

Pengaruh Dosis Biochar Pelepah Kelapa Sawit dan Pupuk NPK pada Tanah Masam terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Main Nursery

Duta Laksana^{*)}, Sri Manu Rohmiyati, Wiwin Dyah Ullly Parwati

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi : dutalaksana1705@gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit termasuk produk perkebunan bernilai yang turut menunjang keberlangsungan perekonomian Indonesia. Keberhasilan pengembangan kelapa sawit sangat ditentukan oleh kualitas bibit yang digunakan, sedangkan perkembangan bibit ditentukan oleh kualitas media tanam serta kecukupan nutrisi. Pada tanah masam, pertumbuhan bibit kelapa sawit sering terhambat karena tingginya kelarutan hara mikro logam dan rendahnya ketersediaan hara makro, sehingga diperlukan perbaikan media melalui pemberian biochar yang bersifat basa dan aplikasi pupuk NPK pada takaran yang sesuai. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji dampak aplikasi biochar pelepah kelapa sawit serta pupuk NPK pada pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tanah masam di *main nursery*. Kegiatan penelitian dijalankan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Wedomartani, Sleman, DIY, pada bulan Mei hingga Agustus 2025 disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yakni dosis biochar (20%, 25%, 33%, serta 50% volume) dan dosis pupuk NPK (10 g, 16 g, serta 22 g/bibit) dengan empat ulangan, sehingga diperoleh 48 bibit. Parameter pengamatan meliputi pertambahan tinggi bibit, pertambahan jumlah daun, pertambahan diameter batang, berat basah bibit, berat kering bibit, serta pH tanah. Berdasarkan hasil penelitian, aplikasi biochar dan pupuk NPK tidak menunjukkan interaksi nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan. Pemberian biochar memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah serta berat kering bibit, dengan dosis 25% menunjukkan respon pertumbuhan terbaik, sedangkan dosis yang lebih besar tidak meningkatkan pertumbuhan secara signifikan. Perlakuan pupuk NPK menunjukkan pengaruh nyata pada tinggi bibit serta dosis 10 g/bibit sudah mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Kata Kunci: biochar pelepah kelapa sawit; NPK; tanah masam; *main nursery*.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit menjadi komoditas strategis Indonesia yang turut menunjang perekonomian nasional sebagai pemasok devisa negara terbesar. Luas perkebunan kelapa sawit yang dikelola tahun 2018 sebesar 14,33 juta hektar serta terus mengalami peningkatan mencapai 16,83 juta hektar pada tahun 2023 (Kementerian Pertanian, 2023). Indonesia menjadi salah satu pusat produksi kelapa sawit terbesar di dunia dengan produktivitas mencapai 51,38 juta ton pada tahun 2020 (BPS, 2021). Produksi kelapa sawit yang tinggi menghasilkan limbah dalam jumlah besar, termasuk limbah pelepah kelapa sawit, yaitu bagian tanaman yang sering kali dianggap sebagai limbah, meskipun memiliki potensi besar sebagai sumber bahan organik dan bahan baku biochar. Limbah pelepah kelapa sawit kaya akan unsur karbon dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas tanah, terutama pada lahan masam. Biochar pelepah kelapa sawit dapat memperbsar

kemampuan tanah dalam mempertahankan kelembapan serta kestabilan pH, terutama pada tanah dengan pH rendah atau tanah masam (Ariyanti *et al.*, 2017).

Tanah asam adalah tanah yang memiliki nilai pH rendah (biasanya di bawah 5,5) karena keasaman tinggi baik yang disebabkan oleh penyebab alami maupun aktivitas manusia. Keasaman yang tinggi melarutkan nutrisi dan bahan organik dalam tanah, mengurangi pasokan nutrisi ke tanaman dan karenanya mengurangi kesuburan tanah. Di Kawasan tropis dengan intensitas hujan tinggi seperti halnya Indonesia, sering dijumpai tanah bersifat masam (Anggraini *et al.*, 2022). Kondisi tanah masam umumnya ditandai dengan tingginya kelarutan ion aluminium (Al) dan beberapa logam mikro yang bersifat toksik. Keberadaan Al dalam jumlah berlebih dapat menghambat pertumbuhan akar serta menyebabkan fiksasi unsur fosfor (P), sehingga ketersediaan fosfor untuk tanaman menjadi rendah. Selain itu, kelarutan nutrisi makro penting seperti N, P, K, Ca, Mg, serta S menjadi terbatas, sehingga pertumbuhan bibit kelapa sawit terhambat (Rahman *et al.*, 2018).

