

KEMAMPUAN BERAKAR CANGKOK PINUS BOCOR GETAH PADA VARIASI JENIS MEDIA CANGKOK DAN DOSIS IBA DI BATURRADEN, JAWA TENGAH

Rooting Ability of Pinus Bocor Getah Air Layer on Different Medium and Dosages of IBA on Baturraden, Central Java

Marya Tiara Hapsari^{1✉}, Widiyatno²

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman Jl. Penajam, Gunung Kelua, Samarinda Ulu, Samarinda

²Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada Jl. Agro No 1, Sleman, Yogyakarta

✉corresponding author: marya.tiara.h@fahutan.unmul.ac.id

ABSTRACT

Pine resin product optimization was carried out through various breeding activities, not only by developing a high-sap-producing clone selection but also by developing propagation techniques. Vegetative propagation on the superior genotyping provides a large genetic gain because of its wide variation ratio produced in one selection rotation. Vegetative propagation for *Pinus merkusii* is commonly done by air layering, shoot cutting, and cutting that produces callous (BAJOS). This study aims to determine the effect of various media and dosages of IBA on the number and length of pine air layering roots in West Banyumas. The plants aged two years from superior clones were air layered on the branch end using two different media, namely topsoil, and cocopeat. They sprayed with IBA solution on the chipped area at dosages of 0 ppm, 500 ppm, and 1000 ppm. The parameter observed is rooting percentages, number, and length of primer and secondary root. The pine air layer on the cocopeat medium performs significantly on rooting percentages compared to topsoil. Some primer roots on 0 ppm of IBA have the best performance compared to others. The 500 and 1000 ppm IBA cannot give significance to the independent variable.

Key words: Pine; air layering; medium; IBA; root

A. PENDAHULUAN

Pinus merkusii atau yang lebih dikenal dengan pinus, mulai ditanam dengan skala luas di Indonesia pada tahun 1931 di Sumatera, Jawa, Bali dan Sulawesi (Ferguson, 1954). Pinus menjadi jenis yang secara ekologi, biologi, dan ekonomi penting karena menghasilkan gondorukem dan terpentin. Gondorukem sendiri digunakan pada industri minyak resin, sabun, bahan cat, semen, kertas, dan lain-lain, sedangkan terpentin, produk samping dari pengolahan gondorukem, dapat digunakan dalam industri semir sepatu, logam dan kayu serta bahan kamper sintesis.

Pemuliaan pinus dimulai dengan melakukan seleksi tanaman dengan target peningkatan produksi kayu. Kegiatan pemuliaan diawali dengan pembangunan kebun benih semai di Cijambu, Baturraden, dan Jember (Danarto *et al.*, 2000). Seiring perkembangannya pinus beralih fokus kepada target produksi getah dengan membangun tanaman uji keturunan dari indukan yang bergetah banyak pada area seluas 94,4 ha di 6 lokasi yaitu KPH Banyuwangi Barat, KPH Sukabumi, KPH Banyumas Barat (3 lokasi) dan Jalur isolasi KBS Jember. Hasil pemuliaan tanaman pinus menghasilkan famili-famili unggul dengan

kemampuan produksi lebih tinggi yang disebut pinus bocor getah.

Produksi pinus bocor getah mampu mencapai 9-11,69 g/pohon/ hari (Corryanti & Rahmawati, 2015). Keuntungan pabrik pengolah gondorukem dan terpentin dalam setahun mencapai 79 milyar rupiah, dengan rendemen 88% (Fitriani & Affianto, 2022). Sifat unggul tanaman bocor getah inilah yang diharapkan dapat dipertahankan dari tanaman induk kepada anaknya dengan cara perbanyakan vegetatif.

Perbanyakan vegetatif dipercaya dapat menurunkan sifat induk secara penuh kepada anaknya. Upaya perbanyakan tanaman pinus secara vegetatif menggunakan kultur jaringan belum dikembangkan secara masif karena belum terbukti secara signifikan menghasilkan tanaman untuk kegiatan operasional (Bustami *et al.*, 2006; Nurtjahjaningsih, 2009). Upaya lain yang telah umum dilakukan adalah stek pucuk, stek pucuk berkalus (BAJOS), dan pencangkokan (Corryanti & Rahmawati, 2015; Nugrahanto *et al.*, 2019).

