

1.5 Manfaat

Penggunaan biochar dari bonggol jagung dalam pertanian menawarkan berbagai manfaat yang signifikan. Pertama, biochar dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan meningkatkan kandungan nutrisi dan kapasitas tukar kation, menjadikan tanah lebih subur. Selain itu, biochar membantu tanah dalam menahan air lebih baik, yang mengurangi kebutuhan irigasi dan mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mendukung pertumbuhan akar, biochar berkontribusi pada hasil panen yang lebih baik. Manfaat lainnya termasuk pengurangan kebutuhan akan pupuk kimia, karena biochar dapat meningkatkan efektivitas pupuk yang digunakan, serta mendorong aktivitas mikroorganisme bermanfaat yang meningkatkan kesehatan tanah. Biochar juga berperan dalam mengurangi erosi tanah dengan meningkatkan stabilitas agregat, serta mendukung penyimpanan karbon jangka panjang yang membantu mengurangi jejak karbon. Selain itu, biochar membantu tanaman bertahan dalam kondisi stres, seperti kekeringan atau serangan hama. Yang tak kalah penting, penggunaan biochar memanfaatkan bonggol jagung yang merupakan limbah, mengubahnya menjadi sumber daya yang bermanfaat. Secara keseluruhan, integrasi biochar dalam praktik pertanian mendukung keberlanjutan, dengan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan produktivitas.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Jagung merupakan salah satu serealia yang strategis dan bernilai ekonomi serta memiliki peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber pakan dan sumber karbohidrat dan protein utama setelah beras. Namun, ada banyak masalah yang menghalangi produksi jagung dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan nasional (Wahyudin *et al.* 2016). *Zea mays* L., tanaman serial yang memiliki banyak spesies dan variabilitas genetik, tumbuh hampir di seluruh dunia. Tanaman jagung memiliki kemampuan untuk menghasilkan genotif baru yang dapat menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi lingkungan. Jika kebutuhan jagung yang semakin meningkat tidak diimbangi dengan upaya untuk meningkatkan produksinya, Indonesia akan menjadi salah satu pengimpor jagung (Asroh *et al.* 2015).

Luas areal pertanaman jagung menduduki urutan kedua setelah padi, dengan luas hanya sebesar 30% dibandingkan dengan komoditas padi. Ketersediaan pangan dapat dilihat dari tingkat produksi yang ada. Dengan produksi jagung sebesar 1,94% dari total produksi jagung global, Indonesia berada di antara sepuluh negara produsen jagung terbesar di dunia. Produksi jagung Indonesia rata-rata 15,44 juta ton per tahun (Saijo 2022). Jagung (*Zea mays* L.) sangat penting untuk pertanian dan merupakan sumber karbohidrat kedua setelah beras. Jagung telah digunakan sebagai makanan pokok di beberapa wilayah di Indonesia sebagai pengganti beras dan juga digunakan sebagai pakan ternak dan bahan baku industri. Masyarakat memanfaatkan jagung sebagai sumber protein penting. Jagung mengandung komponen pangan fungsional, seperti isoflavon, asam lemak esensial, serat pangan yang diperlukan untuk kesehatan, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Ca, dan Fe), antosianin, betakaroten (provitamin A), dan komposisi asam amino esensial (Rohani *et al.* 2021).

2.2 Biochar

Biochar adalah bahan karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa. Proses ini tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga meningkatkan kualitas tanah. Menurut Sari *et al.* (2021), biochar dapat meningkatkan kapasitas retensi air dan nutrisi tanah yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Penambahan biochar ke dalam tanah telah terbukti memberikan banyak manfaat, termasuk peningkatan aktivitas mikroba, peningkatan pH tanah, dan pengurangan kebutuhan pupuk kimia. Hasil penelitian oleh Santoso dan Rahmawati (2020) menunjukkan bahwa biochar dapat meningkatkan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium (NPK) dalam tanah yang berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman.

Jagung (*Zea mays*) adalah salah satu tanaman pangan utama yang sangat sensitif terhadap kondisi tanah. Penelitian oleh Prabowo *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penambahan biochar pada fase vegetatif jagung meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun, serta memperbaiki kualitas tanah. Biochar berfungsi sebagai reservoir nutrisi sehingga memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman.

