

Pengaruh Berbagai Sumber *Biochar* dan Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di *Pre Nursery* Sistem Tray

Abdi Qori Manurung*), Neny Andayani, Fani Ardiani

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

*)Email Korespondensi: gori.instiper@gmail.com

ABSTRAK

Tanah ultisol merupakan tanah marginal yang sering digunakan sebagai media tanam pembibitan tanaman kelapa sawit. Penggunaan *biochar* sebagai pembenah tanah merupakan salah satu strategi yang efektif dalam memperbaiki kualitas tanah ultisol. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai sumber *biochar* dan dosis pupuk NPK serta interaksinya terhadap pertumbuhan pada fase *pre nursery* bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan sistem tray. Penelitian dilakukan selama 3 bulan di *Nursery* Perkebunan Kelapa sawit di Kalimantan Tengah. Metode penelitian yang diterapkan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdapat dua faktor pengujian, yaitu berbagai sumber *biochar* sebagai faktor pertama yang meliputi tanpa *biochar*, *biochar* pelepah kelapa sawit, *biochar* sekam padi, dan *biochar* tongkol jagung, serta dosis pupuk NPK sebagai faktor kedua yang meliputi dosis 0 g, 0,01 g, 0,03 g dan 0,05 g yang dilarutkan ke dalam air dengan volume 50 ml per tanaman. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap kombinasi perlakuan, sehingga total satuan percobaan yang digunakan berjumlah 48. Campuran tanah ultisol dan *biochar* dengan komposisi volume yang sama, yaitu 1:1. Pengolahan data dilakukan melalui analisis varians (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5%, yang selanjutnya diikuti uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% untuk membandingkan rerata perlakuan yang berbeda nyata. Hasil analisis mengindikasikan terdapat interaksi tidak nyata antara berbagai sumber *biochar* dan dosis pupuk NPK pada seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit. Sumber *biochar* berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dengan hasil terbaik pada *biochar* sekam padi. Sementara itu, dosis pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter mulai dari diameter batang, jumlah daun, dan berat segar tanaman, dengan pertumbuhan terbaik didapatkan pada dosis 0,05 g yang tidak berbeda nyata dengan 0,03 g per tanaman.

Kata Kunci: *Biochar*, Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.), pupuk NPK, *Pre Nursery*, Sistem Tray, Ultisol.

PENDAHULUAN

Luas perkebunan kelapa sawit indonesia dari tahun 2020 hingga 2022 ialah sebesar 15,38 juta hektare (ha) luas lahan ini terus meningkat sebanyak 1,2% dari tahun sebelumnya yang berkisar 717 ribu hektare (ha). Dari luasan tersebut sebagian besar dimiliki oleh Perkebunan Besar Swasta (PBS) dengan luas 8,42 juta ha (55,8%). Dengan total luasan perkebunan kelapa sawit tersebut produksi CPO (*Crude Palm Oil*) di indonesia bisa mencapai 48,23 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2022).

Dalam teknis budidaya perkebunan tanaman kelapa sawit, pembibitan merupakan salah satu proses yang sangat krusial. Salah satu tahapan penting pada proses ini adalah di fase *pre nursery*, di mana bibit didekembangkan hingga berumur tiga bulan. Oleh karena itu,

diperlukan teknologi budidaya yang tepat dan efisien dalam proses pembibitan agar dapat menghasilkan bibit unggul baik dari segi ekonomi maupun agronomi. Dalam hal ini penggunaan *baby bag* yang biasa digunakan pada pembibitan *pre nursery* dianggap kurang efisien karena memerlukan tempat, biaya dan tenaga kerja yang besar dalam proses pengisian media tanam. Untuk meningkatkan efisiensi, wadah semai yang semula menggunakan *polybag* diganti dengan *container* atau *pot tray*.

Sistem pembibitan menggunakan *tray* memiliki kelebihan dalam hal kemampuan menghasilkan bibit secara massal dan seragam. *Tray* tersebut dibuat dari bahan plastik yang kuat namun ringan, dengan banyak lubang yang memungkinkan benih disemai dalam jumlah besar sekaligus. Dalam hal perawatan, sistem *tray* mempermudah dan meningkatkan efektivitas pemeliharaan bibit. Petani dapat dengan mudah melakukan penyiraman, pemupukan, pengendalian gulma, serta pencegahan hama dan penyakit secara merata pada seluruh bibit. Hal ini secara signifikan mengurangi kemungkinan serangan penyakit dan tingkat kematian bibit. Dari sisi efisiensi, *tray* menjadi pilihan yang tepat karena dapat mengurangi penggunaan media tanam hingga 40-70% jika dibandingkan dengan metode pembibitan tradisional seperti bedengan atau *polybag* (Riniarti & Sukmawan, 2018).