Perbanyakan vegetatif dengan cara stek pucuk mampu menghasilkan persen berakar sampai dengan 84% dari tanaman induk berumur 3 tahun (Corryanti & Rahmawati, 2015), sedangkan perbanyakan vegetatif BAJOS dilaporkan mampu menghasilkan persen berakar

>70% dari tanaman berumur 4 dan 6 tahun (Nugrahanto *et al.*, 2019). Persen berakar dengan cara cangkok pada pinus telah terbukti mampu menghasilkan bibit meski dengan persen keberhasilan 18% (Suryanaji *et al.*, 2021).

Pencangkokan potensial untuk dilakukan dalam pembuatan bibit skala operasional karena dalam penyelenggaraannya murah dan relatif mudah. Guna meningkatkan kemampuan tanaman berakar dapat dilakukan dengan penggunaan media yang mendukung proses perkembangan perakaran yaitu *cocopeat*. Media *cocopeat* mudah ditemukan, murah dan ringan sehingga tidak membebani cabang tanaman induk. Penggunaan media *cocopeat* untuk mencangkok pinus juga belum banyak dilakukan.

Selain penggunaan media yang memiliki porositas baik, penggunaan zat pengatur tumbuh auksin dapat diberikan sebagai pemacu pembentukan akar. Auksin yang biasa digunakan adalah IBA (Indole Butyric Acid), IAA (Indole Acetic Acid), dan NAA (Naphthalene Acetic Acid). IBA biasa digunakan untuk menginduksi akar adventif pada jenis tanaman konifer (Ragonezi *et al.*, 2010), dan disukai peneliti karena lebih efektif dalam pembentukan akar, lebih tahan bakteri dan lebih stabil dibawah sinar matahari (Corryanti & Rahmawati, 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media dan dosis IBA terhadap kemampuan berakar cangkok pinus bocor getah di Baturaden.

B. METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kebun Pangkas Pusat Penelitian Pinus Perhutani Baturaden, RPH Gunung Slamet Timur, BKPH Gunung Slamet, KPH Banyumas. Kegiatan pencangkokan dilakukan pada Bulan September 2021 sampai Februari 2022. Lokasi penelitian berada di kaki Gunung Slamet dengan suhu berkisar antara 24°C-28°C, curah hujan pada tahun 2022 adalah 5.849 mm³ dan jumlah hari hujan pada tahun 2022 adalah 249 hari (Data BPS: Banyumas Dalam Angka).

Tanaman pinus yang dicangkok merupakan tanaman kebun pangkas pinus bocor getah yang ditanam tahun

2021. Tanaman ini merupakan hasil dari uji keturunan asal Lumbar (Banyumas Barat) tahun 2007, hasil seleksi tahun 2019 (Sumantoro, 2023).

Alat dan Bahan

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah: cutter, plastik bening ukuran 1 ons, tali plastik, sprayer, air, hormon IBA, alat ukur, alat tulis, kamera, dan tanaman pinus bocor getah umur 2 tahun. Cabang pinus yang dicangkok adalah cabang dengan ukuran 2-3 cm dari tanaman yang sehat dan bebas hama penyakit. Setiap tanaman pinus diambil 2-3 cabang untuk dicangkok dengan 2 perbedaan media dan 3 perbedaan dosis IBA. Setiap perlakuan diulangi sebanyak 10 ulangan.

Prosedur Penelitian

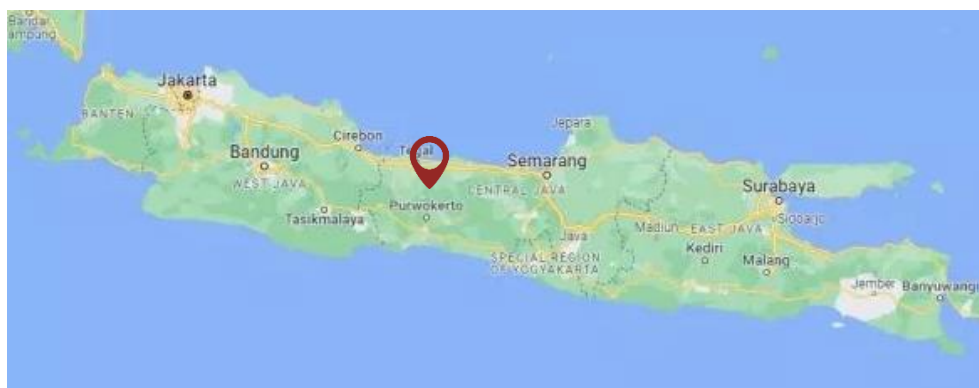
1. Persiapan alat dan bahan

Kegiatan penelitian diawali dengan persiapan media tanam (Gambar 2a), dua jenis media cangkok yang digunakan adalah topsoil dan *cocopeat*. Media yang telah disiram air (lembab) dimasukkan ke dalam plastik bening ukuran 1 ons (7 x 13 x 0,3 cm).

