

Pengaruh Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan Sengon (*Falcataria moluccana*)

Effect of the Application of Biochar from Oil Palm Empty Bunches on the Growth of Falcataria moluccana

Novendra Muhammad Rafly^{1*}, Melya Riniarti¹, Wahyu Hidayat¹, Hendra Prasetya¹, Bangun Adi Wijaya¹, Ainin Niswati², Udin Hasanudin³, Irwan Sukri Banuwa²

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

² Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, University of Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

³ Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, University of Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

*email: vendra.rafly22@gmail.com

Disubmit: 07 Februari 2022

Direvisi: 20 Februari 2022

Diterima: 01 Maret 2022

Abstract. *The palm oil industry in producing palm oil is able to produce waste in the form of empty palm oil bunches (TKKS) as much as 23% or 230 kg from 1 ton of palm oil. Abundant EFB waste becomes a problem such as polluting the environment and a source of disease. One technology for utilizing EFB waste is to convert EFB into biochar. Biochar as a soil enhancer has been proven to improve the physical and chemical properties of the soil. The purpose of this study was to determine the application of biochar to increase the growth of sengon (*F. moluccana*). The biochar used was produced by slow pyrolysis technique at 400°C and 600°C. Biochar was applied when transplanting sengon seedlings in the field, with 3 doses (0 tons/ha, 25 tons/ha and 50 tons/ha) using a split plot research design with the basic Completely Randomized Design (CRD) design in Factorial. Analysis of the data using analysis of variance (ANOVA) and further test of the Least Significant Difference (LSD). Growth parameters were observed once a month for eight months, namely the increase in height, diameter and growth rate. The results showed that the application of OPEFB biochar in the application of 50 tons/ha with a combustion temperature of 400°C gave the best results for growth parameters compared to control plants. Judging from the average monthly growth rate of 50 tons/ha of application with a burning temperature of 400°C EFB, it shows the highest average, as well as the correlation between height and diameter is also the best. The addition of biochar proved to be able to increase the growth of sengon plants by 1.2 times better and faster than the treatment without biochar.*

Keywords: *Amelioration, biochar, F. moluccana, OPEFB*

Abstrak. Industri kelapa sawit dalam memproduksi minyak kelapa sawit mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23% atau 230 kg dari 1 ton kelapa sawit. Limbah TKKS yang melimpah menjadi sebuah permasalahan seperti dapat mencemari lingkungan dan sumber penyakit. Salah satu teknologi pemanfaatan limbah TKKS yaitu dengan mengubah TKKS menjadi biochar. Biochar sebagai bahan pembenah tanah telah terbukti dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui penerapan biochar untuk meningkatkan pertumbuhan sengon (*F. moluccana*). Biochar yang digunakan diproduksi dengan teknik pirolisis lambat pada suhu 400°C dan 600°C. Biochar diaplikasikan pada saat memindahkan bibit sengon di lapangan, dengan 3 dosis (0 ton/ha, 25 ton/ha dan 50 ton/ha) menggunakan rancangan penelitian Split Plot dengan rancangan dasar RAL dalam Faktorial. Analisis data menggunakan analisis ragam (ANARA) dan dilakukan uji lanjut Beda Nilai Terkecil (BNT). Parameter pertumbuhan diamati sebulan sekali selama delapan bulan yaitu pertambahan tinggi, diameter dan laju pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan biochar TKKS pada aplikasi 50 ton/ha dengan suhu pembakaran 400°C memberikan hasil terbaik untuk parameter pertumbuhan dibandingkan tanaman kontrol. Dilihat dari rata-rata kecepatan pertumbuhan perbulan aplikasi 50 ton/ha dengan suhu pembakaran TKKS 400°C menunjukkan rataan paling tinggi, begitupun pada korelasi pertambahan antara tinggi dan diameter juga yang paling baik. Penambahan biochar terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sengon sebesar 1,2 kali lipat lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan tanpa biochar.

