

PENGARUH KOMBINASI MEDIA TANAM DAN LIMBAH KAYU PUTIH TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI KAYU PUTIH

(*Melaleuca cajuputi*)

Genovevar Talan¹⁾, Astin Elise Mau²⁾, Norman P.L.B. Riwo Kaho³⁾,
Roni Haposan Sipayung⁴⁾

Email: genovevartalan@gmail.com

Program Studi Kehutanan, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui
Kupang Nusa Tenggara Timur

Kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) merupakan tanaman penghasil minyak atsiri penting di Indonesia yang memiliki potensi besar untuk rehabilitasi lahan marginal, namun produksi semai berkualitas sering terkendala oleh media tanam yang kurang optimal dan limbah industri penyulingan yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah daun kayu putih pasca penyulingan mengandung senyawa organik yang berpotensi meningkatkan kesuburan media tanam jika dikelola dengan baik, meskipun terdapat resiko alelopati jika tidak terdekomposisi sempurna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi media tanam tanah, arang sekam padi, dan limbah kayu putih terhadap pertumbuhan semai kayu putih serta menentukan kombinasi terbaik. Penelitian dilaksanakan di Persemaian Permanen BPDAS Benain Noelmina, Kupang, Nusa Tenggara Timur, pada Juni–September 2025 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan (total 225 semai umur 2 bulan). Perlakuan terdiri dari: P0 (tanah 100%), P1 (tanah:arang sekam:limbah 2:1:1), P2 (1:2:1), P3 (1:1:2), dan P4 (arang sekam:limbah 2:2). Parameter yang diamati adalah pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang selama 12 minggu setelah tanam. Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) pada ketiga parameter pertumbuhan. Uji lanjut DMRT taraf 5% mengungkapkan bahwa perlakuan P3 (tanah:arang sekam padi:limbah kayu putih = 1:1:2) memberikan hasil terbaik pada pertambahan tinggi tanaman (4,27 cm) dan jumlah daun (4,97 helai), sedangkan perlakuan P2 (1:2:1) terbaik pada pertambahan diameter batang (1,10 mm). Kombinasi tersebut meningkatkan ketersediaan nutrisi, aerasi, retensi air, serta aktivitas mikroba tanah melalui dekomposisi limbah organik dan sifat poros arang sekam padi. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah kayu putih dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sebagai komponen media tanam untuk meningkatkan kualitas semai kayu putih di persemaian.

Kata kunci : media tanam, limbah kayu putih, pertumbuhan semai, *Melaleuca cajuputi*, arang sekam padi.

PENDAHULUAN

Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi*) merupakan tanaman hutan asli Indonesia yang telah didomestikasi sejak lama dan dikelola secara intensif terutama untuk menghasilkan minyak atsiri yang digunakan dalam industri, farmasi, kosmetik dan aromaterapi (Budiadi *et al.*, 2006 dalam Sadono *et al.*, (2020). Minyak Kayu Putih diperoleh dari penyulingan daun kayu putih yang mengandung senyawa aktif seperti *eucalyptol* yang memiliki sifat antimikroba, antiseptik dan antijamur, sehingga efektif untuk mengobati infeksi kulit ringan dan luka. Selain itu, Kayu Putih memiliki manfaat ekologi sebagai tanaman rehabilitasi lahan kritis, seperti lahan bekas tambang, karena kemampuan beradaptasi di lingkungan marginal.

Salah satu masalah utama dalam budidaya Kayu Putih adalah rendahnya kualitas pertumbuhan semai, yang dipengaruhi oleh media tanam yang kurang optimal dan pemanfaatan limbah organik yang belum maksimal. Media tanam yang kurang subur seringkali menghambat pertumbuhan semai, terutama pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang, sehingga diperlukan kombinasi media tanam yang dapat meningkatkan unsur hara Rahmawati *et al.*, (2016).