2. Pembuatan cangkok

Proses pencangkokan dilakukan dengan mengupas kulit cabang pinus sepanjang ± 5 cm (Gambar 2b) kemudian bagian yang terkelupas disemprot dengan larutan hormon IBA dengan 3 perbedaan konsentrasi yaitu 0 ppm, 500 ppm dan 1000 ppm (Gambar 2c). Selanjutnya menyobek plastik berisi media pada bagian samping (Gambar 2d) untuk dililitkan ke cabang pinus (Gambar 2e) yang telah disiapkan dan diikat sehingga air hujan tidak dapat menembus cangkok pinus.

Setelah 3 bulan akar muncul dan terlihat dari luar plastik media (Gambar 2f), menandakan cangkok pinus siap dipanen. Cangkok pinus dipanen dengan memotong pada bagian ujung bawah cangkok. Bagian perakaran dibersihkan dari media cangkok kemudian dihitung jumlah dan panjang akar primer dan sekunder. Hasil pengukuran dianalisis menggunakan SPSS.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Tahap pembuatan cangkok

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa variabel yaitu:

1. Persen berakar cangkok

Persen berakar cangkok adalah perbandingan jumlah cangkok berakar dan jumlah total cabang yang dilakukan pencangkakan. Hal ini dapat diamati dari akar yang terlihat dan muncul penembus media cangkok (Gambar 2f).

Persen berakar cangkok dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{persen berakar} = \frac{\sum \text{cangkok berakar akhir penelitian}}{\sum \text{cangkok dibuat awal penelitian}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Jumlah dan panjang akar primer

Jumlah akar primer (JAP) dihitung dari akar yang tumbuh langsung dari cabang, dan panjang akar primer (PAP) adalah penjumlahan seluruh akar primer yang dihitung menggunakan mistar.

Tabel 1. Hasil Uji ANOVA untuk parameter Panjang Akar Primer

Sumber Variasi	db	Kemampuan Berakar (%)		JAP		PAP		JAS		PAS	
		KT	Sig.	KT	Sig.	KT	Sig.	KT	Sig.	KT	Sig.
Media	1	4817	0,001**	5,4	0,61	554	0,11	85	0,53	5091	0,69
Dosis IBA	2	0,05	0,75	64	0,06*	3963	0,69	275	0,30	32778	0,88
Media * IBA	2	0,117	0,52	40,8	0,16	2328	0,35	411	0,18	81917	0,43
Error	16	0,18		20,2		1784		217		16051	
Total	22										

Keterangan: **= berbeda nyata pada taraf α 5%; * = berbeda nyata pada taraf α 10%

3. Jumlah dan panjang akar sekunder

Jumlah akar sekunder (JAS) dihitung dari akar yang tumbuh dari akar primer dan panjang akar sekunder (PAS) adalah penjumlahan seluruh akar sekunder yang dihitung menggunakan penggaris.

Analisis Data

Uji analisis varians (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui efektifitas kombinasi perlakuan media dan dosis IBA. Analisis dilakukan menggunakan software SPSS Ver. 29 dan apabila terdapat perbedaan yang signifikan akan dilanjutkan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test/ DMRT).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Cangkok yang berhasil tumbuh ditandai dengan munculnya akar dan biasanya menembus media cangkok dan plastik (Gambar 2f), sehingga dapat diamati secara langsung. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa akar mulai muncul dan dapat teramati dari pada bulan kedua setelah pencangkokan.