Kata kunci: Pembenah tanah, biochar, *F. moluccana*, TKKS

PENDAHULUAN

Produksi minyak kelapa sawit menghasilkan limbah produksi berupa limbah padat menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5% atau 65 kg, wet decanter solid (lumpur sawit) 4% atau 40 kg, serabut (*fiber*) 13% atau 130 kg serta limbah cair sebanyak 50% (Mandiri, 2012). Limbah cair industri minyak kelapa sawit berupa air, minyak dan padatan organik disebut POME (*Palm Oil Mill Effluent*), sedangkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), pelepah, cangkang, serat dan lumpur sawit adalah limbah padat industri minyak kelapa sawit (Haryanto et al., 2021a). TKKS merupakan salah satu limbah dalam jumlah besar pada produksi kelapa sawit, diketahui bahwa satu ton kelapa sawit dapat menghasilkan limbah hingga 23% atau 230 kilogram dalam bentuk TKKS (Iryani et al., 2019).

Limbah TKKS yang melimpah dapat mencemari lingkungan bila tidak dimanfaatkan dan diolah dengan baik. Limbah TKKS yang dibiarkan begitu saja akan menyebabkan bau busuk yang menjadi tempat bersarangnya serangga lalat sehingga dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan dan juga menyebarkan bibit penyakit (Sopiah et al., 2017). Oleh karena itu teknologi

yang dapat mengubah TKKS menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis dengan menggunakan teknologi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengubah TKKS menjadi biochar adalah dengan teknik pirolisis (Hidayat et al., 2021). Pirolisis merupakan teknik yang menghasilkan biochar yang dilakukan dengan cara pemberian suhu tinggi dan tanpa kehadiran O₂ (Hidayat et al., 2017; Ridjayanti et al., 2021). Selain biochar, pirolisis juga menghasilkan produk berupa tar dan zat lainnya (Arhamsyah, 2010). Biochar dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah karena dapat menjaga kesinambungan kesuburan dan produktivitas tanah di daerah tropis (Riniarti et al., 2021a; Haryanto et al., 2021b), dapat meningkatkan penyerapan hara oleh tanaman dengan meningkatkan volume akar (Tarigan dan Nelvia 2020). Penambahan biochar diharapkan dapat mengurangi konsumsi pupuk dan meningkatkan pertumbuhan dengan tanpa pemberian biochar.

Pemanfaatan pembenah tanah merupakan salah satu upaya perbaikan lahan pada Hutan Tanaman Industri (HTI). Sengon menjadi salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan untuk tanaman di Hutan Tanaman Industri (HTI) dan Hutan Rakyat (HR) (Anggraeni, 2010). Tanaman ini termasuk tanaman yang cepat tumbuh karena pada umur 5-6 tahun kayu sengon mampu mencapai diameter 30 cm atau lebih, sehingga sudah layak dipanen dan diolah menjadi berbagai macam produk (Ramadhan et al., 2018). Kayu sengon banyak digunakan di sawmill rakyat menjadi bahan bangunan, bahan baku kertas dan papan partikel (Baskorowati, 2014; Utama et al., 2019). Penggunaan biochar untuk peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman sudah banyak dilakukan seperti pada penelitian Wijaya et al. (2021) bahwa penambahan biochar dapat meningkatkan pertumbuhan batang dan diameter batang sengon lebih baik dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Biochar berpengaruh pula terhadap tanah (Ichriani et al., 2016) yang dimana dalam penelitian ini menguji tentang manfaat biochar TKKS untuk meningkatkan ketersediaan hara tanah yang hasilnya positif dapat membantu meningkatkan nilai pH pada tanah dengan pH rendah. Pemanfaatan biochar dengan menambahkannya ke tanah pada bibit sengon diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman sengon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan biochar dengan dosis dan suhu pembakaran yang berbeda terhadap pertumbuhan sengon.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilaksanakan di demplot yang berada di Desa Gunung Suguh, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung dan luasnya demplot penelitian ini adalah 1 Ha. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit pohon sengon umur 6 bulan, biochar TKKS. Alat yang digunakan antara lain adalah kaliper, penggaris, pita meter, sekop mini, cutter, tally sheet, alat tulis, dan cangkul.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan menggunakan rancangan dasar yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial karena faktor yang digunakan lebih dari satu faktor. Faktor yang digunakan adalah suhu pirolisis biochar yang disiapkan pada suhu 400°C dan 600°C, serta faktor dosis biochar 0 ton/ha, 25 ton/ha dan 50 ton/ha. Dosis per