Menurut Aseptyo, (2013) dalam Beyusta, (2023) menyatakan bahwa media tanam yang baik mampu menahan air dan unsur hara, memiliki aerasi yang memadai, bebas dari sumber penyakit serta mudah didapat. Salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan limbah kayu putih, seperti daun dan ranting sisa penyulingan, yang telah terdekomposisi melalui aktivitas mikroorganisme.

Penggunaan limbah kayu putih sebagai kompos atau bokasi juga memberikan manfaat lingkungan dengan mengurangi dampak limbah penyulingan. Menurut Rahmawati, (2016) dalam Prihatiningtyas, (2023) menyatakan bahwa kompos limbah kayu putih berpengaruh positif terhadap pertumbuhan semai, termasuk peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun.

Komposisi media tanam yang optimal juga memerlukan bahan tambahan seperti arang sekam padi, yang diketahui meningkatkan porositas tanah, menjadikan tanah lebih gembur dan meningkatkan kemampuan menyerap air Nuke *et al.*, (2021). Arang sekam memiliki pH 8,5 – 9,0 sehingga efektif untuk menetralkan tanah asam dan meningkatkan ketersediaan fosfor, sekaligus menekan mikroba patogen Septiani, (2018) dalam Nuke *et al.*, (2021).

Berdasarkan uraian diatas, pengembangan budidaya Kayu Putih memerlukan strategi untuk meningkatkan kualitas semai melalui optimasi media tanam dan pemanfaatan limbah kayu putih secara berkelanjutan, sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Kombinasi Media Tanam Dan Limbah Kayu Putih Terhadap Pertumbuhan Semai kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)”**.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan September 2025, di Persemaian Permanen BPDAS Benain-Noelmina, Kelurahan Fatukoa, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember, sekop, cangkul, alat tulis menulis, *polybag*, laptop, *Microsoft Excel* 2019, *XLSTAT* 2025, mistar atau penggaris, jangka sorong digital dan kamera ponsel. Sedangkan bahan yang akan disiapkan antara lain Semai kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) umur 2 bulan, air dan media tanam berupa (tanah, arang sekam padi dan limbah kayu putih).

Penelitian ini menggunakan rancangan dengan 1 faktor yang disusun secara RAL (Rancangan Acak Lengkap), terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Pada setiap unit percobaan terdapat 15 semai kayu putih, sehingga total yang dibutuhkan yaitu 225 semai kayu putih. Susunan perlakuan kombinasi media tanam adalah sebagai berikut:

P0 : Tanah 100%

P1 : Tanah + Arang sekam padi + Limbah kayu putih (2 : 1 : 1)

P2 : Tanah + Arang sekam padi + Limbah kayu putih (1 : 2 : 1)

P3 : Tanah + Arang sekam padi + Limbah kayu putih (1 : 1 : 2)

P4 : Arang sekam padi + Limbah kayu putih (2 : 2)

Model persamaan rancangan

acak lengkap (RAL) yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Pengamatan pada perlakuan ke – i dan ulangan ke – j

μ : Nilai tengah umum

T_i : Pengaruh perlakuan ke – i

ϵ_{ij} : Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke – i (0, 1,2, 3, 4, 5) dan ulangan ke – j (1, 2, 3)

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA (*Analysis of variance*) pada taraf 5%. Jika terdapat perbedaan antara perlakuan maka dilanjutkan ke uji (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)

Menurut Magar *et al.*, (2025) Parameter tinggi tanaman adalah ukuran kuantitatif yang menunjukkan panjang batang utama tanaman dari permukaan tanah hingga titik tertinggi. Hasil pengukuran diambil pada akhir pengukuran yaitu 12 minggu setelah tanam (MST) anakan Semai kayu putih. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan ANOVA yang

kemudian dicantumkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Pertambahan Tinggi Tanaman

