
Improving the Productivity of Hybrid Maize through Soil Ameliorant and NPK Fertilizer Applications on Ultisols

Peningkatan Produktivitas Jagung Hibrida melalui Pengaplikasian Amelioran dan Pupuk NPK pada Tanah Ultisol

Kartini Kartini¹, Tris Haris Ramadhan², Iwan Sasli³

^{1,2,3}Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Indonesia

ktini4488@gmail.com¹, tris.haris.r@faperta.untan.ac.id², iwan.sasli@faperta.untan.ac.id³

Correspondence author Email: ktini4488@gmail.com

Paper received: August-2025; Accepted: November-2025; Publish: December-2025

Abstract

The application of soil ameliorants and NPK fertilizers on ultisol soils can improve both physical and chemical soil properties. This study aimed to examine the role of ameliorants and NPK fertilization in enhancing the productivity of hybrid maize grown on ultisol soils. The experiment was conducted using a factorial randomized block design. Ameliorant treatments were assigned as the first factor with four levels: a₀, without ameliorant; a₁, rice husk biochar at 5 t ha⁻¹; a₂, palm oil mill sludge at 5 t ha⁻¹; and a₃, a combination of rice husk biochar and palm oil mill sludge at 10 t ha⁻¹. NPK fertilization was the second factor consisting of five levels: p₀, without NPK fertilizer; p₁, 150 kg ha⁻¹; p₂, 200 kg ha⁻¹; p₃, 250 kg ha⁻¹; and p₄, 300 kg ha⁻¹. The results revealed that the interaction between ameliorant application and NPK fertilization significantly improved plant height, ear diameter, and ear length. Fertilization treatments enhanced root volume, fresh kernel weight, and dry kernel weight, while ameliorant treatments improved root volume. The combination of NPK fertilizer at 150 kg ha⁻¹ with rice husk biochar at 5 t ha⁻¹ and palm oil mill sludge at 5 t ha⁻¹ was identified as the optimal treatment for improving maize productivity on ultisol soils.

Keywords: *ameliorant, maize production, soil fertility, ultisol*

1. Pendahuluan

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang berperan penting dalam pembangunan sektor pertanian. Di Indonesia, jagung merupakan makanan pokok kedua setelah padi, sedangkan berdasarkan urutan bahan makanan pokok di dunia, jagung menduduki urutan ketiga setelah gandum dan padi. Data Kemenperin (2022) menunjukkan bahwa pada tahun 2021 kebutuhan jagung sebagai bahan baku industri pangan mencapai 1.2 juta ton, sementara pasokan yang tersedia baru sekitar 700,000 ton. Adapun konsumsi jagung di Provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2020 dilaporkan sebesar 8.922 ton (Satu Data Kalimantan Barat, 2021). Hal ini mencerminkan bahwa tingkat kebutuhan jagung nasional relatif tinggi, tetapi ketersediaannya masih terbatas.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman jagung di Kalimantan Barat yaitu dengan intensifikasi lahan pada tanah ultisol. Hal ini berkaitan dengan luas lahan ultisol di Kalimantan Barat sebesar 9.2 juta ha dan menempati jenis tanah terluas pertama di Kalimantan Barat (Badan Pusat Statistik, 2019). Namun demikian tanah ultisol termasuk jenis tanah suboptimal yakni memiliki berbagai faktor pembatas untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman salah satunya yaitu pada faktor fisik dan kimia tanah. Secara fisik tanah ultisol memiliki struktur tanah yang padat, infiltrasi dan permeabilitas yang lambat, aerasi tanah yang buruk, kandungan bahan organik rendah, agregat

tanah yang kurang stabil, dan bobot isi pada lapisan tanah bawah (*subsoil*) yang tinggi (Septiaji et al., 2024). Secara kimia tanah ultisol memiliki kondisi keasaman tanah yang tinggi, bahan organik rendah dan nutrisi makro rendah dan memiliki ketersediaan P sangat rendah (Fitriatin et al., 2014; Syahputra et al., 2015). Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan kualitas tanah ultisol untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitas jagung salah satunya dengan pengaplikasian amelioran dan pemupukan NPK.

