

Pengaruh Biochar Sebagai Campuran Media Tanam dan Volume Penyiraman terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Pre Nursery

Parhan Revaldi*, Ety Rosa Setyawati, Erick Firmansyah

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta

*Email Korespondensi: aldifarhan755@gmail.com

ABSTRAK

Di Kebun Pendidikan (KP2) Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, penelitian dilakukan dengan maksud untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan kelapa sawit di *pre nursery* terhadap pemberian berbagai dosis biochar dan volume penyiraman. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juni tahun 2022. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah komposisi biochar yang terdiri dari 4 aras yaitu tanpa biochar/kontrol, 150 g, 250 g, dan 450 g,. Faktor kedua adalah volume penyiraman yang terdiri dari 3 aras yaitu 100 ml, 150 ml, dan 200 ml. 12 kombinasi perlakuan dibuat dari kedua faktor tersebut, dan masing-masing perlakuan dicoba sebanyak lima ulangan. $5 \times 12 = 60$ bibit diperlukan untuk penelitian. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dengan (*Analysis of Variance*), pada tingkat nyata 5%. Jika ada pengaruh yang nyata maka akan dilanjut menggunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengujinya lebih lanjut pada jenjang nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi nyata antara macam dosis biochar dan volume penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Perlakuan macam dosis biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah daun dan berat kerig akar. Biochar dengan dosis 150 g memberikan rerata yang terbaik terhadap parameter jumlah daun dan berat kering akar. Pada perlakuan volume penyiraman sebanyak 100 ml/bibit memberikan rerata terbaik terhadap parameter jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

Kata Kunci : Dosis Biochar, Volume Penyiraman, Bibit *Pre Nursery*

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak dimanfaatkan Indonesia sebagai bahan pokok ekspor dan komoditas yang dapat membantu petani menghasilkan lebih banyak uang. Karena mampu menduduki peringkat teratas subsektor perkebunan, kelapa sawit di Indonesia merupakan sumber devisa yang sangat potensial. Berdasarkan (BPS, 2021) menunjukkan bahwa luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2021 seluas 14.663,60 ribu hektare sedangkan pada tahun 2020 luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia yaitu 14.858,30 ribu hectare. Hal ini menunjukkan adanya penurunan luas areal perkebunan kelapa sawit yang mencapai hampir 200 ribu hektare. Penurunan luas areal ini juga diikuti penurunan hasil CPO yang pada tahun 2020 sebesar 48.296,90 ribu ton menjadi 46.223,30 ribu ton pada tahun 2021. Untuk mendapatkan produksi yang maksimal maka diperlukan pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang baik. Pertumbuhan kelapa sawit yang baik dihasilkan dari bibit yang berkualitas. Untuk mendapatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit yang baik pula maka

diperlukan media tanam yang baik salah satunya dengan cara menambah bahan pembenah tanah contohnya biochar.

Biochar dibuat dengan membakar bahan-bahan seperti sekam padi, tempurung kelapa, pelepah sawit, dan sebagainya untuk menghasilkan arang biologis. Untuk menghasilkan 50 persen karbon (C) dan unsur hara yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah Gani (2010). Biochar adalah pembenah tanah yang memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta kesuburannya. Selain itu, biochar juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, biochar dikenal sebagai bahan amelioran yang membantu proses perbaikan. Pemberian bahan organik merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kondisi tanah (Prasetyowati dan Sunaryo, 2019). Biochar dapat meningkatkan jumlah karbon organik dalam tanah, mempercepat pertumbuhan mikroorganisme, memudahkan mereka menyerap unsur hara dari tanah, membuat tanah lebih subur, dan membuat tanaman menghasilkan lebih banyak. Karena strukturnya yang rapuh, biochar dapat membantu menganginkan dan mengeringkan tanah, menjadikannya media tanam yang ideal. Diperkirakan penambahan biochar akan memiliki manfaat yang signifikan karena sejumlah besar karbon terikat tanah akan disimpan untuk waktu yang lama. Biochar juga dapat membuat tanah menjadi lebih subur dan lembab, serta bertahan di dalam tanah selama ribuan tahun (Guzali *et al.*, 2016). Tanaman kelapa sawit, terutama yang masih muda, memerlukan air yang cukup untuk pertumbuhannya setelah pemilihan media tanam yang sesuai.

