

perpus 13

jurnal_22544_Setleah semhas

 19 SEPTEMBER 2025

 CEK TURNITIN

 INSTIPER

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3344184067

Submission Date

Sep 19, 2025, 10:04 AM GMT+7

Download Date

Sep 19, 2025, 10:09 AM GMT+7

File Name

SKRIPSI_DUTA_UPLOAD.docx

File Size

124.5 KB

38 Pages

6,665 Words

40,578 Characters

28% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 26%  Internet sources
- 14%  Publications
- 6%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 26% Internet sources
- 14% Publications
- 6% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	journal.instiperjogja.ac.id	5%
2	Internet	eprints.instiperjogja.ac.id	3%
3	Internet	repository.uin-suska.ac.id	2%
4	Internet	jurnal.fp.umi.ac.id	1%
5	Internet	www.neliti.com	<1%
6	Internet	docplayer.info	<1%
7	Student papers	Sriwijaya University	<1%
8	Internet	adoc.pub	<1%
9	Internet	repo.unand.ac.id	<1%
10	Internet	www.coursehero.com	<1%
11	Internet	www.faperta.unsoed.ac.id	<1%

12	Student papers	Universitas Muria Kudus	<1%
13	Internet	eprints.pancabudi.ac.id	<1%
14	Internet	123dok.com	<1%
15	Internet	e-journal.janabadra.ac.id	<1%
16	Internet	journal.alshobar.or.id	<1%
17	Internet	text-id.123dok.com	<1%
18	Internet	vdocuments.mx	<1%
19	Internet	syamsurijal101.blogspot.com	<1%
20	Internet	pt.scribd.com	<1%
21	Student papers	Universitas Jenderal Soedirman	<1%
22	Internet	repository.polbangtanmanokwari.ac.id	<1%
23	Internet	ejournal.uniska-kediri.ac.id	<1%
24	Internet	repository.lppm.unila.ac.id	<1%
25	Publication	Juli Ardiansyah, Octa Ninasari Sijabat, Nina Unzila Angkat. "POTENSI POC URINE S...	<1%

26	Internet	id.123dok.com	<1%
27	Internet	jurnal.unmuhjember.ac.id	<1%
28	Internet	repository.upy.ac.id	<1%
29	Internet	www.detik.com	<1%
30	Student papers	Universitas Islam Riau	<1%
31	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
32	Internet	jurnalagriepat.wordpress.com	<1%
33	Internet	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
34	Student papers	Syiah Kuala University	<1%
35	Internet	ereport.ipb.ac.id	<1%
36	Internet	jurnal.darmaagung.ac.id	<1%
37	Internet	ojs.unud.ac.id	<1%
38	Internet	lambungpustaka.instiperjogja.ac.id	<1%
39	Student papers	Universidad Carlos III de Madrid - EUR	<1%

40	Internet	beritawarganet.com	<1%
41	Internet	eprints.umm.ac.id	<1%
42	Internet	eprints.walisongo.ac.id	<1%
43	Internet	www.researchgate.net	<1%
44	Publication	Devani Ilham Syahbana, Valensi Kautsar, Abdul Mu'in. "Pengaruh Pemberian Urin...	<1%
45	Publication	Ervina Aryanti. "PEMANFAATAN BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK ORGANIK CAI...	<1%
46	Publication	Nur Azizatu Rohmah. "The Effect Of Giving Various Kinds And Immersion Of ZPT ...	<1%
47	Internet	core.ac.uk	<1%
48	Internet	eprints.uns.ac.id	<1%
49	Internet	ji.unbari.ac.id	<1%
50	Internet	journals.unihaz.ac.id	<1%
51	Internet	tambahpinter.com	<1%
52	Internet	www.jurnalmahasiswa.uma.ac.id	<1%
53	Internet	adieprayitno.blogspot.com	<1%

54	Internet	e-journal.upr.ac.id	<1%
55	Internet	journal.unhas.ac.id	<1%
56	Internet	repository.ipb.ac.id	<1%
57	Publication	Chairunnisa Nur Wellys, Yetti Elidar. "PERTUMBUHAN TANAMAN KELAPA SAWIT (...)	<1%
58	Student papers	Universitas Jember	<1%
59	Internet	beibbssblogg.blogspot.com	<1%
60	Internet	destariussaputra.blogspot.com	<1%
61	Internet	jurnal.untan.ac.id	<1%
62	Internet	repository.unja.ac.id	<1%
63	Internet	repository.usu.ac.id	<1%
64	Internet	tirto.id	<1%
65	Publication	Agung Putra Hidayat, Damris Damris. "Pengaruh Penambahan Biochar dari Batu...	<1%
66	Publication	Bilman Wilman Simanihুরু, Ismail Ismail, Abimanyu Dipo Nusantara. "The Gro...	<1%
67	Publication	H.M.Kurniawan Candra. "Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Jab...	<1%

68	Publication	Johanes Kaligis, M.M. Telleng, J.E.M. Sopotan, W.B. Kaunang. "PERTUMBUHAN RU...	<1%
69	Publication	Ramli ,, Widya Sari, Ina Nuryanah. "PENGUJIAN BEBERAPA KONSENTRASI CUKA K...	<1%
70	Internet	es.scribd.com	<1%
71	Internet	fr.scribd.com	<1%
72	Internet	id.scribd.com	<1%
73	Internet	jurnal.una.ac.id	<1%
74	Internet	jurnal.upnyk.ac.id	<1%
75	Internet	jurnalfkip.unram.ac.id	<1%
76	Internet	mardiah88888888.blogspot.com	<1%
77	Internet	www.pustaka.ut.ac.id	<1%

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelapa sawit adalah salah satu komoditas strategis Indonesia yang berperan penting dalam perekonomian nasional terutama sebagai penyumbang devisa negara terbesar. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2018 sebesar 14,33 juta hektar, dan pada tahun 2019 sampai dengan 2021 terus mengalami peningkatan mencapai 14,62 juta hektar, selanjutnya pada tahun 2023 meningkat menjadi 16,83 juta hektar (Kementerian Pertanian, 2023). Perluasan areal perkebunan kelapa sawit yang terus mengalami peningkatan tersebut memerlukan ketersediaan lahan subur yang luas.

Di daerah beriklim tropis basah seperti Indonesia, terdapat banyak tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut. Ciri-ciri tanah tersebut meliputi kadar hara yang rendah, kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, pH yang rendah, serta kandungan bahan organik yang sedikit. Sebaliknya, tanah ini menunjukkan kapasitas tukar anion (KTA) yang tinggi, kadar aluminium yang dapat ditukar relatif besar, konsentrasi oksida yang cukup tinggi, serta kandungan liat yang relatif banyak (Sujana & Pura, 2015). Pengelolaan tanah asam umumnya mencakup penerapan amender tanah yang berfungsi untuk menaikkan nilai pH serta memperbaiki struktur fisik tanah. Salah satu metode yang terbukti efektif adalah pemanfaatan bahan organik (Santi, 2020).

Indonesia merupakan salah satu negara produsen kelapa sawit utama di dunia, dengan total produksi 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 yang berasal dari pelepah kelapa sawit memiliki kemampuan untuk meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air serta memperbaiki nilai pH tanah, khususnya pada lahan yang memiliki pH rendah atau bersifat asam (Ariyanti *et al.*, 2017).