Bahan organik merupakan komponen penting dalam tanah yang berperan dalam meningkatkan kesehatan tanah. Bahan ini tidak hanya meningkatkan sifat fisik dan kimia tanah, tetapi juga berkontribusi pada meningkatkan sifat biologinya. Bahan organik sangat penting untuk kesuburan tanah. Dampak bahan organik terhadap tanah mencakup proses pembentukan dan peningkatan kesuburan. Selain itu, bahan organik mampu membentuk hubungan kompleks dengan unsur hara mikro. Namun, keduanya berusaha menjelaskan dan mengatasi risiko keracunan akibat kelebihan unsur hara mikro.

Pelepah kelapa sawit terkandung 2,6-2,9% nitrogen (N), 0,16-0,19% fosfor (P), 1,1-1,3% kalium (K), serta 21,71% lignin. Tingginya kandungan lignin menyebabkan sulitnya terurai dengan cepat. Kandungan lignin yang tinggi dan nitrogen yang rendah pada pelepah sawit membuatnya berpotensi sebagai bahan biochar. Dalam proses pembuatan biochar melalui pembakaran, pelepah kelapa sawit bisa memperbesar kemampuan mengikat air. Namun, kedua pendekatan ini memiliki perbedaan dalam menjelaskan proses terbentuknya pelepah kelapa sawit.

Biochar yang diperoleh dari kegiatan pirolisis materi organik pada keadaan dengan ketersediaan kadar oksigen sangat kecil, memiliki potensi untuk meningkatkan pH tanah masam, meningkatkan kualitas struktur tanah, serta memperbesar kemampuan tanah dalam menukar kation, mengurangi toksisitas aluminium di tanah, memperbaiki aerasi tanah, sekaligus memperbesar ketersediaan nutrisi. Penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat menaikkan pH tanah, kapasitas tukar kation, serta ketersediaan nutrisi, sehingga meningkatkan kesuburan tanah masam (Santi, 2020).

Selain biochar, pemberian pupuk majemuk NPK merupakan langkah penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Nitrogen (N), fosfor (P), serta kalium (K) ialah nutrisi makro esensial yang mendukung pertumbuhan vegetatif dan perkembangan akar bibit kelapa sawit (Yusuf, 2023). Pupuk NPK adalah kategori pupuk majemuk yang mencakup nitrogen (N), fosfor (P), serta kalium (K). Komponen tersebut memiliki peran krusial dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan dalam merangsang pembentukan daun serta jaringan hijau, sedangkan fosfor berkontribusi terhadap perkembangan akar, bunga serta buah. Kalium berfungsi meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan memperbaiki kualitas hasil panen. Aplikasi pupuk anorganik dalam jangka Panjang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya menurunkan kualitas air tanah (Adnan *et al.*, 2015).

Kombinasi antara biochar dengan pupuk NPK diharapkan dapat menciptakan sinergi yang positif dalam meningkatkan efisiensi pemupukan serta memperbaiki sifat tanah, sehingga mendukung pertumbuhan optimal tanaman kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian dijalankan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) Desa Sempu, Wedomartani, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, pada elevasi 118 mdpl. Penelitian kegiatan penelitian berlangsung pada bulan 13 Mei sampai 5 Agustus 2025.

Alat yang dipergunakan yakni drum, ayakan, meteran, timbangan analitik, jangka sorong, pH meter, *hand sprayer*, kamera smartphone, laptop, dan oven. Sedangkan bahan yang dipergunakan yakni polibag (40 cm x 40 cm), tanah latosol yang diambil di Desa Pathuk, Gunung Kidul, pelepah kelapa sawit yang diambil dari Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang dan pupuk NPK (15-15-6-4).

