

Pengaruh Biochar dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Main Nursery

Yohsua Sony HS Sirait^{*}), Sri Suryanti, Retni Mardu Hartati

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

*Email Korespondensi : yohsua09@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak biochar dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Main Nursery ini dilaksanakan di KP2 INTIPER, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, pada April hingga Juni 2024. Penelitian ini menerapkan percobaan rancangan faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor: factor pertama terdiri dari 3 aras yakni dosis biochar ; 100 g, 200 g, dan 300 g. faktor kedua terdiri 3 aras yakni frekuensi penyiraman setiap hari, setiap 2 hari, dan setiap 7 hari sekali. Kombinasi perlakuan ini menghasilkan sembilan kelompok uji yang masing-masing diulang empat kali, dengan total 36 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan interaksi signifikan antara dosis biochar dan frekuensi penyiraman terhadap luas daun, lebar bukaan stomata, dan jumlah akar primer. Dosis biochar 300 g secara nyata meningkatkan jumlah daun, sementara penyiraman setiap hari berpengaruh terhadap jumlah bukaan stomata. Hasil ini menegaskan bahwa kombinasi biochar dan penyiraman berperan dalam mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit di fase pembibitan utama.

Kata Kunci : Kelapa sawit, biochar, frekuensi penyiraman

PENDAHULUAN

Di Indonesia, kelapa sawit memiliki peran sentral sebagai tanaman perkebunan yang memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan ekspor, mendukung pendapatan petani perkebunan, dan memberikan kontribusi terhadap devisa negara. Pentingnya kelapa sawit sebagai komoditi unggulan menuntut perhatian khusus pada pengembangan bibit, karena kualitas bibit sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman di lapangan serta hasil produksinya. Upaya untuk menjaga kelapa sawit tetap menjadi komoditi yang dominan memerlukan strategi yang terfokus pada peningkatan kualitas dan keberlanjutan produksi, sehingga dari sektor perkebunan dapat selalu memberikan kontribusi positif terhadap perekonomian nasional.

Menurut data (BPS, 2021), jumlah luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 14.663,60 ribu hektar di tahun 2021, menunjukkan peningkatan dari 14.858,30 ribu hektar di tahun 2020. Hal ini mengindikasikan adanya pertumbuhan lebih dari 200 ribu hektar area perkebunan kelapa sawit. Penurunan produksi CPO juga beriringan dengan penurunan luas perkebunan kelapa sawit yaitu sebesar 48.296,90 ribu ton pada tahun 2020 dan 46.223,30 ribu ton pada tahun 2021. Bibit kelapa sawit harus tumbuh dengan baik agar dapat mencapai hasil produksi yang maksimal.

Bibit kelapa sawit yang tahan kekeringan memiliki sifat yang memungkinkan pertumbuhan optimal dalam kondisi terbatas air atau kekeringan. Faktor penentu bibit ini

adalah sifat genetik, kualitas akar yang baik, penggunaan teknik penyiraman yang tepat, dan pemilihan lokasi yang sesuai (Fauzi, et.al, 2019) Kelapa sawit merupakan tanaman berakar serabut dengan perakaran yang dangkal, sehingga rentan terhadap stres kekeringan. Penyebab utama kekeringan adalah transpirasi yang tinggi, yang mempercepat penguapan air dari daun. Kelapa sawit merupakan tanaman yang mempunyai perakaran dangkal yang disebut akar serabut dan rentan terhadap cekaman kekeringan. Penyebab utama kekeringan tanaman ini adalah transpirasi yang tinggi, yang menyebabkan cepatnya penguapan air dari daun. Permasalahan ini seringkali diperparah dengan terbatasnya ketersediaan air pada tanah di musim kemarau. Untuk mengatasi pada kondisi kekeringan ini, kita perlu mencari bahan tanam kelapa sawit yang lebih toleran terhadap kondisi cekaman kekeringan. Namun, proses pemuliaan untuk mengembangkan varietas tahan kekeringan ini memakan waktu dan memerlukan investasi besar. Proses ini bisa memakan waktu 10 hingga 20 tahun dan selain membutuhkan biaya, memerlukan penyediaan lahan yang cukup luas.