Bahan amelioran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biochar sekam padi dan lumpur sawit. Pengaplikasian biochar sekam padi pada tanah ultisol dapat mendukung untuk meningkatkan kesuburan tanah seperti menurunkan berat isi dan berat jenis tanah, serta meningkatkan ruang pori total dan pori air tersedia tanah, serta dapat meningkatkan kandungan C-organik (Suharyatun et al., 2021; Widyantika & Priyono, 2019). Lumpur sawit yang diaplikasikan dapat berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Susanto et al., 2017). Selain selain itu, pemupukan sebagai upaya menambah unsur hara di dalam tanah sangat diperlukan tanaman dalam rangka meningkatkan produktivitasnya. Perlunya dilakukan pemupukan karena ketersediaan unsur hara di dalam tanah rendah, terjadi kehilangan unsur hara melalui pencucian, pengangkutan pada waktu panen, dan adanya keinginan untuk memaksimalkan keuntungan (Nugroho et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran amelioran dan pemupukan NPK dalam meningkatkan produktivitas jagung hibrida pada tanah ultisol.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 4 bulan yaitu dari bulan Agustus sampai bulan Desember 2024. Benih jagung yang digunakan yaitu varietas jagung hibrida NK-Perkasa. Rancangan penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok faktorial. Faktor pertama yaitu pengaplikasian jenis amelioran (a_0 : tanpa amelioran; a_1 : biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹; a_2 : lumpur sawit 5 ton ha⁻¹; a_3 : gabungan biochar sekam padi dan lumpur sawit 10 ton ha⁻¹). Faktor kedua yaitu dosis pupuk NPK (p_0 : tanpa pupuk; p_1 : 150 kg ha⁻¹; p_2 : 200 kg ha⁻¹; p_3 : 250 kg ha⁻¹; p_4 : 300 kg ha⁻¹), terdapat 20 kombinasi perlakuan dan masing-masing kombinasi diulang sebanyak 3 kali.

Lahan penelitian dipersiapkan dengan cara dibersihkan dari gulma dan dibajak menggunakan traktor untuk menggemburkan tanah. Petak perlakuan dibuat dengan ukuran 2.5 m x 3 m. Penanaman jagung menggunakan jarak tanam 30 cm x 70 cm. Selanjutnya masing-masing amelioran diaplikasikan bersamaan dengan penanaman jagung dilapangan dengan cara dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 105 g per lubang tanam (a_1 dan a_2), dan 210 g per lubang tanam (a_3). Pupuk NPK (16:16:16) diaplikasikan pada umur

tanam 35 hari setelah tanam (HST), banyaknya dosis pupuk yang diberikan yaitu p_1 : 3.15 g per tanaman; p_2 : 4.20 g per tanaman; p_3 : 5.25 g per tanaman; p_4 : 6.30 g per tanaman.

Pengamatan tanaman dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang sampai titik tumbuh terpanjang menggunakan meteran pada umur 7 minggu setelah tanam (MST). Volume akar diamati dengan mengukur penambahan volume air sebelum dan sesudah dimasukkan akar ke dalam gelas ukur. Panjang tongkol diukur setelah panen menggunakan meteran, selanjutnya diameter tongkol diukur menggunakan jangka sorong pada bagian pangkal, tengah, dan ujung tongkol kemudian dirata-ratakan. Berat biji jagung pipil ditimbang menggunakan timbangan digital pada biji basah dan biji setelah dikeringkan. Selanjutnya data hasil pengukuran ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis keragaman, apabila hasil analisis keragaman menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian setelah uji anova menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari interaksi amelioran dan pupuk NPK dalam mendukung pertumbuhan tinggi tanaman, panjang tongkol, dan diameter tongkol, sedangkan pada pengamatan volume akar, berat biji pipil basah, dan berat biji pipil kering tidak memberikan pengaruh yang nyata. Perlakuan amelioran secara individu berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan volume akar, serta perlakuan pupuk NPK secara individu berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, volume akar, berat biji pipil basan dan berat biji pipil kering (Tabel 1). Hal ini disebabkan adanya hubungan yang saling mendukung dari amelioran dan pupuk NPK dalam meningkatkan kualitas tanah (secara fisik dan kimia, serta perannya menjadi biostimulan) yang pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Bahri et al., 2020; Santi & Goenadi, 2010). Menurut Paiman & Effendy (2020) bahwa peningkatan kesuburan tanah melalui pemberian biochar mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam pengaruh amelioran dan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman, volume akar, panjang tongkol, diameter tongkol, berat biji pipil basah, dan berat biji pipil kering

SK	F Hitung					
	Tinggi Tanaman	Volume Akar (cm ³)	Panjang Tongkol	Diameter Tongkol	Berat Biji Pipil Basah	Berat Biji Pipil Kering
Kelompok	4.56*	2.51 ^{tn}	1.66 ^{tn}	7.43*	1.32 ^{tn}	1.27 ^{tn}
Amelioran	258.35*	5.75*	0.50 ^{tn}	1.43 ^{tn}	0.68 ^{tn}	0.62 ^{tn}
Pupuk NPK	27.06*	4.30*	1.52 ^{tn}	1.81 ^{tn}	33.75*	31.89*
Interaksi	4.15*	0.77 ^{tn}	2.35*	2.66*	1.12 ^{tn}	1.13 ^{tn}