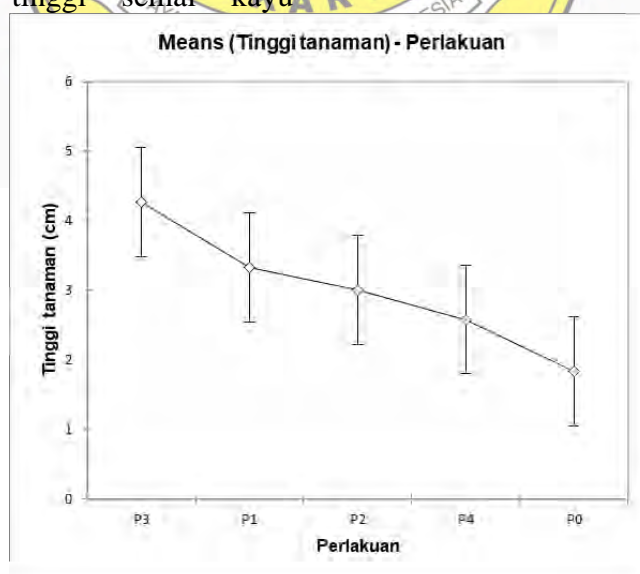
SK	DB	JK	KT	F hitung	F Tabel		ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	9,820	2,455	6,60	3,48	5,99	**
Galat	10	3,715	0,371				
Total	14	13,535					

Sumber : data diolah, 2025

** : Berbeda sangat nyata

Hasil ANOVA dalam Tabel 4.1 menunjukkan kombinasi media tanam yang terdiri dari tanah, arang sekam, dan limbah kayu putih diketahui bahwa F hitung yang diperoleh adalah sebesar 6,60 yang lebih besar dari F-tabel 5% (3,48) dengan disimbolkan (**). Dengan demikian, perlakuan dengan penggunaan tanah, arang sekam padi dan limbah kayu putih diketahui berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi semai kayu

putih. Hasil ini membuktikan adanya pengaruh yang signifikan dari perlakuan komposisi media tanam yang mengintegrasikan unsur-unsur organik didalamnya dan mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi esensial, memperbaiki struktur tanah, serta mendukung proses fisiologis pertumbuhan vegetatif pada semai Airansi *et al.*, (2022), termasuk pertambahan tinggi semai kayu putih.



Gambar 4. 1 Grafik Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman Per Perlakuan

Berdasarkan Gambar 4.1 grafik rata-rata pertambahan tinggi tanaman per

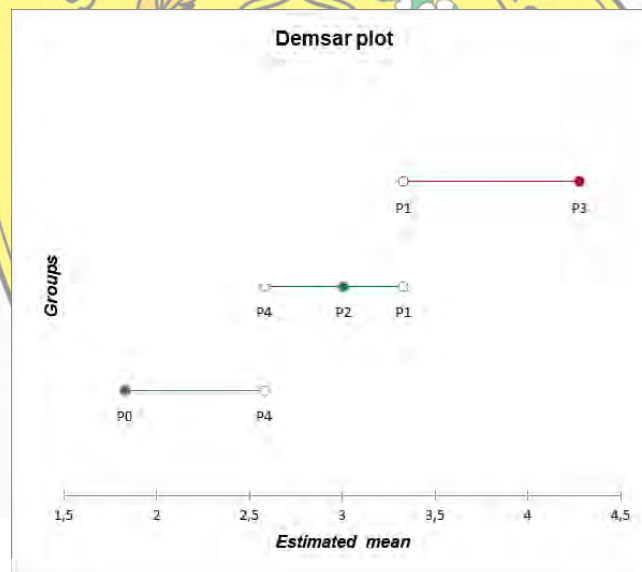
perlakuan, perlakuan P3 dengan komposisi tanah : arang sekam padi : limbah kayu putih (1:1:2) menghasilkan rata-rata pertambahan tinggi tertinggi sebesar 4,27 cm. Perlakuan ini secara visual jauh lebih unggul dibandingkan

perlakuan lainnya, diikuti oleh P1 (3,32 cm) dan P2 (3,07 cm), sementara P4 (2,58 cm) dan P0 (1,83 cm) menunjukkan nilai terendah. Tabel 4. 2 Hasil Uji DMRT 5% Rata-rata Pertambahan Tinggi Semai kayu putih

Perlakuan	Rata-Rata / Simbol
P3	4,27 a
P1	3,32 b
P2	3,07 b
P4	2,58 c
P0	1,83 c

Sumber : data diolah, 2025

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.