Selama musim kemarau, kelapa sawit menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap kekeringan berdasarkan kondisi iklim, karakteristik tanah, dan ketersediaan air tanah, yang kesemuanya mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini membutuhkan pendekatan yang tepat dan disesuaikan untuk mengatasi masalah yang kompleks ini secara efektif (Maryani, 2012). Pertumbuhan optimal kelapa sawit bergantung pada bibit berkualitas. Untuk mendukung pertumbuhan yang baik, diperlukan media tanam yang sesuai, salah satunya dengan menambahkan pembenah tanah, seperti biochar.

Biochar merupakan produk sampingan dari pirolisis biomassa, yaitu zat organik yang dapat meningkatkan kualitas tanah dan ketersediaan nutrisi tanaman. Sekam padi, tempurung kelapa, dan barang-barang serupa dibakar untuk menghasilkan biochar, yang mengandung 50% karbon (C) dan nutrisi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah (Gani, 2010)

Sebagai perbaikan kondisi tanah, biochar dapat meningkatkan karakteristik biologis, kimia, dan fisik tanah sekaligus meningkatkan kesuburan. Biochar dikenal sebagai agen pembenah yang membantu proses perbaikan dan memiliki kemampuan untuk mendorong perkembangan tanaman. Salah satu strategi untuk meningkatkan kondisi tanah adalah penambahan bahan organik (Prasetyowati & Sunaryo, 2019)

Biochar dapat dihasilkan dari berbagai residu pertanian dan kehutanan, seperti sekam padi, jerami, serat kelapa, serbuk gergaji, ranting pohon, serpihan kayu, tongkol jagung, dan ampas sagu. Secara umum, bentuk, warna, dan proses pembuatannya mirip dengan bahan aslinya. Teknik pembuatan biochar telah dikembangkan sejak lama dan bukan merupakan inovasi baru (Widiastuti & Maghdalena, 2016).

Penerapan biochar bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan air sekaligus meningkatkan kapasitas tanah berpasir dan lahan kering untuk menahan air di wilayah kering. Menurut sejumlah penelitian, penggunaan biochar secara signifikan meningkatkan jumlah air di lahan (Glaser et al., 2002)

Frekuensi penyiraman juga dapat mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit di pembibitan main nursery. Biochar memiliki struktur pori yang berperilaku seperti spons untuk menyerap dan menyimpan air. Hasilnya, penambahan biochar ke tanah meningkatkan kemampuannya untuk menahan air, yang membantu bibit kelapa sawit memiliki akses yang lebih mudah ke sumber air sepanjang musim kemarau (Gardner et al., 1991) Temuan studi (Tampubolon et al., 2019) menunjukkan bahwa perkembangan kelapa sawit di pembibitan main nursery sangat dipengaruhi oleh frekuensi penyiraman. Hasil studi (Resta et al., 2020) menunjukkan bahwa penyiraman bibit kelapa sawit sekali sehari dan sekali setiap dua hari memiliki dampak yang sama pada pertumbuhannya. Menurut studi (Nugroho et al., 2022)

tidak ada perbedaan yang terlihat antara penyiraman sekali setiap tujuh hari dan penyiraman setiap hari. Penelitian tentang manfaat biochar dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di pembibitan main nursery diperlukan berdasarkan penjelasan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Instiper Yogyakarta pada bulan Mei hingga Agustus 2024, di Desa Wedomartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Alat-alat penelitian yang digunakan antara lain large bag berukuran 40x50 cm, cangkul, penggaris, jangka sorong, gelas ukur, timbangan digital, meteran, oven, dan alat pembakaran. Sementara itu, bahan penelitian terdiri dari bibit kelapa sawit varietas DxP Simalungun pembibitan awal berumur tiga bulan dan biochar.