Biochar yang diperoleh melalui proses pirolisis bahan organik dalam kondisi oksigen terbatas memiliki potensi untuk meningkatkan pH pada tanah asam, meningkatkan kualitas struktur fisik tanah dan memperbaiki kapasitas tukar kation (CTK). Selain itu, biochar dapat mengurangi toksisitas aluminium dalam tanah, memperbaiki aerasi tanah, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara. Studi menunjukkan bahwa pemberian biochar dapat meningkatkan nilai pH tanah, kapasitas tukar kation, serta ketersediaan nutrisi, yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan kesuburan tanah dengan sifat asam (Santi, 2020).

Selain biochar, pemberian pupuk majemuk NPK merupakan langkah penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) adalah unsur hara makro esensial yang mendukung pertumbuhan vegetatif dan perkembangan akar bibit kelapa sawit (Yusuf, 2023).

61 Nitrogen (N) berperan dalam sintesis protein, penyusun asam amino, dan bersama dengan hara P menyusun asam nukleat (Kusumawati, 2021). Fosfat sangat penting bagi tanaman karena berfungsi sebagai komponen utama adenosin difosfat (ADP) dan adenosin trifosfat (ATP), yang keduanya adalah senyawa organik penyimpan energi tinggi. Selain itu, fosfat juga merupakan bagian dari struktur fosfolipid, serta asam nukleat, nukleotida, koenzim, dan fosfoprotein (Ginting, 2024). Kalium berperan sebagai aktivator berbagai enzim dan pengatur (*osmoregulator*) berbagai proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tanaman juga dalam proses pembentukan klorofil, meskipun tidak terlibat langsung sebagai konstituen (Ginting, 2024).

1 Pemberian dosis pupuk NPK yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal. Defisiensi unsur hara esensial tersebut dapat mengganggu efektivitas proses fotosintesis, sehingga menghasilkan jumlah fotosintat yang lebih sedikit. Akibatnya, pertumbuhan tanaman menjadi terhambat, tanaman kurang produktif, dan lebih rentan terhadap serangan hama serta penyakit (Dendi, 2019). Selain itu, dosis pupuk yang terlalu rendah dapat menyebabkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi tidak mencukupi, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lambat (Sukarminingsih *et al.*, 2017). Sebaliknya jika pemberian pupuk NPK yang berlebihan akan menyebabkan larutan tanah menjadi terlalu pekat, sehingga nutrisi sulit diserap oleh akar tanaman dan menurunkan hasil tanaman (Nuryani *et al.*, 2019), selain menyebabkan keracunan pada tanaman.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka permasalahan yang akan dikaji dapat dirumuskan sebagai berikut :

Lahan yang umumnya digunakan untuk budidaya tanaman kelapa sawit merupakan tanah dengan tingkat keasaman tinggi, yang terbentuk akibat tingginya curah hujan yang merata sepanjang tahun, sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan kelapa sawit. Pengelolaan tanah masam agar tetap produktif memerlukan bahan pembenah tanah diantaranya adalah pelepah kelapa sawit yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai mulsa. Pelepah kelapa sawit yang diproses menjadi biochar dapat dimanfaatkan selain sebagai pembenah tanah untuk menurunkan kemasaman tanah juga menambah unsur hara.

Kandungan hara pada biochar sebagai bahan organik umumnya rendah, sehingga diperlukan penambahan pupuk NPK dengan pengaturan dosis yang tepat.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi pengaruh pemberian berbagai dosis biochar dari pelepah kelapa sawit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery*.
2. Mengkaji dampak penggunaan pupuk NPK dengan berbagai dosis terhadap perkembangan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

- 11
- 2
3. Menganalisis apakah terdapat interaksi antara perlakuan dosis biochar pelepah kelapa sawit dan pupuk NPK dalam memengaruhi pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

D. Manfaat Penelitian

2

Penelitian ini diharapkan menjadi solusi untuk meningkatkan produktivitas tanah masam dengan pemberian biochar pelepah kelapa sawit dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kelapa Sawit

10 Kelapa sawit pertama kali dikenalkan di Indonesia oleh pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Pada periode tersebut, hanya empat batang bibit kelapa sawit yang diimpor dari Mauritius dan Amsterdam, yang 26 selanjutnya ditanam di Kebun Raya Bogor. Kemudian, pada tahun 1911, kelapa sawit mulai dikembangkan secara komersial. Adrien Hallet, seorang warga negara Belgia, merupakan tokoh pelopor dalam pengembangan 13 perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Inisiatif yang dilakukannya kemudian diadopsi oleh K. Schadt, yang menandai fase awal pertumbuhan industri 7 perkebunan kelapa sawit di wilayah tersebut. Perkebunan kelapa sawit pertama kali didirikan di Pantai Timur Sumatera, khususnya di daerah Deli dan Aceh, dengan luas areal mencapai 5.123 hektar (Abdul, 2023).

35 Sistem akar pada tanaman kelapa sawit tersusun atas akar serabut yang terdiri dari akar primer, sekunder, tersier, hingga kuartener. Akar primer 18 muncul dari pangkal batang dengan diameter sekitar 6–10 mm dan tumbuh menyebar ke arah horizontal. Dari akar primer ini kemudian terbentuk akar sekunder berdiameter 2–4 mm. Selanjutnya, akar sekunder bercabang menjadi akar tersier dengan ukuran 0,7–1,2 mm, yang kemudian berkembang lagi 63 membentuk akar kuartener. Akar kuartener memiliki panjang hingga 2 cm dengan diameter 0,2–0,8 mm, tidak mengandung lignin, serta berperan penting dalam fungsi penyerapan. Secara umum, akar kelapa sawit berfungsi sebagai

penopang batang agar tegak, penyerap air dan nutrisi dari tanah, serta organ yang berperan dalam proses respirasi (Pahan, 2021).

42 Kelapa sawit memiliki pertumbuhan yang optimal pada ketinggian antara 0 hingga 250 meter di atas permukaan laut, dengan suhu rata-rata berkisar antara 25 hingga 28 derajat Celsius (Listia *et al.*, 2020). Kelapa sawit berkembang dengan baik di wilayah tropis basah, khususnya pada rentang lintang 12 derajat utara hingga 12 derajat selatan, dengan elevasi antara 0 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Parameter iklim yang mendukung pertumbuhan tanaman ini mencakup curah hujan tahunan yang optimal berkisar antara 2.000 hingga 2.500 milimeter, durasi penyinaran matahari harian sekitar 5 hingga 7 jam, serta suhu lingkungan yang berkisar antara 24 hingga 39 derajat Celsius (Mawardati, 2017).

Pemilihan media tanam yang sesuai merupakan faktor krusial dalam mencapai pertumbuhan optimal pada bibit kelapa sawit berusia tiga bulan. Penelitian (Badal *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa Pemanfaatan tanah lapisan atas (topsoil) sebagai media tanam mampu mendukung perkembangan bibit kelapa sawit pada fase pembibitan utama.