Tabel 2. Persen keberhasilan berakar cangkok pinus bocor getah dengan berbagai media dan dosis IBA

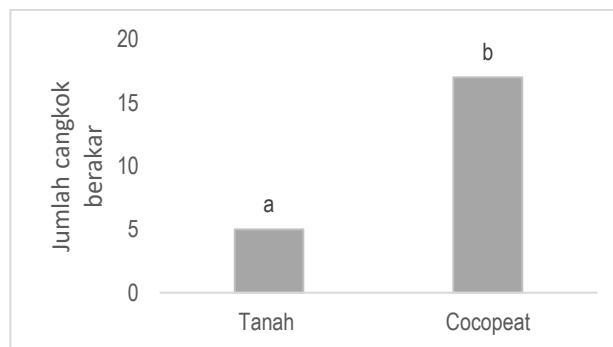
Jenis Media	Dosis IBA (ppm)	Persen berakar
Cocopeat	0	80%
	500	80%
	1000	60%
Tanah	0	20%
	500	10%
	1000	20%

Persentase tanaman berakar pada media tanah mulai dari 10%-20% dengan rerata 17%, sedangkan media cocopeat mulai dari 60%-80% dengan rerata 73% (Tabel 2). Persentase berakar paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan media cocopeat dengan dosis 0 ppm dan 500 ppm yaitu 80%. Hasil ini menjadi menarik bila dibandingkan dengan 18% keberhasilan cangkok Pinus pada umur tanaman 12 tahun (Suryanaji *et al.*, 2021).

Umur tanaman donor berpengaruh pada persen perakaran, donor dari tanaman *juvenile* memberikan persen berakar lebih baik dibandingkan tanaman donor *mature* (Amri *et al.*, 2010). Kemampuan membentuk akar adventif menurun seiring bertambahnya umur tanaman induk (Opuni-Frimpong *et al.*, 2008). Penurunan kemampuan berakar pada tanaman dewasa dapat dimungkinkan adanya penurunan kandungan auksin endogen atau akumulasi zat penghambat pembentukan akar (Husen, 2012).

Perbedaan media cangkok secara signifikan memberikan pengaruh pada persen keberhasilan berakar, cangkok pinus pada media cocopeat memiliki nilai persen keberhasilan lebih tinggi dibandingkan pada media tanah (Tabel 1). Kedua media memiliki perbedaan pada struktur fisik dan berat jenis, dimana struktur fisik media merupakan hal yang menentukan dalam proses perakaran (Schmidt, 2007). Berat jenis cocopeat secara umum cukup rendah yaitu 0,045 (Hendromono, 1998), kondisi ini memberikan ruang pori total (porositas) yang besar, sehingga mendukung pertumbuhan akar (Sutater *et al.*, 1998).

Perbanyak pinus dengan cangkok saat ini di Perhutani mulai dilakukan guna memenuhi kebutuhan bibit pinus bocor getah. Namun, belum banyak penelitian dan percobaan efektivitas perbanyak pinus menggunakan teknik ini. Beberapa laporan dan penelitian menyebutkan bahwa cangkok pinus menggunakan media tanah memiliki nilai keberhasilan berkisar antara 11%-29% pada tanaman umur 12 tahun (Suryanaji *et al.*, 2021).



Gambar 3. Hasil uji lanjut kemampuan berakar pada media yang berbeda menggunakan Duncan Multiple Range Test

Cocopeat juga ideal sebagai media tanam di persemaian karena berat jenis dan sifat degradasinya rendah serta porositas tinggi (Treder, 2008). Penggunaan *cocopeat* pada tanah dapat meningkatkan kemampuan mempertahankan kelembaban dan meningkatkan ketersediaan nutrisi pada tanah (Khan *et al.*, 2019). Penggunaan *cocopeat* sebagai media tanam dengan ratio >60% juga mampu secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, berat basah dan berat kering tanaman (Cahyo *et al.*, 2019).

Selain penggunaan media cangkok yang mendukung pertumbuhan akar, pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) juga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas perakaran yang terbentuk, apabila kondisi lingkungan yang menguntungkan serta pemilihan bahan tanamannya diperhatikan (Suhaendi, 2000). Langkah ini dilakukan dengan upaya pemberian auksin sebagai zat pengatur tumbuh.

Pemberian IBA pada cangkok pinus memberikan pengaruh nyata pada jumlah akar primer. Auksin memiliki peran utama dalam pengendalian fototropisme, proses dominansi apikal, pembentukan lapisan absisi pada daun dan buah, aktivasi pertumbuhan kambium dan inisiasi akar adventif (Hartmann & Kester, 1963). IBA sudah sangat umum digunakan untuk meningkatkan kemampuan berakar, terutama pada jenis konifer dan kayu keras (Hunt *et al.*, 2011; Thomas & Riker, 1950).