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua variabel, yaitu variasi dosis biochar (100 g, 200 g, dan 300 g) serta perbedaan frekuensi penyiraman (setiap 1 hari, 2 hari, dan 7 hari sekali). Masing-masing perlakuan diulang empat kali, sehingga total sampel mencapai 36 tanaman. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5%. Jika ditemukan pengaruh signifikan, analisis dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada tingkat signifikansi yang sama. Parameter yang diamati mencakup peningkatan tinggi tanaman (cm), jumlah daun bertambah (helai), berat kering tajuk (g), berat kering akar (g), panjang akar (cm), peningkatan diameter batang, luas daun, jumlah stomata, lebar bukaan stomata, volume akar, serta jumlah akar primer, sekunder, tersier, dan kuartar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi nyata antara dosis biochar dan frekuensi penyiraman terhadap luas daun, lebar bukaan stomata, serta jumlah akar primer. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut saling memengaruhi secara signifikan pada parameter luas daun, lebar bukaan stomata, dan jumlah akar.

Tabel 1. Pengaruh interaksi dosis biochar dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*

Dosis Biochar	Frekuensi Penyiraman	Parameter Pengamatan		
		Luas daun (cm ²)	Lebar Bukaan Stomata (µm)	Jumlah akar Primer (buah)
100 g	Setiap hari	365,26ab	6,56c	9,75abc
	2 kali sehari	287,49c	7,39a	8,25c
	7 hari sekali	422,53a	7,15ab	9,75abc
200 g	Setiap hari	382,03ab	5,78d	11,00ab
	2 kali sehari	394,08ab	7,17ab	11,75a
	7 hari sekali	340,84bc	6,73bc	8,00c
300 g	Setiap hari	417,73ab	5,52de	11,25ab
	2 kali sehari	425,60a	5,21e	10,75ab
	7 hari sekali	408,21ab	5,68de	8,75bc

Keterangan : Rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT jenjang 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa Pada parameter luas daun mengalami interaksi pada dosis biochar 100 g dengan frekuensi penyiraman 7 hari sekali yaitu 422,53 cm² dan pada dosis biochar 300 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali yaitu 425,60 cm². Luas daun dapat dipengaruhi dari ketersediaan air dan nutrisi, maka biochar dapat membantu tanah untuk membantu memperbaiki tanah sehingga kondisi tanah pada kapasitas lapang yang dimana tanah bisa menyimpan cukup air, maka dari hasil penelitian ini pada dosis 100 g sudah mampu menyimpan air meskipun disiram 7 hari sekali dibandingkan dengan dosis 100 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali menunjukkan hasil yang terendah. Menurut Riska & Sartika, (2017), unsur yang sangat dibutuhkan untuk daun yaitu unsur N dan standar untuk unsur yang dibutuhkan pada daun yaitu unsur hara N sebesar 2,4% - 2,8%. Menurut Santi & Goenadi, (2012) pada biochar mengandung unsur hara nitrogen (N) sebesar 2,64%, maka pada dosis 100 g sudah memenuhi standar untuk menukupi unsur (N) pada daun.

Pada parameter lebar bukaan stomata mengalami interaksi pada dosis 100 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali yaitu 7,39 μ m menunjukkan hasil terbaik dibandingkan dosis 300 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali menunjukkan hasil yang terendah dikarenakan pada dosis biochar 100 g saja sudah cukup untuk menjaga kelembapan dikarenakan biochar dapat membantu menjaga kelembapan dan memperbaiki kondisi tanah menjadi kondisi kadar lapang yang dimana kadar lapang pada tanah untuk menjaga air didalam tanah dibandingkan dosis 300 g menunjukkan kondisi tanah yang jenuh sehingga respon bibit kelapa sawit tidak menunjukkan hasil terbaik di bandingkan dosis 100 g sama-sama pada frekuensi penyiraman 2 hari sekali dikarenakan sawit memiliki sistem perakaran dangkal yang dimana rentan terhadap kondisi air dalam tanah tidak boleh kering dan tidak boleh terlalu lembab, maka dari itu lebar bukaan stomata berfungsi sebagai penguapan air, penyerapan CO₂, dan proses transpirasi. Sehingga jika air tercukupi maka lebar bukaan stomata terbuka lebar dikarenakan stomata melakukan transpirasi dan penyerapan CO₂ yang sangat membutuhkan ketersediaan air yang cukup.

