

Respons Pertumbuhan Setek Pucuk Batang Bawah Karet (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.) terhadap Media Tanam dan Konsentrasi IBA

Kristina Saragih¹⁾, Mercy Bientri Yunindanova^{1,2,*}, Nur Eko Prasetyo³⁾ dan Maria Theresia Sri Budiastuti¹⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

²⁾ Program Studi Diploma III Agribisnis, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

³⁾ Unit Riset Bogor–Getas, PT Riset Perkebunan Nusantara, Salatiga, Jawa Tengah, Indonesia

*) Corresponding author: mercybientri_fp@staff.uns.ac.id

Abstrak

Karet (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.) dapat diperbanyak melalui setek pucuk untuk menghasilkan batang bawah. Keberhasilan setek dipengaruhi oleh media tanam dan zat pengatur tumbuh. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan setek pucuk batang bawah karet. Penelitian dilaksanakan pada November 2025–Februari 2026 di Unit Riset Bogor–Getas. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial. Faktor pertama adalah media tanam berupa peatmoss dan pasir steril. Faktor kedua adalah konsentrasi IBA sebesar 0, 500, 1.000, dan 2.000 ppm. Parameter pengamatan meliputi laju sintasan, indeks pecah mata tunas, panjang tunas, indeks luas daun, panjang akar, volume akar, dan rasio tajuk-akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun tetapi tidak memberikan pengaruh pada variabel pengamatan lainnya. Peatmoss menghasilkan indeks luas daun sebesar 5,01. Nilai tersebut lebih tinggi daripada pasir steril sebesar 2,78. Perlakuan IBA 0 ppm menghasilkan indeks luas daun tertinggi, yaitu 7,08. Kombinasi peatmoss dan IBA 0 ppm menghasilkan indeks luas daun tertinggi, yaitu 9,45. Peatmoss tanpa penambahan IBA merupakan kombinasi terbaik untuk meningkatkan indeks luas daun setek pucuk batang bawah karet.

Kata kunci: batang bawah; IBA; karet; media tanam; peatmoss; setek pucuk

Abstract

Rubber (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.) can be propagated via shoot cuttings to produce rootstocks. Cutting success is influenced by the growing medium and plant growth regulators. This study aimed to examine the effects of growing media, IBA concentrations, and their interaction on the growth of rubber rootstock shoot cuttings. The research was conducted from November 2025 to February 2026 at the Bogor–Getas Research Unit. A factorial Completely Randomized Design was employed. The first factor was the growing medium (peatmoss and sterile sand), and the second factor was the IBA concentration (0, 500, 1,000, and 2,000 ppm). Observed parameters included survival rate, bud break index, shoot length, leaf area index, root length, root volume, and shoot-to-root ratio. The results showed that the growing medium, IBA concentration, and their interaction significantly affected the leaf area index but had no significant effect on the other observed variables. Peatmoss yielded a leaf area index of 5.01, which was higher than the 2.78 observed with sterile sand. The 0 ppm IBA treatment produced the highest leaf area index (7.08). The combination of peatmoss and 0 ppm IBA resulted in the highest leaf area index (9.45). Peatmoss without added IBA was the best combination for increasing the leaf area index of rubber rootstock shoot cuttings.

Keywords: rootstock; IBA; rubber; growing medium; peat moss; shoot cutting

PENDAHULUAN

Karet (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.) merupakan tanaman perkebunan penting yang umumnya diperbanyak secara vegetatif melalui okulasi (Dessailly et al., 2025).

Keberhasilan perbanyakan tersebut memerlukan kesesuaian antara batang bawah yang memiliki sistem perakaran kuat dan batang atas dari klon unggul berproduksi tinggi (Yustisia, 2017). Kombinasi keduanya berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman, produktivitas lateks, serta ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan dan gangguan penyakit.

