



Aplikasi Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kotoran Sapi Diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt)

Ahmad Ridho Alfajri¹, Suryani Sajar^{2*}, Tri Yaninta Ginting³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

^{2,3}Staf Pengajar Studi Agroteknologi Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

*Penulis Korespondensi: suryanisajar@dosen.pancabudi.ac.id

Abstract. This study was conducted at the Gelugur Rimbun Experimental Field of Universitas Pembangunan Panca Budi, located in Hamlet 3, Sampe Cita Village, Kutalimbaru District, Deli Serdang Regency, North Sumatra Province, Indonesia. The experiment employed a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of two treatment factors. The first factor was oil palm stem biochar applied at four dosage levels: 0, 0.5, 1.0, and 1.5 kg plant⁻¹, while the second factor was cattle manure enriched with cassava plant residues applied at four dosage levels: 0, 1.5, 2.0, and 2.5 kg plant⁻¹. Each treatment combination was replicated three times. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level. The observed variables included plant height, leaf number, stem diameter, husked ear diameter, husked ear weight, unhusked ear weight, shoot dry weight, and root dry weight. The application of oil palm stem biochar and cattle manure enriched with cassava plant residues significantly improved plant height, leaf number, stem diameter, husked ear weight, unhusked ear weight, shoot dry weight, and root dry weight, but had no significant effect on husked ear diameter. Moreover, no significant interaction was observed between the two treatment factors for any of the measured variables.

Keywords: Biochar; Cassava Plant Residues; Cattle Manure; Oil Palm Stem; Sweet Corn.

Abstrak. Penelitian ini dilaksanakan dilahan Gelugur Rimbun lahan penelitian Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Di Dusun 3 desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri atas 2 faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu dosis biochar batang kelapa sawit yang terdiri atas 4 perlakuan yaitu 0 Kg, 0,5 Kg, 1 Kg, 1,5 Kg / Tanaman Faktor kedua yaitu pupuk kotoran sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu yang terdiri atas 4 perlakuan yaitu 0 Kg, 1,5 Kg, 2 Kg, 2,5 Kg. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Anova dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (cm), diameter tongkol berkelobot (cm), berat tongkol berkelobot (cm), berat tongkol tanpa kelobot (cm), berat kering tajuk (g), berat kering akar (g). Pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, berat tongkol berkelobot, berat tongkol tanpa kelobot, berat kering tajuk, dan berat kering akar, tetapi tidak berpengaruh nyata pada diameter tongkol berkelobot. Interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati.

Kata Kunci: Batang Kelapa Sawit; Biochar; Jagung; Kandang Sapi; Limbah Ubi Kayu.

1. LATAR BELAKANG

Jagung manis (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas pangan yang memiliki peranan penting di Indonesia karena bernilai ekonomi tinggi dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan segar maupun olahan. Permintaan terhadap jagung manis terus meningkat seiring perubahan preferensi konsumen. Data Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa produksi jagung nasional mencapai 14,46 juta ton pada tahun 2023 dan diproyeksikan meningkat hingga sekitar 15,5 juta ton pada tahun 2025. Hal tersebut menunjukkan bahwa komoditas jagung masih memiliki prospek yang baik serta peluang besar untuk terus

meningkatkan produktivitas, termasuk pada budidaya jagung manis.

Rendahnya produktivitas jagung pada lahan ultisol dan lahan terdegradasi umumnya dipengaruhi oleh kondisi tanah yang kurang subur, kandungan bahan organik yang rendah, serta kemampuan tanah dalam menyimpan unsur hara yang terbatas. Salah satu upaya yang banyak dikembangkan untuk memperbaiki kondisi tersebut adalah aplikasi biochar. Biochar merupakan bahan kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa organik dan berfungsi meningkatkan kualitas serta kesuburan tanah. Efektivitas penggunaannya sering ditingkatkan melalui kombinasi dengan pupuk organik, seperti pupuk kandang sapi.