6 Dalam proses pembibitan kelapa sawit, dikenal dua metode penanaman polibag, yakni sistem penanaman polibag satu tahap (*single stage*) dan sistem penanaman polibag dua tahap (*double stage*). Sistem dua tahap lebih diprioritaskan karena sistem satu tahap cenderung menghasilkan volume ruang kosong yang signifikan serta menyebabkan kerugian akibat kantong plastik

yang tidak dimanfaatkan selama proses pemilihan atau penipisan. Dalam sistem dua tahap, prosedur seleksi dijalankan dengan lebih ketat sehingga menjamin mutu benih yang dihasilkan. Oleh karena itu, sistem satu tahap hanya dianjurkan untuk tanaman muda dalam jumlah terbatas, khususnya untuk keperluan transplantasi (Pahan, 2021).

B. Tanah Masam

64 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. Tanah asam umumnya dijumpai di wilayah tropis yang memiliki tingkat curah hujan yang tinggi, seperti halnya di Indonesia (Anggraini *et al.*, 2022).

45 Tanah latosol memiliki profil tanah yang sangat tebal dengan kedalaman solum antara 1,3 hingga 5 meter, namun batas antar lapisannya tidak tampak secara jelas. Tanah ini berwarna merah, coklat, dan kuning, mengandung bahan organik sebanyak 3-9%, memiliki pH antara 4,5 hingga 6,5, serta bertekstur lempung. Warna tanah dapat menjadi indikator kandungan unsur hara; semakin merah warna tanah, semakin rendah kandungan unsur haranya, namun kemampuan tanah dalam menampung air akan meningkat, sehingga ketahanan tanah terhadap erosi menjadi lebih kuat (Sulardi, 2022).

17 Tanah latosol secara umum didominasi oleh lempung kaolinit yang bersifat asam, dengan kondisi aerasi dan drainase yang kurang optimal. Secara umum, ketersediaan kation basa seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), dan natrium (Na) dalam tanah ini cenderung rendah akibat proses pelindihan unsur-unsur tersebut yang terjadi secara berkelanjutan. Pada tanah dengan tingkat keasaman (pH) yang rendah, terjadi peningkatan kelarutan unsur hara mikro logam secara signifikan, yang tidak hanya memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi juga menyebabkan fiksasi fosfor sehingga unsur tersebut menjadi kurang terlarut. Kondisi ini mengakibatkan ketersediaan unsur hara makro berkurang, yang pada akhirnya menurunkan tingkat kesuburan tanah menjadi rendah hingga sedang (Kurniawan *et al.*, 2016).

17 Tanah latosol umumnya mengalami defisiensi unsur hara esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang disebabkan oleh proses pelapukan yang intensif serta tingginya curah hujan yang mengakibatkan pelindihan unsur hara tersebut (Sujana & Pura, 2015). Meskipun tanah latosol memiliki potensi pertanian yang tinggi jika dikelola dengan baik, pengelolaan tanah ini memerlukan teknik khusus, terutama dalam peningkatan pH dan kesuburan tanah.

C. Biochar Pelepah Kelapa Sawit

Bahan organik adalah komponen esensial dalam tanah yang berperan penting dalam meningkatkan kesehatan tanah. Fungsi bahan ini tidak hanya memperbaiki aspek fisik dan kimia tanah, tetapi juga berkontribusi pada

59 peningkatan sifat biologi tanah. Peran bahan organik sangat krusial untuk kesuburan tanah. Pengaruhnya dalam tanah mencakup proses pembentukan dan kesuburan yang dapat berlangsung dalam jangka waktu pendek maupun panjang. Pengaruh jangka pendek terutama berasal dari bahan non-humus, sedangkan pengaruh jangka panjang ditandai oleh keberadaan humus. Keduanya saling melengkapi dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, bahan organik memiliki kemampuan untuk membentuk senyawa kompleks dengan unsur hara mikro, yang berfungsi mencegah kehilangan unsur hara melalui pencucian dan mengurangi risiko keracunan akibat kelebihan unsur hara mikro. Bahan organik juga dapat melepaskan fosfor yang terikat pada oksida-oksida (seperti Fe dan Al) dalam tanah, sehingga membuat unsur hara ini lebih tersedia bagi tanaman (Machfud *et al.* 2018).

22 Pupuk organik memiliki peran kimiawi dalam tanah dengan menyediakan unsur hara secara menyeluruh meskipun dalam konsentrasi yang relatif rendah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, serta membentuk senyawa kompleks dengan ion logam toksik seperti aluminium (Al), besi (Fe), dan mangan (Mn). Selain itu, pupuk organik berperan penting dalam peningkatan sifat biologis tanah dengan menyuplai sumber energi dan nutrisi bagi mikroorganisme tanah. Mikroorganisme ini memperoleh energi melalui proses dekomposisi bahan organik yang mengandung karbon (Juarsah, 2016).

Biochar memiliki peran sebagai bahan perbaikan tanah serta sebagai mekanisme sekuestrasi karbon, sehingga memberikan kontribusi dalam pelestarian lingkungan. Secara empiris, penerapan biochar terbukti

51

meningkatkan kesuburan tanah serta kadar nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan karbon organik di dalam tanah. Biochar merupakan material padat yang memiliki kandungan karbon tinggi, diperoleh melalui proses konversi limbah organik, khususnya biomassa pertanian, dengan metode pembakaran tidak sempurna atau pirolisis yang diterapkan dalam kondisi keterbatasan pasokan oksigen (Reynaldi *et al.*, 2024).

Biochar atau arang hayati tidak hanya berfungsi sebagai amelioran atau bahan pembenah tanah, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai media tanam. Hal ini dikarenakan biochar memiliki kemampuan retensi air yang tinggi, ketahanan terhadap pelapukan, serta kemampuan untuk menahan kelebihan nutrisi yang berguna bagi tanaman (Andalasari *et al.*, 2014). Meningkatkan penyerapan unsur hara, kapasitas retensi air, serta mengurangi kehilangan unsur hara melalui pencucian dan degradasi kualitas tanah; selanjutnya, memperbaiki kapasitas tukar kation (KTK) dan derajat keasaman (pH) tanah, sekaligus meningkatkan biomassa dan keberlimpahan mikroorganisme dalam ekosistem tanah (Agviolita *et al.*, 2021). Hasil penelitian Ansari (2022) penerapan biochar yang berasal dari pelepah kelapa sawit dengan dosis 100 gram per polybag terbukti efektif dalam meningkatkan kandungan nitrogen dari 0,49% menjadi 0,71%, kandungan kalsium dari 0,99 mg/100 g menjadi 1,32 mg/100 g, serta kandungan magnesium dari 0,05 mg/100 g menjadi 0,13 mg/100 g. Sebaliknya, penerapan seluruh perlakuan tersebut tidak memperlihatkan dampak yang signifikan terhadap konsentrasi unsur kalium dan fosfor.