Pada penelitian oleh Mardiana dan Setiawan (2023) di lahan pertanian marginal menunjukkan bahwa penggunaan biochar dapat meningkatkan produktivitas jagung hingga 30%. Hal ini menandakan potensi besar biochar dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. Di sisi lain, penggunaan biochar juga menghadapi beberapa tantangan seperti ketersediaan bahan baku dan biaya produksi. Namun, dengan meningkatnya kesadaran akan pertanian berkelanjutan, prospek penggunaan biochar di Indonesia sangat cerah terutama dalam meningkatkan kualitas tanah dan hasil pertanian.

BAB III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Produksi pembuatan biochar dilaksanakan di CPR9+356 Cibanteng, Bogor, Regency, West java. Uji biochar pada pertumbuhan tanaman jagung dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB, Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor, Jawa Barat. Produksi berlangsung pada Bulan Oktober sampai dengan Desember 2024.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah karung, timbangan, tong pembakaran biochar, cerbong saluran, termometer digital, kored, penggaris, anjir. Bahan yang digunakan adalah tongkol jagung.

3.3 Metode Pengujian Aplikasi

Sumber data berupa literatur dalam bentuk elektronik yang memiliki kaitan dengan tujuan dan objek penulisan, literatur elektronik berupa jurnal-jurnal, skripsi dan sumber yang relevan tersebut untuk menyimpulkan hasil dan memberikan saran.

3.4 Analisis Data

Data dianalisis dengan cara deskriptif- kuratif, yang dilakukan pada data dalam periode tertentu yaitu saat pengumpulan data berlangsung dan setelah pengumpulan, pada produksi dilakukan proses pemilihan, pengolahan dan perumusan bahasan dari data yang mendukung kerangka berfikir mengenai potensi limbah tongkol jagung yang dimanfaatkan sebagai pembenah tanah dalam bentuk biochar

3.5 Proses Produksi Biochar

Menurut Iskandar dan Rofiatin. 2017. Tahapan pembuatan biochar meliputi: penjemuran, pembakaran, penggilingan dan pengayakan. Untuk pembuatan biochar dari tongkol jagung yang kita lakukan berupa :

1. Pemilihan bahan baku (feedstock)

Bahan biomassa dari jagung berupa tongkol jagung yang dipilih sebagai bahan baku produksi biochar. Keringkan dan hancurkan biomassa tersebut, disesuaikan dengan jenisnya. Hal ini penting untuk memastikan hasil biochar yang maksimal.

2. Pengeringan

Biochar dikeringkan untuk menghasilkan material berkualitas dan mengefisienkan waktu pemanasan, tongkol jagung dikeringkan terlebih dahulu hingga kadar airnya mencapai 10-15 %. Tongkol jagung dijemur dibawah matahari untuk mengurangi kadar airnya (gambar 2 a).

3. Pirolisis

Pembuatan biochar dilakukan pada tong pyrolisis yang disusun secara sistematis (gambar 1). Tong pyrolisis di isi dengan arang dan bahan bakar sebagai starter pembakaran. Arang dinyalakan dengan api untuk membakar bahan bakar. pembakaran berlangsung juga di iringi dengan menyalakan blower pendorong agar pembakaran berlangsung cepat, dengan mengatur tingkat kecepatan sampai pada suhu di ruang pembakaran mencapai 444°C. Biomassa dipanaskan oleh panas yang dihasilkan dari panas pembakaran dalam kondisi oksigen terbatas. Pemanasan tidak langsung tersebut menguraikan dan menstabilkan karbon terkandung dalam biomassa, menghasilkan zat kaya karbon yang siap digunakan. Setelah satu jam, tong pirolisis biochar dibuka untuk mengeluarkan biochar ke dalam barel penampungan. Biarkan biochar untuk mendingin.



Gambar 1 Tong Pembakaran Biochar

4. Penghalusan arang biochar

Setelah didiamkan hingga dingin, biochar yang masih berupa arang dapat dihaluskan dengan cara ditumbuk agar bentuknya menjadi lebih kecil dan teksturnya menjadi lebih halus sehingga mudah diaplikasikan pada tanah.