Pemanfaatan biochar berbahan biomassa kelapa sawit telah berkembang luas di Indonesia, dengan sumber utama berupa tandan kosong dan batang kelapa sawit yang mengalami proses karbonisasi. Material ini berfungsi sebagai amelioran yang mampu mengoptimalkan kapasitas tukar kation, memperbaiki tatanan fisik tanah, meningkatkan kapasitas retensi lengas, serta mengonservasi unsur hara agar tidak mudah terdepleksi. Annisa (2022) mengungkapkan bahwa biochar biomassa kelapa sawit memiliki prospek yang baik sebagai amandemen tanah pada ekosistem tropis. Implementasinya juga sering disinergikan dengan pupuk kandang sapi untuk meningkatkan kualitas media tumbuh.

Pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan biochar mampu meningkatkan ketersediaan bahan organik dan efisiensi serapan N, P, serta K. Juhari (2021) mengatakan bahwa kombinasi biochar tandan kelapa sawit dan pupuk kandang sapi memberikan peningkatan nyata terhadap bobot, panjang, dan diameter tongkol jagung dibandingkan perlakuan kontrol.

Penggunaan batang dan kulit ubi kayu (*Manihot esculenta*) sebagai bahan tambahan pada pupuk kandang menjadi salah satu pendekatan untuk meningkatkan kualitas pupuk organik. Keberadaan bahan organik dan karbon dalam jumlah relatif tinggi menyediakan media yang mendukung metabolisme mikroorganisme pengurai. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa penambahan limbah tersebut mampu memperbaiki karakteristik kompos melalui keseimbangan rasio C:N yang lebih ideal serta menghasilkan bahan organik yang terdegradasi secara lebih menyeluruh.

2. KAJIAN TEORITIS

Biochar batang kelapa sawit merupakan pembenah tanah yang mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, serta mengurangi kehilangan unsur hara. Karakteristik tersebut mendukung perkembangan akar dan meningkatkan efisiensi penyerapan hara sehingga pertumbuhan serta hasil jagung manis menjadi lebih baik (Hombing et al.,

2023a).

Pupuk kotoran sapi yang diperkaya limbah tanaman ubi kayu berfungsi sebagai sumber bahan organik dan unsur hara yang mampu meningkatkan kesuburan tanah. Kombinasi pupuk organik dengan biochar memberikan efek sinergis dalam memperbaiki kondisi tanah, meningkatkan ketersediaan hara, serta mendukung pertumbuhan dan produksi jagung manis secara optimal (Putri, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dilahan Gelugur Rimbun lahan penelitian Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Di Dusun 3 desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri atas 2 faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu dosis biochar batang kelapa sawit yang terdiri atas 4 perlakuan yaitu 0 Kg, 0,5 Kg, 1 Kg, 1,5 Kg / Tanaman Faktor kedua yaitu pupuk kotoran sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu yang terdiri atas 4 perlakuan yaitu 0 Kg, 1,5 Kg, 2 Kg, 2,5 Kg. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Anova dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%.. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (cm), diameter tongkol berkelobot (cm), berat tongkol berkelobot (cm), berat tongkol tanpa kelobot (cm), berat kering tajuk (g), berat kering akar (g).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman umur 2, 3, 4, 5 dan 6 MST. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 2, 3, 4, 5 dan 6 MST.

Tabel 1. Rataan Tinggi Tanaman Umur 2, 3, 4, 5 dan 6 MST dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
Biochar Batang Kelapa Sawit					
B0 (0 kg/plot)	22,78 d	32,05 d	41,56 d	47,44 b	54,34 d
B1 (0,5 kg/plot)	24,31 c	37,05 c	44,13 c	48,85 b	59,24 c
B2 (1 kg/plot)	25,76 b	40,23 b	45,62 b	51,79 a	62,62 b
B3 (1,5 kg/plot)	26,69 a	42,72 a	47,09 a	49,27 b	64,57 a

Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu								
S0 (0 kg/plot)	22,05	d	35,61	d	40,61	d	42,97	d
S1 (1,5 kg/plot)	24,21	c	37,37	c	43,12	c	47,38	c
S2 (2 kg/plot)	25,96	b	38,70	b	46,02	b	51,44	b
S3 (2,5 kg/plot)	27,33	a	40,36	a	48,65	a	55,56	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 1 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pada umur 6 MST tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (64,57 cm) yang berbeda nyata dengan B₂ (62,62 cm), B₁ (59,24 cm) dan B₀ (54,34 cm). Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan biochar batang kelapa sawit diduga biochar mampu mempertahankan ketersediaan unsur nitrogen (N) di dalam tanah. Nitrogen yang memadai mendukung pembentukan klorofil, pembelahan, dan pemanjangan sel sehingga pertumbuhan vegetatif, terutama tinggi tanaman mengalami peningkatan (Tarigan & Nelvia, 2020).