Gambar 4. 2 Demsar Plot Pertambahan Tinggi Tanaman

Berdasarkan tabel 4.2 hasil uji DMRT dan gambar 4.2 demsar plot menunjukkan bahwa perlakuan P3 berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan P1. Perlakuan P1 dan P2 ditandai dengan notasi huruf yang sama (b) sehingga tidak berbeda nyata satu sama lain,

sedangkan P4 dan P0 ditandai dengan notasi huruf yang sama (c) sehingga tidak berbeda nyata. Meskipun demikian, Demsar plot menunjukkan bahwa P0 cenderung berada pada posisi yang lebih rendah dibandingkan dengan P4.

Keunggulan perlakuan P3 diduga disebabkan oleh kombinasi

media tanaman yang mendukung ketersediaan nutrisi, aerasi dan kapasitas menahan air yang optimal. Ketersediaan nutrisi yang memadai dari limbah kayu putih yang kaya akan bahan organik, dapat meningkatkan kandungan nitrogen, fosfor dan kalium yang esensial untuk pertumbuhan vegetatif. Proses ini didukung oleh aktivitas mikroorganisme tanah yang menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang mudah diserap tanaman Xu *et al.*, (2021). Drainase dan aerasi yang optimal dihasilkan dari struktur berpori arang sekam yang dapat mendukung respirasi akar, perkembangan akar yang optimal serta mencegah genangan air yang dapat menghambat pertumbuhan Suharyatun *et al.*, (2021). Selain itu Penelitian oleh Herhandini *et al.*, (2021) juga menegaskan bahwa kombinasi Biochar Sekam Padi dengan Kompos dapat meningkatkan pH tanah asam, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung pertumbuhan tanaman di lahan marginal.

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Pertambahan Jumlah Daun

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	5,760	1,440	6,61	3,48	5,99	**
Galat	10	2,376	0,061				
Total	14	8,135					

Sumber : data diolah, 2025

** : Berbeda sangat nyata

Berdasarkan tabel 4.3, dapat diketahui bahwa F hitung yang diperoleh sebesar (6,61) jauh lebih

Sedangkan P0 (Tanah 100%), menunjukkan pertambahan tinggi tanaman terendah yaitu (1,83 cm). Hal ini disebabkan oleh media tanah murni tanpa bahan organik dan tidak mampu menyediakan kondisi optimal untuk pertumbuhan vegetatif semai kayu putih pada fase persemaian.

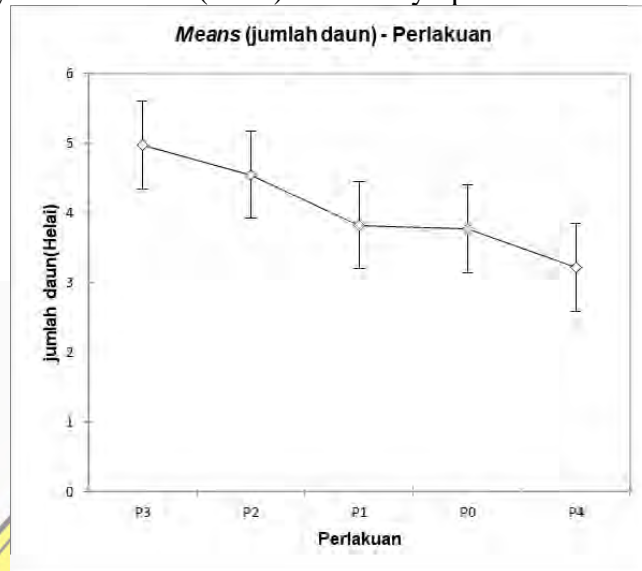
Pertambahan Jumlah Daun (Helai)