Batang bawah karet umumnya diperoleh dari biji karena mampu membentuk akar tunggang yang kuat (Silva et al., 2020; Ketchart et al., 2021). Namun, ketersediaan biji karet sebagai sumber batang bawah sering kali terbatas akibat produksi yang bersifat musiman, daya simpan benih yang rendah, serta jumlah dan mutu benih yang tidak selalu seragam (Masson & Monteuuis, 2017). Kondisi tersebut dapat menghambat penyediaan batang bawah dalam jumlah yang memadai. Oleh karena itu, perbanyakan melalui setek pucuk dari tanaman sumber yang telah dewasa berpotensi dikembangkan sebagai alternatif untuk menghasilkan batang bawah karet secara lebih berkelanjutan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa setek tanaman berkayu memiliki potensi membentuk sistem perakaran yang berkembang menyerupai akar tunggang atau *pseudo-taproot*. Pada tanaman berkayu asal setek, akar tunggang semu (*pseudo-taproot*) terbentuk dari akar adventif primer yang tumbuh secara ortogeotropik. Pembentukan akar tersebut lebih memungkinkan pada setek yang berasal dari bahan tanaman juvenil, sedangkan setek dari tunas tunggul tua cenderung menghasilkan akar semi-plagiogeotropik yang tumbuh menyamping (Riedacker & Belgrand, 1983). Karakter tersebut memberikan peluang bagi penggunaan bibit hasil setek sebagai batang bawah. Meskipun demikian, keberhasilan pembentukan akar dan pertumbuhan setek pucuk karet masih belum optimal. Setek tanaman karet bersifat sulit berakar sehingga memerlukan perlakuan untuk merangsang pembentukan akar adventif (Silva et al., 2020). Pertumbuhan setek dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama karakteristik media tanam dan pemberian zat pengatur tumbuh yang mendukung pembentukan akar adventif.

Media tanam berperan penting dalam menyediakan kondisi fisik dan kimia yang sesuai bagi pertumbuhan setek (Yustisia, 2017). Media yang baik harus mampu mempertahankan kelembapan, menyediakan aerasi dan drainase yang memadai, serta mendukung perkembangan akar. Selain media tanam, pemberian auksin dapat meningkatkan keberhasilan perakaran setek. Auksin merupakan hormon tanaman utama yang digunakan untuk merangsang inisiasi dan pembentukan akar adventif. Salah satu jenis auksin yang banyak digunakan adalah *indole-3-butyric acid* (IBA) karena relatif stabil dan efektif dalam meningkatkan pembentukan akar pada berbagai jenis tanaman (Fauzan,

2023). Namun, respons setek terhadap IBA dapat berbeda bergantung pada konsentrasi yang diberikan dan kondisi media tanam.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh media tanam, konsentrasi IBA, serta interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap pertumbuhan setek pucuk batang bawah karet (*Hevea brasiliensis* Müll.Arg.). Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan kombinasi media tanam dan konsentrasi IBA yang sesuai untuk meningkatkan keberhasilan perakaran dan pertumbuhan setek sebagai alternatif penyediaan batang bawah karet.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada November 2025–Februari 2026 di Unit Riset Bogor Getas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Lokasi penelitian berada pada ketinggian sekitar 450 m dpl dengan jenis tanah dominan Inceptisol. Bahan penelitian meliputi setek pucuk karet klon IRR 39, *peat moss*, pasir steril, IBA (Gambar 1.), etanol 98%, alkohol 70%, dan air.



Gambar 1. Bahan Penelitian

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah media tanam, yaitu *peat moss* (M1) dan pasir steril (M2). Faktor kedua adalah konsentrasi IBA, yaitu 0 ppm (A1), 500 ppm (A2), 1.000 ppm (A3), dan 2.000 ppm (A4). Terdapat delapan kombinasi perlakuan dengan empat ulangan sehingga diperoleh 32 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas sepuluh setek dan lima di antaranya digunakan sebagai sampel pengamatan. Jumlah total setek yang digunakan sebanyak 320 setek.

Media tanam disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setek diambil pada pagi hari dari pucuk bibit batang bawah karet berumur 3–4 bulan. Bahan setek berasal dari bibit sehat, tumbuh normal, dan bebas dari hama serta penyakit. Setek memiliki batang semi berkayu, diameter 4–5 mm, panjang minimal 25 cm, dan mata tunas yang masih utuh. Alat pemotong didisinfeksi menggunakan alkohol 70%. Pangkal setek dipotong miring dengan sudut sekitar 45°.