3

3

3

Pelepah kelapa sawit memiliki kandungan nitrogen sebesar 2,6-2,9%, fosfor 0,16-0,19%, kalium 1,1-1,3%, serta lignin sebesar 21,71%. Tingginya kandungan lignin pada pelepah kelapa sawit menyebabkan material tersebut sulit mengalami dekomposisi dalam waktu yang singkat. Kandungan lignin yang tinggi pada pelepah kelapa sawit, dikombinasikan dengan kadar nitrogen yang rendah, menunjukkan potensi yang lebih besar untuk dijadikan biochar. Hal ini disebabkan oleh proses pembuatan biochar melalui pembakaran, yang dapat meningkatkan kapasitas penahanan air. Peningkatan kapasitas penahanan air tersebut sangat bermanfaat dalam mendukung pertumbuhan sistem perakaran tanaman kelapa sawit (Anggraini *et al.*, 2022). Hasil penelitian Prandana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa Pemberian dosis biochar pelepah kelapa sawit sebesar 14 gram per polibag memberikan dampak yang signifikan dalam peningkatan nilai pH tanah.

Hasil penelitian Revaldi *et al.* (2023) menunjukkan bahwa Pemberian berbagai dosis biochar menunjukkan pengaruh signifikan terhadap parameter jumlah daun dan berat kering akar. Dosis biochar sebesar 150 g menghasilkan nilai rata-rata tertinggi pada kedua parameter tersebut. Hasil penelitian Prandana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pemberian dosis biochar dari pelepah kelapa sawit sebesar 14 gram per polibag memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan nilai pH tanah, namun tidak menunjukkan efek yang signifikan pada diameter batang, bobot basah tanaman, maupun berat basah akar. Hasil penelitian Ansari (2022) menunjukkan pemberian biochar pelepah kelapa sawit dengan dosis 100 g per polybag mampu

meningkatkan kandungan unsur nitrogen dari 0,49% menjadi 0,71%, kalsium dari 0,99 mg/100 g menjadi 1,32 mg/100 g, serta magnesium dari 0,05 mg/100 g menjadi 0,13 mg/100 g. Namun, unsur kalium dan fosfor tidak menunjukkan perubahan signifikan setelah seluruh perlakuan diberikan..

D. Pupuk NPK

Pupuk NPK adalah pupuk komposit yang mengandung tiga unsur hara esensial, yakni nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketiga unsur tersebut memiliki peranan penting dalam mendukung proses pertumbuhan tanaman. Nitrogen memiliki peranan penting dalam pembentukan daun serta jaringan klorofil, sementara fosfor berkontribusi secara signifikan terhadap perkembangan akar dan organ reproduktif, seperti bunga dan buah. Di sisi lain, kalium berfungsi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit sekaligus memperbaiki kualitas hasil panen. Pengaplikasian pupuk anorganik secara terus-menerus berpotensi menimbulkan efek merugikan terhadap lingkungan, terutama dalam hal penurunan mutu air tanah (Adnan *et al.*, 2015). Pupuk NPK adalah pupuk anorganik yang banyak dimanfaatkan dalam kegiatan budidaya tanaman, termasuk pada pembibitan kelapa sawit, baik di fase awal (*pre-nursery*) maupun pada tahap pembibitan lanjutan (*main nursery*) (Sitorus *et al.*, 2021).

Nitrogen (N) adalah unsur makro yang esensial bagi tanaman, artinya unsur ini sangat penting dan harus ada dalam jumlah yang cukup besar. Nitrogen bersifat mobil, artinya dapat dengan mudah bergerak dan berpindah baik dalam tanaman maupun tanah. Tanaman mengambil nitrogen dari tanah

69 dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) atau amonium (NH_4^+). Secara umum, ketersediaan nitrogen merupakan faktor pembatas utama pada tanah yang tidak memperoleh aplikasi pupuk. Kadar nitrogen dalam berat kering tanaman berkisar antara 1-5%, tergantung pada spesies dan fase pertumbuhan tanaman. Konsentrasi nitrogen cenderung lebih tinggi pada jaringan tanaman yang masih muda, sementara kandungan total nitrogen dalam tanaman akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia tanaman. Unsur hara nitrogen (N) berperan dalam sintesis (pembentukan) protein, penyusun asam amino, dan bersama dengan hara P menyusun asam nukleat (Kusumawati, 2021). Hasil penelitian Laia *et al*, (2021) menunjukkan bahwa Pemberian dosis pupuk NPK hingga 18 gram per polibag terbukti secara signifikan meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, serta luas permukaan daun pada tahap pembibitan awal.

75 Fosfor diserap oleh akar tanaman dalam bentuk fosfat atau senyawa teroksidasi, yaitu H_2PO_4^- atau HPO_4^{2-} , yang tergantung pada pH medium. Pada $\text{pH} < 7$ unsur P dalam bentuk H_2PO_4^- , sedangkan pada $\text{pH} > 7$ unsur P dalam bentuk HPO_4^{2-} . Fosfat sangat penting bagi tanaman karena berfungsi sebagai komponen utama adenosin difosfat (ADP) dan adenosin trifosfat (ATP), yang keduanya adalah senyawa organik penyimpan energi tinggi. Selain itu, fosfat juga merupakan bagian dari struktur fosfolipid, serta asam nukleat, nukleotida, koenzim, dan fosfoprotein (Ginting, 2024).

53 Kalium dapat diserap oleh akar tanaman dalam bentuk ion K^+ , dan di dalam jaringan tanaman, sebagian besar kalium tersebut terdapat dalam bentuk ionik. Sebagian yang sangat kecil dari kalium tersebut terikat oleh ligan organik. Ion kalium terlarut ditemukan dalam cairan dinding sel, sitosol, serta organel seperti kloroplas, mitokondria, dan terutama di dalam vakuola. Walaupun kalium tidak berperan sebagai komponen struktural, unsur ini memiliki fungsi esensial sebagai aktivator berbagai enzim serta sebagai regulator osmotik dalam berbagai proses metabolik yang berlangsung di dalam tubuh tanaman. Selain itu, kalium turut berkontribusi dalam proses sintesis klorofil meskipun tidak secara langsung menjadi bagian penyusun klorofil tersebut (Ginting, 2024).

70 Temuan dari penelitian yang dilakukan oleh Rahmat Untung dan Islan (2015) mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk NPKMg dengan komposisi 15-15-6-4 pada bibit kelapa sawit memberikan dampak signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, peningkatan diameter batang, serta berat kering bibit kelapa sawit. Namun demikian, pengaruh pupuk tersebut terhadap peningkatan jumlah daun dan rasio tajuk terhadap akar tidak menunjukkan signifikansi statistik. Hasil penelitian Sitorus *et al.*, (2021) mengindikasikan bahwa aplikasi pupuk NPK tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit; meskipun demikian, dosis sebesar 2,5 g per bibit menunjukkan nilai rata-rata tertinggi pada hampir seluruh parameter yang diukur.

4 Hasil penelitian Adnan *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian
pupuk majemuk NPK dalam jumlah 142 gram telah dibuktikan efektif dalam
4 meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, serta bobot kering tanaman
kelapa sawit pada periode pertumbuhan antara umur tiga hingga sembilan
2 bulan. Hasil penelitian Andriko Marpaung *et al.* (2023) menunjukkan bahwa
6 Tingkat pertumbuhan bibit kelapa sawit di taman pembibitan utama
memperlihatkan pola pengaruh yang konsisten meskipun diaplikasikan pupuk
NPK dengan dosis bervariasi masing-masing sebesar 30 g/bibit, 60 g/bibit,
4 dan 90 g/bibit. Hasil penelitian Diandra Ramanda *et al.* (2024) menunjukkan
bahwa Pemberian pupuk NPK dengan dosis 3 g, 5 g, atau 7 g per bibit
6 menunjukkan efek yang seragam terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit
pada tahap pembibitan utama.