Pada parameter akar primer memiliki interaksi dan menunjukkan hasil terbanyak pada dosis biochar 200 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali berjumlah 11,75 buah, pada parameter akar primer sangat membutuhkan ketersediaan air dan sumber hara yang cukup untuk perkembangan akar primer. Akar sawit memiliki sistem perakaran dangkal yang sangat sensitif dengan air, maka pada dosis 200 g membantu tanah untuk menyimpan air pada frekuensi penyiraman 2 hari sekali dibandingkan pada penyiraman 7 hari sekali sudah termasuk kondisi tanah titik kering yang membuat pertumbuhan akar tidak banyak di bandingkan penyiraman 7 hari sekali. Menurut Riski. & Tarwaca., (2019) kandungan unsur P sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan pada perakaran kelapa sawit, perakaran kelapa sawit mengandung unsur P dari 0,03-0,10% sudah di kategorikan bagus. Menurut Santi & Goenadi, (2012), biochar mengandung unsur P sebesar 0,07%. Sehingga pada parameter jumlah akar primer pada dosis biochar 200 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali memiliki interaksi dikarenakan 2 perlakuan tersebut sudah memenuhi untuk pertumbuhan akar primer, karena fungsi akar primer adalah penyerapan air dan hara pada tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis biochar berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan tinggi tanaman, berat kering tajuk, berat kering akar, panjang akar primer, diameter batang, jumlah stomata, volume akar, maupun jumlah akar sekunder, tersier, dan kuartier. Hal ini menunjukkan bahwa dosis biochar tidak berpengaruh secara signifikan terhadap parameter-parameter tersebut. (Tabel 4).

Tabel 2. Pengaruh biochar terhadap pertumbuhan kelapa sawit di *Main Nursery*

Parameter	Dosis Biochar (g)		
	100	200	300
Pertambahan Tinggi Tanaman	8,94 a	9,53 a	13,09 a
Pertambahan Jumlah Daun	3,75 b	4,50 a	4,08 ab
Berat Kering Tajuk	14,44 a	19,52 a	20,97 a
Berat Kering Akar	5,18 a	5,95 a	7,24 a
Panjang Akar Primer	62,08 a	62,62 a	62,12 a
Pertambahan Diameter Batang	17,18 a	17,27 a	15,57 a
Jumlah Stomata	14,08 a	14,83 a	13,50 a
Volume Akar	28,33 a	27,50 a	35,42 a
Jumlah Akar Sekunder	103,42 a	110,58 a	113,42 a
Jumlah Akar Tersier	165,00 a	176,83 a	181,00 a
Jumlah Akar Kuartar	102,83 a	110,33 a	112,83 a

Keterangan : Berdasarkan DMRT 5%, rerata yang diikuti oleh huruf yang sama baris yang sama tidak berbeda secara signifikan.

Tabel 2 menunjukkan bahwa Pada penelitian ini dosis biochar berpengaruh nyata terhadap parameter pertambahan jumlah daun. Pada parameter pertambahan jumlah daun perlakuan dosis biochar 300 g memberikan hasil terbaik yaitu 4,5 helai. Pada penelitian ini pertambahan jumlah daun pada dosis biochar 300 g tidak berbeda nyata dengan dosis biochar 200 g yaitu 4,08 helai, pada dosis 200 g saja sudah cukup untuk pertambahan jumlah daun. Hal ini disebabkan karena biochar mengandung unsur hara berupa N, P, K, Ca, dan Mg. Kandungan unsur hara N dapat membantu dalam pertumbuhan tanaman kelapa sawit terutama pada jumlah helai daun (Siboro, 2018). Selain itu meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan kapasitas air, serta meningkatkan ketersediaan sumber hara dalam tanah sehingga dapat membantu meningkatkan penambahan jumlah helai daun seperti pada penelitian (Yosephine et al., 2021) dan pertambahan jumlah helai daun sudah sesuai dengan standart untuk bibit kelapa sawit .