Pertumbuhan bibit kelapa sawit terhambat oleh beberapa faktor, terutama di pembibitan utama, termasuk air. Air sangat penting untuk translokasi nutrisi karena berfungsi sebagai pelarut nutrisi dan bahan baku untuk fotosintesis. Tanaman akan memperlambat pertumbuhannya, merusak jaringannya, dan akhirnya mati jika tidak mendapat cukup air. Jika terkena sinar matahari, laju transpirasinya yang tinggi akan dipercepat oleh suhu tinggi (Song, 2011). Tugas air pada tumbuhan adalah sebagai bahan yang dapat larut untuk berbagai campuran sub-atomik alami (suplemen) dari kotoran ke dalam tumbuhan, sebagai kendaraan fotosintat dari sumber ke perut, menjaga kembang sel mengingat untuk ekspansi sel dan pembukaan sel. stomata, sebagai penyusun utama bahan seluler dan pengatur suhu bagi tanaman.

METODE PENELITIAN

Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, menjadi tempat penelitian ini. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 118 meter di atas permukaan laut. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni tahun 2022. Alat yang digunakan adalah: ember, puputan, penggaris atau pita pengukur, kaliper pisau, gunting, timbangan analitik, palu, ayakan atau ayakan dengan diameter 2 mm, oven, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu, paku, tali rafia, plastik transparan, polybag hitam kecil berukuran 20 cm x 20 cm berisi tanah regusol, dan serbuk arang tempurung kelapa. Pendekatan eksperimen digunakan untuk desain penelitian yaitu faktorial dengan dua faktor disusun sedemikian rupa sehingga benar-benar acak. Faktor pertama adalah biochar yang terdiri dari 4 aras, khususnya proporsi regusol dan biochar: dengan atau tanpa Biochar/Kontrol diberi pupuk NPK 16:16:16 dengan dosis 2,5 g/tanaman (B0), 150 g (B1), 250 g (B2), dan 450 g (B3). Faktor kedua adalah volume penyiraman, yang memiliki 3 aras yaitu masing-masing 100 ml (V1), 150 ml (V2), dan 200 ml (V3). 12 kombinasi perlakuan dibuat dari kedua faktor tersebut, dan masing-masing perlakuan dicoba sebanyak 5 ulangan. $5 \times 12 = 60$ benih diperlukan untuk penelitian. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis variansi dengan taraf signifikansi

5%. Jika ada pengaruh yang signifikan maka akan digunakan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengujinya lebih lanjut pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh biochar terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*

Parameter	Biochar (g)			
	Kontrol	150	250	450
Tinggi Tanaman (cm)	22,25 a	22,87 a	22,37 a	21,62 a
Jumlah Daun (helai)	3,33 b	3,83 a	3,83 a	3,75 a
Luas Daun(cm ²)	102,66 a	105,36 a	104,27 a	101,84 a
Diameter Batang (mm)	7,25 a	7,22 a	7,05 a	6,79 a
Panjang Akar (cm)	24 a	25,08 a	26,16 a	25,5 a
Berat Basah Akar (g)	2,92 a	2,89 a	2,76 a	2,44 a
Berat Basah Tanaman (g)	7,63 a	7,49 a	7,01 a	6,61 a
Berat Kering Tanaman (g)	1,36 a	1,29 a	1,26 a	1,13 a
Berat Kering Akar (g)	0,48 a	0,44 ab	0,44 ab	0,36 b

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata setelah dianalisis menggunakan DMRT pada jenjang nyata 5%.

Secara umum dari hasil penelitian tentang pengaruh biochar sebagai campuran media tanam dan volume penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *pre nursery* menunjukkan tidak adanya interaksi nyata antara dosis biochar dan volume penyiraman terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, panjang akar, berat basah akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman, dan berat kering akar. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut tidak saling bekerja sama dalam mempengaruhi semua parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Pembibitan kelapa sawit di *pre-nursery* masih mengandalkan cadangan makanan di dalam endosperm untuk energi dan pertumbuhan sehingga tidak terjadi interaksi. Akibatnya, respon bibit kelapa sawit tidak terpengaruh. Pahan (2008), Menyatakan pula bahwa cadangan makanan dalam endosperma (minyak inti) yang terdiri dari karbohidrat, lemak, dan protein sangat penting untuk pertumbuhan bibit pada minggu pertama. Ketika tanaman mulai dipindahkan ke pembibitan utama, di mana mereka mulai aktif tanpa mengandalkan cadangan makanan lagi, perbedaan pertumbuhan akan semakin terlihat (Afrillah *et al.*, 2015).