Data pada Tabel 1 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman pada umur 6 MST tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (66,60 cm) yang berbeda nyata dengan S₂ (61,77 cm), S₁ (59,09 cm) dan S₀ (53,31 cm). Dosis 2,5 kg/plot (S₃) memberikan hasil terbaik ini disebabkan adanya kandungan unsur hara N pada pupuk kotoran sapi yang membantu dalam pembentukan klorofil sehingga meningkatkan penyerapan energi cahaya yang berlangsung lebih baik pada laju fotosintesis. Fotosintat yang dihasilkan kemudian dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan vegetatif. Selain itu, nitrogen juga merupakan penyusun utama protein dan enzim yang berperan dalam berbagai proses metabolisme tanaman sehingga mampu menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal (Kautsar et al., 2026).

Pupuk kotoran sapi berfungsi sebagai sumber utama nitrogen yang dilepaskan secara bertahap selama proses mineralisasi, sedangkan limbah tanaman ubi kayu menambah bahan organik yang mendukung aktivitas mikroorganisme tanah sehingga proses dekomposisi dan pelepasan nitrogen berlangsung lebih efektif. Pemanfaatan limbah ubi kayu sebagai pupuk organik mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki aktivitas mikroba, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga efisiensi pemupukan dan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (Cerya et al., 2024).

Jumlah Daun (cm)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun umur 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 MST. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak

berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 MST.

Tabel 2. Rataan Jumlah Daun umur 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 MST dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)					
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
Biochar Batang Kelapa Sawit						
B0 (0 kg/plot)	1,46 b	3,58 d	4,83 d	6,00 d	6,98 d	7,94 b
B1 (0,5 kg/plot)	1,75 a	4,08 c	5,40 c	7,02 c	8,04 c	8,35 b
B2 (1 kg/plot)	1,81 a	4,50 b	5,88 b	7,50 b	8,52 b	9,58 a
B3 (1,5 kg/plot)	1,88 a	4,65 a	6,10 a	7,88 a	9,29 a	10,31 a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu						
S0 (0 kg/plot)	1,56 b	3,29 d	4,27 d	5,29 d	6,58 d	7,60 b
S1 (1,5 kg/plot)	1,73 a	4,06 c	5,13 c	6,54 c	7,54 c	8,54 b
S2 (2 kg/plot)	1,75 a	4,46 b	6,08 b	7,83 b	8,73 b	9,77 a
S3 (2,5 kg/plot)	1,85 a	5,00 a	6,73 a	8,73 a	9,98 a	10,27 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 2 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun pada umur 6 MST tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (10,31 helai) yang tidak berbeda nyata dengan B₂ (9,58 helai), namun berbeda nyata dengan B₁ (8,35 helai) dan B₀ (7,94 helai). Pemberian biochar batang kelapa sawit dosis 1,5 kg/plot menghasilkan jumlah daun tertinggi karena mampu memperbaiki ketersediaan air tanah sehingga proses pembentukan daun berlangsung lebih optimal. Biochar memiliki struktur berpori yang meningkatkan kapasitas tanah menahan air, menjaga kelembapan di sekitar perakaran, serta mengurangi kehilangan air akibat perkolasi. Hal tersebut membuat akar mampu menyerap air secara lebih kontinu sehingga tekanan turgor sel tetap terjaga. Turgor yang stabil berperan penting dalam proses pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan meristem pucuk sebagai tempat terbentuknya daun baru. Penjelasan ini sejalan dengan Hombing et al. (2023) yang menyatakan bahwa biochar berfungsi sebagai pembenah tanah yang meningkatkan retensi air sehingga lingkungan perakaran menjadi lebih kondusif bagi pertumbuhan vegetatif tanaman.