Penggabungan antara biochar dan pupuk NPK diperkirakan mampu
menghasilkan sinergi yang positif dalam meningkatkan efisiensi pemupukan
4 serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, sehingga mendukung
4 pertumbuhan optimal bibit kelapa sawit (Yusuf, 2023). Hasil penelitian
Mukhtaruddin *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian dosis 1,5 kg
4 guano dan 30 g pupuk NPK secara signifikan meningkatkan pertumbuhan
bibit kelapa sawit pada tahap *Main Nursery*.

E. HIPOTESIS

1. Diduga pemberian biochar pelepah kelapa sawit dosis 33% memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di MN.
2. Diduga pemberian pupuk NPK dosis 16g/tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan bibit main nursery kelapa sawit pada tanah masam.
3. Diduga terdapat interaksi antara dosis biochar dan dosis pupuk NPK, kombinasi terbaik diduga pada biochar dosis 50% dan pupuk NPK dosis 10g/tanaman.

3

32

11

48

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Kebun Pendidikan dan Penelitian (KP2) yang berlokasi di Desa Sempu, Kecamatan Wedomartani, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan ketinggian tempat sebesar 118 meter di atas permukaan laut. Pelaksanaan penelitian dijadwalkan berlangsung dari bulan Mei hingga Agustus tahun 2025.

B. Alat dan Bahan

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas drum, ayakan, meteran, timbangan analitik, jangka sorong, pH meter, hand sprayer, kamera ponsel cerdas, komputer jinjing, serta oven.

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas bibit kelapa sawit berumur 3 bulan, polibag berukuran 40 cm x 40 cm, tanah latosol yang diperoleh dari Kecamatan Pathuk, Gunung Kidul, pelepah kelapa sawit yang diambil dari Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang, serta pupuk NPK dengan komposisi 15-15-6-4.

C. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor, Faktor pertama adalah biochar pelepah kelapa sawit (B) dengan 4 aras dosis (%volume) yaitu :

B1 = 20% biochar pelepah kelapa sawit (perbandingan tanah : biochar =4:1)

B2 = 25% biochar pelepah kelapa sawit (perbandingan tanah : biochar =3:1)

B3 = 33% biochar pelepah kelapa sawit (perbandingan tanah : biochar =2:1)

38 B4 = 50% biochar pelepah kelapa sawit(perbandingan tanah : biochar =1:1)

Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK (N) yang terdiri dari 3 aras yaitu :

8 N1 = Pupuk NPK 15-15-6-4 dengan dosis 10 g/polybag(4 dan 6 gram)

8 N2 = Pupuk NPK 15-15-6-4 dengan dosis 16 g/polybag (7 dan 9 gram)

8 N3 = Pupuk NPK 15-15-6-4 dengan dosis 22 g/polybag (10 dan 12 gram)

37 Berdasarkan sejumlah faktor tersebut, diperoleh 12 kombinasi perlakuan, dengan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali sehingga total bibit yang digunakan adalah $12 \times 4 = 48$ bibit.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Biochar Pelepah Kelapa Sawit

56 Pembuatan biochar dilakukan melalui proses pembakaran sempurna atau pirolisis. Pelepah kelapa sawit dipotong dengan ukuran sekitar 5 cm dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama lima hari. Selanjutnya, pelepah yang telah kering tersebut dibakar dalam drum menggunakan metode pirolisis pada suhu 300°C selama dua jam. Setelah proses pembakaran selesai, drum yang berisi arang kelapa sawit disiram dengan air untuk mencegah perubahan menjadi abu, kemudian didiamkan hingga mencapai suhu kamar.

2. Persiapan Lahan

46 Lokasi penelitian dibersihkan dari gulma, sisa-sisa tanaman, maupun sampah yang terdapat di sekitar area, seperti kayu, batu, tunggul, dan lain sebagainya. Permukaan tanah diratakan secara cermat untuk memastikan polibag dapat diletakkan dalam posisi yang stabil dan tidak miring. Selain

itu, lahan penelitian hendaknya berdekatan dengan sumber air guna mempermudah proses penyiraman.

3. Persiapan Media Tanam dan Pengaplikasian

Media tanam disusun menggunakan tanah latosol yang telah diayak untuk memastikan kebersihan dari kontaminan seperti kotoran dan gulma, kemudian dicampur secara homogen dengan biochar sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, campuran tanah dan biochar tersebut dimasukkan ke dalam polybag yang telah disiapkan sebelumnya.

4. Penanaman Bibit

Bibit yang telah melalui tahap seleksi dari pre-nursery menuju main nursery dipindahkan ke dalam polybag berukuran 40 cm x 40 cm. Proses pemindahan bibit dilakukan dengan cara memegang bibit secara miring, kemudian melakukan sayatan melingkar untuk melepas bungkusnya. Selanjutnya, bibit dimasukkan ke dalam lubang pada polybag yang telah disiapkan sebelumnya dengan tetap menahan bibit tersebut. Terakhir, lubang tersebut ditutup dengan media tanam tanpa melakukan pemadatan yang berlebihan pada permukaan atas polybag.

5. Penyiraman

Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, yaitu pagi dan sore dengan setiap penyiraman 0,5-1liter per bibit tanaman dengan menggunakan botol.

3

3

12

71

4

39

6. Pemupukan

Pemupukan NPK dilakukan 2 tahap yaitu minggu pertama setelah ditanam (dosis 4,7,dan 10 gram/polibag) dan minggu ke 5 setelah tanam (dosis 6,9,12 gram/polibag).

7. Penyiangan

Penyiangan gulma di dalam polibag maupun di sekitar area polibag dilakukan setiap dua minggu sekali. Gulma yang tumbuh di dalam polibag dapat dihilangkan secara manual dengan cara mencabut menggunakan tangan.

8. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit di dalam polibag serta di sekitar area polibag dilaksanakan setiap dua minggu sekali. Hama dan penyakit yang berkembang di dalam polibag dapat dihilangkan secara manual melalui pencabutan dengan tangan.

E. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada setiap unit percobaan. Variabel yang diamati mencakup :

1. Pertambahan tinggi bibit (cm)

Pengukuran tinggi bibit dilakukan secara berkala setiap dua minggu hingga akhir periode penelitian dengan metode mengukur jarak dari pangkal batang hingga ujung tajuk tanaman menggunakan penggaris. Pertambahan tinggi bibit dihitung sebagai selisih antara

67

nilai pengukuran tinggi bibit pada akhir penelitian dan nilai pada awal penelitian.

13

2. Pertambahan jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung dengan cara menghitung jumlah daun per sampel, perhitungan dilakukan dengan interval waktu perhitungan 2 minggu sekali. Pertambahan jumlah daun dihitung dari selisih antara jumlah daun saat akhir penelitian dan saat awal penelitian.

41

3. Pertambahan diameter batang (cm)

Diameter batang diukur dengan menggunakan jangka sorong setiap 2 minggu sekali, diukur pada pangkal batang tepat di atas leher akar, pertambahan diameter batang dihitung dari selisih antara diameter batang saat akhir penelitian dan saat awal penelitian.