hektar menjadi plot utama, dan sub-plotnya adalah suhu pirolisis biochar. Perlakuan diulang sebanyak 8 kali dengan pengulangan sebanyak 8 faktor dosis menjadi plot utama sedangkan faktor suhu pirolisis menjadi anak plot dengan perlakuan seperti berikut : dosis 0 ton/ha (kontrol), dosis 25 ton/ha dengan suhu 400°C (D25S400), dosis 25 ton/ha dengan suhu 600°C (D20S600), dosis 50 ton/ha dengan suhu 400°C (D50S400) dan dosis 50 ton/ha dengan suhu 600°C (D50S600). Pengamatan dan pengukuran terhadap pertambahan tinggi dan diameter tanaman sengon yang telah ditambahkan biochar TKKS dilakukan satu bulan sekali selama 8 bulan. Parameter yang diamati adalah pertambahan tinggi, pertambahan diameter tanaman dan laju pertumbuhan. Berikut adalah tahapan dalam penelitian ini.

Biochar diproduksi di PT. Kendi Arindo menggunakan tungku kubah dengan suhu yang digunakan 400°C dan 600°C. Setelah jadi biochar di haluskan dengan diayak hingga berukuran 2 mm. Kemudian ditimbang sebanyak 2 kg dan dimasukkan ke wadah tertutup kedap air. Persiapan bibit sengon dilakukan dengan memilih bibit sengon berumur 6 bulan yang bebas hama dan penyakit dan siap tanam. Selanjutnya persiapan lubang tanam dengan ukuran 60x60 cm dengan kedalaman 60 cm dengan jarak antar lubang tanam 2x2 m. Bibit sengon ditanam pada lubang tanam yang telah disiapkan dengan memasukkan biochar sesuai dosis yang diberikan ke dasar lubang tanam lalu ditambahkan sedikit tanah agar akar bibit tidak langsung mengenai biochar, kemudian bibit sengon diletakkan dan ditutup kembali dengan tanah.

Pengamatan dan perawatan dilakukan dengan mengukur tinggi dan diameter tanaman sengon setiap 1 bulan sekali selama 8 bulan dengan perawatan seperti penyiangan dan pengendalian hama. Setelah pengamatan selesai selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan software Ms. Excel yang menggunakan analisis ragam (ANARA) dilakukan untuk menilai tingkat signifikansi hasil penelitian. ANARA dilakukan pada taraf 5% dan 1%. Setelah dilakukan ANARA dilakukan uji lanjut Beda Nilai Terkecil (BNT)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis, semua data pada setiap parameter menunjukkan hasil yang homogen, sehingga dapat dilakukan uji anara untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh pemberian dosis dan perbedaan suhu pembakaran biochar TKKS terhadap variabel pertumbuhan sengon yang diamati. Perlakuan suhu dan interaksi menunjukkan nyata pada parameter tinggi ($F_{2,18} = 3.55$, $F_{-hit} = 5.67$; ANARA). Sedangkan untuk parameter pertambahan diameter batang hanya pengaruh suhu yang menghasilkan pengaruh yang sangat nyata ($F_{2,18} = 6.01$, $F_{-hit} = 8.64$; ANARA). Hasil analisis ragam disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pada pemberian perlakuan suhu, dosis dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter sengon. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh paling baik terhadap tinggi dan diameter dilakukan uji lanjutan dengan uji BNT (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil rekapitulasi analisis ragam pada variabel pengamatan

Perlakuan	Parameter	
	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
Suhu (°C)	tn	tn
Dosis (ton/ha)	*	**
Interaksi	*	tn

Keterangan : * = Berbeda nyata pada taraf 5%; ** = Berbeda nyata pada taraf 1%; tn = Tidak nyata.