Larutan IBA dibuat sesuai dengan konsentrasi perlakuan menggunakan etanol 98% sebagai pelarut. Bagian basal setek sepanjang 5 cm direndam dalam larutan IBA selama lima menit. Setek kemudian ditanam pada media sesuai dengan perlakuan dan dipelihara dalam sungkup komunal berukuran 100 × 60 × 60 cm. Sungkup dilapisi plastik polietilen dan dinaungi paranet untuk menjaga kelembapan serta mengurangi paparan sinar matahari langsung. Parameter pengamatan meliputi laju sintasan, indeks pecah mata tunas, panjang tunas, indeks luas daun, panjang akar, volume akar, dan rasio tajuk-akar. Data dianalisis menggunakan analisis ragam ANOVA pada taraf 5%. Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis media tanam (Tabel 1.) menunjukkan bahwa peat moss memiliki kandungan unsur hara, C-organik, dan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan pasir steril. Media ini juga memiliki pH masam. Karakter tersebut menunjukkan bahwa peat moss berpotensi mempertahankan kelembapan dan menyediakan unsur hara yang diperlukan selama pertumbuhan setek.

Pasir steril memiliki kandungan unsur hara, C-organik, dan kadar air yang lebih rendah, dengan pH cenderung basa (Tabel 1). Kondisi ini menunjukkan bahwa pasir memiliki kemampuan terbatas dalam menyimpan air dan menyediakan unsur hara. Namun, struktur pasir yang berpori dapat mendukung aerasi dan drainase media, sehingga mengurangi risiko genangan pada daerah perakaran setek.

Tabel 1. Hasil Analisis Media Tanam

Parameter uji	Metode uji	Satuan	<i>Peat moss</i>	Pasir steril
Nitrogen (N)	Kjeldahl	%	3,89	0,04
Fosfor (P)	Spektrofotometri	%	0,54	0,0017
Kalium (K)	AAS	%	0,28	0,0090
C-organik	Pengabuan	%	52,84	0,10
Kalsium (Ca)	AAS	%	2,98	0,052
pH H ₂ O	pH meter	—	4,82	7,67
Kadar air	Penguapan air	%	73,10	0,59

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap laju sintasan (*survival rate*) maupun indeks pecah mata tunas (IPMT) pada 12 MST (Tabel 2). Peatmoss dan pasir steril memberikan kondisi yang relatif setara bagi kelangsungan hidup dan pecah mata tunas. Hasil penelitian Yustisia (2017) menunjukkan bahwa komposisi media tanam tidak selalu menghasilkan perbedaan pertumbuhan yang nyata pada tanaman karet.

Pemberian IBA juga belum mampu meningkatkan kedua parameter tersebut. IBA lebih berperan dalam merangsang pembentukan akar adventif. Sementara itu, laju sintasan dan IPMT lebih dipengaruhi oleh kondisi fisiologis bahan tanam, cadangan makanan, keseimbangan hormon endogen, serta kondisi lingkungan penyungkupan. IBA yang diberikan secara eksogen hanya terdeteksi pada pangkal setek pada hari pertama setelah pemotongan. Setelah itu, IBA tidak lagi terdeteksi pada semua tingkat umur fisiologis (Osterc & Štampar, 2011).

Tabel 2. Laju sintasan dan indeks pecah mata tunas setek pucuk batang bawah karet pada berbagai media tanam dan konsentrasi IBA

Faktor	Taraf perlakuan	Laju sintasan 12 MST (%)	IPMT 12 MST
Media tanam	<i>Peat moss</i>	46,25	4,68
	Pasir steril	50,00	4,54
Konsentrasi IBA (ppm)	0	50,00	4,44
	500	55,00	4,69
	1000	45,00	4,44
	2000	42,50	4,25
Interaksi media × IBA		tn	tn

Keterangan: IPMT = indeks pecah mata tunas; MST = minggu setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap panjang tunas pada 4, 8, dan 12 MST serta bobot tajuk pada 12 MST (Tabel 3). Panjang tunas tetap meningkat seiring bertambahnya umur setek pada semua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa kedua media mampu mendukung pertumbuhan tunas secara relatif setara. Pemberian IBA juga belum menghasilkan respons yang konsisten. Respons berbeda ditunjukkan oleh indeks luas daun. Peatmoss menghasilkan indeks luas daun sebesar 5,01, lebih tinggi daripada pasir steril sebesar 2,78. Perlakuan tanpa IBA menghasilkan indeks luas daun sebesar 7,08, sedangkan pemberian IBA 500, 1.000, dan 2.000 ppm menghasilkan nilai masing-masing 2,71; 3,79; dan 2,00. Interaksi yang nyata menunjukkan bahwa respons terhadap IBA bergantung pada media tanam. Peatmoss diduga mampu menyediakan air dan aerasi yang mendukung

perluasan daun. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa auksin endogen pada setek telah mencukupi sehingga penambahan IBA belum diperlukan untuk meningkatkan luas daun.