Data pada Tabel 2 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun pada umur 6 MST tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (10,27 helai) yang tidak berbeda nyata dengan S₂ (9,77 helai), namun berbeda nyata dengan S₁ (8,54 helai) dan S₀ (7,60 helai). Bertambahnya jumlah daun pada perlakuan pupuk kotoran sapi yang diperkaya limbah tanaman ubi kayu dipengaruhi oleh sinergi kedua bahan organik tersebut dalam menyuplai unsur nitrogen (N). Pupuk kotoran sapi berperan sebagai sumber nitrogen yang dilepaskan secara bertahap selama proses mineralisasi, sedangkan limbah

tanaman ubi kayu turut menyumbangkan nitrogen sehingga mampu meningkatkan pasokan hara bagi tanaman. Menurut Yuanita (2020), pupuk organik yang berasal dari limbah kulit ubi kayu memiliki kandungan nitrogen total sebesar 1,20%, yang menunjukkan bahwa limbah ubi kayu berpotensi menjadi sumber nitrogen bagi tanaman. Unsur nitrogen tersebut dimanfaatkan dalam pembentukan klorofil, sintesis protein, serta pembelahan sel pada jaringan meristem sehingga pembentukan daun berlangsung lebih aktif dan jumlah daun meningkat.

Diameter Batang (cm)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang.

Tabel 3. Rataan Diameter Batang dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Diameter Batang (cm)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B ₀ (0 kg/plot)	8,16	d
B ₁ (0,5 kg/plot)	10,05	c
B ₂ (1 kg/plot)	11,00	b
B ₃ (1,5 kg/plot)	13,21	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S ₀ (0 kg/plot)	9,84	b
S ₁ (1,5 kg/plot)	10,48	b
S ₂ (2 kg/plot)	10,75	b
S ₃ (2,5 kg/plot)	11,46	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 3 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (13,21 cm) yang berbeda nyata dengan B₂ (11,00 cm), B₁ (10,05 cm) dan B₀ (8,16 cm). Diameter batang jagung yang lebih besar pada perlakuan biochar batang kelapa sawit disebabkan kemampuan biochar dalam memperbaiki kondisi tanah sehingga unsur hara lebih mudah tersedia dan diserap oleh tanaman sehingga mendukung pembentukan jaringan vegetatif termasuk batang yang proses pembelahan dan pembesaran selnya berlangsung lebih optimal. (Tarigan & Nelvia, 2020) menyatakan bahwa biochar mampu memperbaiki agregat dan porositas tanah serta meningkatkan pH, C-organik, P tersedia, kapasitas tukar kation (KTK), dan ketersediaan unsur hara seperti Ca, K, dan N yang mendukung pertumbuhan tanaman.

Data pada Tabel 3 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (11,46 cm) yang berbeda nyata dengan S₂ (10,75 cm), S₁ (10,48 cm) dan S₀ (9,84 cm). Meningkatnya diameter batang pada perlakuan pupuk kotoran sapi yang diperkaya limbah tanaman ubi kayu diduga dipengaruhi oleh peran fosfor (P) dalam menunjang aktivitas metabolisme tanaman. Unsur fosfor yang berasal dari pupuk kotoran sapi dan didukung oleh proses dekomposisi limbah tanaman ubi kayu dimanfaatkan dalam transfer energi, pembentukan jaringan baru, serta perkembangan akar. Aktivitas tersebut meningkatkan efisiensi penyerapan air dan hara yang selanjutnya mendukung akumulasi biomassa pada batang. Akumulasi hasil fotosintesis yang berlangsung secara berkelanjutan menyebabkan pertumbuhan jaringan batang semakin baik sehingga diameter batang mengalami peningkatan (Yusworo, 2023).

Diameter Tongkol Berkelobot (cm)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu serta interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol berkelobot.