Tabel 2. Hasil uji BNT terhadap parameter tinggi tanaman sengon

Perlakuan	Rata-rata
Kontrol	253.43c
Dosis 25 ton/ha 400°C	228.00d
Dosis 25 ton/ha 600°C	256.86c
Dosis 50 ton/ha 400°C	317.71a
Dosis 50 ton/ha 600°C	281.29b

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5% ; BNT = 29,71.

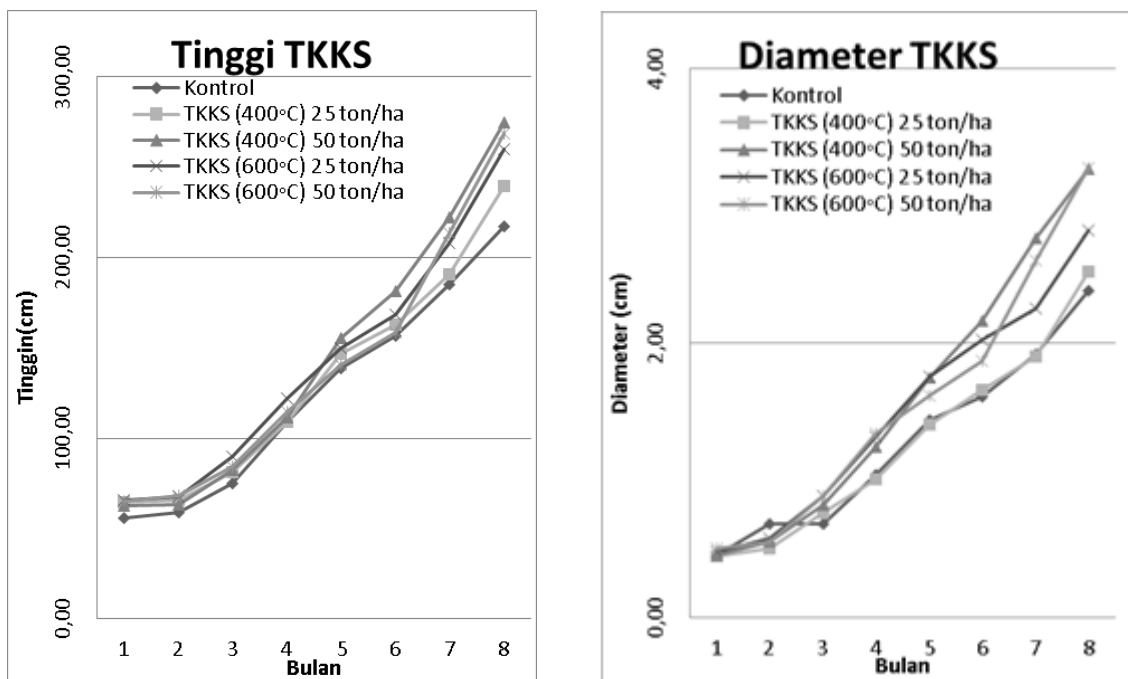
Berdasarkan hasil uji nilai tengah perlakuan dengan dosis 50 ton/ha dan suhu pirolisis 400°C memberikan pengaruh paling baik untuk parameter pertambahan tinggi batang sengon. Biochar dengan suhu pirolisis 400°C menghasilkan lebih sedikit partikel abu dibandingkan biochar dengan suhu pembakaran 600°C. Semakin banyak partikel abu yang ada di dalam tanah yang berukuran kecil menyebabkan gaya kohesi antara partikel air dengan tanah cukup erat; sehingga air yang berada pada bagian bawah tanah akan bergerak naik dan menyebabkan peningkatan kapasitas lengas tanah (Muhidin 2017; Rinaldi et al., 2017). Hal ini berpengaruh dalam penyerapan air pada tanah oleh sengon. Pengaruh biochar terhadap pertambahan tinggi tumbuhan dibuktikan oleh penelitian Helmi (2014) yang menunjukkan bahwa penambahan biochar berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman bibit mahoni. Penelitian Putri et al. (2017) yang melakukan aplikasi biochar pada tanaman jagung menduga pengaruh dalam peningkatan pertumbuhan tinggi dipengaruhi oleh unsur hara N di dalam tanah yang meningkat setelah aplikasi biochar. Keuntungan lain dari aplikasi biochar adalah karbon pada biochar bersifat stabil dan resisten terhadap pelapukan sehingga dapat tersimpan di dalam tanah. Biochar berperan sebagai bahan pembenah tanah yang dapat memperbaiki ketersediaan hara di dalam tanah (Mateus et al., 2017).

