

PENGARUH PEMBERIAN KONSENTRASI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA* TERHADAP PERTUMBUHAN STEK SIRIH MERAH (*Piper crocatum*)

Laurensius Lehar^{1*}, Tri Luchi Proklamita¹, Zainal Arifin¹, Aldolinus Mau¹

¹Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Jl. Prof. Dr. Herman Johanes, Lasiana, Kec. Klp. Lima, Kota Kupang, NTT

*e-mail:laurensiusl@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanaman sirih merah (*Piper crocatum*), yang termasuk dalam famili *Piperaceae*, memiliki potensi multifungsi baik sebagai tanaman obat maupun tanaman hias. Kemampuannya sebagai bahan obat tradisional dan modern menjadikannya sumber daya yang penting untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan stek sirih merah serta menentukan konsentrasi PGPR yang optimal untuk perbanyakan stek tersebut. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yang terdiri dari enam taraf konsentrasi PGPR (0 mL.L^{-1} , 15 mL.L^{-1} , 20 mL.L^{-1} , 25 mL.L^{-1} , 30 mL.L^{-1} , dan 35 mL.L^{-1}), dan diulang sebanyak empat kali. Parameter yang diamati meliputi persentase stek hidup, waktu muncul tunas, jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, berat segar akar, dan bobot kering akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR berpengaruh signifikan terhadap beberapa parameter pertumbuhan, terutama pada panjang tunas dan jumlah daun pada umur 6 dan 8 minggu setelah tanam (MST), serta berat segar dan kering akar. Konsentrasi PGPR 30 mL.L^{-1} memberikan hasil terbaik dengan panjang tunas 19,63 cm, jumlah daun 6,08 helai, berat segar akar 5,55 g, dan bobot kering akar 0,38 g pada 8 MST.

Kata kunci : sirih merah, PGPR, pertumbuhan stek.

PENDAHULUAN

Tanaman sirih merah (*Piper crocatum*), yang termasuk dalam famili *Piperaceae*, dikenal memiliki dua fungsi utama yaitu sebagai tanaman obat tradisional dan sebagai tanaman hias. Potensi tanaman ini dalam pengobatan modern sangat besar, mengingat kandungan senyawa fitokimia seperti alkaloid, saponin, tannin, dan flavonoid. Secara tradisional, sirih merah telah digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit kronis, seperti diabetes mellitus, hipertensi, kolesterol tinggi, dan berbagai gangguan kesehatan lainnya, termasuk masalah kulit dan sendi (Sudewo, 2015). Hal ini menunjukkan nilai pentingnya dalam pengembangan obat-obatan berbasis tumbuhan.

Perbanyakan sirih merah dapat dilakukan melalui metode generatif maupun vegetatif. Namun, metode vegetatif, terutama melalui stek batang, lebih umum digunakan karena dapat menghasilkan bibit yang seragam dalam hal umur, tinggi, ketahanan terhadap penyakit, serta menghasilkan bibit dalam jumlah yang lebih banyak dan lebih cepat (Aziza dkk, 2021). Pada proses stek, sulur sepanjang 20-30 cm yang sudah memiliki akar dan diambil dari tanaman sehat berumur lebih dari setahun adalah bahan yang ideal untuk perbanyakan (Aziza dkk, 2021; Syahputra 2021).

Salah satu kendala utama dalam perbanyakan vegetatif menggunakan stek adalah lambatnya pembentukan akar, yang dapat menghambat keberhasilan perbanyakan tanaman. Upaya untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menggunakan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) alami, seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR diketahui mampu memproduksi hormon yang mendorong pertumbuhan tanaman, khususnya pada sistem perakaran, serta berperan penting dalam mempercepat proses pertumbuhan akar (Hamdayanty dkk., 2022; Lehar dkk., 2018; Istomo dkk., 2014).