Tabel 4. Rataan Diameter Tongkol Berkelobot dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Diameter Tongkol Berkelobot (cm)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B ₀ (0 kg/plot)	5,58	a
B ₁ (0,5 kg/plot)	5,89	a
B ₂ (1 kg/plot)	5,80	a
B ₃ (1,5 kg/plot)	7,54	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S ₀ (0 kg/plot)	5,55	a
S ₁ (1,5 kg/plot)	5,89	a
S ₂ (2 kg/plot)	7,11	a
S ₃ (2,5 kg/plot)	6,26	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 4 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata diameter tongkol berkelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (7,54 cm) dan terendah diperoleh pada perlakuan B₀ (5,58 cm). Paulina & Lumbantoruan (2022) menjelaskan diameter tongkol merupakan salah satu komponen hasil yang sangat dipengaruhi oleh kecukupan akumulasi fotosintat selama fase pembentukan dan pengisian tongkol. Walaupun biochar berperan dalam memperbaiki kondisi tanah serta meningkatkan ketersediaan dan optimalisasi pemanfaatan unsur hara, pengaruh tersebut belum tentu mampu meningkatkan distribusi asimilat ke organ reproduktif apabila kebutuhan hara tanaman pada seluruh taraf

perlakuan relatif telah terpenuhi. Hal tersebut menyebabkan proses pembesaran tongkol berlangsung relatif seragam sehingga diameter tongkol berkelobot tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan.

Data pada Tabel 4 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata diameter tongkol berkelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan di perlakuan S₂ (7,11 cm) dan terendah diperoleh pada perlakuan S₀ (5,55 cm) hal ini disebabkan pasokan unsur kalium (K) yang diterima tanaman pada setiap taraf perlakuan relatif telah mampu memenuhi kebutuhan selama fase pembentukan tongkol, sehingga peningkatan dosis belum memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pembesaran diameter tongkol berkelobot. Menurut Sofyan (2023) kalium berperan dalam mengaktifkan berbagai enzim, mengatur translokasi hasil fotosintesis menuju organ penyimpanan, serta mendukung pengisian tongkol selama fase generatif.

Berat Tongkol Berkelobot (g)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap berat tongkol berkelobot. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol berkelobot.

Tabel 5. Rataan Berat Tongkol Berkelobot dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Berat Tongkol Berkelobot (g)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B ₀ (0 kg/plot)	297,04	b
B ₁ (0,5 kg/plot)	303,42	b
B ₂ (1 kg/plot)	306,04	b
B ₃ (1,5 kg/plot)	341,83	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S ₀ (0 kg/plot)	290,13	c
S ₁ (1,5 kg/plot)	309,46	b
S ₂ (2 kg/plot)	316,38	b
S ₃ (2,5 kg/plot)	332,28	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 5 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata berat tongkol berkelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (341,38 g) yang berbeda nyata dengan B₂ (306,04 g), B₁ (303,42 g) dan B₀ (297,04 g). Fosfor pada biochar batang kelapa sawit berperan penting pada fase generatif tanaman, terutama dalam proses pembentukan dan pengisian tongkol. Ketersediaan P yang lebih baik mendorong translokasi hasil fotosintesis menuju tongkol sehingga akumulasi biomassa meningkat dan menghasilkan berat tongkol

berkelobot yang lebih tinggi. Selain itu, biochar juga mampu menahan unsur hara agar tidak mudah tercuci sehingga penyerapan hara berlangsung lebih efisien selama perkembangan tongkol (Gafur et al., 2020).

Data pada Tabel 5 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata berat tongkol berkelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (332,28 g) yang berbeda nyata dengan S₂ (316,38 g), S₁ (309,46 g) dan S₀ (290,13 g). Berat tongkol berkelobot yang meningkat pada perlakuan pupuk kotoran sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu disebabkan adanya unsur Kalium yang bekerja memperlancar translokasi hasil fotosintesis dari daun menuju tongkol sehingga akumulasi fotosintat pada organ generatif menjadi lebih besar. Selain itu, pengayaan pupuk kotoran sapi dengan limbah tanaman ubi kayu turut menambah bahan organik yang mendukung proses dekomposisi dan pelepasan hara secara bertahap sehingga penyerapan kalium oleh tanaman menjadi lebih efisien. Sunarni et al. (2023) mengatakan ketersediaan kalium yang mencukupi mampu meningkatkan pengisian tongkol dan akumulasi biomassa pada tongkol yang masih terbungkus kelobot, sehingga berat tongkol berkelobot menjadi lebih tinggi.