Tabel 3. Hasil uji BNT terhadap parameter diameter tanaman sengon

Perlakuan	Rata-Rata
Kontrol	5.17b
Dosis 25 ton/ha	6.50a
Dosis 50 ton/ha	6.58a

Keterangan : Bilangan yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 1% ; BNT : 0,56

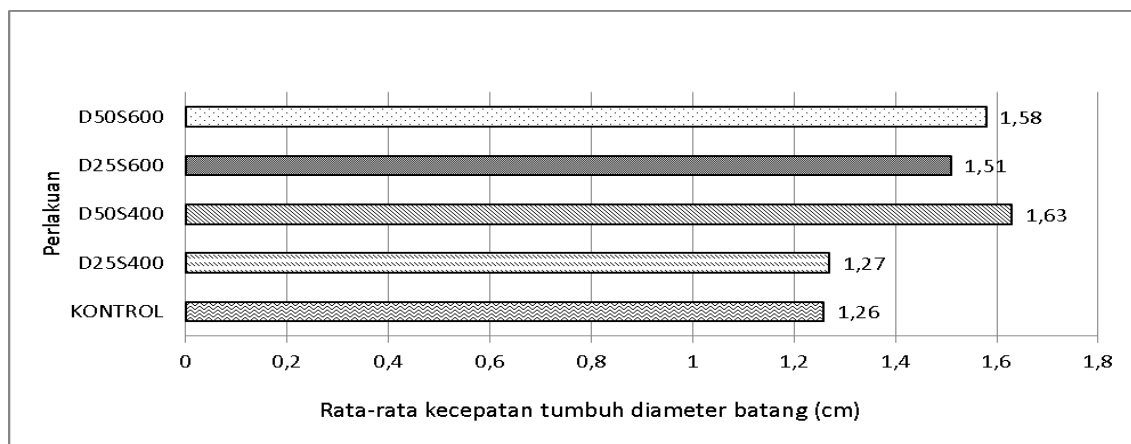
Berdasarkan uji nilai tengah (Tabel 3) terhadap parameter diameter Dosis 25 ton/ha dan 50 ton/ha sama baiknya dalam memberikan pengaruh terhadap sengon dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa biochar yang ditambahkan berpengaruh terhadap pertambahan diameter karena bahan organik tanah mengubah sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi pertambahan diameter tanaman sengon (Santi dan Goenadi, 2012). Penambahan biochar sebagai bahan pembenah tanah organik akan mempengaruhi penyerapan unsur hara yang akan mempengaruhi proses fotosintesis. Semakin banyak nutrisi yang tersedia maka proses fotosintesis akan berjalan lebih baik (Saputra dan Juanda, 2016). Sehingga pertambahan tinggi dan diameter sengon menjadi lebih optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Tarigan dan Nelvia (2020) yang mengemukakan bahwa biochar berpengaruh positif terhadap diameter batang jagung manis yang lebih besar dibanding dengan tanpa pemberian biochar. Begitu pun Rostaliana *et al.* (2012) pada penelitiannya menunjukkan biochar mempengaruhi pertumbuhan panjang tanaman jagung hibrida.