Penelitian dengan percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas dua faktor. Faktor pertama yakni biochar pelepah kelapa sawit dengan 4 aras dosis %volume (20%, 25%, 33%, serta 50%). Faktor kedua yakni dosis pupuk NPK yang terdiri atas 3 aras (10g/bibit, 16g/bibit, serta 22g/bibit). Didapatkan 12 kombinasi perlakuan, tiap perlakuan diulang 4 kali, maka diperoleh bibit $12 \times 4 = 48$ bibit. Analisis data mempergunakan sidik ragam (Anova) pada jenjang 5%. Apabila ada beda nyata, dilakukan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada jenjang nyata 5 %.

Tahap awal penelitian dimulai dengan pembuatan biochar yang dilakukan menggunakan metode pirolisis. Pelepah kelapa sawit terlebih dahulu dicincang berukuran 5 cm, kemudian dikeringkan dengan penjemuran selama lima hari. Bahan tersebut selanjutnya dilakukan pembakaran dengan drum hingga suhu 300 °C selama dua jam. Setelah proses pirolisis selesai, drum yang terdapat arang disiram air agar tak berubah menjadi abu, lalu dibiarkan sampai suhunya menurun. Persiapan lahan meliputi pembersihan area penelitian dari gulma, sisa vegetasi, maupun material lain seperti tunggul, kayu, dan batu. Tanah kemudian diratakan agar polibag dapat diletakkan tanpa kemiringan. Lokasi penelitian ditempatkan di area yang berdekatan dengan sumber air sehingga kegiatan penyiraman dapat dilakukan lebih efektif. Media tanam menggunakan tanah latosol yang telah diayak untuk memisahkannya dari kotoran dan gulma. Tanah tersebut kemudian dicampur merata dengan biochar sesuai perlakuan yang ditetapkan, dan diisikan ke dalam polybag yang telah tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan jika tidak terdapat interaksi nyata antara perlakuan dosis biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk NPK terhadap seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*. Mengindikasikan jika kedua perlakuan tidak bekerja sama atau berdampak secara terpisah dalam mempengaruhi seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

Tabel 1. Pengaruh dosis biochar pelepah kelapa sawit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*

Parameter	Dosis Biochar Pelepah Kelapa Sawit (%volume)			
	20	25	33	50
Tinggi Bibit (cm)	6.36 p	7.03 p	6.60 p	5.14 p
Diameter Batang (cm)	0.79 p	1.04 p	0.84 p	0.83 p
Jumlah Daun (helai)	3.58 p	3.75 p	3.75 p	3.17 p
Berat Basah Bibit (g)	40,41 q	59,27 p	46,38 pq	49,12 pq
Berat Kering Bibit (g)	15,81 q	25,04 p	22,03 p	22,40 p

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang serupa pada baris yang serupa menandakan tidak beda nyata berdasar uji DMRT jenjang nyata 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa biochar pelepah kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap berat basah bibit, serta berat kering bibit. Perlakuan macam dosis biochar pelepah kelapa sawit yaitu dosis 25%volume sudah mampu menunjang pertumbuhan yang lebih baik dibanding dengan dosis 20%, 33% dan 50%volume. Hal ini karena pemberian biochar dosis 25% selain menambah hara juga bisa mengoptimalkan daya menyimpan air serta unsur hara pada tanah sehingga dapat meningkatkan jumlah air dan hara yang diserap tanaman yang digunakan untuk menghasilkan berat segar dan berat kering tanaman.

Sesuai dengan pendapat Hamim (2012) air adalah bagian penting dari sel dan jaringan tumbuhan. Selain sebagai senyawa utama penyusun protoplasma, juga berperan melarutkan nutrisi yang diperlukan tanaman serta memiliki peran vital sebagai medium maupun bahan dalam berbagai reaksi metabolisme. Air sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, merupakan sumber elektron, media pergerakan ion serta pupuk melalui difusi maupun aliran massa, sehingga posisinya menjadi lebih dekat serta dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Biochar atau arang hayati bisa digunakan bukan hanya sebagai bahan untuk memperbaiki tanah, tetapi juga sebagai media tanam. Dikarenakan biochar memiliki kemampuan menyimpan air dengan optimal, tidak lekas hancur, serta bisa menahan kelimpahan nutrisi bagi tanaman (Andalasari *et al.*, 2014). Biochar juga bisa meningkatkan kemampuan tanaman menyerap nutrisi, meningkatkan daya tahan air, mengurangi pencucian nutrisi, serta mencegah terjadinya degradasi kesehatan tanah. Selain itu, biochar bisa meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KTK), pH tanah, jumlah biomassa tanaman, serta keberadaan mikroorganisme dalam tanah (Agviolita *et al.*, 2021).