Berat Tongkol tanpa Kelobot (g)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot.

Tabel 6. Rataan Berat Tongkol tanpa Kelobot dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Berat Tongkol Tanpa kelobot (g)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B ₀ (0 kg/plot)	285,15	b
B ₁ (0,5 kg/plot)	290,13	b
B ₂ (1 kg/plot)	293,06	b
B ₃ (1,5 kg/plot)	329,79	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S ₀ (0 kg/plot)	276,83	c
S ₁ (1,5 kg/plot)	298,54	b
S ₂ (2 kg/plot)	303,83	b
S ₃ (2,5 kg/plot)	318,92	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 6 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata berat tongkol tanpa kelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (329,79 g) yang berbeda nyata dengan B₂ (293,06 g), B₁ (290,13 g) dan B₀ (285,15 g). Berat tongkol tanpa kelobot yang

meningkat pada perlakuan biochar batang kelapa sawit disebabkan oleh meningkatnya proses metabolisme tanaman akibat ketersediaan unsur hara yang lebih baik. Biochar memperbaiki kondisi tanah sehingga penyerapan hara berlangsung lebih efisien dan mendukung pembentukan fotosintat. Hasil fotosintesis kemudian diakumulasikan sebagai bahan kering pada tongkol, sehingga berat tongkol tanpa kelobot meningkat (Mardiyan et al., 2024).

Data pada Tabel 6 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata berat tongkol tanpa kelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (318,92 g) yang berbeda nyata dengan S₂ (303,83 g), S₁ (298,54 g) dan S₀ (276,83 g). Berat tongkol tanpa kelobot yang meningkat pada perlakuan pupuk kotoran sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu sebab meningkatnya kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara. Sinergi kedua bahan organik tersebut memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga penyerapan hara berlangsung lebih optimal dan mendukung pembentukan serta pengisian tongkol. Ningsih et al. (2024) yang menyatakan bahwa bahan organik berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta meningkatkan ketersediaan hara yang mendukung produktivitas tanaman.

Berat Kering Tajuk (g)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tajuk. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot.

Tabel 7. Rataan Berat Kering Tajuk dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Berat Kering Tajuk (g)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B ₀ (0 kg/plot)	27,43	d
B ₁ (0,5 kg/plot)	28,31	c
B ₂ (1 kg/plot)	28,91	b
B ₃ (1,5 kg/plot)	29,88	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S ₀ (0 kg/plot)	27,54	d
S ₁ (1,5 kg/plot)	28,47	c
S ₂ (2 kg/plot)	28,98	b
S ₃ (2,5 kg/plot)	29,53	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 7 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata berat kering tajuk tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (29,88 g) yang berbeda nyata dengan B₂ (28,91 g), B₁ (28,31 g) dan B₀ (27,43 g). Struktur biochar yang berpori mampu menahan air

dan unsur hara lebih lama sehingga tidak mudah hilang akibat pencucian dan lebih mudah diserap oleh akar. Hal tersebut mendukung proses fotosintesis dan pembentukan biomassa tanaman, sehingga akumulasi bahan kering pada bagian tajuk meningkat dan menghasilkan berat kering tajuk yang lebih tinggi (Salawati & Ende, 2026).

Data pada Tabel 7 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata berat kering tajuk tertinggi diperoleh pada perlakuan S₃ (29,53 g) yang berbeda nyata dengan S₂ (28,98 g), S₁ (28,47 g) dan S₀ (27,54 g). Berat kering tajuk yang meningkat disebabkan akumulasi hasil fotosintesis pada jaringan tanaman yang mana pupuk kotoran sapi menyediakan unsur hara, sedangkan limbah tanaman ubi kayu menambah bahan organik yang mendukung penyerapan hara sehingga fotosintesis berlangsung lebih efisien. Fotosintat yang dihasilkan kemudian terakumulasi sebagai biomassa pada tajuk, sehingga berat kering tajuk meningkat (Putri et al., 2025).

Berat Kering Akar (g)

Hasil analisa Anova menunjukkan bahwa pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering akar. Sedangkan interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering akar.