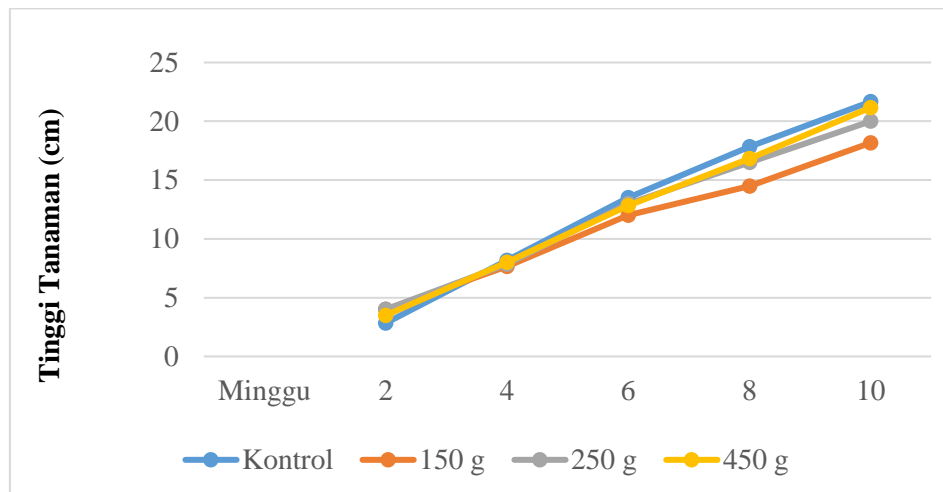
Hasil Anova menunjukkan bahwa pada perlakuan dosis biochar berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun. Perlakuan penambahan biochar pada berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap perlakuan kontrol. Perlakuan penambahan biochar pada berbagai dosis menunjukkan hasil rerata tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selain itu, parameter kontrol jumlah daun tanpa biochar menghasilkan daun paling sedikit. Diperkirakan biochar yang terbuat dari tempurung kelapa dapat menyimpan unsur hara, khususnya nitrogen, di dalam tanah. Biochar akan mengikat nutrisi di dalam tanah, membuatnya sulit untuk lepas dan memudahkan akar tanaman untuk menyerapnya (Rahayu *et al.*, 2019).

Karena porositas tanah merupakan proporsi ruang pori yang berfungsi sebagai tempat udara dan air, penambahan biochar ke dalam tanah dapat memperbesar ruang pori dalam tanah yang pada akhirnya dapat meningkatkan porositas tanah. Jika porositas tanah berubah, maka jumlah pori dan kadar air tanah juga akan berubah. di tanah, air (Liescahyani *et al.*,

2014). Menurut Nurida, (2014) Biochar adalah pupuk nitrogen yang berperan sebagai bioaktivator, meningkatkan biomassa daun dan serapan nitrogen. Sedangkan perlakuan dosis biochar 450 g/polybag menghasilkan berat kering terendah untuk parameter berat kering akar. Kemampuan tanah menahan atau menyimpan unsur hara dapat ditingkatkan dengan menambahkan biochar ke dalam tanah. Retensi unsur hara adalah kemampuan tanah untuk menahan atau menyimpan unsur hara. Biochar dapat membantu menjaga pemeliharaan nutrisi karena penggunaan biochar dapat meningkatkan pH pada tanah korosif. (Solaiman dan Anwar, 2015).

Sementara itu, pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery tidak dipengaruhi oleh parameter perlakuan dosis biochar seperti tinggi tanaman, luas daun, diameter batang, panjang akar, berat basah akar, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman. Ini karena biochar membutuhkan waktu lebih lama untuk memberikan efek. Sementara limbah pertanian ini bekerja dengan baik sebagai amandemen tanah, efektivitasnya sebagai kompos berkurang. Tanaman bisa mendapatkan keuntungan dari kapasitas bahan organik untuk pertukaran kation dan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan vegetatif. (Kurniawan, 2018).