Tabel 2. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*

Parameter	Dosis NPK (g/bibit)		
	10	16	22
Tinggi Bibit (cm)	6.59 a	7.48 a	4.77 b
Diameter Batang (cm)	0.78 a	0.88 a	0.98 a
Jumlah Daun (helai)	3.44 a	3.63 a	3.63 a
Berat Basah Bibit (g)	47,01 a	49,52 a	49,86 a
Berat Kering Bibit (g)	21,81 a	21,28 a	20,87 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang serupa pada baris yang serupa mengindikasikan tidak beda nyata berdasar uji DMRT jenjang nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 2 perlakuan dosis pupuk NPK 10, 16, dan 22 g/bibit berpengaruh sama terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit, selain pada tinggi bibit menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK dosis 10g dan 16g berpengaruh sama dan lebih tinggi dibandingkan dosis 20 g/bibit. Hal ini berarti bahwa pemberian pupuk NPK dosis 10g adalah dosis optimal karena sudah mampu mencukupi pertumbuhan bibit.

Kecukupan nitrogen selain digunakan untuk pembentukan klorofil sebagai media untuk berlangsungnya proses fotosintesis, juga untuk pembentukan protein dan senyawa organik. Kecukupan fosfor selain digunakan untuk merangsang perkembangan akar sehingga meningkatkan kapasitas serapan hara oleh akar tanaman juga sebagai penyusun ATP sebagai sumber energi untuk kelangsungan proses metabolisme pada tubuh tanaman. Kecukupan kalium digunakan sebagai aktivator beragam enzim pada proses metabolisme tanaman juga meningkatkan daya tahan tubuh tanaman. Selaras dengan pendapat Adnan *et*

al., (2015) jika nitrogen berpengaruh dalam penciptaan daun serta jaringan hijau tanaman, fosfor membantu terbentuknya akar serta perkembangan bunga serta buah, sedangkan kalium berfungsi meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit.

Tabel 3. Hasil Analisis pH (H₂O) pada perlakuan dosis biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit *main nursery*

Dosis Biochar (%volume)	Dosis Pupuk NPK (g/bibit)	pH (H ₂ O)	Status
	Tanah Latosol	5,23	Masam Sedang
	Biochar Pelepah Kelapa Sawit	9,83	Sangat Basa
20%	10 g	6.14	Agak Masam
	16 g	6.49	Agak Masam
	22 g	5.76	Masam Sedang
25%	10 g	6.42	Agak Masam
	16 g	5.76	Masam Sedang
	22 g	5.89	Masam Sedang
33%	10 g	6.95	Netral
	16 g	6.57	Netral
	22 g	6.36	Agak Masam
50%	10 g	8.28	Basa Sedang
	16 g	7.24	Netral
	22 g	7.09	Netral

Sumber : *Sutanto (2002)*.

Hasil uji pH tanah pada pemberian biochar pada berbagai dosis yang dikombinasikan dengan pupuk NPK pada berbagai dosis menunjukkan nilai pH yang bervariasi. Peningkatan dosis biochar menunjukkan peningkatan pH tanah dari agak masam ke netral sampai basa sedang. Pada Tabel 3 dapat dilihat tanah latosol yang digunakan pada penelitian ini memiliki sifat masam dengan pH 5,23. Kondisi tanah masam umumnya ditandai dengan tingginya kelarutan ion aluminium (Al) dan beberapa logam mikro yang bersifat toksik. Keberadaan Al dalam jumlah berlebih dapat menghambat pertumbuhan akar serta menyebabkan fiksasi unsur fosfor (P), sehingga ketersediaan fosfor untuk tanaman menjadi rendah. Selain itu, kelarutan hara makro penting layaknya N, P, K, Ca, Mg, serta S menjadi terbatas, sehingga pertumbuhan bibit kelapa sawit terhambat (*Rahman et al.*, 2018).