Pertambahan jumlah daun merupakan peningkatan total daun yang terbentuk pada tanaman selama periode pengamatan Hammer *et al.*, (2021). jumlah daun memberikan gambaran tentang kapasitas fotosintesis dan vigor tanaman, sehingga menjadi indikator penting dalam menilai respon tanaman terhadap variasi komposisi dan sifat media tanam. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan ANOVA yang kemudian dicantumkan dalam tabel 4.3 berikut :

tinggi dibanding F tabel dengan nilai yang diperoleh pada taraf 5% (3,48) dan pada taraf 1% (5,99), hasil ini

ditandai dengan notasi (**) hal ini menunjukkan bahwa kombinasi media tanam Tanah + Arang Sekam + Limbah Kayu Putih (1:1:2)

memberikan manfaat dan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertambahan jumlah daun semai kayu putih.



Gambar 4. 3 Grafik Rata-rata Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Per Perlakuan

Gambar 4.5 menunjukkan grafik rata-rata pertambahan jumlah daun semai kayu putih yang menunjukkan P3 dengan nilai tertinggi, yaitu 4,97 helai, diikuti oleh perlakuan P2, yang menghasilkan nilai 4,55 helai,

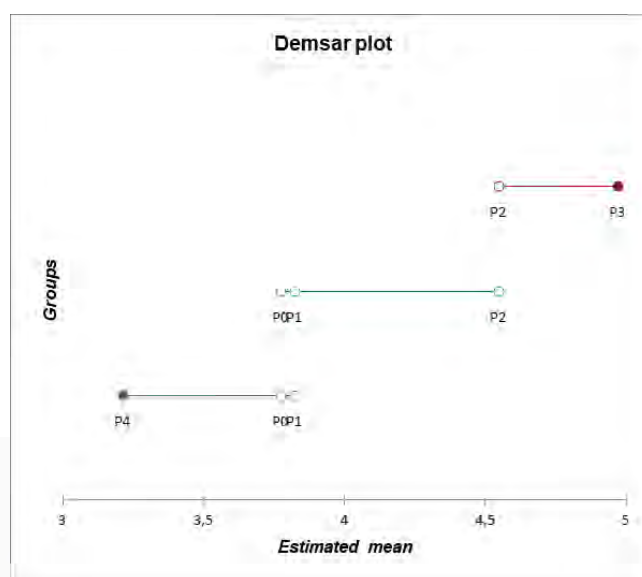
perlakuan P1 3,82 helai. Sedangkan P4 berada pada nilai terendah, yaitu 3,21 helai.

Tabel 4. 4 Hasil Uji DMRT 5% Rata-rata Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Kayu Putih

Perlakuan	Rata-Rata / Simbol
P3	4,97 a
P2	4,55 a
P1	3,82 b
P0	3,77 b
P4	3,21 c

Sumber : data diolah, 2025

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%



Gambar 4. 4 Demsar Plot Pertambahan Jumlah Daun

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil uji DMRT dan Gambar 4.6 Demsar plot, menunjukkan bahwa Perlakuan P3 dan P2 tidak berbeda nyata satu sama lain, yang ditandai dengan notasi huruf yang sama (a) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P1 dan P0 tidak berbeda satu sama lain, ditandai dengan notasi huruf yang sama (b) tetapi berbeda nyata dengan P4, yang sekaligus ditandai dengan notasi huruf (c) dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Keunggulan P3 disebabkan oleh ketersediaan nutrisi secara seimbang dan perbaikan sifat fisik media tanam yang baik. Penelitian Susilo, (2024) menyebutkan bahwa komposisi media tanam yang kaya nutrisi esensial serta memiliki sifat fisik yang mendukung aerasi dan retensi air dapat mengoptimalkan penyerapan unsur hara oleh akar, sehingga mendorong perkembangan daun dan biomassa tanaman.