PGPR merupakan kelompok bakteri yang berkolonisasi di sekitar zona perakaran tanaman dan berinteraksi positif dengan tanaman melalui berbagai mekanisme, termasuk produksi fitohormon,

pelarutan fosfat, dan peningkatan ketersediaan nutrisi. Kehadiran PGPR telah terbukti memberikan manfaat bagi pertumbuhan tanaman, baik secara langsung dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi, maupun secara tidak langsung dengan melindungi tanaman dari patogen (Hamdayanty dkk., 2022; Lehar dkk., 2018; Chaerunnisa dkk., 2016). Selain itu, PGPR mudah diperoleh dan penggunaannya ekonomis, sehingga menjadi pilihan yang efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemberian PGPR pada stek tanaman vanili secara signifikan meningkatkan jumlah akar, panjang tunas, serta berat segar dan kering stek (Saepudin, 2022). Pemberian PGPR pada tanaman bawang merah lokal Sabu Raijua dengan konsentrasi 20 mL.L^{-1} air dapat meningkatkan tinggi tanaman (42,45 cm), jumlah anakan (13,89), jumlah daun (57,54 helai) Lehar dkk., (2018). Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara spesifik meneliti pengaruh PGPR terhadap pertumbuhan stek sirih merah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi PGPR terhadap pertumbuhan stek sirih merah serta menentukan konsentrasi PGPR yang paling efektif dalam mendukung pertumbuhan stek tanaman tersebut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April-Juli 2024 di *Screen House* Program Studi Teknologi Industri Hortikultura Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Kelurahan Lasiana, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekop, ember, gembor, saringan, pengaduk, gayung, gelas ukur, kater, mistar, plastik transparan, meter, alat tulis menulis, Thermometer bola basah dan bola kering, timbangan digital, oven dan kamera. Bahan yang digunakan adalah PGPR dari akar bambu, air, kertas label, batang sirih merah, polibag, tanah, arang sekam dan pupuk kandang sapi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk mengevaluasi pengaruh berbagai konsentrasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) terhadap pertumbuhan stek sirih merah (*Piper crocatum*). Terdapat enam perlakuan konsentrasi PGPR yang diujikan, masing-masing dengan empat ulangan, sehingga total terdapat 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari enam polibag, dan setiap polibag ditanami satu stek sirih merah, sehingga total tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 144 tanaman.

Prosedur pelaksanaan akar bambu dibersihkan dengan air hingga bebas dari tanah, dipukul perlahan dengan bambu hingga memar, kemudian direndam dalam air matang yang telah didinginkan selama 4–5 hari di dalam wadah tertutup rapat dengan plastik, disimpan di tempat sejuk tanpa dibuka selama 5–7 hari hingga menghasilkan larutan biang siap pakai yang ditandai dengan aroma khas yang cenderung asam atau sedikit busuk akibat aktivitas mikroorganisme. Perlakuan yang diberikan meliputi: $P_0 = 0 \text{ mL.L}^{-1}$ (kontrol, tanpa pemberian PGPR), $P_1 = 15 \text{ mL.L}^{-1}$, $P_2 = 20 \text{ mL.L}^{-1}$, $P_3 = 25 \text{ mL.L}^{-1}$, $P_4 = 30 \text{ mL.L}^{-1}$, $P_5 = 35 \text{ mL.L}^{-1}$. Setiap unit percobaan, tiga tanaman dipilih secara acak sebagai tanaman sampel untuk pengamatan lebih lanjut. Parameter yang diukur meliputi jumlah daun, panjang tunas, berat segar akar,

dan berat kering akar. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), dan jika ditemukan perbedaan yang signifikan, dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Daun (Helai)

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Daun (helai) Stek Sirih Merah Akibat Pemberian Konsentrasi PGPR.

Konsentrasi PGPR	4 MST (helai)	6 MST (helai)	8MST(helai)
0 mL.L ⁻¹	1,00 a	1,00 a	1,83 a
15 mL.L ⁻¹	1,00 a	1,00 a	1,92 a
20 mL.L ⁻¹	1,00 a	1,00 a	2,17 a
25 mL.L ⁻¹	1,25 b	1,92 b	4,33 b
30 mL.L ⁻¹	1,92 d	4,92 d	6,08 c
35 mL.L ⁻¹	1,67 c	4,08 c	5,25 bc
BNJ 5%	0,21	0,36	1,41

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada waktu pengamatan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST = minggu setelah tanam