Faktor kultur teknis seperti media tanam menjadi faktor yang penting karena dapat memengaruhi produktivitas pertumbuhan tanaman (Rosman dkk., 2019). Adapun salah satu jenis tanah yang biasa digunakan sebagai media tanam pada pembibitan adalah tanah ultisol dikarenakan pada umumnya tanah ini dijumpai berbagai daerah di Indonesia seperti Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua yang menjadi tempat budidaya tanaman kelapa sawit. Karena tingkat kesuburan unsur haranya yang rendah, penggunaan jenis tanah ini dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit.

Tanah ultisol yang sering dikenal sebagai tanah merah, termasuk jenis tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah. Ciri khasnya adalah tingkat keasaman yang tinggi (pH di bawah 5), yang kemungkinan besar diakibatkan oleh erosi dan pemanfaatan lahan secara berlebihan. Terlebih lagi tanah ini mengandung unsur hara kimia yang kurang mencukupi untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Anikwe dkk., 2016).

Penambahan bahan organik seperti *biochar*, kompos, dan limbah pertanian lainnya mampu memperbaiki tanah mulai dari sifat fisik, kimia hingga biologi tanah secara signifikan. Penggunaan *biochar* sebagai pembenah tanah merupakan salah satu strategi yang efektif dalam memperbaiki kualitas tanah ultisol. Aplikasi *biochar* mampu meningkatkan sifat kimia tanah seperti ketersediaan unsur hara dan kapasitas tukar kation, sekaligus menunjang peningkatan populasi dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah yang bisa memperbaiki kondisi biologis tanah (Antonius dkk., 2018).

Biochar merupakan bahan organik padat yang memiliki kandungan tinggi unsur karbon, yang didapatkan pada proses pirolisis dari biomassa yang didapatkan dari produk samping (*By Product*) pertanian dengan suhu tinggi dalam kondisi kekurangan oksigen. Proses pirolisis ini mengubah biomassa menjadi material berpori yang stabil, yang memiliki daya tahan lama di dalam tanah. Didalam dunia pertanian *biochar* dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas tanah contohnya mengoptimalkan tanah dalam menahan ketersediaan air (Evizal & Prasmatiwati, 2023).

Bahan baku yang biasanya digunakan membuat *biochar* berasal dari sisa-sisa biomassa pertanian, seperti pelepah kelapa sawit, tongkol jagung, sekam padi serta material organik daur ulang lainnya. Perbedaan bahan baku (*feedstock*) dapat memengaruhi kandungan karbon, unsur hara tersedia, pH, serta sifat kimia *biochar* lainnya. Menurut Ippolito dkk (2020), Bahan baku berperan penting dalam menghasilkan *biochar* dengan karakteristik kimia yang

berbeda secara nyata, sehingga setiap jenis *biochar* memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman.

Biochar sendiri belum tentu cukup untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal. Meskipun *biochar* memiliki kandungan karbon yang tinggi, biasanya *biochar* mengandung unsur hara makro dalam jumlah yang belum tentu memadai, Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) termasuk unsur hara makro yang berkontribusi dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sehingga perlu ditambah dengan pupuk NPK dengan dosis yang sesuai agar memastikan pertumbuhan yang baik pada tanaman.

Dari pemaparan tersebut maka diperlukan penelitian guna menganalisis pengaruh berbagai sumber *biochar* dan dosis pupuk NPK yang paling baik terhadap pertumbuhan tanaman untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdapat dua faktor pengujian, yaitu berbagai sumber *biochar* sebagai faktor pertama yang meliputi tanpa *biochar*, *biochar* pelepah kelapa sawit, *biochar* sekam padi, dan *biochar* tongkol jagung, serta dosis pupuk NPK sebagai faktor kedua yang meliputi dosis 0 g, 0,01 g, 0,03 g dan 0,05 g yang dilarutkan ke dalam air dengan volume 50 ml per tanaman. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap kombinasi perlakuan, sehingga total satuan percobaan yang digunakan berjumlah 48 tanaman. Campuran tanah ultisol dan *biochar* dengan komposisi volume yang sama, yaitu 1:1. Pengolahan data dilakukan melalui analisis varians (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5%, yang selanjutnya diikuti uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data mengindikasikan terdapat interaksi tidak nyata antara perlakuan *biochar* dan dosis pupuk NPK terhadap seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit. Hasil ini mengindikasikan bahwa kedua faktor perlakuan tersebut bekerja secara independen, sehingga tidak saling memengaruhi secara signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi penelitian ini.