Gambar 1. Rata-rata pertambahan tinggi dan diameter per bulan

Rata-rata pertambahan tiap bulan dari tinggi maupun diameter tanaman sengon dapat dilihat pada Gambar 1, terlihat bahwa pada bulan ke-6 setelah pemberian perlakuan tanaman yang diberi perlakuan biochar mengalami peningkatan pertambahan tinggi dan diameter 1,2 kali lipat dibandingkan kontrol. Rata-rata pertambahan tinggi sengon yang tertinggi terjadi pada pemberian perlakuan 50 ton/ha dengan suhu pembakaran 400°C. Begitu pun dengan parameter diameter rata-rata pertumbuhan paling tinggi juga terdapat pada kombinasi pemberian 50 ton/ha dengan suhu pembakaran 400°C. Tinggi dan diameter tanaman sengon memperlihatkan rataan pertambahan namun pada bulan ke 2 sampai ke 3 terjadi penurunan rataan pertumbuhan

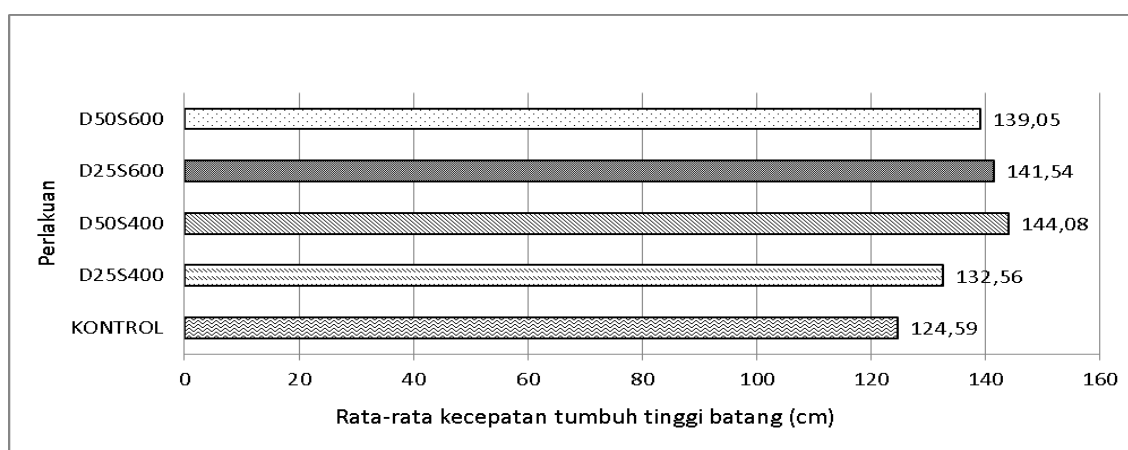
diakibatkan pada bulan tersebut sedang terjadi puncak musim kemarau di daerah lokasi demplot pengamatan penelitian. Pertambahan tinggi dan diameter sengon paling tinggi rataannya terjadi pada bulan ke 6 sampai ke 8. Hasil penelitian [Siregar et al. \(2003\)](#) menunjukkan bahwa efek biochar terhadap variabel pertumbuhan tanaman *Acacia mangium* umur enam bulan tidak berpengaruh nyata. Tidak adanya respon pertumbuhan pada perlakuan yang diterapkan dapat disebabkan faktor waktu pengamatan, begitupun pada tanaman sengon yang sama-sama tanaman cepat tumbuh keduanya memiliki adaptasi yang sama pula terhadap efek dari pemberian biochar.



Gambar 2. Pertambahan tinggi per bulan

Keterangan :

Kontrol	: 0 ton/ha
D25S400	: 25 ton/ha dan suhu pirolisis 400°C
D25S600	: 25 ton/ha dan suhu pirolisis 600°C
D50S400	: 50 ton/ha dan suhu pirolisis 400°C
D50S600	: 50 ton/ha dan suhu pirolisis 600°C



Gambar 3. Pertambahan diameter per bulan

Keterangan :

Kontrol	: 0 ton/ha
D25S400	: 25 ton/ha dan suhu pirolisis 400°C
D25S600	: 25 ton/ha dan suhu pirolisis 600°C
D50S400	: 50 ton/ha dan suhu pirolisis 400°C
D50S600	: 50 ton/ha dan suhu pirolisis 600°C