30

4. Berat basah (g)

Pengukuran berat basah tanaman dilaksanakan pada tahap akhir penelitian melalui penimbangan setiap tanaman secara individual setelah dilakukan pembersihan dari tanah, menggunakan timbangan analitik.

58

5. Berat kering (g)

Penentuan berat kering tanaman dilakukan dengan cara mengeringkan sampel tanaman dalam oven pada suhu 70°C hingga mencapai berat yang konstan, kemudian dilakukan pengukuran massa menggunakan timbangan analitik.

1

6. Pengukuran pH tanah

- a. Pengukuran pH tanah sebelum dicampur dengan biochar dan setelah dicampur dengan biochar untuk semua kombinasi perlakuan.
- b. Pengukuran pH biochar dilakukan sebelum biochar diaplikasikan.

F. Analisis Data

19 Data dianalisis dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) pada tingkat signifikansi 5%. Jika terdapat perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi yang sama. Seluruh proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

1. Pertambahan Tinggi Bibit

Hasil analisis sidik ragam terhadap tinggi bibit kelapa sawit (Lampiran 2) mengindikasikan bahwa dosis pupuk NPK memiliki pengaruh yang signifikan, sementara dosis biochar serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan tinggi bibit kelapa sawit di main nursery. Rincian hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap pertambahan tinggi bibit (cm) kelapa sawit di *main nursery*.

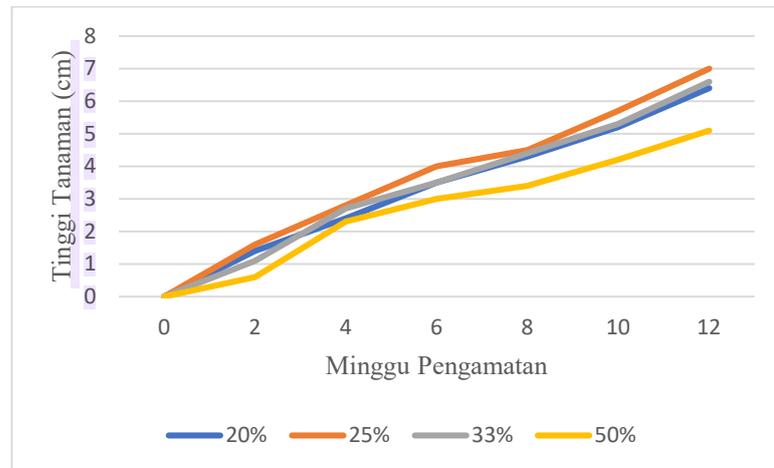
Dosis NPK (g/bibit)	Dosis Biochar (% volume)				Rerata
	20	25	33	50	
10	7.40	6.65	6.50	5.83	6.59 a
16	7.10	9.33	8.05	5.45	7.48 a
22	4.58	5.10	5.25	4.15	4.77 b
Rerata	6.36 p	7.03 p	6.60 p	5.14 p	(-)

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom maupun baris menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(-) : Interaksi tidak nyata.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk NPK dosis 10 g/bibit dan 16 g/bibit memberikan pengaruh yang sama terhadap pertambahan tinggi bibit dan lebih tinggi dibandingkan dosis 22 g/bibit, sedangkan pemberian biochar dengan dosis 20%, 25%, 33% dan 50 %volume berpengaruh sama.

16

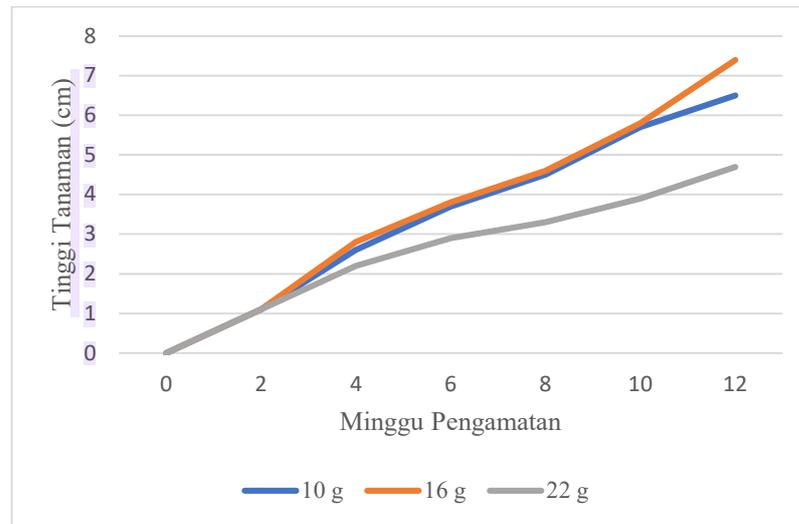


1

Gambar 1. Pengaruh dosis biochar pada tanah masam terhadap laju pertumbuhan tinggi bibit (cm) kelapa sawit di *main nursery*

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dosis biochar menunjukkan pertumbuhan tinggi bibit yang relatif seragam dari awal penanaman hingga minggu ke 12 dengan tingkat pertumbuhan yang agak cepat, kecuali perlakuan dosis 50% volume pada minggu ke 6-12 menunjukkan pertumbuhan tinggi bibit yang agak melambat.

1



Gambar 2. Pengaruh dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap laju pertumbuhan tinggi bibit (cm) kelapa sawit di *main nursery*

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa dosis NPK menunjukkan pertumbuhan tinggi bibit yang cepat dan relatif seragam dari awal penanaman hingga minggu ke 12, kecuali dosis 22 g mulai minggu ke 4 menunjukkan pertumbuhan tinggi bibit yang melambat hingga minggu ke-12.

2. Pertambahan Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam jumlah daun kelapa sawit (Lampiran 2), perlakuan dosis biochar, pupuk NPK, maupun kombinasi keduanya tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan jumlah daun bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery*.

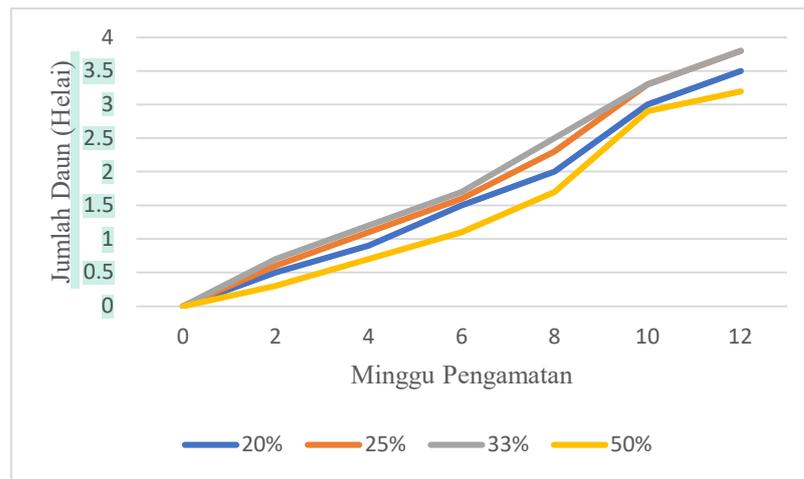
Rangkuman hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap pertambahan jumlah daun (helai) kelapa sawit di *main nursery*.