Keterangan: * - Berpengaruh nyata

tn - tidak berpengaruh nyata

3.1 Tinggi Tanaman

Hasil uji BNJ pada tinggi tanaman jagung hibrida yang diberi perlakuan amelioran menunjukkan adanya perbedaan signifikan dibandingkan dengan tanaman tanpa amelioran, selanjutnya terjadi peningkatan tinggi tanaman seiring dengan semakin tingginya dosis pupuk NPK yang diberikan pada berbagai tanaman dengan masing-masing jenis amelioran, dengan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu pada interaksi gabungan sekam padi dan lumpur sawit dan dosis pupuk NPK 300 kg ha⁻¹ (238.67 cm) (Tabel 2). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Maftu'ah et al. (2013) bahwa amelioran yang digunakan sebagai pembenah tanah dapat memperbaiki lingkungan akar dan mempengaruhi tinggi tanaman jagung secara nyata. Selanjutnya menurut Leonardo et al. (2016) bahwa terpenhinya suplai hara N, P, dan K untuk tanaman dapat menyebabkan proses pembelahan dan pembesaran sel tanaman akan lebih optimal, sehingga dapat meningkatkan pertambahan tinggi tanaman.

Tabel 2. Hasil uji BNJ dari interaksi amelioran dan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman (cm), panjang tongkol (cm), diameter tongkol (cm)

Amelioran	Pupuk NPK (kg ha ⁻¹)				
	Tanpa pupuk	150	200	250	300
<i>Tinggi tanaman (cm)</i>					
Tanpa amelioran	134.44 m	165.42 l	170.00 kl	173.89 jkl	181.06 ijkl
Sekam padi	185.06 hijkl	189.00 ghijk	192.60 fghij	196.14 efghi	198.11 defghi
Lumpur sawit	200.06 defghi	201.78 defgh	203.89 cdefgh	207.06 cdefg	209.20 cdef
Gabungan sekam padi dan lumpur sawit	213.00 bcde	216.67 bcd	223.61 abc	230.28 ab	238.67 a
BNJ 0.05	20.12				
<i>Panjang tongkol (cm)</i>					
Tanpa amelioran	19.36 ab	18.35 b	20.05 ab	20.31 ab	19.49 ab
Sekam padi	20.52 ab	20.71 ab	21.08 ab	20.06 ab	20.21 ab
Lumpur sawit	19.68 ab	19.97 ab	19.95 ab	19.72 ab	21.20 ab
Gabungan sekam padi dan lumpur sawit	20.85 ab	19.91 ab	19.54 ab	21.76 a	19.73 ab
BNJ 0.05	3.01				
<i>Diameter tongkol (cm)</i>					
Tanpa amelioran	3.87 ab	4.48 ab	4.53 ab	4.12 ab	4.15 ab
Sekam padi	3.79 b	4.37 ab	4.44 ab	4.33 ab	4.45 ab
Lumpur sawit	4.13 ab	4.00 b	4.42 ab	4.42 ab	4.61 a
Gabungan sekam padi dan lumpur sawit	4.79 a	4.50 ab	4.08 ab	4.51 ab	4.31 ab
BNJ 0.05	0.80				

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing variabel menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 0.05

3.2 Volume Akar

Volume akar jagung yang dihasilkan pada perlakuan gabungan sekam padi dan lumpur sawit menunjukkan nilai tertinggi yang berbeda nyata dengan tanpa amelioran, sedangkan pada amelioran dari sekam padi dan lumpur sawit tidak berbeda nyata baik dengan gabungan sekam padi dan lumpur sawit serta tanpa amelioran. Selanjutnya volume akar jagung yang diberi pupuk NPK 300 kg ha⁻¹ diperoleh nilai tertinggi yang berbeda nyata dengan tanpa pupuk NPK, sedangkan pada perlakuan pupuk NPK 150, 200, dan 250 kg ha⁻¹ menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan 300 kg ha⁻¹ maupun tanpa pupuk NPK (Tabel 3). Bahan organik yang diaplikasikan sebagai pembenah tanah berperan dalam memperbaiki kualitas tanah secara fisik, sehingga menciptakan ruang pertumbuhan akar yang lebih baik (Bagus et al., 2016; Bass et al., 2016). Selanjutnya Menurut Rahmah et al. (2014) ketersediaan unsur hara bagi tanaman dapat memacu perkembangan tanaman diantaranya yaitu pertumbuhan dan perkembangan akar di dalam tanah.