Tabel 8. Rataan Berat Kering Akar dengan Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu.

Perlakuan	Berat Kering Akar (g)	
Biochar Batang Kelapa Sawit		
B0 (0 kg/plot)	15,76	d
B1 (0,5 kg/plot)	16,88	c
B2 (1 kg/plot)	17,83	b
B3 (1,5 kg/plot)	18,70	a
Pupuk Kandang Sapi diperkaya Limbah Tanaman Ubi Kayu		
S0 (0 kg/plot)	15,75	d
S1 (1,5 kg/plot)	16,74	c
S2 (2 kg/plot)	17,86	b
S3 (2,5 kg/plot)	18,83	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Data pada Tabel 8 pemberian biochar batang kelapa sawit menunjukkan bahwa rata-rata berat kering akar tertinggi diperoleh pada perlakuan B₃ (18,70 g) yang berbeda nyata dengan B₂ (17,83 g), B₁ (16,88 g) dan B₀ (15,76 g). Pemberian biochar batang kelapa sawit dosis 1,5 kg/plot (B₃) menunjukkan hasil berat kering akar yang lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya hal ini dikarenakan kemampuan biochar yang mendukung perkembangan sistem perakaran dan meningkatkan pembentukan biomassa akar. Selain itu, penyerapan unsur hara

yang lebih efisien turut menunjang proses fotosintesis sehingga akumulasi bahan kering akar meningkat. Hal ini sejalan dengan (Abidin et al., 2025) yang menjelaskan peningkatan berat kering akar mencerminkan berkembangnya sistem perakaran yang diikuti oleh meningkatnya penyerapan air dan unsur hara dimana nitrogen pada biochar turut mendukung pembentukan klorofil sehingga fotosintesis berlangsung lebih optimal dan menghasilkan biomassa yang lebih tinggi.

Data pada Tabel 8 pemberian pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa rata-rata berat kering akar tertinggi diperoleh pada perlakuan S_3 (18,83 g) yang berbeda nyata dengan S_2 (17,86 g), S_1 (16,74 g) dan S_0 (15,75 g). Peningkatan berat kering akar tanaman jagung yang diberi perlakuan pupuk kandang sapi perlakuan S_3 (2,5 kg/plot) lebih optimal dibandingkan perlakuan lain hal ini dikarenakan bahan organik mampu memperbaiki kondisi media tanam sehingga penyerapan unsur hara oleh akar berlangsung lebih optimal. Akar sebagai organ utama penyerap air dan unsur hara memerlukan ketersediaan hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan biomassa. Fosfor (P) berperan penting dalam perkembangan akar (Mantuh, 2019).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian biochar batang kelapa sawit dan pupuk kandang sapi diperkaya limbah tanaman ubi kayu berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, berat tongkol berkelobot, berat tongkol tanpa kelobot, berat kering tajuk, dan berat kering akar, tetapi tidak berpengaruh nyata pada diameter tongkol berkelobot. Interaksi antara kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan perlakuan yang sama pada lokasi penelitian dan jenis tanaman yang berbeda untuk memperoleh pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Abidin, A. Z., Rusmarini, U. K., & Kristalisasi, E. N. (2025). Pengaruh Pemberian Biochar Dan Volume PGPR terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pre Nursery. *Agroforetech*, 3(1).
- Annisa, W. (2022). BIOCHAR-KOMPOS BERBASIS LIMBAH KELAPA SAWIT: Bahan Amandemen untuk Memperbaiki Kesuburan dan Produktivitas Tanah Di Lahan Rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(2), 103. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n2.2021.103-116>
- Cerya, E., Darussyamsu, R., & Amelia, K. (2024). Optimasi Penggunaan Limbah Ubi Kayu Menjadi Pupuk Organik: Menuju Pertanian Ramah Lingkungan Berbasis Circular Economy. *Jurnal KARINOV*, 7(3), 148–154. <https://doi.org/10.17977/um045v7i3p148>