Gambar 2 Tongkol jagung: (a) tongkol, (b) biochar

5. Penambahan Unsur hara pada biochar

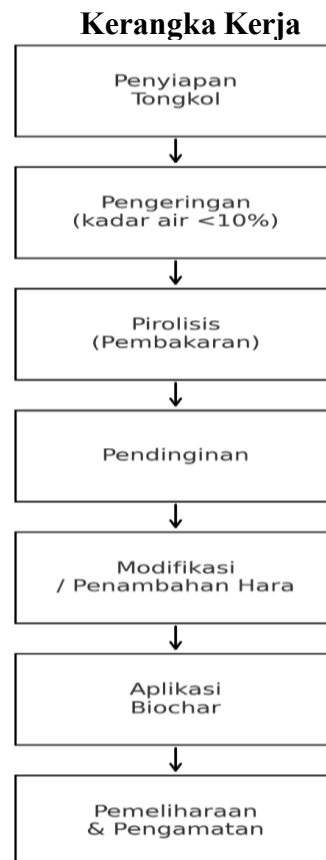
Biochar dicampurkan dengan kompos yang terbuat dari serasah jagung dengan tambahan pupuk kandang untuk “mengisi” pori biochar dengan unsur hara, sehingga meningkatkan kemampuannya untuk membantu tanaman untuk tumbuh subur.

6. Pengaplikasian

Setelah diproduksi, biochar dapat dikubur atau ditebar di atas tanah, yang terdapat tanaman jagung.

7. Pemeliharaan dan pengamatan

Pemeliharaan lahan jagung yang telah ditanami baik dengan penyiangan, pemupukan dan penyiraman. Pemilihan tanaman sampel untuk pengamatan vegetatif pertumbuhan tanaman, yaitu 5 tanaman sampel pada tanah yang diaplikasikan biochar dan 5 tanaman sampel untuk tanah yang tidak diaplikasikan biochar. Tanaman sampel sebagai perbandingan dalam melihat efektivitas biochar sebagai pembenah tanah untuk mendukung pertumbuhan jagung.



Gambar 3. Prosedur alur produksi

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Berikut tabel perhitungan Input dan Output, serta Rencana Anggaran Biaya sistem budidaya monokultur komoditas Jagung.

Tabel 1 Input sistem budidaya monokultur komoditas Jagung

No	Keterangan	Kebutuhan (1 ha)	Harga satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1.	Benih jagung	20 kg	75.000	1.500.000
3	Pupuk Organik	15000 kg	3.000	45.000.000
4	Pupuk Anorganik			
	-Urea	300 kg	15.000	4.500.000
	-SP-36	150 kg	3.000	450.000
	-KCl	100 kg	6.000	600.000
	Total Pupuk	500 kg	24.000	5.550.000
5	Kapur	750 kg	3.000	2.250.000
6	Furadan	20 kg	30.000	600.000
7	Tenaga Kerja			
	- pembersihan dan pengolahan lahan	5 HOK	120.000	600.000
	-penanaman	3 HOK	120.000	360.000
	-pemeliharaan	10 HOK	120.000	1.200.000
	-panen	10 HOK	120.000	1.200.000
	-pasca panen	8 HOK	120.000	960.000
	Total Tenaga Kerja	36 HOK	600.000	4.320.000
TOTAL				64.590.000

Tabel 2 Output budidaya monokultur jagung

No	Keterangan	Produk (1 ha)	Unit	Harga satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1.	Produk primer Jagung	7	ton	10.000/kg	70.000.000
2.	Biochar	780	kg	13.000	10.140.000
3.	Brangkasan	4,5	ton	-	-
TOTAL					80.140.000