Tabel 1. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PGPR pada stek sirih merah tidak memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun pada umur 2 MST, dimana seluruh konsentrasi menghasilkan respon yang serupa. Namun, pada umur 4, 6, dan 8 MST, pemberian PGPR konsentrasi 25 mL.L⁻¹ menghasilkan jumlah daun yang berbeda nyata dibandingkan dengan konsentrasi 20 mL.L⁻¹ dan 15 mL.L⁻¹, dengan masing-masing rata-rata jumlah daun 1,25 helai pada 4 MST, 1,92 helai pada 6 MST, dan 4,33 helai pada 8 MST.

Konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ menghasilkan jumlah daun tertinggi pada 8 MST, yaitu 6,08 helai, yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Konsentrasi ini terbukti paling optimal dalam meningkatkan penyerapan unsur hara oleh stek, sehingga menghasilkan jumlah daun lebih banyak. Jumlah daun yang meningkat sejalan dengan pertambahan panjang tunas (Tabel 2), semakin panjang tunas, semakin banyak daun yang terbentuk. Bertambahnya jumlah daun juga berkontribusi pada energi yang diperlukan untuk perkembangan berikutnya, termasuk pertumbuhan akar (Farida dkk., 2023; Syros et al., 2004).

Akar yang berkembang dengan baik meningkatkan kemampuan stek menyerap air dan unsur hara, yang merupakan komponen penting dalam pembentukan asimilat (Istomo dkk., 2014). Pengaruh Asal Bahan Dan Media Stek Terhadap Keberhasilan Stek, 2011). Kondisi ini mendukung pertumbuhan tunas yang optimal dan mempercepat pembentukan daun (Utami dkk., 2012). Semakin banyak daun, semakin tinggi hasil fotosintesis, yang pada akhirnya memperkuat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Taiz dan Zeiger, (2015) dan Lakitan, (2012) menjelaskan bahwa jumlah klorofil dan daun yang meningkat mendukung proses fotosintesis yang baik, menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi dan mendukung pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, perlakuan kontrol tanpa PGPR menghasilkan jumlah daun terendah, yaitu rata-rata 0 helai pada 2 MST, 1,00 helai pada 4 MST, 1,00 helai pada 6 MST, dan 1,83 helai pada 8 MST. Rendahnya pertumbuhan ini diduga karena kandungan auksin dan sitokinin dalam bahan stek belum mampu memacu pertumbuhan daun dan akar seperti yang terjadi pada perlakuan dengan PGPR. Menurut Hamdayanty dkk., (2022) stek yang berasal dari alam memiliki cadangan makanan yang

terbatas, sehingga memerlukan tambahan nutrisi eksternal untuk mendukung pertumbuhan daun.

Daun adalah bagian vegetatif yang sangat penting bagi tumbuhan karena berperan dalam memproduksi makanan melalui fotosintesis. Dalam proses ini, daun menyerap gas karbondioksida dari udara, mengolahnya menjadi karbohidrat dengan bantuan sinar matahari, dan menghasilkan zat hijau daun (klorofil) yang memungkinkan terjadinya fotosintesis (Taiz dan Zeiger, 2015; Rosanti, 2013). Selain itu, daun juga berfungsi dalam penguapan air (transpirasi) dan pernapasan (respirasi) tumbuhan. Karbohidrat yang dihasilkan dari fotosintesis kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan untuk mendukung pertumbuhannya (Mashudi dan Adinugraha, 2015).

Panjang Tunas (cm)

Tabel 2. Rata-rata Panjang Tunas (cm) Stek Sirih Merah Akibat Pemberian Konsentrasi PGPR.