Tabel 3. Pertumbuhan tajuk setek pucuk batang bawah karet pada berbagai media tanam dan konsentrasi IBA

Faktor	Taraf perlakuan	Panjang tunas (cm) 4 MST	8 MST	12 MST	Indeks luas daun 12 MST	Bobot tajuk 12 MST
Media tanam	<i>Peat moss</i>	1,04	2,08	3,54	5,01a	3,06
	Pasir steril	1,12	2,02	3,27	2,78b	2,95
Konsentrasi IBA (ppm)	0	1,00	1,75	3,00	7,08c	0,720
	500	1,00	2,00	3,75	2,71b	0,807
	1000	1,00	1,88	3,25	3,79b	0,087
	2000	1,13	2,13	3,75	2,00a	0,811
Interaksi media × IBA		tn	tn	tn	*	tn

Keterangan: MST = minggu setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap persentase akar tumbuh, panjang akar, volume akar, bobot akar, serta rasio tajuk–akar pada 12 MST (Tabel 4). *Peatmoss* dan pasir steril memberikan kondisi yang relatif setara bagi pertumbuhan akar. Pemberian IBA pada konsentrasi 0–2.000 ppm juga belum menghasilkan peningkatan pertumbuhan akar yang konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa respons perakaran setek tidak hanya ditentukan oleh media tanam dan konsentrasi IBA.

Tidak adanya perbedaan nyata diduga berkaitan dengan kondisi fisiologis bahan setek, keseimbangan auksin endogen, dan ketersediaan cadangan makanan. Umur fisiologis bahan tanam merupakan salah satu faktor penting dalam pembentukan akar adventif. Setek juvenil cenderung menghasilkan perakaran lebih baik dibandingkan setek yang berumur fisiologis lebih tua. Hal ini menunjukkan bahwa umur fisiologis bahan tanam memengaruhi metabolisme auksin dan kemampuan pembentukan akar adventif (Osterc & Štampar, 2011). Selain itu, suhu, kelembapan, serta keseimbangan air dan udara dalam media dapat memengaruhi respons perakaran dan menyamarkan pengaruh perlakuan. Selain auksin, unsur hara juga dapat memengaruhi pembentukan akar adventif. Praperlakuan Zn pada konsentrasi sekitar 0,16–0,26 mg L⁻¹ dilaporkan mampu mendukung laju sintasan, pertumbuhan tunas, jumlah akar primer, persentase setek berakar, dan panjang akar pada setek mini karet. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan

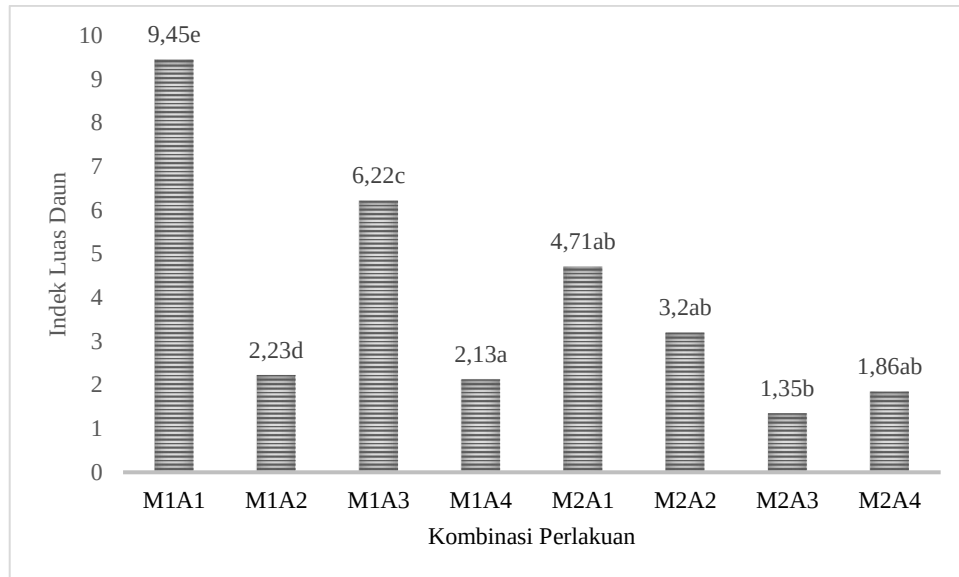
perakaran setek karet tidak hanya dipengaruhi oleh IBA, tetapi juga oleh status nutrisi bahan tanam (Silva et al., 2020).