Dosis NPK (g/bibit)	Dosis Biochar (% volume)				Rerata
	20	25	33	50	
10	3.25	3.75	3.75	3.00	3.44 a
16	3.50	4.25	3.50	3.25	3.63 a
22	4.00	3.25	4.00	3.25	3.63 a
Rerata	3.58 p	3.75 p	3.75 p	3.17 p	(-)

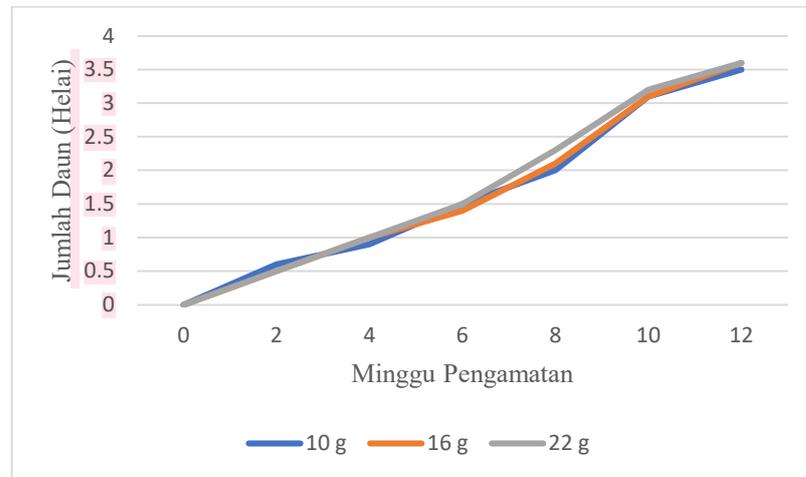
Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom maupun baris menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(-) : Interaksi tidak nyata.



Gambar 3. Pengaruh dosis biochar pada tanah masam terhadap laju pertambahan jumlah daun (helai) kelapa sawit di *main nursery*

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dosis biochar menunjukkan pertambahan jumlah daun relatif seragam dari awal penanaman hingga minggu ke 8 dengan tingkat pertambahan yang cepat, kemudian meningkat lebih cepat hingga minggu ke-12. Namun perlakuan dosis 50% menunjukkan laju pertambahan jumlah daun yang lebih lambat.



Gambar 4. Pengaruh dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap laju pertumbuhan jumlah daun (helai) kelapa sawit di *main nursery*

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa dosis pupuk NPK menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang relatif seragam dari awal penanaman hingga minggu ke 8 dengan tingkat pertumbuhan jumlah daun yang agak cepat, kemudian terjadi peningkatan secara bertahap hingga mencapai minggu ke-12.

3. Pertambahan Diameter Batang

Hasil analisis sidik ragam terhadap diameter batang kelapa sawit (Lampiran 2) mengindikasikan bahwa pemberian dosis biochar, dosis pupuk NPK, maupun interaksinya tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery*. Rincian hasil analisis tersebut disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap pertambahan diameter batang (cm) kelapa sawit di *main nursery*.

Dosis NPK (g/bibit)	Dosis Biochar (% volume)				Rerata
	20	25	33	50	
10	0.60	1.00	0.88	0.63	0.78 a
16	0.83	0.90	0.85	0.93	0.88 a
22	0.95	1.23	0.80	0.93	0.98 a
Rerata	0.79 p	1.04 p	0.84 p	0.83 p	(-)

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom maupun baris menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(-) : Interaksi tidak nyata.

4. Berat Basah Bibit

Analisis sidik ragam terhadap berat basah bibit kelapa sawit (Lampiran

2) memperlihatkan bahwa perlakuan dosis biochar berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan pupuk NPK maupun interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap berat basah bibit kelapa sawit di *main nursery*. Rincian hasil analisis ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap berat basah bibit (g) kelapa sawit di *main nursery*.

Dosis NPK (g/bibit)	Dosis Biochar (% volume)				Rerata
	20	25	33	50	
10	35,24	62,12	47,51	43,18	47,01 a
16	33,42	60,26	51,25	53,16	49,52 a
22	52,58	55,44	40,38	51,03	49,86 a
Rerata	40,41 q	59,27 p	46,38 pq	49,12 pq	(-)

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom maupun baris menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(-) : Interaksi tidak nyata.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan dosis pupuk NPK menunjukkan pengaruh yang sama terhadap berat segar bibit, sedangkan dosis biochar menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap berat segar. Perlakuan biochar dosis 25%volume menunjukkan berat segar yang lebih tinggi dibandingkan dosis 20%, sedangkan dosis 33% dan 50% berpengaruh sama dengan perlakuan dosis 20% dan 25%volume.

5. Berat Kering Bibit

Analisis sidik ragam terhadap berat kering bibit kelapa sawit (Lampiran 2) mengindikasikan bahwa pemberian dosis biochar memberikan pengaruh yang signifikan, sementara dosis pupuk NPK dan interaksi antara keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap berat kering bibit kelapa sawit di tingkat pembibitan utama. Rincian hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam terhadap berat kering bibit (g) bibit kelapa sawit di main nursery.

Dosis NPK (g/tanaman)	Dosis Biochar (%volume)				Rerata
	20	25	33	50	
10	13,83	28,18	27,25	18,00	21,81 a
16	13,06	25,33	20,89	25,86	21,28 a
22	20,56	21,62	17,94	23,35	20,87 a
Rerata	15,81 q	25,04 p	22,03 p	22,40 p	(-)

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom maupun baris menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(-) : Interaksi tidak nyata.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan dosis pupuk NPK menunjukkan pengaruh yang sama terhadap berat kering, sedangkan biochar menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap berat kering bibit kelapa sawit. Perlakuan biochar dosis 25%volume menunjukkan berat kering bibit yang lebih tinggi dibandingkan dosis 20% dan berpengaruh sama dengan dosis 33% dan 50%volume.

6. pH Tanah

Tabel 6. Hasil analisis pH (H₂O) tanah pada perlakuan dosis Biochar dan dosis pupuk NPK pada tanah masam

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)

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa 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.

B. Pembahasan

1 Sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara dosis biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk NPK tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*. Temuan ini menegaskan bahwa kedua perlakuan tersebut bekerja secara independen dan tidak saling memengaruhi dalam memengaruhi pertumbuhan bibit pada tahap tersebut.

43
2
57
Pertumbuhan bibit kelapa sawit dapat dinilai menggunakan parameter utama berupa tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur 6 bulan, rata-rata tinggi tanaman mencapai 35,1 cm, jumlah daun 8,4 helai, dan diameter batang 1,7 cm. Jika dibandingkan dengan standar Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) untuk bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery* umur 6 bulan, yaitu tinggi 35,9 cm, jumlah daun 8,5 helai, serta diameter batang 1,8 cm, maka capaian penelitian ini tergolong mendekati standar tersebut (PPKS, 2009). Dalam penelitian ini pertumbuhan bibit kelapa sawit dikatakan hampir memenuhi standar PPKS.