Konsentrasi PGPR	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
0 mL.L ⁻¹	1,00 a	1,83a	2,78 a	3,84a
15 mL.L ⁻¹	1,45 ab	1,83a	2,86 a	3,81a
20 mL.L ⁻¹	1,53 b	1,85a	2,80 a	3,86ab
25 mL.L ⁻¹	1,58 ab	1,93a	4,13 b	5,88b
30 mL.L ⁻¹	2,80 d	4,73c	11,58 d	19,63d
35 mL.L ⁻¹	2,13 c	4,65b	10,26 c	16,55c
BNJ 5%	0,47	0,17	0,92	1,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada waktu pengamatan yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, MST = minggu setelah tanam

Pemberian konsentrasi PGPR berpengaruh signifikan terhadap panjang tunas stek sirih merah pada berbagai tahap pengamatan. Pada umur 2 MST dan 4 MST, konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ memberikan hasil terbaik dengan panjang tunas masing-masing 2,80 cm dan 4,73 cm, berbeda nyata dibandingkan konsentrasi 15, 20, dan 25 mL.L⁻¹. Kemudian pada umur 6 MST dan 8 MST, perlakuan dengan konsentrasi 25 mL.L⁻¹ menghasilkan panjang tunas 4,13 cm dan 5,88 cm, yang juga berbeda nyata terhadap konsentrasi PGPR 15 dan 20 mL.L⁻¹. Konsentrasi 30 mL.L⁻¹ dinilai optimal karena dapat mendorong tunas untuk tumbuh lebih cepat. Sementara itu, konsentrasi lebih rendah seperti 15 mL.L⁻¹ dan 20 mL.L⁻¹ kurang optimal dan menyebabkan perlambatan dalam pemanjangan serta pembelahan sel pada akar dan tunas.

Tabel 2. Menunjukkan bahwa pada umur 8 MST, konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ menunjukkan hasil tertinggi dengan panjang tunas mencapai 19,63 cm, berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Peningkatan panjang tunas ini berhubungan erat dengan respons tanaman terhadap zat pengatur tumbuh yang meningkatkan perkembangan akar serta mempercepat penyerapan unsur hara.

Hormon auksin dan sitokinin dari stek sirih merah dan PGPR berperan dalam pembelahan serta pembesaran sel yang mempercepat pertumbuhan tunas dan akar. Aziza dkk., (2021) menyatakan bahwa stek alami memiliki cadangan makanan yang mendukung pembentukan akar, yang kemudian membantu pertumbuhan tunas. Selanjutnya, Firmansyah dkk. (2024) menambahkan bahwa keseimbangan antara hormon auksin dan sitokinin penting untuk pembelahan serta pemanjangan sel pada jaringan meristem, yang mendorong pertumbuhan tunas secara optimal (Hutahayan, 2015).

Berat Segar Akar (g)

Tabel 3. Rata-rata Berat Segar Akar Stek Sirih Merah Akibat Pengaruh Pemberian Konsentrasi PGPR.

Konsentrasi PGPR	Berat Segar Akar (g)
0 mL.L ⁻¹	0,51a
15 mL.L ⁻¹	2,38 b
20 mL.L ⁻¹	2,57 c
25 mL.L ⁻¹	2,84 d
30 mL.L ⁻¹	5,55 f
35 mL.L ⁻¹	4,92 e
BNJ 5%	0,11

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PGPR pada stek sirih merah secara signifikan meningkatkan berat segar akar tanaman. Konsentrasi PGPR sebesar 30 mL.L⁻¹ menghasilkan berat segar akar tertinggi, yaitu 5,55 g, berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Peningkatan berat segar akar ini terkait dengan pertumbuhan daun yang lebih banyak (Tabel 1), yang menyediakan energi tambahan bagi tanaman untuk perkembangan lebih lanjut, termasuk penumbuhan akar yang optimal (Farida dkk., 2023; Aziza dkk., 2021; Syros *et al.*, 2004).

Akar yang tumbuh kuat dan sehat mampu menyerap lebih banyak air dan unsur hara, yang penting untuk pembentukan nutrisi bagi tanaman. PGPR sangat bermanfaat untuk stek sirih merah karena mengandung bakteri rizosfer, yang hidup di sekitar area perakaran dan berfungsi memacu pertumbuhan akar serta mengurangi risiko penyakit atau kerusakan akibat serangga (Farida dkk., 2023; Lehar dkk., 2018; Mudiana dan LUGRAYASA, 2011).