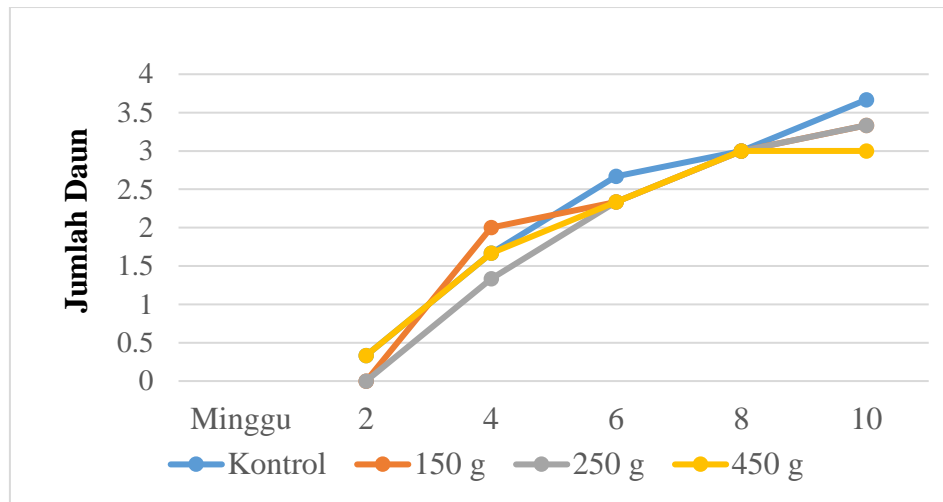
Adapun laju pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit di *pre nursery* karena dosis biochar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh dosis biochar terhadap tinggi tanaman (cm)

Gambar 1 menunjukkan laju pertumbuhan tinggi tanaman kelapa sawit di *pre nursery* pada aplikasi dosis biochar menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif sama baiknya di semua perlakuan. Pada minggu ke 8 – 10 pertumbuhannya relatif meningkat dibandingkan dengan minggu yang lainnya.

Adapun laju pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit di *pre nursery* karena dosis biochar dapat dilihat Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh dosis biochar terhadap jumlah daun (helai)

Gambar 2 menunjukkan laju pertumbuhan jumlah daun tanaman kelapa sawit di *pre nursery* pada aplikasi dosis biochar menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif sama baiknya di semua perlakuan. Pada minggu ke 6 – 10 pertumbuhannya relatif meningkat dibandingkan dengan minggu yang lainnya.

Tabel 2. Pengaruh volume penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*

Parameter	Volume Penyiraman (ml)		
	100	150	200
Tinggi Tanaman (cm)	23.17 p	22.02 p	21.87 p
Jumlah Daun (helai)	3.7 p	3.8 p	3.4 q
Luas Daun(cm ²)	112.59 p	101.31 pq	99.92 q
Diameter Batang (mm)	7.35 p	7.17 p	6.99 p
Panjang Akar (cm)	24.7 p	23.6 p	27.1 p
Berat Basah Akar (g)	2,99 p	2,62 p	2,68 p
Berat Basah Tanaman (g)	8.15 p	6.85 q	6.69 q
Berat Kering Tanaman (g)	1.44 p	1.18 q	1.15 q
Berat Kering Akar (g)	0.47 p	0.42 p	0.43 p

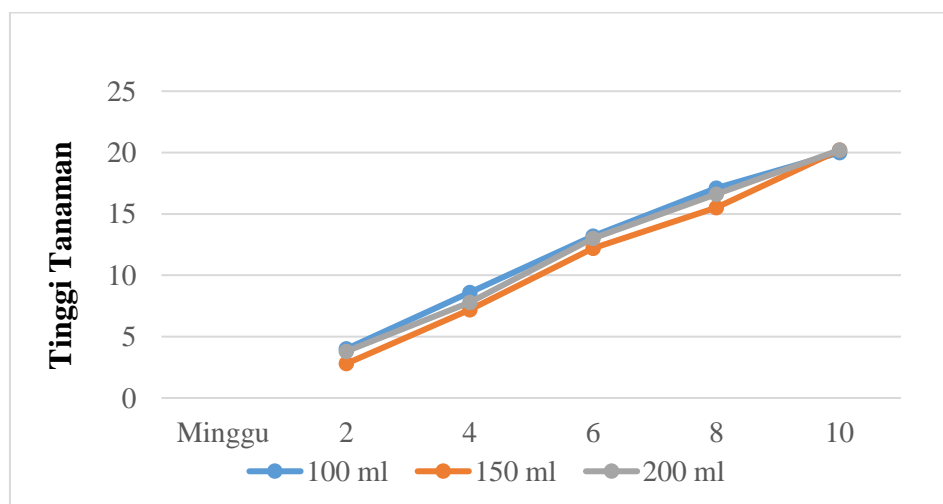
Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata setelah dianalisis menggunakan DMRT pada jenjang nyata 5%.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan volume penyiraman pada parameter jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Pada penelitian ini, perlakuan volume penyiraman sebanyak 100 ml/bibit sudah cukup bagi bibit kelapa sawit di *pre nursery*. Karena volume penyiraman sebanyak 100 ml/bibit sudah cukup untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery* di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Standar Pusat Penelitian Kelapa Sawit pada tahap *pre nursery* umur 3 bulan menyatakan diameter batang yaitu 1,3 cm dengan tinggi bibit 20 cm, dan jumlah daun 3,5 helai. Hasil penelitian ini menunjukkan pada perlakuan volume penyiraman 100 ml/bibit pada parameter jumlah daun menghasilkan jumlah daun yang tepat yaitu sesuai standar PPKS. Tanaman