Biochar, sebagai materi organik penunjang kualitas tanah, mempunyai pH tinggi. Pada Tabel 3 pH biochar awal berkisar (9,83), sehingga pemberian biochar pada tanah latosol masam akan menurunkan kemasaman tanah atau meningkatkan pH tanah ketika diaplikasikan. Pada penelitian ini, kombinasi tanah dengan biochar terbukti meningkatkan pH media tanah dari 5,23 menjadi berkisar antara 5,67 hingga 8,28. Perubahan pH ini sangat menguntungkan karena mampu menurunkan kelarutan Al yang bersifat toksik, meningkatkan ketersediaan fosfor, serta kelarutan nutrisi N, P, K, Ca serta Mg.

Biochar berperan membenahi sifat fisik tanah lempung latosol, yakni mengoptimalkan porositas, aerasi, serta kemampuan menyimpan air. Secara biologis, biochar mengoptimalkan aktivitas mikroba dalam mendekomposisi biochar sehingga menunjang penyediaan nutrisi dalam tanah. Dengan demikian, perbaikan sifat kimia, fisik, serta biologi tanah melalui pemberian biochar mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit. Selaras

dengan pendapat Shi *et al.*, (2015) jika biochar efektif dalam pengoptimalan pH tanah masam serta menekan ketersediaan Al toksik, sekaligus memperbaiki status hara.

KESIMPULAN

Berdasar hasil penelitian serta analisis yang dijalankan maka dapat disimpulkan:

1. Tidak terdapat interaksi nyata antara dosis biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk NPK terhadap semua parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.
2. Aplikasi biochar berpengaruh serupa terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*, selain pada berat basah serta berat kering bibit, pemberian biochar dosis 25% adalah dosis optimal.
3. Aplikasi pupuk NPK dosis 10,16, dan 22 g/bibit berpengaruh serupa terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan I. S., B.Utoyo, A.Kusumastuti. (2015) Pengaruh Pupuk NPK dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Main Nursery. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 3(2) : 69-81.
- Agviolita P., Y. Yushardi, F. K. A. Anggraeni. (2021). Pengaruh Perbedaan Biochar terhadap Kemampuan Menjaga Retensi pada Tanah. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2), 267–273. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.2.267-273.2021>.
- Andalasari T. D., Yafisham, Nuraini.(2014). Respon Pertumbuhan Anggrek Dendrobium terhadap Jenis Media Tanam dan Pupuk Daun. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 14(3), 167–173.
- Anggraini S., Gusrizal, Rudiyanasyah. (2022). Karakterisasi Biochar dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *E-Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 10(1), 9–14. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa>.
- Ariyanti, M., G.Natali, C. Suherman. (2017). Respons Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap Pemberian Pupuk Organik Asal Pelepah Kelapa Sawit dan Pupuk Majemuk NPK. *Jurnal Agrikultura*, 28(2), 64-67. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.14955>.
- Badan Pusat Statistik Kelapa Sawit Indonesia. 2021. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan. Diakses melalui <http://ditjenbun.pertanian.go.id>.
- Hamim. (2012). Fungsi Air dan Perannya pada Tingkat Selular dan Tumbuhan secara Utuh. *Modul Univeristas Terbuka*, 1–51.
- Rahman, M. A., S. H. Lee, H. C. Ji, A. H. Kabir, C. S. Jones & K. W. Lee, (2018). Importance Of Mineral Nutrition For Mitigating Aluminum Toxicity In Plants On Acidic Soils: Current Status and Opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10). <https://doi.org/10.3390/ijms19103073>.
- Santi, L. P. (2020). Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit untuk Meningkatkan Serapan Hara dan Sekuestrasi Karbon pada Media Tanah *Lithic hapludults* di Pembibitan Kelapa Sawit. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jti.v41n1.2017.9-16>.
- Shi, Y., L. Zhang, & M. Zhao. (2015). Effect of Biochar Application on the Efficacy of the Nitrification Inhibitor Dicyandiamide in Soils. *BioResources*, 10(1), 1330–1345.
- Yusuf, T. F. M. (2023). Pengaruh Biochar Pelepah Kelapa Sawit terhadap Perubahan Kadar Abu dan Unsur Hara Mikro pada Tanah Gambut. <http://repository.uin-suska.ac.id/66272/2/SKRIPSI> Tidak di Publikasikan.