Akar memiliki fungsi krusial dalam menyerap air dan mineral, mendistribusikan nutrisi ke seluruh tanaman, memperkuat struktur batang, dan menyimpan cadangan makanan. Oleh sebab itu, proses keberhasilan dalam metode stek sering kali ditandai dengan pembentukan akar sebelum tunas mulai muncul. Akar yang berkembang baik sangat penting untuk menunjang proses pertumbuhan vegetatif tanaman, karena mampu menyerap air dan nutrisi yang diperlukan untuk mendukung fotosintesis dan pembentukan sel tanaman (Gumelar dan Handriantni, 2019).

Secara keseluruhan, pemberian konsentrasi PGPR yang tepat tidak hanya meningkatkan berat akar, tetapi juga mendukung kesehatan keseluruhan tanaman. Keseimbangan nutrisi dan kemampuan akar menyerap unsur hara memungkinkan tanaman bertahan dalam kondisi yang bervariasi, menjadikannya lebih produktif dalam jangka panjang.

Bobot Kering Akar (g)

Tabel 4. Rata-rata Bobot Kering Akar (g) Stek Sirih Merah Akibat Pengaruh Pemberian Konsentrasi PGPR.

Konsentrasi PGPR	Berat Kering Akar (g)
0 mL.L ⁻¹	0,07 a
15 mL.L ⁻¹	0,19 ab
20 mL.L ⁻¹	0,13 a
25 mL.L ⁻¹	0,16 a
30 mL.L ⁻¹	0,38 c
35 mL.L ⁻¹	0,33 bc
BNJ 5%	0,14

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%.

Tabel 4. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi PGPR pada stek sirih merah mampu meningkatkan rata-rata bobot kering akar tanaman. Konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ memberikan bobot kering akar tertinggi, yaitu 0,38 g, dan berbeda sangat nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Ini menunjukkan bahwa dosis 30 mL.L⁻¹ adalah konsentrasi yang ideal untuk meningkatkan pertumbuhan akar pada stek sirih merah.

Pembentukan akar pada stek sangat penting karena akar berfungsi sebagai penyerap utama unsur hara yang mendukung pertumbuhan selanjutnya. Pada fase awal, sebelum terbentuknya akar, stek bergantung pada cadangan makanan yang ada di batang. Jika cadangan ini habis tanpa adanya akar yang mampu menyerap hara dari media, maka stek akan mengalami kematian (Fitri dkk., 2021). Selain itu, bobot kering akar berkaitan erat dengan berat segar akar (Tabel 4), dimana semakin banyak akar yang berkembang, semakin besar area penyerapan air dan unsur hara, yang sangat penting bagi pertumbuhan optimal tanaman. Pernyataan ini didukung oleh Arifin dkk., (2020) mengungkapkan bahwa semakin banyak akar yang tumbuh, semakin tinggi kapasitas tanaman dalam menyerap unsur hara untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatannya.

Penggunaan konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ tampaknya sangat efektif sebagai zat pengatur tumbuh yang mampu memacu perkembangan akar pada stek sirih merah. Selain itu, sistem perakaran yang baik memiliki hubungan erat dengan jumlah daun. Pertumbuhan akar dan kemampuan penyerapan hara ditentukan oleh hasil fotosintesis daun dan intensitas fotosintesis itu sendiri. Pemasokan hasil fotosintesis dari daun memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan laju pertumbuhan akar serta meningkatkan kapasitas penyerapan hara tanaman. Hasil fotosintesis yang optimal akan mendukung perkembangan akar yang lebih baik, sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi secara efisien (Taiz dan Zeiger, 2015; Rosanti, 2013; Lakitan 2012). Dalam konteks ini, penggunaan konsentrasi yang tepat dari PGPR (*Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*) sangat berpengaruh. Penelitian menunjukkan bahwa PGPR tidak hanya mampu meningkatkan berat kering akar, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan keseluruhan tanaman sirih merah. Hal ini terlihat dari peningkatan jumlah daun yang lebih banyak serta panjang tunas yang optimal. Selanjutnya Farida dkk. (2023) menyatakan bahwa pemanfaatan PGPR secara efektif dapat mendorong pertumbuhan yang lebih sehat dan produktif pada tanaman, menjadikannya strategi penting dalam budidaya tanaman sirih merah untuk mencapai hasil yang maksimal. Sehingga, pemahaman tentang interaksi ini sangat krusial bagi para petani dan peneliti di

bidang pertanian.