kehilangan oksigen saat disiram dalam jumlah banyak, sehingga jumlah air yang diterima harus sebanding dengan kebutuhan airnya. Inilah yang saya rasakan Harjadi, (1996) bahwa tanah akan mengalami pencucian dan aerasi yang buruk akibat penyiraman yang terlalu sering dan berlebihan. Dedi Setiawan Marpaung, (2017), menyatakan bahwa nitrogen merupakan unsur hara yang paling besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan daun. Unsur ini berperan dalam sintesis klorofil, protein, dan pembentukan sel-sel baru sehingga dapat membentuk organ seperti daun. Menurut Jumin (2002), Ketersediaan unsur hara dalam tanah tidak terlepas dari peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman. Akumulasi asimilasi melalui fotosintesis, respirasi, dan akumulasi senyawa organik adalah tiga proses yang menghasilkan produksi berat kering tanaman. Ketersediaan nutrisi akan menentukan proses ini.

Ketersediaan unsur hara dalam tanah tidak terlepas dari peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman. Akumulasi asimilasi melalui fotosintesis, respirasi, dan akumulasi senyawa organik adalah tiga proses yang menghasilkan produksi berat kering tanaman. Ketersediaan nutrisi akan menentukan proses ini. Pahan (2006) kebutuhan air di pembibitan pada umur 0-3 bulan membutuhkan air 100-200 ml/hari di pre nursery. Menurut Fitter (1998), Kekurangan internal tanaman dalam air akan secara langsung mempengaruhi kapasitasnya untuk pembelahan dan perluasan sel. Selama tahap pertumbuhan vegetatif yang ditandai dengan bertambahnya tinggi tanaman, pembesaran diameter, dan pertumbuhan akar, tanaman membutuhkan air untuk pembelahan dan pembesaran sel. Turgor sel tumbuhan menurun dan proses fisiologis melambat ketika ada tekanan air. Gardner (1991) menjelaskan bahwa fotosintesis akan melambat ketika tanaman tidak memiliki cukup air. Selain ditujukan untuk penyimpanan dalam organ, fotosintat dipecah menjadi senyawa organik terlarut dan menurunkan potensi osmotik sel untuk membantu tanaman bertahan dalam kondisi kekeringan.

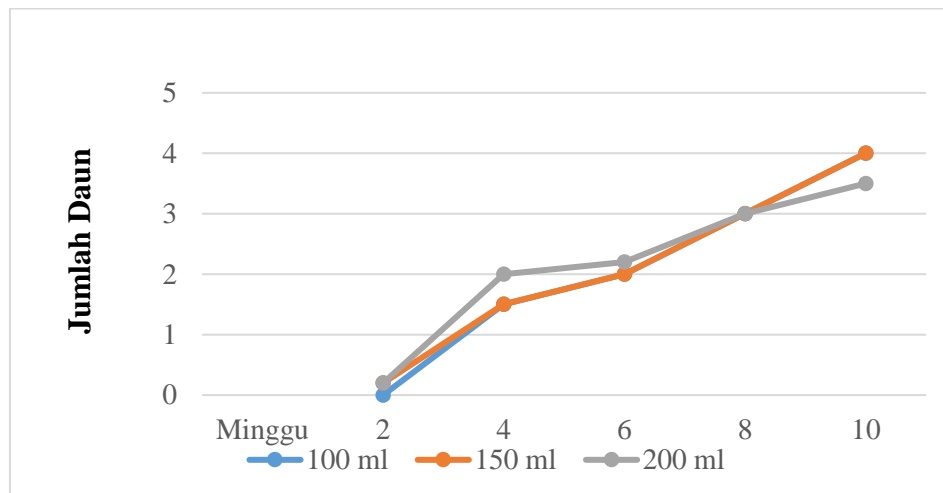
Adapun laju pertumbuhan tinggi tanaman bibit kelapa sawit di *pre nursery* karena volume penyiraman dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Pengaruh dosis volume penyiraman terhadap tinggi tanaman (cm)