Perlakuan P2 yang ditandai dengan huruf yang sama dengan P3, menunjukkan peningkatan jumlah

daun yang baik, meskipun secara neumerik sedikit lebih rendah dari pada P3. Sebaliknya Perlakuan P4 yang ditandai dengan notasi huruf (c), menunjukkan peningkatan jumlah daun terendah, yang diduga disebabkan oleh kurangnya tanah sebagai sumber mineral esensial dan potensi alelopati limbah kayu putih yang masih tinggi. Disisi lain, Perlakuan P0 yang ditandai dengan notasi huruf (b) menunjukkan performa rendah karena keterbatasan bahan organik, yang mengakibatkan suplai nutrisi yang buruk.

Pertambahan Diameter Batang (mm)

Pertambahan diameter batang merupakan aspek penting dalam pertumbuhan yang mencerminkan aktivitas pertumbuhan sekunder dan kesehatan struktur tanaman yang dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi serta ketersediaan media tanam Hammer *et al.*, (2021). Data hasil pengukuran kemudian dianalisis menggunakan ANOVA yang

kemudian dicantumkan dalam tabel 4.6 berikut :

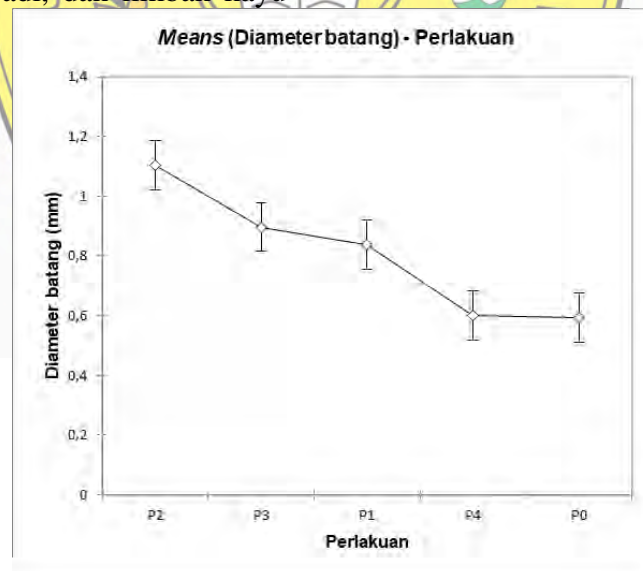
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Variansi (ANOVA) Pertambahan Diameter Batang

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel		ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	0,556	0,139	34,33	3,48	5,99	**
Galat	10	0,040	0,004				
Total	14	0,596					

Sumber : data diolah, 2025

** : Berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa F hitung sebesar 34,33 lebih besar dari pada F tabel pada taraf 5% (3,48) dan 1% (5,99), yang ditandai dengan notasi (**). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi media tanam tanah, arang sekam padi, dan limbah kayu putih berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter batang semai kayu putih. Pengaruh signifikan ini mengindikasikan bahwa variasi komposisi media tanam secara efektif memodulasi proses pertumbuhan sekunder.



Gambar 4. 5 Grafik rata-rata pertambahan diameter batang per perlakuan

Berdasarkan Gambar 4.7 grafik rata-rata pertambahan diameter batang per perlakuan, perlakuan P2 dengan komposisi tanah : arang sekam padi : limbah kayu

(1:2:1) menunjukkan rata-rata pertambahan diameter batang tertinggi sebesar 1,10 mm. Perlakuan ini secara visual lebih unggul dibandingkan perlakuan lainnya,