KESIMPULAN

Pemberian konsentrasi PGPR berpengaruh signifikan terhadap beberapa aspek pertumbuhan stek sirih merah, terutama pada peningkatan jumlah daun pada umur 4, 6, dan 8 MST; panjang tunas pada umur 2, 4, 6, dan 8 MST; serta berat segar dan kering akar. Hal ini menunjukkan bahwa PGPR mendorong pertumbuhan vegetatif yang optimal pada stek sirih merah.

Konsentrasi PGPR 30 mL.L⁻¹ memberikan kondisi pertumbuhan paling optimal, ditandai dengan peningkatan jumlah daun pada 4 MST (1,92 helai), 6 MST (4,92 helai), dan 8 MST (5,25 helai). Panjang tunas juga mencapai hasil maksimal, yakni 2,80 cm pada 2 MST, 4,73 cm pada 4 MST, 11,65 cm pada 6 MST, dan 19,63 cm pada 8 MST. Selain itu, konsentrasi ini memberikan berat segar akar sebesar 5,55 gram dan berat kering akar 0,33 gram, memperlihatkan pengaruh PGPR dalam mendukung perkembangan akar yang kuat, sehingga meningkatkan kapasitas tanaman untuk menyerap nutrisi dan mempercepat proses pertumbuhan vegetatif stek sirih merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin S, Y. Sepriani, Badrul Ainy D. 2020. Pengaruh Lama Perendaman dari Berbagai Zat Pengatur Tumbuh Alami Terhadap Pertumbuhan Stek Batang Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* S.). Jurnal Mahasiswa Agroteknologi (JMATEK).1(1):38-44. Retrieved from: <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JMATEK/article/view/1929/1778>
- Aziza, E., Khoiriyah, A., dan Megawati, S. 2021. Teknik Perbanyak Sirih Merah dengan Kombinasi Media, Hormon, dan Jumlah Stek. AGRIEKSTENSIA : Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian, 20(1), 70-77. Retrieved from <https://jurnal.polbangtanmalang.ac.id/index.php/agriekstensia/article/view/1501>
- Chaerunnisa S.S, A. Suryanto dan Yogi S. 2016. Pengaruh PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Dan Dosis Pupuk Urea Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*). Jurnal Produksi Tanaman. 6(8): 1952 – 1959. Retrieved from: [file:///C:/Users/USER/Downloads/rizki,+45.Sita+Sarah+Chaerunnisa+\(11504020111314\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/rizki,+45.Sita+Sarah+Chaerunnisa+(11504020111314).pdf)
- Farida N, Elviani, Nyak Y. Afrina, R Wilis. 2023. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah Pada Kombinasi Pupuk Guano Dan Pgpr. AGROSCRIPT Journal of Applied Agricultural Sciences 5(2): 81-91. Retrieved from : <https://e-journal.unper.ac.id/index.php/agroscript/article/view/1205/875>
- Firmansyah S.F, R. Rochmatino, Kamsinah K. 2024. Pengaruh Pemberian Iba Dan Komposisi Media Terhadap Pertumbuhan Stek *Sansevieria cylindrica* var. *Scripta Biologica*.1(2): 161-165. Retrieved from: <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/scrbio/article/view/444>
- Fitri T. Eny Dwi Pujawati, dan Damaris Payung, 2021. Pengaruh Pemberian Rootone-F terhadap Pertumbuhan Stek Ramin (*Gonystylus bancanus*). *Jurnal Sylva Scientiae* 4(1):174-183. Retrieved from: <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jss/article/view/3105/2429>
- Gumelar A dan Handriantni A., 2019. Pengaruh Konsentrasi Rootone F terhadap Pertumbuhan Stek Beberapa Klon Melati (*Jasminum* spp). *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 15(1); 7-11. Retrieved from: <https://jurnal.unikal.ac.id/index.php/biofarm/article/view/1099/799>
- Hafizah N. 2014. Pertumbuhan Stek Mawar (*Rosa damascena* Mill.) Pada Waktu Perendaman Dalam Larutan Urine Sapi. *Ziraa'ah*. 39(3) :129-135. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/223997-pertumbuhan-stek-mawar-rosa-damascena->