Pengaplikasian IBA pada stek sesaat setelah diambil dari tanaman induk pada jenis *Pinus radiata* memberikan pengaruh nyata pada keberhasilan berakar (Rasmussen & Hunt, 2010), namun pada jenis *P. elliotii* x *P. caribaea* menghasilkan persen keberhasilan lebih rendah dibandingkan pengaplikasian setelah 1-2 hari stek diambil. Penundaan pemberian IBA dapat menurunkan persen berakar karena adanya pembentukan kalus yang menghambat penyerapan IBA (Hunt *et al.*, 2011).

Pada stek jaringan berkayu, seperti tanaman pinus, pembentukan meristem akar diawali dengan

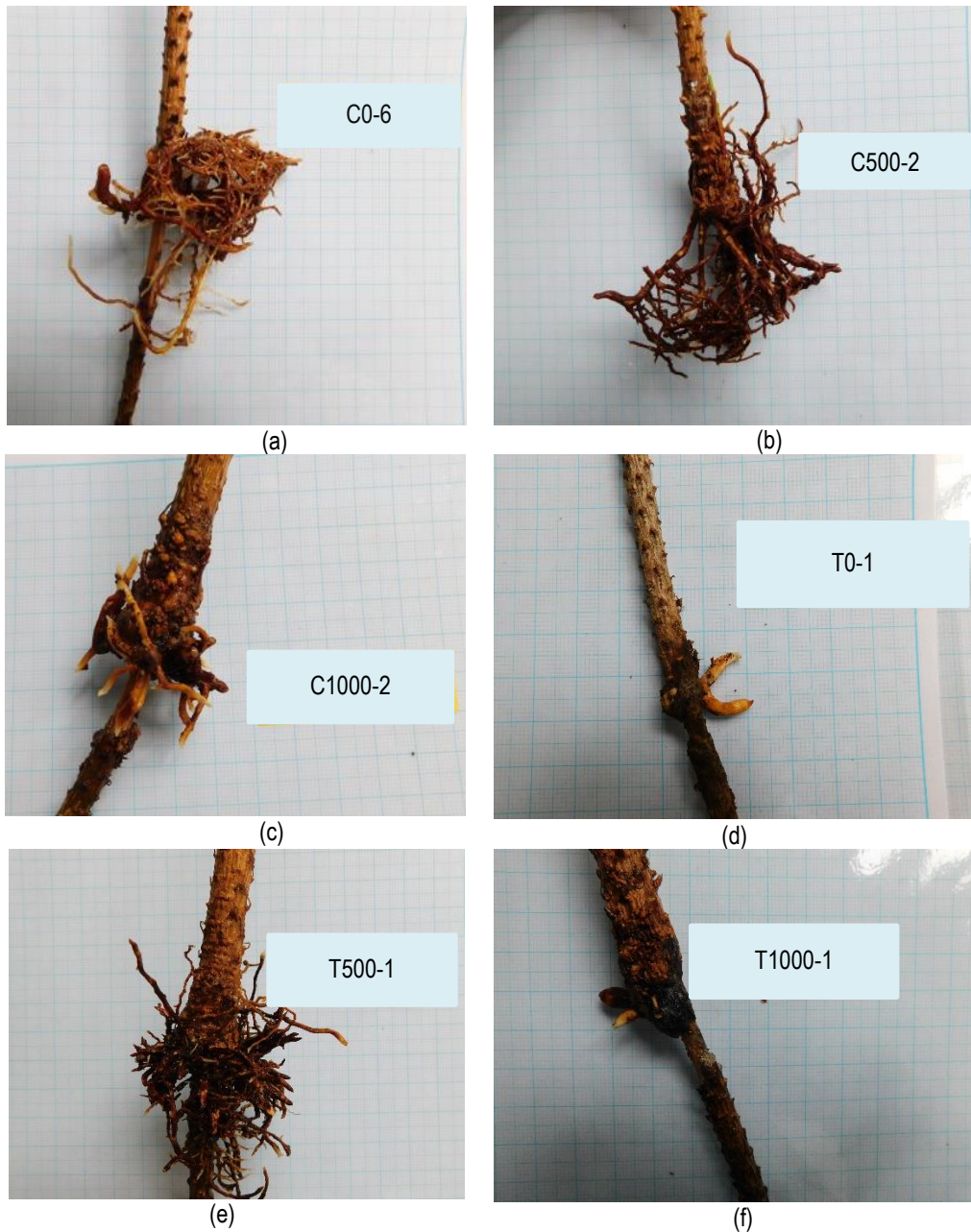
pembentukan kalus (Flygh, *et al.*, 1993). Pembentukan kalus dapat memperlambat pembentukan akar sehingga pemberian IBA diharapkan dapat mempercepat munculnya akar. Meskipun tidak dibandingkan secara khusus, pemanenan cangkok pinus tanpa aplikasi IBA dilakukan pada kurun waktu 4-6 bulan (Suryanaji *et al.*, 2021), sedangkan pada penelitian ini cangkok pinus sudah siap dipanen pada bulan ke-3.