Input Internal dan Output Budidaya Monokultur Jagung

Kebutuhan biji jagung dalam satu ha adalah 20 kg dengan harga per kilo adalah Rp 20.000, Pupuk organik yang dibutuhkan untuk jagung satu ha adalah 15.000 kg dengan biaya total Rp 45.000.000. Dan pupuk anorganik yang tidak kalah penting. Biochar yang digunakan dalam satu ha sekitar 780 kg dengan harga total sebesar Rp 10.140.000. Kebutuhan untuk tenaga kerja pembersihan dan pengolahan lahan sekitar 5 orang dengan biaya sebesar Rp 120.000/HOK, untuk penanaman dan pemeliharaan sekitar 13 orang dengan biaya keseluruhan Rp 1.560.000, Sedangkan panen sampai pasca panen dibutuhkan sekitar 18 orang dengan biaya total sebesar Rp 2.160.000 sehingga total biaya tenaga kerja yang dibutuhkan adalah Rp 4.320.000. Tingkat keterpaduan budidaya jagung berdasarkan input internal dari biochar jagung sebagai pengganti input eksternal NPK dapat dilihat sebagai berikut

Ketersediaan Biochar/ha

1 ha menghasilkan 53.333 bonggol Berat rata-rata bonggol = 50g

Jadi 1 ha menghasilkan $53.333 \times 50g = 2.666kg$ Biochar yang dihasilkan yaitu 30% dari hasil maka $2.666 kg \times 30\% = 799,8kg$ atau 800kg

Kekurangan N

Kebutuhan N jagung = 300 kg/ha Harga urea/kg = 15.000

Harga 300kg = $300 \times 15.000 = 4.500.000$

Kandungan N = 0,78%

Total N = $800kg \times 0,78 = 6,24 kg$ Harga 6,24 kg = 93.600

Kekurangan N = $300 - 6,24 = 293,74$

Harga kg N = $293,64 \times 15.000 = 4.404.500$

Kekurangan P

Kebutuhan P jagung = 150 kg/ha Harga SP-36/kg = 3.000

Harga 100kg = $150 \times 3.000 = 450.000$

Kandungan P = 0,99%

Total P = $800kg \times 0,99 = 7,92 kg$ Harga 7,92 kg = 23.760

Kekurangan P = $150 - 7,92 = 142,08$

Harga kg SP-36 = $142,08 \times 3.000 = 426.240$

Kekurangan K

Kebutuhan K jagung = 100 kg/ha Harga urea/kg = 6.000

Harga 150kg = $100 \times 6.000 = 600.000$

Kandungan K = 4,29%

Total K = $800\text{kg} \times 4,29 = 34,32 \text{ kg}$ Harga 34,32 kg = 205.920

Kekurangan K = $100 - 34,32 = 65,68$

Harga kg KCL = $65,68 \times 6.000 = 394.080$

Perhitungan Keterpaduan Biaya

Keterpaduan = $\text{input internal} / (\text{input internal} + \text{input eksternal})$

Keterpaduan = $323.280 / (323.280 + 5.550.000) = 323.280 / (5.873.280) = 5,50\%$.

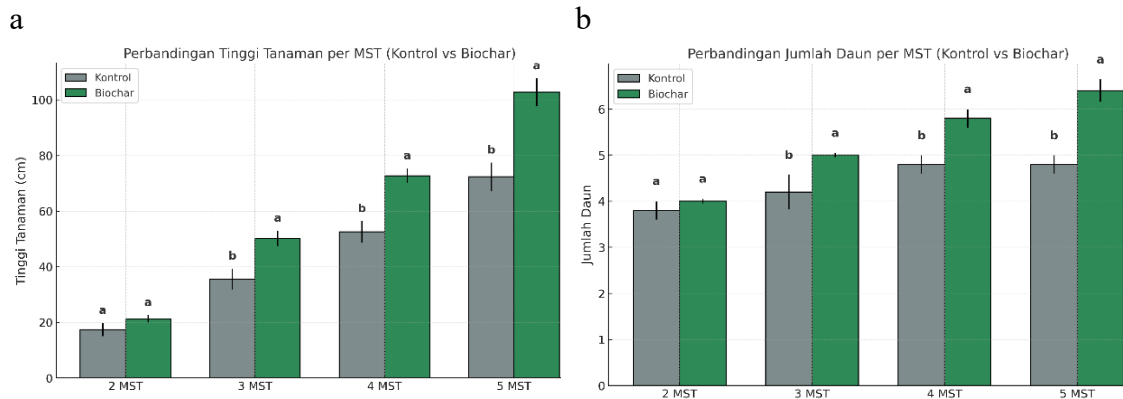
Keterpaduan biaya sebesar 5,50% menunjukkan bahwa sistem usaha tani baru mencapai tahap awal integrasi sumber daya internal, dengan potensi pengembangan menuju sistem yang lebih berkelanjutan dan mandiri.