Interaksi tidak nyata pada Hasil yang diperoleh pada penelitian ini memiliki kesesuaian dengan temuan yang telah dilaporkan oleh Kusuma (2020) dalam penelitian terdahulu yang mengindikasikan bahwa kombinasi *biochar* dan pupuk NPK tidak memberikan pengaruh signifikan pada seluruh parameter pertumbuhan dan produksi rumput Meksiko (*Euchlaena mexicana*).

Tabel 1. Pengaruh berbagai sumber *biochar* terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Parameter	Berbagai Sumber <i>Biochar</i>			
	Tanpa <i>Biochar</i>	Pelepah Kelapa Sawit	Sekam padi	Tongkol Jagung
Tinggi Tanaman (cm)	18,70 a	20,22 a	21,04 a	19,81 a
Diameter Batang (mm)	5,86 a	6,00 a	6,47 a	6,30 a
Jumlah Daun (Helai)	5,00 b	5,08 ab	5,41 a	5,33 ab
Berat Segar Tanaman (g)	3,55 a	3,45 a	4,25 a	3,67 a

Parameter	Berbagai Sumber <i>Biochar</i>			
	Tanpa <i>Biochar</i>	Pelapah Kelapa Sawit	Sekam padi	Tongkol Jagung
Berat Segar Akar (g)	2,45 a	2,11 a	2,00 a	2,39 a
Panjang Akar (cm)	13,38 a	14,25 a	14,37 a	14,20 a
Volume Akar (ml ³)	1,92 a	1,65 a	1,56 a	1,86 a

Keterangan: Nilai rerata yang memiliki kesamaan notasi pada baris yang sama mengindikasikan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan berlandaskan pengujian DMRT pada taraf 5%.

Perlakuan *biochar* hanya berpengaruh signifikan terhadap parameter jumlah daun sedangkan pada parameter lain tidak memberikan pengaruh signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa pada fase *pre nursery*, pengaplikasian *biochar* belum mampu mengindikasikan peran yang signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada beberapa parameter tersebut. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan Berutu dkk (2019) pada tanaman jagung hitam (*Zea mays* L.), bahwa pengaplikasian *biochar* tidak berbeda nyata pada seluruh parameter yang diamati. Hal ini diduga karena *biochar* memiliki sifat yang relatif stabil dan sulit terdekomposisi, Pengaruh *biochar* terhadap ketersediaan hara dan pertumbuhan tanaman umumnya baru terlihat dalam jangka waktu yang lebih panjang (Yuan dkk., 2025). Kondisi ini menjelaskan mengapa di *pre nursery* dengan durasi pengamatan yang relatif singkat, Pengaruh berbagai sumber *biochar* belum mampu menghasilkan perbedaan secara signifikan terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan.

Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa aplikasi berbagai sumber *biochar* hanya berpengaruh signifikan pada parameter jumlah daun. *Biochar* dari sekam padi memberikan hasil jumlah daun paling tinggi dari sumber *biochar* lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengaplikasian *biochar* sekam padi memiliki peran yang lebih efektif dalam memperbaiki kondisi media tanam serta mendukung peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman dibandingkan sumber *biochar* lainnya yang diaplikasikan pada penelitian yang dilakukan.

Biochar sekam padi diduga mampu memperbaiki aerasi media tanam melalui struktur porinya yang mendukung ketersediaan oksigen menjadi lebih baik di daerah perakaran. Oksigen merupakan komponen penting dalam proses respirasi tumbuhan karena berperan sebagai akseptor elektron terakhir pada rantai transpor elektron dalam respirasi aerob. Ketersediaan oksigen yang memadai memungkinkan proses respirasi berlangsung secara optimal sehingga menghasilkan energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) yang dibutuhkan untuk berbagai aktivitas fisiologis tanaman (Qurays dkk., 2026). Energi yang dihasilkan melalui respirasi nantinya akan digunakan untuk mendukung proses metabolisme, termasuk ketika proses penyerapan unsur hara, transportasi zat, sintesis protein, serta berbagai proses metabolisme lainnya (Sahrir, 2021). Oleh karena itu, kondisi media tanam yang mampu menyediakan oksigen dalam jumlah cukup pada daerah perakaran akan mendukung aktivitas respirasi secara lebih optimal, sehingga energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman.