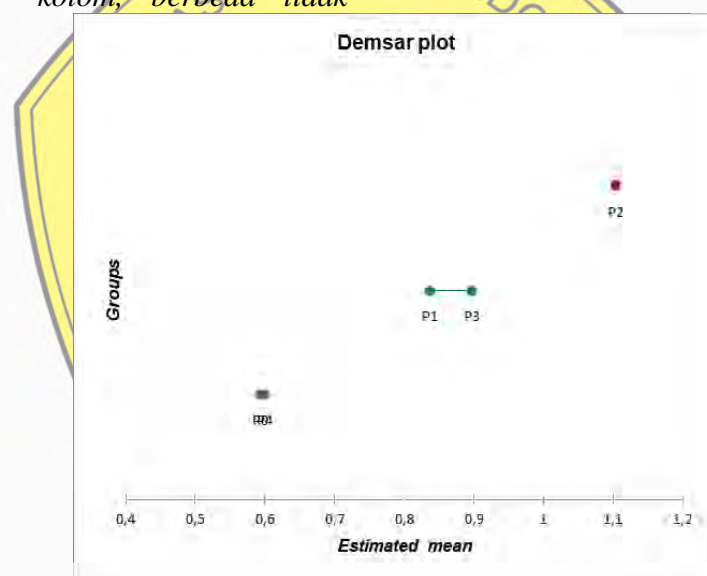
diikuti oleh P3 (0,89 mm) dan P1 (0,83 mm), sementara P4 (0,60 mm) dan P0 (0,59 mm) menunjukkan nilai terendah.

Tabel 4. 6 Hasil Uji DMRT 5% Rata-rata Pertambahan Diameter Batang

Perlakuan	Rata-Rata / Simbol
P2	1,10 a
P3	0,89 b
P1	0,83 b
P4	0,60 c
P0	0,59 c

Sumber : data diolah, 2025

Keterangan : angka-angka yang nyata pada uji DMRT 5% diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom, berbeda tidak



Gambar 4. 6 Demsar plot pertambahan diameter batang

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil uji DMRT dan Gambar 4.8 Demsar plot, perlakuan P2 tanah : arang sekam padi : limbah kayu putih (1:2:1) menghasilkan rata-rata pertambahan diameter batang tertinggi dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya, ditandai dengan notasi huruf (a). Selain itu P3 dan P1 tidak berbeda nyata satu sama lain, ditandai dengan notasi huruf yang

sama (b). terendah (simbol c). Sedangkan Perlakuan P4 dan P0 memiliki notasi huruf yang sama (c) sehingga tidak berbeda nyata satu sama lain. Namun, Demsar plot menunjukkan bahwa P0 cenderung berada pada posisi yang lebih rendah dibandingkan dengan P4.

Keunggulan perlakuan P2 sejalan dengan Airansi *et al.*, (2022) yang menemukan bahwa penambahan arang sekam ke dalam

media tanah berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan semai tanaman kehutanan melalui perbaikan sifat fisik dan kesuburan media. Tuheteru dan Husna, (2023) juga menunjukkan bahwa peningkatan proporsi arang sekam dalam media tanam meningkatkan diameter batang kayu putih melalui perbaikan struktur fisik tanah dan penurunan kerapatan isi tanah.

Perlakuan P3 dan P1 yang ditandai dengan notasi huruf yang sama, menunjukkan peningkatan diameter batang yang cukup baik, meskipun tidak sebaik P2. Hal ini menunjukkan bahwa keseimbangan antara tanah, arang sekam padi dan limbah kayu putih masih mampu mendukung pertumbuhan sekunder dengan baik. Sedangkan Perlakuan P4 arang sekam padi : limbah kayu putih (2:2) menghasilkan nilai rendah meskipun kaya bahan organik, diduga karena kurangnya tanah sebagai sumber mineral esensial serta potensi alelopati dari limbah kayu putih yang masih tinggi. Sementara itu, P0 menghasilkan nilai terendah akibat keterbatasan bahan organik yang menyebabkan aerasi buruk dan pelepasan hara yang lambat.