Gambar 3 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tinggi tanaman kelapa sawit di *pre nursery* pada berbagai dosis volume penyiraman menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif sama baiknya di semua perlakuan. Pada minggu ke 8 – 10 pertumbuhannya relatif meningkat dibandingkan dengan minggu yang lainnya.

Adapun laju pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit di *pre nursery* karena volume penyiraman dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh dosis volume penyiraman terhadap jumlah daun (helai)

Gambar 4 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan jumlah daun tanaman kelapa sawit di *pre nursery* pada berbagai dosis volume penyiraman menunjukkan laju pertumbuhan yang relatif sama baiknya di semua perlakuan. Pada minggu ke 6 – 10 pertumbuhannya relatif meningkat dibandingkan dengan minggu yang lainnya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Tidak terjadi interaksi nyata antara macam dosis biochar dan volume penyiraman pada pertumbuhan bibit kelapa sawit di *pre nursery*.
2. Pemberian macam dosis biochar memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah daun dan berat kering akar. Biochar dengan dosis 150 g memberikan rerata tertinggi pada parameter jumlah daun dan berat kering akar.
3. Pada volume penyiraman sebanyak 100 ml/bibit memberikan rerata tertinggi terhadap parameter jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrillah, M., Sitepu, F. E., & Hanum, C. (2015). Respons Pertumbuhan Vegetatif Tiga Varietas Kelapa Sawit di Pre Nursery Pada Beberapa Media Tanam Limbah. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(4), 1289–1295.
- BPS. (2021). *Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar), 2019-2021*. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>
- Dedi Setiawan Marpaung, A. dan E. A. 2017. (2017). Pengaruh Volume Penyiraman Air Dan Kompos Kulit Buah Kakao Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Pada Medium PMK Di Pembibitan Utama. *Faperta*, 4(1), 1–13.
- Fitter, A. H. dan R. K. M. H. (1998). *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Gani, A. (2010). *Multiguna Arang Hayati Biochar* (pp. 13–19). Sinar Tani Edisi.
- Gardner, F.P, R. B. P. dan R. I. M. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.

- Guzali, Adiwirman, & Wawan. (2016). Use of coconut shell and palm fronds biochar on the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) main nursery with peat medium. *J. Agrotek. Trop*, 5(2), 55–61.
- Harjadi, S. S. (1996). *Pengantar Agronomi*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Jumin, H. B. (2002). *Ekofisiologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi*. Rajawali Press, Jakarta.
- Kurniawan, E. dan A. (2018). KONSERVASI TANAH DAN KARBON MELALUI PEMANFAATAN BIOCHAR PADA PERTANAMAN KEDELAI. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan*, 1(2), 93–106.
- Liescahyani, I., Djatmiko, H., dan Sulistyaningsih, N. (2014). *Pengaruh Kombinasi Bahan Baku dan Ukuran Partikel Biochar Terhadap Perubahan Sifat Fisika Pada Tanah Pasiran*. Universitas Jember, Jember.
- Nurida, N. L. (2014). Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia Potency of Utilizing Biochar for Dryland Rehabilitation in Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(3), 57–68.
- Pahan, I. (2006). *Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Prasetyowati SE, Sunaryo Y, S. I. (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.
- Rahayu, R., Saidi, D., & Herlambang, S. (2019). Pengaruh Biochar Tempurung Kelapa Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Sifat Kimia Tanah Dan Produksi Tanaman Sawi Pada Tanah Pasir Pantai. *JURNAL TANAH DAN AIR (Soil and Water Journal)*, 16(2), 69–78.
- Solaiman, Z.M., dan Anwar, H. M. (2015). Application of Biochar for Soil Constraints. *Pedospere*, 25(5), 631–638.
- Song, A. N. dan Y. B. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Ilmiah Sains*, 11(2), 166–173.