Tabel 3. Hasil uji BNJ dari masing-masing perlakuan amelioran dan pupuk NPK terhadap volume akar (cm³)

Amelioran	Volume akar (cm³)
Tanpa amelioran	18.66 b
Sekam padi	25.60 ab
Lumpur sawit	31.33 ab
Gabungan sekam padi dan lumpur sawit	38.33 a
BNJ 0.05	13.24
Pupuk NPK (kg ha⁻¹)	Volume akar (cm³)
Tanpa pupuk	15.83 b
150	27.41 ab
200	29.58 ab
250	31.66 ab
300	37.91 a
BNJ 0.05	15.78

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 0.05

3.3 Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol

Hasil uji BNJ pada panjang tongkol jagung menunjukkan bahwa interaksi perlakuan gabungan sekam padi dan lumpur sawit dengan pupuk NPK 250 kg ha⁻¹ diperoleh panjang tongkol terbaik dengan rata-rata 21.76 cm, yang berbeda nyata dengan panjang tongkol pada interaksi tanpa amelioran dan pupuk NPK 150 kg ha⁻¹, tetapi tidak berbeda nyata dengan panjang tongkol pada interaksi perlakuan lainnya (Tabel 2). Selanjutnya hasil uji BNJ pada diameter tongkol jagung menunjukkan bahwa pada interaksi perlakuan lumpur sawit dan dosis pupuk NPK 300 kg ha⁻¹ diperoleh nilai tertinggi dengan rata-rata 4.61 cm, yang berbeda nyata dengan diameter tongkol pada interaksi sekam padi tanpa pemupukan NPK, serta interaksi lumpur sawit dengan pupuk NPK 150 kg ha⁻¹ (Tabel 2).

Terjadinya pembesaran tongkol yang digambarkan dengan penambahan panjang dan diameter tongkol dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara fosfor yang diserap tanaman, dimana fosfor berperan penting dalam mengatur respon fisiologis tanaman serta mendukung dalam pembentukan bunga dan buah (Khan et al., 2023). Selain itu, ketersediaan unsur kalium bagi tanaman juga berperan dalam meningkatkan hasil panen karena perannya dalam translokasi dan pembentukan karbohidrat sehingga mampu meningkatkan ukuran dan berat biji serta berpengaruh pada peningkatan produksi jagung (Maruapey, 2012).

3.4 Berat Biji Pipil Basah dan Berat Biji Pipil Kering

Hasil uji BNJ pada berat biji pipil basah dan pipil kering menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK sebanyak 150 kg ha⁻¹ berbeda nyata dibandingkan dengan hasil yang tanpa pupuk NPK, namun tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan dengan dosis 200, 250, dan 300 kg ha⁻¹ (Tabel 4). Hal ini berkaitan dengan semakin optimalnya suplai hara pada tanaman, yang menyebabkan ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesis terpenuhi dengan baik, sehingga hasil asimilat yang tersedia saat perkembangan biji akan mempengaruhi bobot biji (Widiana et al., 2017). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Radian et al. (2024) yang menyatakan bahwa terjadinya pengisian biji dan peningkatan berat biji disebabkan oleh faktor pemupukan NPK yang lebih optimal.

Tabel 4. Hasil uji BNJ dari perlakuan pupuk NPK terhadap berat biji pipil basah (g) dan berat biji pipil kering (g)

Pupuk NPK (kg ha ⁻¹)	Berat biji pipil basah (g)	Berat biji pipil kering (g)
Tanpa pupuk	164.80 b	139.86 b
150	240.17 a	203.30 a
200	235.11 a	201.38 a
250	244.64 a	207.51 a
300	237.28 a	200.33 a
BNJ 0.05	23.35	20.38

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada masing-masing variabel menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 0.05

4. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi perlakuan amelioran dan pemupukan NPK dapat meningkatkan variabel tinggi tanaman, diameter tongkol serta panjang tongkol. Perlakuan pemupukan dapat meningkatkan volume akar, berat pipilan basah, dan berat kering pipil. Perlakuan amelioran dapat meningkatkan variabel volume akar. Perlakuan NPK 150 kg ha⁻¹ serta gabungan biochar sekam padi 5 ton ha⁻¹ dan lumpur sawit 5 ton ha⁻¹ merupakan dosis terbaik yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung pada tanah ultisol.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2019). *Kalimantan Barat dalam Angka* (Statistical Processing Integration and Dissemination Division, Ed.). BPS-Statistics of Kalimantan Barat Province.
- Bagus, A. M., Armaini, & Silvina, F. (2016). Pengaruh Kombinasi Trichokompos dengan Pupuk Urea terhadap Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 3(2), 1–11.
- Bahri, S., Merismon, M., & Sutejo, S. (2020). Pemanfaatan Biochar dan Pupuk Kandang Ayam pada Pertanaman Jagung Hibrida di Tanah Ultisol. *Jurnal Galung Tropika*, 9(2), 115–123. <https://doi.org/10.31850/jgt.v9i2.599>
- Bass, A. M., Bird, M. I., Kay, G., & Muirhead, B. (2016). Soil Properties, Greenhouse Gas Emissions and Crop Yield Under Compost, Biochar and Co-Composted Biochar in Two Tropical Agronomic Systems. *Science of The Total Environment*, 550, 459–470. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.143>
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Turmuktini, T., & Ruswandi, F. K. (2014). The effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science (EJSS)*, 3(2), 101–107. <https://doi.org/10.18393/ejss.34313>
- Kemenperin. (2022). *Kemenperin Dukung Penyerapan Jagung Lokal dalam Rantai Pasok Industri* (Kementerian Perindustrian, Ed.). <https://kemenperin.go.id>.
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants*, 12(15), 2861. <https://doi.org/10.3390/plants12152861>
- Leonardo, L., Yulia, A. E., & Saputra, S. I. (2016). Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Mulsa Helaian Anak Daun Kelapa Sawit pada Medium Tanam Sub Soil Bibit Kelapa Sawit (*Elaeisguineensis* Jacq.) Tahap Main Nursery. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 3(1), 1–14.
- Maftu'ah, E., Maas, A., Syukur, A., & Purwanto, B. H. (2013). Efektivitas Amelioran pada Lahan Gambut Terdegradasi untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Serapan NPK Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 41(1), 16–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.24831/jai.v41i1.7071>
- Maruapey, A. (2012). Pengaruh Pupuk Kalium terhadap Pertumbuhan dan Produksi berbagai Jagung Pulut (*Zea mays ceratina* L.). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 5(2), 33–45. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.5.2.33-45>
- Nugroho, J. S., Gusmara, H., & Wilman S, B. (2017). Pengaruh Lumpur Sawit dan NPK Sintetik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung. *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 14(2), 114–119. <https://doi.org/10.32528/agr.v14i2.425>
- Paiman, & Effendy, I. (2020). The effect of soil water content and biochar on rice cultivation in polybag. *Open Agriculture*, 5(1), 117–125. <https://doi.org/10.1515/opag-2020-0012>
- Radian, Abdurrahman, T., Mahmudi, & Safriadi. (2024). Growth and Yield of Several Rice Varieties on Alluvial Soil Using N, P, and K Fertilizers. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 52(2), 245–252. <https://doi.org/10.24831/jai.v52i2.53587>

-
- Rahmah, A., Izzati, M., & Parman, S. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica chinensis* L.) terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 22(1), 65–71. <https://doi.org/10.14710/baf.v22i1.7810>
- Santi, L. P., & Goenadi, D. H. (2010). The Use Of Bio-Char as Bacterial Carrier for Aggregate Stabilization in Ultisol Soil from Taman Bogo-Lampung. *Jurnal Menara Perkebunan*, 78(2), 52–60.
- Satu Data Kalimantan Barat. (2021). *Kebutuhan Konsumsi Jagung di Provinsi Kalimantan Barat*. <http://data.kalbarprov.go.id/dataset/>.
- Septiaji, E. D., Bimasri, J., & Amin, Z. (2024). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Ultisol Berdasarkan Tingkat Kemiringan Lereng. *AGRODIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2), 41–49. <https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i2.6462>
- Suharyatun, S., Warji, W., Haryanto, A., & Anam, K. (2021). Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Berbasis Mikroba terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran. *Jurnal Teknotan*, 15(1), 21–26. <https://doi.org/10.24198/jt.vol15n1.4>
- Susanto, J. P., Santoso, A. D., & Suwedi, N. (2017). Perhitungan Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Sumber Energi Terbaharukan dengan Metode LCA. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 165–172. <https://doi.org/10.29122/jtl.v18i2.2046>
- Syahputra, E., Fauzi, & Razali. (2015). Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi*, 4(1), 1796–1803.
- Widiana, A. N., Tyasmoro, S. Y., & Islami, T. (2017). Study of Transplanting Age to the Growth and Yields of Various Different Variety of Rice (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5, 1023–1028.
- Widyantika, S. D., & Priyono, S. (2019). Effect of High Doses of Rice Husk Biochar on Soil Physical Properties and Growth of Maize on a Typic Kanhapludult. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1157–1163. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.1.14>