Hasil penelitian yang dilakukan selama 8 bulan pengamatan pada perlakuan yang berbeda menunjukkan respon yang beragam terhadap tinggi tanaman sengon. Perlakuan dosis 50 ton/ha dengan suhu 400°C memiliki rata-rata kecepatan pertumbuhan sengon paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya dan kontrol. Dapat terlihat pada Gambar 2. untuk rata-rata kecepatan tinggi dan Gambar 3. untuk rata-rata diameter. Suhu pirolisis akan mempengaruhi penggunaan bahan bakar yang akan menurunkan jumlah biochar yang diperoleh. Hasil produksi biochar semakin berkurang diakibatkan oleh hilangnya senyawa *volatile* dari bahan baku selama pembakaran (Prayogo et al., 2012). Semakin tinggi suhu pembakaran biochar juga mengakibatkan meningkatnya kadar abu dari biochar. Kadar abu yang tinggi dalam suatu arang menyebabkan kualitas arang semakin rendah karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor dari arang (Elsaprike et al., 2018). Menurut Gani (2009) penambahan biochar ke tanah meningkatkan ketersediaan kation utama P, N total, dan KTK tanah yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sehingga aplikasi biochar dapat diterapkan memiliki pengaruh pada aspek pertumbuhan tanaman dan nutrisi dalam tanah (Riniarti et al., 2021b).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi biochar terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sengon sebesar 1,2 kali lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan tanpa biochar. Pemberian dosis 25 dan 50 ton/ha dengan suhu 400°C merupakan perlakuan paling baik untuk meningkatkan pertumbuhan sengon.

SANWACANA

Terima kasih ditunjukkan kepada Korean Institute of Energy Research (KIER) yang telah memberikan dana penelitian melalui kerja sama dengan No. KIER 2020-0003.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I., Lelana, N.E. & Ismanto, A. (2019). Serangga Hama Terkini Yang Menyerang Tanaman Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Berneby & J.W Grimes) dan Jabon (*Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 9 (2) : 47 – 56.
- Baskorowati, L. (2014). *Budidaya Sengon (Falcataria moluccana) Unggul untuk Pengembangan Hutan Rakyat*. IPB Press
- Elsaprike, J., Yahya, S. P. R. & Yuwana. (2018). Pembuatan arang dengan metode tungku piloris double burner menggunakan limbah kayu dengan metode manduk di kecamatan tebing tinggi kabupaten empat lawang. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7 (2).