Pembahasan

Penambahan biochar dalam budidaya jagung semakin banyak diterapkan untuk memperbaiki kualitas pertumbuhan tanaman, khususnya selama fase vegetatif, karena biochar berfungsi sebagai penstabil unsur hara, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan retensi air. Biochar yang diperoleh dari sisa tanaman melalui pirolisis (pembakaran tanpa oksigen) mengandung C-organik (21,77%), N (0,78%), P (0,99%) dan K (4,29%), sehingga dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan ketersediaan mikro-unsur di zona perakaran (Setiawan dan Widodo 2020).

Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan Biochar secara konsisten meningkatkan parameter vegetatif (2–5 MST; masing-masing 21.28, 50.20, 72.70, 102.72 cm) dibanding kontrol (17.40, 35.60, 52.60, 72.40 cm), dan perbedaan tinggi menjadi signifikan mulai 3 MST (ANOVA RAK: 2 MST $p = 0.253$; 3 MST $p = 0.0287$; 4 MST $p = 0.0117$; 5 MST $p = 0.0170$). Demikian juga, rata-rata jumlah daun pada Biochar menunjukkan kenaikan bertahap dan mencapai signifikansi pada pengamatan lanjut (4–5 MST: ANOVA RAK $p = 0.0341$ dan $p = 0.0028$, masing-masing). Uji lanjut menunjukkan bahwa perbedaan Biochar lebih besar dari Kontrol bermakna untuk tinggi tanaman pada 3–5 MST dan untuk jumlah daun pada 4–5 MST (Gambar 3). Visualisasi pada gambar 3 memperlihatkan tren efek biochar bersifat bertahap — dampak fisiologis (peningkatan tinggi dan jumlah daun) muncul seiring waktu karena perbaikan kondisi fisik dan kimia tanah yang meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi, bukan semata karena pasokan NPK langsung dari biochar. Perhitungan konversi bonggol jagung → biochar pada skala 1 ha (hasil biochar $\approx 800 \text{ kg}$; N $\approx 6.24 \text{ kg}$; P $\approx 7.92 \text{ kg}$; K $\approx 34.32 \text{ kg}$) menunjukkan bahwa biochar saja hanya menyediakan sebagian kecil kebutuhan nutrisi jagung (sekitar ~5–

6% dari kebutuhan NPK menurut perhitungan yang disajikan), sehingga biochar lebih cocok berfungsi sebagai pembenah yang meningkatkan efisiensi pemupukan—bukan sebagai pengganti pupuk kimia sepenuhnya (Sutrisno *et al.* 2021; Gunawan dan Santoso 2019). Dengan demikian, rekomendasi praktik dari hasil ini adalah pemupukan terpadu: kombinasikan biochar sebagai agen pembenah tanah dengan pupuk (organik/kimia) dan/atau inokulan mikroba untuk menjamin ketersediaan nutrisi yang cukup selama fase vegetatif dan memaksimalkan hasil panen.



Gambar 4. Tingkat Pertumbuhan Tanaman Jagung (2-5) MST: (a) Tinggi Tanaman, (b) Jumlah daun