KESIMPULAN

1. Terdapat pengaruh sangat nyata dari kombinasi media tanam tanah, arang sekam padi, dan limbah kayu putih terhadap parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang semai kayu putih (*Melaleuca cajuputi*)
2. Perlakuan kombinasi media

tanam yang memberikan pengaruh terbaik adalah P3 dengan komposisi Tanah + Arang sekam padi + Limbah kayu putih (1:1:2) untuk penambahan tinggi tanaman (4,27 cm) dan jumlah daun (4,97 helai), serta P2 Tanah + Arang sekam padi + Limbah kayu putih (1:2:1) untuk penambahan diameter batang (1,10 mm).

SARAN

1. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, Penulis menyarankan agar menerapkan praktik menggunakan campuran media tanam P3 dengan perbandingan tanah : arang sekam padi : limbah kayu putih (1:1:2) untuk penyemaian semai kayu putih di persemaian, baik yang permanen maupun semi permanen. Kombinasi ini terbukti meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan untuk diameter batang, perlakuan P2 (1:2:1) juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Cara ini selain bisa menghasilkan bibit yang berkualitas, juga menjadi solusi nyata untuk memanfaatkan limbah dari pabrik penyulingan minyak kayu putih agar tidak terbuang sia-sia.
2. Sedangkan penelitian selanjutnya, sebaiknya diteliti lebih lanjut sifat kimia dari masing-masing media tanam,

misalnya kadar unsur hara N, P, K, nilai pH, dan kapasitas tukar kationnya.

- Adapun kendala teknis yang perlu diperhatikan, berupa pemindahan semai dari tempat perkecambahan (rumah peneliti) ke lokasi persemaian permanen BPDAS Benain-Noelmina. Penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan perkecambahan dan penyemaian langsung di lokasi persemaian permanen untuk menghindari tahap transportasi semai

DAFTAR PUSTAKA

- Sadono, R., Soeprijadi, D. & Wirabuana, P. Y. A. P. Land Suitability for Cajuput Development and its Inference on Silviculture Strategy. *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.* **10**, 43–51 (2020).
- Nuke, Y., Ledheng, L. & Yustiningsing, M. Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik Arang Sekam Dan Pupuk Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Bioma Berk. Ilm. Biol.* **23**, 125–132 (2021).
- Pun Magar, L. *et al.* Plant height measurement using UAV-based aerial RGB and LiDAR images in soybean. *Front. Plant Sci.* **16**, 1–16 (2025).
- Bawamenewi, T. A., Gea, F. H. & Waruwu, S. Penggunaan Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah pada Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Hidroponik J. Ilmu Pertan. Dan Teknol. Dalam Ilmu Tanam.* **2**, 179–187 (2025).
- Xu, Y.; Du, A.; Wang, Z.; Zhu, W.; Li, C.; Wu, L. Effects of different rotation periods of Eucalyptus plantations on soil physiochemical properties, enzyme activities, microbial biomass and microbial community structure and diversity. *For. Ecol. Manage.* **482**, 118883 (2021).
- Suharyatun, S., Warji, W., Haryanto, A. & Anam, K. Pengaruh Kombinasi Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Berbasis Mikroba Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sayuran. *J. Teknotan* **15**, 21 (2021).
- Herhandini, D. A., Suntari, R. & Citraresmini, A. Pengaruh Aplikasi Biochar Sekam Padi Dan Kompos Terhadap Sifat Kimia Tanah, Pertumbuhan, Dan Serapan Fosfor Tanaman Jagung Pada Ultisol. *J. Tanah dan Sumberd. Lahan* **8**, 385–394 (2021).
- Hammer, G. L., Cooper, M. & Reynolds, M. P. Plant production in water-limited environments. *J. Exp. Bot.* **72**, 5097–5101 (2021).
- Suhardana, E. Pengaruh Komposisi

Media Tanam Arang Sekam dan Pemberian Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.). *J. Ilm. Mhs. Pertan.* **2**, 1–17 (2022).

Hidayat, W., Susatya, A. & Apriyantio, E. Pertumbuhan tanaman nyamplung (*callophyllum innophyllum* L.) dalam blok organik dari limbah serat buah sawit dengan pemupukan di lahan pantai. *Nat. J. Penelit. Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.* **9**, 109–118 (2020).