[mi.pdf](#)

- Hamdayanty, Asman, K.W.Sari, Sal Sabila A. 2022. Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Asal Akar Tanaman Bambu Terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi 11(1): 29-37. Retrieved from: file:///C:/Users/USER/Downloads/surni_saja,+21144-Article+Text-69206-1-11-20220707.pdf
- Hutahayan A. J, 2015. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dengan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Indolebutyric Butyric Acid (IBA) terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Jeruk. Jurnal Wahana Inovasi, 4(2): 614-621. Retrieved from : <https://penelitian.uisu.ac.id/arsip/681>
- Istomo, Atok S dan Susilo R. 2014. Pengaruh Asal Bahan Dan Media Stek Terhadap Keberhasilan Stek Pucuk Tembesu *Fagraea fragrans* (Roxb.). Berita Biologi-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati. 13(3) : 275-281. Retrieved from: https://biologyjournal.brin.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/671/446
- Lakitan, B. 2012. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta: Raja Grafindo Persada, hal. 143–160.
- Lehar L., Zainal A., Heny M.C. Sine, Edy F. Lengkong, Bertje R.A. Sumayku. 2018. Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Dalam Meningkatkan Pola Pertumbuhan Bawang Merah Lokal (*Allium ascalonicum* L) Sabu Raijua NTT. PARTNER. 23(1): 646-656 Retrieved from : <file:///C:/Users/USER/Downloads/307-879-1-PB-4.pdf>
- Mahfudz, Isnaini dan H. Moko. 2006. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Stek Pucuk Merbau. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. 3(1):25-34 Retrieved from: <https://app.amanote.com/v4.1.8/research/note-taking?resourceId=cJzb3HMBKQvf0BhiJ8dm>
- Mudiana, D. dan Lugrayasa, I.N. 2000. Pengaruh asal bahan setek dengan perlakuan zat pengatur tumbuh pada pertumbuhan setek *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. Ex DC. Prosiding: Seminar Hari Cipta Puspa dan Satwa Nasional. Hlm, 262-268.
- Rosanti, D. 2013. Morfologi Tumbuhan. Jakarta: Penerbit Erlangga, hal. 45–60.
- Syahputra A. 2021. Respon Pertumbuhan Setek Batang Sirih Merah (*Piper crocatum*) Terhadap Pemberian Dan Lama Perendaman ZPT. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan. Retrieved from : <http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/19781/Skripsi%20ARY%20SYAHPUTRA.pdf?se%20quence=1&isAllowed=y>
- Syros, T, Yupsanis, T, Zafiriadis, H dan Economou, A., 2004. Activity and Isoforms of Peroxidases, Lignin, and Anatomy, during Adventitious Rooting in Cuttings of *Ebenus cretica*, Plant Physiol., 1(1):69-77. Retrieved from : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15002666/>
- Sudewo, B. 2010. Basmi Penyakit dengan Sirih Merah. Agromedia Pustaka. Jakarta. https://www.google.co.id/books/edition/Basmi_Penyakit_dengan_Sirih_Merah/igPRCgAAQBAJ?hl=id&gbpv=1
- Taiz, L., dan Zeiger, E. 2015. Plant Physiology and Development. 6th Edition. Sunderland, MA: Sinauer Associates pp 169–198.
- Utami, N.W., Hartutiningsih-M.Siregar dan R.S. Purwantoro. 2001. Perbanyakan Bibit *Podocarpus* spp. dengan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh: IBA, NAA, IAA dan 2,4 D. Prosiding Seminar Sehari: Menggali Potensi dan Meningkatkan Prospek Tanaman Hortikultura Menuju Ketahanan Pangan. LIPI – Kebun Raya Bogor. Bogor. Retrieved from: <file:///C:/Users/USER/Downloads/555-Article%20Text-1112-1-10-20171103-2.pdf>