- Gani. (2009). *Manfaat Biochar Terhadap Kehidupan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Haryanto, H., Iryani, D. A., Hasanudin, U., Telaumbanua, M., Triyono, S., and Hidayat, W. (2021a). Biomass Fuel from Oil Palm Empty Fruit Bunch Pellet: Potential and Challenges. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 8 (1) : 33-42.
- Haryanto, A., Hidayat, W., Hasanudin, U., Iryani, D. A., Kim, S., Lee, S., dan Yoo, J. (2021b). Valorization of Indonesian Wood Wastes through Pyrolysis: A Review. *Energies*. 14 (5) : 1407.
- Helmi. (2014). Pengaruh Jenis Biochar dan Konsentrasi Pupuk Agrodyke Terhadap Pertumbuhan Bibit Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.). *Jurnal Biologi Edukasi Edisi* 13. 6 (2) : 71-77.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., Lee, S. H., Chae, H. M., Kondo, T., and Kim, N. H. (2017). Carbonization characteristics of juvenile woods from some tropical trees planted in Indonesia. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62 (1): 145-152.
- Hidayat, W., Riniarti, M., Prasetia, H., Niswati, N., Hasanudin, U., Banuwa, I. S., Yoo, J., Kim, S., Lee, S. (2021). Characteristics of biochar produced from the harvesting wastes of meranti (*Shorea* sp.) and oil palm (*Elaeis guineensis*) empty fruit bunches. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 749: 012040.
- Iryani, D. A., Haryanto, A., Hidayat, W., Amrul, Telaumbanua, M., Hasanudin, U., Lee, S. H. (2019). Torrefaction Upgrading of Palm Oil Empty Fruit Bunches Biomass Pellets for Gasification Feedstock by Using COMB (Counter Flow Multi-Baffle) Reactor. 7th TAE (Trend in Agricultural Engineering). 212-2017.
- Mateus R., Kantur, D. & Moy, L. M. (2017). Pemanfaatan Biochar Limbah Pertanian sebagai Pembenh Tanah untuk Perbaikan Kualitas Tanah dan Hasil Jagung di Lahan Kering. *Agrotrop*. 7 (2) : 99-108.
- Prayogo, C., Lestari, N. D. & Wicaksono, K. S. (2012). Karakteristik Dn kualitas biochar dari pyrilysis biomassa tanaman bio-energi willow (*Salix* sp.). *Buana Sains*. 12 (2) 9-18.
- Ramadhan, D., Riniarti, M. & Santoso, T. (2018). Pemanfaatan Cocopeat sebagai Media Tumbuh Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) dan Merbau Darat (*Intsia palembanica*). *Jurnal Sylva Lestari*. 6 (2) : 22-31.
- Ridjayanti, S. M., Hidayat, W., Bazenet, R.A., Banuwa, I. S., Riniarti, M. (2021). Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*). *Perennial* 17(1): 5-11.
- Riniarti, M., Prasetia, H., Niswati, A., Hasanudin, U., Banuwa, I. S., Loka, A. A., Yoo, J., Kim, D., Lee, S., & Hidayat, W. (2021a). Effects of Meranti Biochar Addition on the Root Growth of *Falcataria moluccana* Seedlings. *Advances in Engineering Research* 202: 181-184.
- Riniarti, M., Hidayat, W., Prasetia, H., Niswati, A., Hasanudin, U., Banuwa, I. S., Yoo, J., Kim, S., & Lee, S. (2021b). Using two dosages of biochar from shorea to improve the growth of *Paraserianthes falcataria* seedlings. in: *IOP Conference Series: Earth dan Environmental Science IOP Publishing* 012049.
- Rostaliana, P., Prawito P., & Turmudi, (2012). *Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Kualitas Tanah Dengan Indicator Tanaman Jagung Hibrida Dan*

- Padi Gogo Pada Sistem Lahan Tebang Dan Bakar*. Universitas Bengkulu. Bengkulu. 188 hal.
- Saputra, I. & Juanda, B. R. (2016). Pengaruh biochar dan npk terhadap beberapa sifat fisika tanah dan pertumbuhan serta produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Jurnal Agrotek Lestari*. 2 (2).
- Santi, L.P., & D.H. Goenadi. (2012). Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Pembawa Mikroba Pemantap Agregat. *Jurnal Buana Sains*. 12 (1) :7-14.
- Siregar, C. A., Heriansyah, I. & Mi-yakuni, K. (2003). Preliminary study on the effect of charcoal application on the early growth. *Buletin Penelitian Hutan*. 634.
- Utama, R. C., Febryano, I. G., Herwanti, S., & Hidayat, W. (2019). Saluran pemasaran kayu gergajian Sengon (*Falcataria moluccana*) pada industri penggergajian kayu rakyat di desa sukamarga, kecamatan abung tinggi, kabupaten lampung utara. *Jurnal Sylva Lestari*. 7(2) : 195–203.
- Tarigan, A. D & Nelvia. (2020). Pengaruh pemberian biochar tandan kosong kelapa sawit dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays sacharrata* l.) di tanah ultisol. *J. Agroekotek*. 12 (1) : 23 – 37.
- Tarigan, A. A. L. B., Riniarti, M., Prasetia, H., Hidayat, W., Niswati, A., Sukri Banuwa, I., & Hasanudin, U. (2021). Pengaruh biochar pada simbiosis rhizobium dan akar sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) dalam media tanam. *Jurnal of People, Forest and Environment* 1: 11–20.
- Wijaya, B. A., Riniarti, M., Prasetia, H., Hidayat, W., Niswati, A., Hasanudin, U., dan Banuwa, I. S. (2021). Interaksi Perlakuan Dosis Dan Suhu Pirolisis Pembuatan Biochar Kayu Meranti (*Shorea* spp.) Mempengaruhi Kecepatan Tumbuh Sengon (*Paraserianthes moluccana*). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*. 5 (2) : 78-89.