Pemberian dosis IBA tidak memberikan pengaruh nyata pada panjang akar primer, jumlah dan panjang akar sekunder. Pemberian auksin mampu memacu pemanjangan akar dengan kadar optimum (Hunt *et al.*, 2011). Namun auksin juga dapat menghambat bahkan menurunkan pertumbuhan akar (Funchs, 1986), kadar nitrogen pada media perakaran yang dikombinasikan dengan jenis auksin dapat membentuk asam amino yang mampu menghambat perakaran (Kaneda *et al.*, 1997). Pada tanaman *Dalbergia melanoxylon*, pemberian IBA 300 ppm berpengaruh pada persen pengkalusan tanaman (Amri *et al.*, 2010). Pada stek pucuk tanaman jati perlakuan tanpa dosis IBA menunjukkan pertumbuhan yang paling baik, dibandingkan dosis 250 dan 500 (Ikwardani *et al.*, 2019). Pada tanaman *Shorea platyclados* dan *S. balangeran* penggunaan IBA dosis 75 ppm dan 25 ppm secara berturut-turut memberikan persen berakar paling baik (Budiman, 2000; Hardiwinoto *et al.*, 2016).

Cangkok pinus yang berhasil mengembangkan akar primer tidak selalu memiliki akar sekunder (Gambar 5d dan Gambar 5f), atau hanya beberapa akar primer yang memiliki akar sekunder (Gambar 5c). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa akar sekunder paling banyak muncul pada perlakuan media *cocopeat* dan dosis IBA 0 ppm. Akar sekunder pada penelitian ini dapat diartikan sebagai akar halus dengan ujung berwarna keputihan. Akar dengan warna putih dianggap paling penting dan secara aktif terlibat dalam penyerapan nutrisi (Davis & Haissig, 1994).

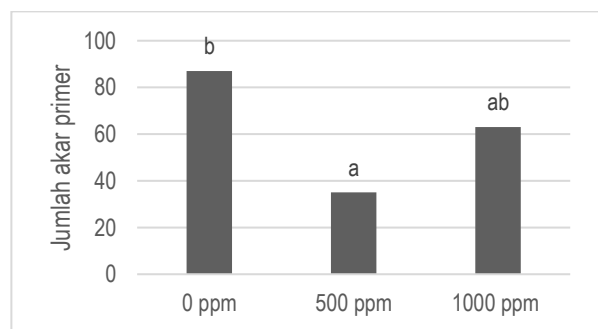


Gambar 3. Perakaran pinus muncul pada bulan kedua pasca pencangkokan



Gambar 4. Kondisi perakaran cangkok pinus pada berbagai media dan dosis IBA (C500-2 = media *cocopeat*, dosis 500 ppm IBA pada ulangan kedua)

Hasil uji lanjut pada perlakuan dosis IBA terhadap jumlah akar primer menunjukkan bahwa dosis 0 ppm dan 500 ppm memiliki nilai yang berbeda nyata namun tidak dengan 1000 ppm (Gambar 6). Cangkok pinus tanpa perlakuan hormon IBA menghasilkan jumlah akar primer paling banyak. Hasil ini mampu memberikan gambaran bahwa pemberian IBA dengan dosis 500 dan 1000 ppm belum berhasil memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol. Pemberian dosis IBA yang terlalu besar mampu menghambat bahkan menurunkan pertumbuhan akar (Funchs, 1986; Kaneda *et al.*, 1997). Pemberian dosis IBA dengan variasi di antara 0 – 500 ppm menjadi peluang untuk diuji guna melihat efektifitas pada perakaran cangkok pinus.



Gambar 5. Hasil uji lanjut parameter jumlah akar primer menggunakan Duncan Multiple Range Test

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media *cocopeat* untuk mencangkok pinus dapat memberikan persen keberhasilan berakar yang lebih baik dibandingkan media *top soil*, sedangkan penggunaan IBA dengan dosis 500 dan 1000 ppm belum mampu memberikan penambahan persen berakar, jumlah akar dan panjang akar baik akar primer maupun sekunder.