Tabel 4. Pertumbuhan akar setek pucuk batang bawah karet pada berbagai media tanam dan konsentrasi IBA pada 12 MST

Faktor	Taraf perlakuan	Akar tumbuh (%)	Panjang akar (cm)	Volume akar (cm ³)	Bobot akar (g)	Rasio tajuk–akar
Media tanam	<i>Peat moss</i>	31,30	6,57	0,130	0,370	0,080
	Pasir steril	43,80	7,23	0,090	0,170	0,090
Konsentrasi IBA (ppm)	0	29,10	4,91	0,075	0,131	0,168
	500	33,30	8,06	0,100	0,053	0,068
	1000	54,10	7,77	0,175	0,040	0,055
	2000	33,30	6,88	0,075	0,042	0,061
Interaksi media × IBA		tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: MST = minggu setelah tanam; tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis media tanam dan konsentrasi IBA berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun setek pucuk batang bawah karet (Gambar 2). Kombinasi peatmoss tanpa IBA (M1A1) menghasilkan indeks luas daun tertinggi, yaitu 9,45, dan berbeda nyata dari seluruh kombinasi perlakuan lainnya. Nilai berikutnya diperoleh pada kombinasi peatmoss dengan IBA 1.000 ppm (M1A3), yaitu 6,22, sedangkan nilai terendah terdapat pada kombinasi pasir steril dengan IBA 1.000 ppm (M2A3), yaitu 1,35. Hasil ini menunjukkan bahwa respons setek terhadap pemberian IBA dipengaruhi oleh jenis media tanam yang digunakan.



Gambar 2. Indeks luas daun pada interaksi konsentrasi IBA dan jenis media tanam, yaitu M1A1 (Peatmoss + 0 ppm), M1A2 (Peatmoss + 500 ppm), M1A3 (Peatmoss + 1000 ppm), M1A4 (Peatmoss + 2000 ppm), M2A1 (Pasir steril + 0 ppm), M2A2 (Pasir steril + 500 ppm), M2A3 (Pasir steril+ 1000 ppm), dan M2A4 (Pasir steril + 2000 ppm). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%.

Tingginya indeks luas daun pada media peatmoss tanpa IBA mengindikasikan bahwa karakteristik peatmoss mampu menyediakan kondisi air dan aerasi yang mendukung perkembangan akar serta perluasan daun. Pemberian IBA belum mampu meningkatkan indeks luas daun dibandingkan perlakuan tanpa IBA, diduga karena setek pucuk telah memiliki auksin endogen yang mencukupi. Penambahan IBA eksogen dapat mengubah keseimbangan hormon dan mengarahkan penggunaan fotosintat untuk pembentukan akar sehingga perkembangan tajuk dan perluasan daun menjadi lebih terbatas. Dengan demikian, kombinasi peatmoss tanpa IBA merupakan perlakuan paling efektif dalam meningkatkan indeks luas daun setek pucuk batang bawah karet. Hasil serupa dilaporkan oleh Fauzan (2023) pada eksplan tunas karet klon PB 260. Pemberian IBA dengan rentang konsentrasi yang lebih sempit, yaitu 0–500 ppm dengan interval 100 ppm, tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan akar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak munculnya respons nyata terhadap IBA tidak hanya disebabkan oleh rentang konsentrasi yang terlalu lebar. Respons perakaran juga dipengaruhi oleh kondisi fisiologis bahan tanam, kandungan auksin endogen, dan interaksi dengan zat pengatur tumbuh lainnya.