Tabel 2. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Parameter	Dosis Pupuk NPK (g)			
	Tanpa Pupuk	0,01	0,03	0,05
Tinggi Tanaman (cm)	19,00 p	19,81 p	20,45 p	20,50 p
Diameter Batang (mm)	5,54 q	6,07 pq	6,52 p	6,50 p
Jumlah Daun (Helai)	5,08 q	5,08 q	5,16 q	5,50 p
Berat Segar Tanaman (g)	2,98 q	3,82 p	4,23 p	3,90 p
Berat Segar Akar (g)	1,90 p	2,09 p	2,67 p	2,29 p
Panjang Akar (cm)	13,36 p	13,57 p	14,76 p	14,50 p
Volume Akar (ml ³)	1,49 p	1,63 p	2,09 p	1,79 p

Keterangan: Nilai rerata yang memiliki kesamaan notasi pada baris yang sama mengindikasikan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan berlandaskan pengujian DMRT pada taraf 5%.

Dari analisis juga mengindikasikan bahwasannya dosis pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan yang meliputi parameter diameter batang, jumlah daun dan berat segar tanaman. Hasil analisis mengindikasikan bahwa ketersediaan unsur hara makro memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit pada di *pre nursery*, ketika tanaman berada pada tahap awal pembentukan jaringan vegetatif. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis 0,05 g yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,03 g, sedangkan perlakuan 0,01 g dan tanpa pupuk memberikan pengaruh paling rendah pada seluruh parameter tersebut. Keadaan ini mengindikasikan bahwasannya dosis pupuk yang rendah belum dapat menunjang ketersediaan akan unsur hara yang diperlukan tanaman pada tahap awal pertumbuhannya.

Unsur hara makro Nitrogen, Fosfor, dan Kalium berkontribusi secara sinergis dalam menunjang proses fisiologis yang menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman. Nitrogen memiliki peran utama dalam merangsang pertumbuhan vegetatif, terutama dalam pembentukan dan pemanjangan organ tanaman seperti daun, batang, serta sistem perakaran. Fosfor berguna dalam proses pembelahan sel serta pembentukan dan pengembangan jaringan tanaman, sehingga sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan aktivitas titik tumbuh (Widarti dkk., 2015). Sementara itu, Kalium berfungsi dalam mendukung pertumbuhan vegetatif melalui keterlibatannya dalam berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk pengaturan keseimbangan metabolisme dan pembentukan biomassa tanaman (Prasetya, 2014). Oleh karena itu, peningkatan dosis pupuk NPK cenderung diikuti oleh peningkatan pertumbuhan bibit dibandingkan dengan tanpa pengaplikasian pupuk pada fase awal pertumbuhan ketika kebutuhan tanaman terhadap unsur hara makro masih relatif tinggi.

Respons pertumbuhan yang lebih baik pada perlakuan dengan dosis pupuk yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa ketersediaan unsur hara pada dosis tersebut telah mencukupi kebutuhan fisiologis tanaman, sehingga mampu mendukung proses pertumbuhan secara optimal. Sebaliknya, pada dosis rendah maupun tanpa pupuk, ketersediaan hara diduga masih berada di bawah tingkat optimal sehingga tidak mampu memberikan respon pertumbuhan yang signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan pengaplikasian pupuk NPK dengan dosis yang meningkat hingga taraf tertentu mampu memberikan respon positif terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit pada fase *pre nursery*.

Pada parameter sistem perakaran yang diamati dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa perlakuan *biochar* dan dosis pupuk NPK menunjukkan tidak berpengaruh nyata. Akar

merupakan salah satu organ vegetatif utama yang pertumbuhan dan perkembangannya berlangsung seiring dengan perkembangan organ vegetatif lainnya, seperti batang dan daun, serta sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dalam media tanam (Armita, 2019). Pada fase *pre nursery*, tanaman cenderung memprioritaskan pembentukan jaringan vegetatif dasar yang berfungsi menopang aktivitas fotosintesis dan pertumbuhan tajuk. Hal ini mengakibatkan, perkembangan sistem perakaran masih berlangsung secara bertahap, bersifat relatif sederhana, dan belum menunjukkan diferensiasi maupun ekspansi akar yang intensif. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan akar dalam merespons variasi perlakuan, baik aplikasi *biochar* maupun perbedaan dosis pupuk NPK masih terbatas. Selain itu, periode pengamatan yang relatif singkat serta keterbatasan ruang tumbuh media tanam pada sistem *tray* diduga semakin membatasi pertumbuhan sistem perakaran, sehingga perbedaan antar perlakuan belum tampak secara nyata secara statistik.