Persentase keberhasilan cangkok menggunakan media *cocopeat* memberikan nilai yang cukup tinggi. Mengkombinasikannya dengan media tanam yang mampu menyediakan unsur hara yang diperlukan akar, dan pemilihan dosis atau kombinasi dengan ZPT lainnya seperti sitokinin serta dosis yang tepat agar mampu memobilisasi unsur hara tersebut (Hartmann *et al.*, 2014; Nanda & Anand, 1970), yang diharapkan dapat meningkatkan persen berakar cangkok guna pemenuhan bibit pinus bocor getah

D. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media *cocopeat* untuk mencangkok pinus dapat memberikan persen keberhasilan berakar yang lebih baik dibandingkan media *top soil*, sedangkan penggunaan IBA dengan dosis 500 dan 1000 ppm belum mampu memberikan penambahan persen berakar, jumlah akar dan panjang akar baik akar primer maupun sekunder.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Pinus Perhutani di Baturaden dan Fakultas Kehutanan UGM serta para pihak yang telah membantu penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, E., Lyaruu, H. V. M., Nyomora, A. S., & Kanyeka, Z. L. (2010). Vegetative propagation of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.): Effects of age of donor plant, IBA treatment and cutting position on rooting ability of stem cuttings. *New Forests*, 39(2), 183–194. <https://doi.org/10.1007/s11056-009-9163-6>
- Budiman, A. (2000). Pengaruh Hormon IBA Terhadap Pertumbuhan Stek *Shorea balangeran* Korth. Pada Medium Air (Water Rooting System). *Skripsi*. IPB.
- Bustami, Ulfa, M., & Taryono. (2006). Identifikasi protein penanda kemampuan induksi kalus Tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Cahyo, N. A., Sahuri, Nugraha, I. S., & Ardika, R. (2019). Cocopeat as Soil Substitute Media for Rubber (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) Planting Material. *Journal of Tropical Crop Science*. www.j-tropical-crops.com
- Corryanti, & Rahmawati, R. (2015). Terobosan Memperbanyak Pinus (*Pinus merkusii*). *Puslitbang Perum Perhutani*. www.puslitbangperhutani.com
- Danarto, S., Hardiyanto, E. B., Na'iem, M., & Suseno, O. H. (2000). Strategi Pemuliaan Pinus merkusii Generasi Kedua. *Prosiding Seminar Nasional Status Silvikultur 1999*. Universitas Gadjah Mada.
- Davis, T., & Haissig, B. (1994). *Basic Life Science: Biology of Adventitious Root Formation* (T. Davis & B. Haissig, Eds.; 8th ed., Vol. 62). *Pearson*.
- Ferguson, J. H. A. (1954). Growth And Yield of Pinus Merkusii in Indonesia.
- Fitriani, Ravisha, & Affianto, A. (2022). Analisis Keuntungan Pengolahan Getah Pinus (*Pinus merkusii*) Di Pabrik Gondorukem Dan Terpentin Sapuran, Kesatuan Bisnis Mandiri I Jawa Tengah. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada.
- Flygh, G., Grijnroos, R., Gulin, L., & Von Arnold, S. (1993). Early and late root formation in epicotyl cuttings of *Pinus sylvestris* after auxin treatment. *In Heron PublishinR* (Vol. 12). <http://treephys.oxfordjournals.org/>
- Funchs, H. (1986). Root Regeneration of Rose Plants as Influenced by Applied Auxin. *The Netherlands Publication* 520, 101–107.
- Hardiwinoto, S., Riyanti, R., Widiyatno, Adriana, Winarni, W., Nurjanto, H., & Priyo, E. (2016). Percepatan Kemampuan Berakar dan Perkembangaj Akar Stek Pucuk *Shorea platyclados* Melalui Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh IBA. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 10(2), 63–70.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1963). *Plant Propagation: Principles and Practice*. <https://doi.org/10.1097/00010694-196301000-00014>
- Hartmann, H., Kester, D., Davies, F., & Geneve, R. (2014). *Pearson New International Edition Hartmann & Kaster's Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.). *Pearson*.
- Hendromono. (1998). Pengaruh Media Organik dan Tanah Mineral terhadap Mutu Bibit Pterygota alata ROXB. *Buletin Penelitian Hutan*, No. 617.
- Hunt, M. A., Trueman, S. J., & Rasmussen, A. (2011). *Indole-3-butyric acid accelerates adventitious root formation and impedes shoot growth of Pinus elliotii var. elliotii × P. caribaea var. hondurensis cuttings*. *New Forests*, 41(3), 349–360. <https://doi.org/10.1007/s11056-010-9227-7>
- Husen, A. (2012). Changes of soluble sugars and enzymatic activities during adventitious rooting in cuttings of *grewia optiva* as affected by age of donor plants and auxin treatments. *American Journal of Plant Physiology*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2012.1.16>
- Ikawardani, V., Faridah, E., & Winarni, W. W. (2019). Pengaruh Klon Dan Konsentrasi Hormon Iba Terhadap Kemampuan Berakar Stek Pucuk Jati. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada.
- Kaneda, Y., Tabei, Y., Nishimura, S., Harada, K., Akihama, T., & Kitamura, K. (1997). Combination of thidiazuron and basal media with low salt concentrations increases the frequency of shoot organogenesis in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Springer*.
- Khan, Md. Z., Era, M. D., Islam, Md. A., Khatun, R., Begum, A., & Billah, S. M. (2019). Effect of Coconut Peat on the Growth and Yield Response of *Ipomoea aquatica*. *American Journal of Plant Sciences*, 10(03), 369–381. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.103027>
- Nanda, K. K., & Anand, V. K. (1970). Seasonal Changes in Auxin Effects on Rooting of Stem Cuttings of *Populus nigra* and its Relationship with Mobilization of Starch. *Physiologia Plantarum* (Vol. 23).
- Nugrahanto, G., Na'iem, M., Indrioko, S., Faridah, E., & Widiyatno, W. (2019). Kemampuan berakar setek pucuk dari beberapa tanaman induk Pinus merkusii kandidat bocor getah. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 13(2), 71–83. <https://doi.org/10.20886/jpth.2019.13.2.71-83>
- Nurtjahjaningsih, I. L. G. (2009). Pengaruh media dasar dan zat pengatur tumbuh BAP pada perbanyakan mikro Pinus merkusii. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 3(No 3), 103–116.
- Opuni-Frimpong, E., Karnosky, D. F., Storer, A. J., & Cobbinah, J. R. (2008). Key roles of leaves, stockplant age, and auxin concentration in vegetative propagation of two African mahoganies: *Khaya anthotheca* Welw. and *Khaya ivorensis* A. Chev. *New Forests*, 36(2), 115–123. <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9087-6>