1
2
Hasil analisis mengungkapkan bahwa aplikasi biochar dengan dosis 20%, 25%, 33%, dan 50% volume memberikan pengaruh yang serupa terhadap peningkatan tinggi bibit, jumlah daun, serta diameter batang kelapa sawit di tahap *main nursery*. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan biochar pada dosis 20% telah cukup efektif dalam memperbaiki kondisi media tanam

1 dan mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit secara optimal. Peningkatan dosis sebesar 25%, 33%, dan 50% tidak berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan bibit, sehingga aplikasinya dalam jumlah yang lebih besar dianggap tidak efisien dan tidak memberikan manfaat tambahan. Pada Tabel 6 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 unsur hara makro penting seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S juga menjadi terbatas, sehingga pertumbuhan bibit kelapa sawit terhambat (Rahman *et al.*, 2018). Biochar, sebagai bahan organik pembenah tanah, mempunyai pH yang tinggi. Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa 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 unsur hara makro N, P, K, Ca dan Mg. Selain itu, biochar juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah lempung latosol, antara lain meningkatkan porositas, aerasi, dan kapasitas menahan air. Secara biologis, biochar meningkatkan aktivitas

1 mikroba dalam mendekomposisi biochar sehingga meningkatkan ketersediaan
62 unsur hara di dalam tanah. Dengan demikian, perbaikan sifat kimia, fisik, dan
biologi tanah melalui pemberian biochar mendukung pertumbuhan bibit
kelapa sawit. Sesuai dengan pendapat Shi *et al.*, (2015) bahwa biochar efektif
dalam meningkatkan pH tanah masam dan menurunkan ketersediaan Al
toksik, sekaligus memperbaiki status hara.

44 Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan biochar memberikan
pengaruh signifikan terhadap berat basah dan berat kering bibit kelapa sawit di
tahap *main nursery*. Pemberian biochar dengan dosis 25% volume
memberikan efek yang sebanding dengan dosis 33% dan 50%, serta
menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 20%.
Pemberian biochar pada dosis 25% telah terbukti cukup efektif dalam
1 mendukung pertumbuhan yang optimal, sehingga peningkatan dosis menjadi
76 33% dan 50% tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan pada berat
basah maupun berat kering bibit. Pemberian biochar pada dosis 25% tidak
hanya berfungsi sebagai penambah kandungan hara, tetapi juga meningkatkan
kapasitas tanah dalam menahan air dan unsur hara. Kondisi ini selanjutnya
dapat meningkatkan ketersediaan air dan hara yang diserap oleh tanaman,
yang berkontribusi pada peningkatan berat segar maupun berat kering
tanaman. Sesuai dengan pendapat Hamim (2012) Air merupakan komponen
esensial dalam sel dan jaringan tumbuhan. Selain berfungsi sebagai senyawa
77 utama penyusun protoplasma, air juga berperan sebagai pelarut bagi nutrisi
mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan, serta memainkan peran krusial

29 sebagai medium dalam berbagai reaksi metabolisme maupun sebagai bahan dasar bagi reaksi-reaksi biokimia tersebut. Air, yang berperan sebagai bahan dasar dalam proses fotosintesis, berfungsi sebagai sumber elektron serta sebagai medium bagi ion dan pupuk untuk berdifusi atau bergerak melalui aliran massa, sehingga zat-zat tersebut menjadi terjangkau dan tersedia bagi tumbuhan.

55 Biochar, atau arang hayati, tidak hanya berfungsi sebagai amelioran atau bahan pembenah tanah, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai media tanam. Hal ini disebabkan oleh sifat biochar yang mampu menahan air secara efektif, memiliki ketahanan terhadap penguraian, serta kemampuan untuk meretensi kelebihan nutrisi yang tersedia bagi tanaman (Andalasari *et al.*, 2014). Biochar memiliki kemampuan untuk meningkatkan penyerapan unsur hara, kapasitas retensi air, serta mengurangi pencucian unsur hara dan degradasi kualitas tanah. Selain itu, biochar juga dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan pH tanah, sekaligus meningkatkan biomassa dan kelimpahan mikroorganisme dalam tanah (Agviolita *et al.*, 2021). Hasil penelitian Ansari (2022) menunjukkan bahwa Pemberian biochar yang berasal dari pelepah kelapa sawit dengan dosis 100 g per polybag secara signifikan meningkatkan kandungan unsur nitrogen dari 0,49% menjadi 0,71%, kalsium dari 0,99 mg/100 g menjadi 1,32 mg/100 g, serta magnesium dari 0,05 mg/100 g menjadi 0,13 mg/100 g. Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 6, diketahui bahwa pH awal biochar berada pada kisaran 9,83, sehingga aplikasi biochar pada tanah latosol yang bersifat asam dapat menurunkan tingkat

20

3

3

keasaman tanah atau dengan kata lain, meningkatkan nilai pH tanah saat diterapkan. 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 unsur hara makro N, P, K, Ca dan Mg.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK dosis 10,16, dan 22 g/bibit berpengaruh sama terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit, kecuali 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, sehingga peningkatan dosis pupuk NPK menjadi dosis 16g dan 20g tidak diikuti dengan peningkatan pertumbuhan bibit bahkan pada pertambahan tinggi bibit, dosis 20g justru menghasilkan tinggi bibit yang lebih rendah. Kecukupan nitrogen tidak hanya berfungsi sebagai komponen utama dalam sintesis klorofil yang diperlukan untuk proses fotosintesis, tetapi juga berperan penting dalam pembentukan protein serta senyawa organik lainnya. Kecukupan fosfor tidak hanya berperan dalam merangsang perkembangan akar sehingga meningkatkan kemampuan serapan nutrisi oleh akar tanaman, tetapi juga berfungsi sebagai komponen penyusun ATP yang merupakan sumber energi penting bagi kelangsungan proses metabolisme dalam tubuh tanaman. Kecukupan kadar kalium berperan sebagai aktivator sejumlah enzim yang terlibat dalam proses metabolisme

68 tanaman serta berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai faktor stres. Sesuai dengan pendapat Adnan *et al.*, (2015) bahwa nitrogen berfungsi dalam proses pembentukan daun dan jaringan klorofilik pada tanaman, fosfor berperan penting dalam pembentukan akar serta perkembangan organ generatif seperti bunga dan buah, sementara kalium memiliki peran dalam peningkatan ketahanan tanaman terhadap berbagai penyakit.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang sudah dilakukan maka bisa disimpulkan :

1. Tidak ditemukan interaksi yang signifikan antara perlakuan dosis biochar pelepah kelapa sawit dan dosis pupuk NPK terhadap seluruh parameter pertumbuhan bibit kelapa sawit pada tahap *main nursery*.
2. Aplikasi biochar dengan dosis 20–50% memberikan pengaruh yang relatif sama terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*, namun untuk parameter berat basah dan berat kering bibit, dosis 25% merupakan yang paling optimal.
3. Pemberian pupuk NPK dengan dosis 10, 16, maupun 22 g per bibit menunjukkan efek yang sebanding terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

B. Saran

Disarankan penggunaan biochar dosis 20% serta pupuk NPK dosis 10 g/tanaman untuk meningkatkan pertambahan tinggi bibit, bobot segar dan kering bibit. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan masa pengamatan lebih panjang hingga fase lapangan guna mengetahui respons diameter batang, serta menguji kombinasi biochar dengan pupuk lain seperti Ca atau Mg yang berhubungan erat dengan pertumbuhan batang.