KESIMPULAN

1. Terdapat interaksi tidak nyata antara berbagai sumber *biochar* dan dosis pupuk NPK terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman yang diamati.
2. Berbagai sumber *biochar* tidak berpengaruh nyata pada sebagian besar parameter pertumbuhan, kecuali pada parameter jumlah daun. Pada parameter tersebut, *biochar* sekam padi memberikan hasil terbaik dibandingkan berbagai sumber *biochar* lainnya.
3. Dosis pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan, yaitu diameter batang, jumlah daun, dan berat segar tanaman. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis 0,05g dan tidak berbeda nyata dengan dosis 0,03 g, sedangkan dosis 0,01 g dan perlakuan tanpa pupuk memberikan pengaruh paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anikwe, M. A. N., Eze, J. C., & Ibudialo, A. N. (2016). Influence of lime and gypsum application on soil properties and yield of cassava (*Manihot esculenta* crantz.) in a degraded ultisol in Agbani, Enugu Southeastern Nigeria. *Soil and Tillage Research*, 158, 32–38.
- Antonius, S., Sahputra, R. D., Nuraini, Y., & Dewi, T. K. (2018). Manfaat pupuk organik hayati, kompos dan biochar pada pertumbuhan bawang merah dan pengaruhnya terhadap biokimia tanah pada percobaan pot menggunakan tanah ultisol. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(2), 243–250.
- Armita, D. (2019). Kajian keterkaitan antara nutrisi, hormon, dan perkembangan akar tanaman (Sebuah Review). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 5(1).
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Luas lahan perkebunan kelapa sawit 2022*. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>
- Berutu, R. K., Aziz, R., & Hutapea, S. (2019). Pengaruh pemberian berbagai sumber biochar dan berbagai pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi jagung hitam (*Zea mays* l.). In *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)* 1 (1). <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jiperta>
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. (2023). Biochar: Pemanfaatan dan aplikasi praktis. *Jurnal Agrotropika*, 22(1), 1–12.
- Ippolito, J. A., Cui, L., Kammann, C., Wrage-Mönnig, N., Estavillo, J. M., Fuertes-Mendizabal, T., Cayuela, M. L., Sigua, G., Novak, J., Spokas, K., & Borchard, N. (2020). Feedstock choice, pyrolysis temperature and type influence biochar characteristics: a comprehensive meta-data analysis review. *Biochar*, 2(4), 421–438. <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00067-x>
- Kusuma, M. E. (2020). Aplikasi residu biochar sekam padi dan pupuk npk terhadap pertumbuhan dan produksi rumput meksiko (*Euchlaena mexicana*) pada tahun kedua. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 10(1).

- Prasetya, M. E. (2014). Pengaruh pupuk NPK mutiara dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah keriting varietas arimbi (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Kehutanan*, 13(2), 191–198.
- Qurays, H., Ananda, E., Putri, H., Yunika, R., Amelia, R., Yunita, R. D., & Muhartati, E. (2026). Biologi analisis perbandingan kebutuhan oksigen (O₂) dalam proses respirasi antara tumbuhan Angiospermae dan Gymnospermae. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 831–840. <https://doi.org/10.30605/b7bbrk78>
- Riniarti, D., & Sukmawan, Y. (2018). Pengaruh jenis wadah semai dan kombinasi media tanam pada pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan awal. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Rosman, A. S., Kendarto, D. R., & Dwiratna, S. (2019). Pengaruh penambahan berbagai komposisi bahan organik terhadap karakteristik hidroton sebagai media tanam. *Pertanian*, 6(2), 180–189.
- Sahrir, D. C. (2021). Diktat fisiologi tanaman. *Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Syeikh Nurjati Cirebon*, 148.
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2), 75–80.
- Yuan, Q., Gao, Y., Ma, G., Wu, H., Li, Q., Zhang, Y., Liu, S., Jie, X., Zhang, D., & Wang, D. (2025). The long-term effect of biochar amendment on soil biochemistry and phosphorus availability of calcareous soils. *Agriculture*, 15(5), 458. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050458>