- Ragonezi, C., Klimaszewska, K., Castro, M. R., Lima, M., de Oliveira, P., & Zavattieri, M. A. (2010). Adventitious rooting of conifers: Influence of physical and chemical factors. In *Trees - Structure and Function* (Vol. 24, Issue 6, pp. 975–992). <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0488-8>
- Rasmussen, A., & Hunt, M. A. (2010). Ageing delays the cellular stages of adventitious root formation in pine. *Australian Forestry*, 73(1), 41–46.
- Schmidt, Lars. (2007). *Tropical forest seed*. Hoersholm, German: Springer.
- Suhaendi, H. (2000). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh IBA dan Media Tumbuh terhadap Pertumbuhan Stek Eucalyptus deglupta Blume. *Makalah Dalam Ekspose Hasil-Hasil Penelitian Dengan Tema Peran Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan Dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Hutan Untuk Menunjang Otonomi Daerah*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hutan Dan Konservasi Alam.
- Suryanaji, Purwanto, P., & Pramudita, A. (2021). Perbanyak Vegetatif Tusam (Pinus merkusii Jungh et de Vriese) Dengan Teknik Cangkok. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 16(2), 193–207. <https://doi.org/10.31849/forestra.v16i2.7095>
- Sutater, T., Suciandini, & R, T. (1998). Serbuk Sabut Kelapa sebagai Media Tanam Krisan dalam Modernisasi Usaha Pertanian Berbasis Kelapa. *Prosiding Konferensi Nasional Kelapa, IV*, 293–300.
- Thomas, J. E., & Riker, A. J. (1950). Progress on rooting cuttings of white pine. *J. For.*, 48, 474–480.
- Treder, J. (2008). The Effects of Cocopeat and Fertilization on The Growth and Flowering of Oriental Lily “Star Gazer.” In *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* (Vol. 16).