Dosis biochar tidak berpengaruh terhadap pertambahan tinggi tanaman (Tabel 1), berat kering tajuk, berat kering akar, Panjang akar primer, pertambahan diameter batang, jumlah stomata, volume akar, dan jumlah akar sekunder, tersier, dan kuartar. Pada masing-masing tabel perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap dosis biochar sehingga dosis biochar pada penelitian ini belum mampu mempengaruhi perubahan parameter tersebut. Dikarenakan biochar cangkang sawit sendiri hanya terdiri unsur hara seperti 1,32% nitrogen (N), 0,07% fosfor (P) dan 22,62 % carbon organic (C-org) yang belum mampu untuk memenuhi unsur hara yang di butuhkan pada setiap parameter tersebut (Santi & Goenadi, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap jumlah stomata. Namun, frekuensi penyiraman tidak berpengaruh signifikan terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar, panjang akar primer, pertambahan diameter batang, volume akar, serta jumlah akar sekunder, tersier, dan kuartar.

Tabel 5. Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan kelapa sawit di *Main Nursery*

Parameter	Frekuensi Penyiraman (F)		
	1	2	7
Pertambahan Tinggi Tanaman	9,74 p	10,60 p	11,22 p
Pertambahan Jumlah Daun	4,00 p	4,08 p	4,25 p
Berat Kering Tajuk	19,06 p	17,62 p	18,26 p
Berat Kering Akar	5,78 p	5,99 p	6,60 p
Panjang Akar Primer	67,87 p	61,66 pq	57,29 q
Pertambahan Diameter Batang	17,59 p	17,22 p	15,21 p
Jumlah Stomata	16,75 p	13,08 q	12,58 q
Volume Akar	34,58 p	30,42 p	26,25 p
Jumlah Akar Sekunder	113,50 p	104,58 p	109,33 p
Jumlah Akar Tersier	181,17 p	166,83 p	174,28 p
Jumlah Akar Kuarter	112,83 p	104,00 p	109,17 p

Keterangan : Berdasarkan DMRT 5%, rerata yang diikuti oleh huruf yang sama baris yang sama tidak berbeda secara signifikan.

Tabel 5 menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman berpengaruh signifikan terhadap jumlah stomata. Jumlah stomata tertinggi terdapat pada frekuensi penyiraman satu kali sehari, yaitu 16,75 unit. Sementara itu, frekuensi penyiraman setiap 2 hari dan setiap 7 hari menghasilkan jumlah stomata yang lebih rendah dibandingkan dengan penyiraman setiap hari. Menurut Sukmawan & Riniarti, (2020) Ketersediaan air sangat diperlukan oleh stomata untuk mengatur laju pertukaran gas, laju transpirasi, dan suhu daun. Oleh karena itu, frekuensi penyiraman setiap 1 hari lebih baik dibandingkan dengan penyiraman setiap 2 hari atau 7 hari.

Pada Tabel 5, perlakuan frekuensi penyiraman tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, pertambahan jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar, panjang akar primer, pertambahan diameter batang, volume akar, serta jumlah akar sekunder, tersier, dan kuarter. Menurut (Febriansyah, 2024) menunjukkan bahwa frekuensi penyiraman tidak terdapat dampak nyata pada parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis pengaruh biochar dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan kelapa sawit di MN dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kombinasi aplikasi biochar dan frekuensi penyiraman berpengaruh terhadap luas daun bibit kelapa sawit. Hasil terbaik diperoleh pada dosis biochar 100 g dengan frekuensi penyiraman setiap 7 hari sekali (425,60 cm²) dan pada dosis 300 g dengan frekuensi penyiraman setiap 2 hari sekali (425,60 cm²).
2. Kombinasi pemberian biochar dengan frekuensi penyiraman berpengaruh terhadap parameter lebar bukaan stomata pada perlakuan dosis 100 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali menunjukkan hasil yang terbaik yaitu 7,39 µm dan pada dosis 300 g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali hasil yang terendah yaitu 5,21 µm.
3. Kombinasi pemberian biochar dengan frekuensi penyiraman berpengaruh terhadap parameter jumlah akar primer pada perlakuan dosis 200g dengan frekuensi penyiraman 2 hari sekali menunjukkan hasil terbaik yaitu 11,75 buah dan pada dosis

200 g dengan frekuensi penyiraman 7 hari sekali menunjukkan hasil yang terendah yaitu 8 buah.