- Gafur, S., Hayati, R., & Ningrum, S. (2020). Pengaruh Kombinasi Biochar, Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Diperkaya dan NPK Terhadap Ketersediaan Hara, Serapan dan Produksi Jagung Manis di Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 9(2). <https://doi.org/10.26418/jspe.v9i2.40255>
- Hombing, D. R., Sianipar, E. M., & Sihombing, P. (2023). Respon Pertumbuhan, Produksi Serta Serapan N Pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*) Terhadap Pemberian Biochar Batang Kelapa Sawit dan Pupuk NPK. *Jurnal METHODAGRO*, 9(2), 48–57. <https://doi.org/10.46880/mtg.v9i2.2628>
- Juhari, S. U. E. S. (2021). Pengaruh Perlakuan Pupuk Kandang Sapi dan Biochar terhadap Ketersediaan Hara Makro dan Pertumbuhan Jagung Manis pada Tanah Pasca PETI. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(3). <https://doi.org/10.26418/jspe.v10i3.47320>
- Kautsar, V., Suparman, S., Faizah, K., Filiphus, F., & Pohan, I. Q. (2026). PERFORMA FOTOSINTESIS DAN KONDUKTANSI STOMATA TANAMAN JAGUNG PADA KONDISI CEKAMAN NITROGEN. *Jurnal Agrotek Tropika*, 14(1), 81–90. <https://doi.org/10.23960/jat.v14i1.9915>
- Mantuh, Y. (2019). Pemanfaatan Ampas Tahu dan Kayambang dengan Pupuk Kandang Sapi sebagai Amelioran dalam Budidaya Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*) di Tanah Gambut. *Jurnal Daun*, 5(1), 59–70.
- Mardiyan, K., Nasrul, B., & Nelvia. (2024). Pengaruh Biochar Cangkang Kelapa Sawit dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 16840–16854. <https://doi.org/https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Ningsih, T. A., Sutejo, S., & Novianto. (2024). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KOTORAN KAMBING DAN PUPUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG MANIS (*ZEa MAYs SACCHARATA*) DALAM POLYBAG. *Jurnal Agro Silampari*, 13(2), 43–53.
- Paulina, M., & Lumbantoruan, S. M. (2022). RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays L. SACCHARATA*) TERHADAP BIOCHAR DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DI LAHAN PESISIR. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(1), 193–201. <https://doi.org/10.37159/jpa.v24i1.1534>
- Putri, H. H. (2021). PENGARUH APLIKASI BIOCHAR DAN PUKAN SAPI TERHADAP SERAPAN UNSUR HARA MAKRO DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays L.*) DI TANAH ULTISOL. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(3). <https://doi.org/10.26418/jspe.v10i3.47603>
- Putri, P. E., B. L. S., & Santoso, B. B. (2025). Pengaruh Penggunaan Dosis Kompos Kotoran Sapi dan NPK Phonska terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kelor (*Moringa oleifera Lam.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 4(1), 94–104. <https://doi.org/10.29303/jima.v4i1.6221>
- Salawati, S., & Ende, S. (2026). Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis pada Berbagai Takaran Biochar yang Dibudidayakan di Musim Kemarau. *Vegetalika*, 15(1), 33. <https://doi.org/10.22146/veg.109192>
- Sofyan, E. T. (2023). NITROGEN TANAH INCEPTISOLS JATINANGOR DAN SERAPANNYA SERTA HASIL JAGUNG MANIS (*Zea mays Saccharata Sturt*) DENGAN PEMBERIAN PUPUK MAJEMUK. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2), 105. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i1.6047>

- Sunarni, Pondesta, F., Fitriani, D., Harini, R., Jafrizal, J., & Usman, U. (2023). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI DAN BIO URINE SAPI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* sturt L.). *Agriculture*, 18(2), 195–212. <https://doi.org/10.36085/agrotek.v18i2.5914>
- Tarigan, A. D., & Nelvia, N. (2020). PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharrata* L.) DI TANAH ULTISOL. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v12i1.8769>
- Yuanita. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Pupuk dari Limbah Kulit Ubi Kayu (*Manihot utillissima*) dengan Aktivator Tricholant. *Buletin Loupe*, 16(01), 14–20. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v16i01.72>
- Yusworo, E. (2023). PENGARUH PUPUK ORGANIK DAN PUPUK ANORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays sacharata*). *Jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 770–778.