Rentang konsentrasi IBA yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 0–2.000 ppm, tergolong relatif lebar. Jarak antarperlakuan juga cukup besar sehingga konsentrasi optimum mungkin berada di antara taraf yang diuji. Namun, penelitian ini merupakan

penelitian awal sehingga rentang konsentrasi yang lebar digunakan sebagai tahap skrining untuk mengetahui pola respons setek pucuk batang bawah karet. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk menguji konsentrasi IBA dengan interval yang lebih sempit pada penelitian berikutnya.

Meskipun belum memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar, IBA tetap memiliki peran penting dalam inisiasi dan perkembangan akar adventif. Bridglall dan van Staden (1985) melaporkan bahwa pemberian IBA pada tangkai daun eksplan *Phaseolus vulgaris* L. mampu merangsang inisiasi dan perkembangan akar, dengan hasil terbaik pada konsentrasi 20 mg L⁻¹ atau sekitar 20 ppm. Perbedaan spesies dan jenis bahan tanam menyebabkan konsentrasi tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung. Namun, hasil tersebut menunjukkan pentingnya menentukan konsentrasi IBA yang tepat karena respons perakaran dipengaruhi oleh konsentrasi auksin dan kondisi fisiologis bahan setek.

KESIMPULAN DAN SARAN

Media tanam, konsentrasi IBA, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan setek pucuk batang bawah karet. Namun, ketiga faktor tersebut berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun. *Peat moss*, IBA 0 ppm, serta kombinasi *peat moss* dan IBA 0 ppm menghasilkan indeks luas daun tertinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian IBA belum mampu meningkatkan pertumbuhan setek secara optimal pada kondisi penelitian.

Peat moss dapat digunakan untuk mendukung pertumbuhan tajuk setek pucuk batang bawah karet. Penelitian selanjutnya perlu mengoptimalkan suhu dan kelembapan dalam sungkup, meningkatkan pengendalian organisme pengganggu tanaman, serta menguji konsentrasi dan metode aplikasi IBA yang lebih sesuai untuk meningkatkan pembentukan akar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bridglall, S. S., & van Staden, J. (1985). Effect of auxin on rooting and endogenous cytokinin levels in leaf cuttings of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Plant Physiology*, 117(4), 287–292. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(85\)80064-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(85)80064-X)
- Dessailly, F., Montoro, P., Melliti, S., & Leclercq, J. (2025). Micrografting technique of *Hevea brasiliensis* in vitro plantlets. *Bio-protocol*, 15(4), e5215. <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.5215>

- Fauzan, Y. S. A. (2023). Root induction on the shoots of rubber tree (*Hevea brasiliensis*) clone PB 260 through ex vitro technique. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 10(1), 105–116. <https://doi.org/10.55981/jbbi.2023.1740>
- Ketchart, P., Wongvarodom, V., Sdoodee, S., & Chiarawipa, R. (2021). Effects of different container structures on growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 15(1), 27–36.
- Masson, A., & Monteuuis, O. (2017). Rubber tree clonal plantations: Grafted vs. self-rooted plant material. *Bois & Forêts des Tropiques*, 332, 57–68. <https://doi.org/10.19182/bft2017.332.a31333>
- Osterc, G., & Štampar, F. (2011). Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. *Journal of Plant Physiology*, 168(17), 2088–2092. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2011.06.016>
- Riedacker, A., & Belgrand, M. (1983). Morphogénèse des systèmes racinaires des semis et boutures de chêne pédonculé. *Plant and Soil*, 71, 131–146. <https://doi.org/10.1007/BF02182648>
- Silva, A. G. da, Costa, E., Pereira, T. C. C., Binotti, F. F. da S., Scaloppi Junior, E. J., & Zoz, T. (2020). Quality of rubber tree rootstock seedlings grown in protected environments and alternative substrates. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 42, e43469. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.43469>
- Silva, J. V. da, Maruyama, W. I., Oliveira, C. E. da S., Steiner, F., Zuffo, A. M., & Zoz, T. (2020). Zinc—rooting cofactor in rubber tree mini-cuttings. *Bioscience Journal*, 36(6), 1821–1827. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n6a2020-48170>
- Yustisia, D. (2017). Tingkat keberhasilan okulasi pada berbagai klon dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman karet (*Hevea brasiliensis* MuellArg.). *Agrominansia*, 2(2), 110–118. <https://doi.org/10.34003/271977>