KESIMPULAN

1. Usaha tani ini layak secara finansial. Dengan total biaya input sebesar Rp 64.590.000 dan total output mencapai Rp 80.140.000 (termasuk penjualan biochar), dihasilkan keuntungan bersih sebesar Rp 15.550.000 per hektar.
2. Aplikasi biochar secara signifikan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan biochar mencapai 102,72 cm pada 5 MST, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol yang hanya 72,4 cm. Selain itu, jumlah daun meningkat dari rata-rata 6,8 helai (kontrol) menjadi 9,4 helai pada perlakuan biochar, menunjukkan peningkatan aktivitas fotosintetik dan vigor tanaman.
3. Meskipun memberikan efek positif terhadap pertumbuhan tanaman, biochar hanya mampu mensubstitusi sekitar 5,50% dari total kebutuhan nutrisi makro (NPK) jagung. Kombinasi biochar dan pupuk anorganik tetap diperlukan untuk mencapai keseimbangan antara produktivitas tinggi dan efisiensi penggunaan pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroh A, Nuralili, Fahrulrozi. 2015. Produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada berbagai jarak tanam di tanah ultisol. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 4(1): 66-70.
- Amalina, A. D., Yuliyanti, P. D., Putra, E. R., Ni'mah, R. I., & Azizah, L. (2024). Peran biochar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan retensi air. *Hibrida: Jurnal Pertanian, Peternakan, Perikanan*, 2(2), 81-90.
- Gunawan R, Santoso H. 2019. Pengaruh biochar dan pupuk kimia terhadap pertumbuhan jagung di lahan marginal. *Jurnal Agronomi*. 17(3):101-107.
- Iskandar T, Rofiatin U. 2017. Karakteristik biochar berdasarkan jenis biomassa dan parameter proses pyrolysis. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(1), 28-35.
- Mardiana D, Setiawan A. 2023. Pengaruh biochar terhadap pertumbuhan dan hasil jagung di lahan marginal. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 15(2): 102-110.
- Mautuka ZA, Maifa A, Karbeka M. Pemanfaatan biochar tongkol jagung guna perbaikan sifat kimia tanah lahan kering. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. 8(1): 201-208.
- Prabowo A, Sari R, Kusuma W. 2022. Efektivitas penambahan biochar pada pertumbuhan jagung. *Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan*. 14(1): 45-53.
- Rohani, Ruswandi D, Syafi'i M, Saputro NW. 2021. Identifikasi karakteristik morfologi jagung hibrida UNPAD dengan sistem tumpangsari tanaman jagung (*Zea mays* L) dengan kedelai (*Glycine max* L.) dan ubi jalar (*Ipomea batatas* L.). *Agrohita Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian*. 6(2): 185-190.
- Saijo. 2022. Teknologi peningkatan kualitas hasil panen jagung (*Zea mays* L.) di lahan berpasir. *Jurnal Planta Simbiosa*. 4(2): 63-73.
- Santoso R, Rahmawati S. 2020. Biochar sebagai pupuk organik: dampak terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 18(3): 213-220.
- Sari PD, Puri WA, Hanum D. 2018. Delignifikasi bonggol jagung dengan metode microwave alkali. *Agrika*. 12(2).
- Sari R, Anwar R, Taufiq M. 2021. Karakteristik biochar dan potensinya dalam pertanian. *Jurnal Sains Tanah*. 16(2): 67-75.
- Setiawan A, Widodo B. 2020. Efek penambahan biochar pada kesuburan tanah dan pertumbuhan jagung. *Jurnal Ilmu Tanah Indonesia*. 12(1):56-65.
- Sihotang T, Rauf A. 2018. Pengaruh pemberian biochar dari beberapa bahan baku dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di lahan sawah. *Jurnal Mantik Penus*. 2(2): 206–211.
- Sukmawati. 2020. Bahan organik menjanjikan dari biochar tongkol jagung, cangkang dan tandan kosong kelapa sawit berdasarkan sifat kimia. *Jurnal Agrolantae*. 9(2):82-94
- Sutrisno A, Lestari I, Pratama R. 2021. Pemanfaatan biochar dalam pertanian ramah lingkungan untuk peningkatan hasil panen jagung. *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 14(1):78-85.
- Vici IP, Mukhlis BH. 2017. Pemberian beberapa jenis biochar untuk memperbaiki sifat kimia tanah ultisol dan pertumbuhan tanaman jagung. *Agroekoteknologi*.

5(4):824–828.

Wahyudin A, Ruminta, Nursaripah SA. 2016. Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Jurnal Kultivasi*. 15(2): 86-91.

Wahyuni S., Kadarwati S, Aprilia, R. (2023). Biofertilizer berbasis biochar untuk remediasi lahan pertanian Indonesia. *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*. (2).

Yulianingsih, Eni, Ali P. Emisi gas rumah kaca dari pengelolaan kotoran ternak dan biogas greenhouse gas emissions from manure management and biogas. 2019.

LAMPIRAN



FGD



Brainstorming



Pengumpulan Bahan Baku



Pengumpulan Bahan Baku



Biochar Siap Aplikasi



Pengamatan Respon Tanaman