4. Dosis biochar berpengaruh nyata terhadap parameter pertambahan jumlah daun bibit main nursery, pada dosis 300g menunjukkan hasil terbaik.
5. Frekuensi penyiraman tidak berpengaruh pada parameter lain kecuali parameter jumlah stomata yang menunjukkan pada frekuensi penyiraman 1 hari sekali menunjukkan hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, Y., E.W., Yustina, S. I. H. R. (2019). *Budidaya, pemanfaatan hasil dan limbah dan analisis usaha dan pemasaran kelapa sawit*. Penerbit Swadaya.
- Febriansyah, V. (2024). *Pengaruh Macam Mulsa dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Main Nursery*. Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
- Gani, A. (2010). *Multiguna Arang Hayati Biochar*. sinar tani.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mit, R. L. (1991). *Fisiologi tanaman budidaya*. UI-Press.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - A review. *Biology and Fertility of Soils*, 35(4), 219–230. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>
- Maryani, A. T. (2012). The Influence of Water Supply Volume to The Growth Of Oil Palm Seedlings(*Elaeis guineensis* jacq) in main nursery. *Bioplantae*, 1(2), 64–75.
- Nugroho, M. H., Suryanti, S., & Umami, A. (2022). Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dan Mikoriza Vesikula Arbuskula terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit *Main Nursery* pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Vegetalika*, 11(3), 186. <https://doi.org/10.22146/veg.64783>
- Prasetyowati, S. E., & Yacobus Sunaryo, I. E. S (2019). Pengaruh Macam Amelioran Lokal dan Biofertilizer terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Koro Pedang Di Lahan Marjinal Tanah Grumusol Effect. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Resta, D. A., Wirianata, H., & Yuniasih, B. (2020). Pengaruh Bentuk Kompos dan Frekuensi Penyiraman terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pre Nursery. *Agroforetech*, 1(September), 1407–1411. http://lumbungpustaka.instiperjogja.ac.id/195/%0Ahttp://lumbungpustaka.instiperjogja.ac.id/195/1/2. Cover-Intisari_17157.pdf
- Riska, & Sartika. (2017). *Penentuan kadar nitrogen (N) dari daun kelapa sawit secara destilasi dengan metode trimetric*. USU.
- Riski., W., & Tarwaca., E. (2019). Dampak Pemberian Kalium dan Cekaman Kekeringan terhadap Serapan Hara Dan Produksi Biomassa Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis gueneensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 41–56. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v27i1.74>
- Santi, L. P., & Goenadi, D. H. (2012). Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembawa Mikrob Pemanap Agregat. *Buana Sains*, 12(1), 7–14.
- Siboro, J. (2018). *Pengujian Penggunaan Biochar Berbahan Baku Sisa Pohon Kelapa Sawit untuk Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) di Main Nursery pada Tanah Ultisol*. USU MEDAN.
- Sukmawan, Y., & Riniarti, D. (2020). Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Akibat Pengaturan Bobot Mulsa Tandan Kosong dan Frekuensi Penyiraman. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 28(3), 159–168. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v28i3.121>
- Tampubolon, R. M., Irsal, & Charloq. (2019). The Influence of Frequency of Watering to Several Types of Seeds of High Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq) that Have Thick Mesocarpin the Main Nursery 4 until 7 Months. *Agroekoteknologi FP USU* , 7(2), 356–360.

- Widiastuti, D., & Maghdalena, M. (2016). Analysis Benefit Cost Ratio of Biochar in Agriculture Land To Increase Income Household in Merauke Regency. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 13(2), 135–143. <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1100222646%0Ahttp://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/index.php/JPSEK/article/download/2309/pdf>
- Yosephine, I. O., Gunawan, H., & Kurniawan, R. (2021). Pengaruh Pemakaian Jenis Biochar pada Sifat Kimia Tanah P dan K terhadap Perkembangan Vegetatif Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada Media Tanam Ultisol. *Agroteknika*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.32530/agroteknika.v4i1.74>