



Aplikasi Bakteri Endofit Asal Kelubut (*Passiflora foetida* L.) Penghasil Hormon IAA untuk Meningkatkan Perkecambahan Benih Padi

Application of Endophyte Bacteria Origin Kelubut Plant (*Passiflora foetida* L.) IAA Hormone Producing to Increase Rice Seed Germination

Nur Hidayat¹, Taufiq Rinda Alkas², La Mudi^{*,3}, Faradilla³, F. Silvi Dwi Mentari¹, Daryono¹, Tonidi⁴

¹ Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

² Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

³ Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Tanaman, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

⁴ Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Paser, Tanah Grogot, Indonesia

* Penulis Korespondensi

Email: lamudi89@gmail.com

Abstrak. Padi merupakan tanaman pangan utama yang permintannya semakin meningkat setiap tahunnya. Guna mengoptimalkan produksi tanaman padi dapat dilakukan dengan penggunaan mikroba endofit yang berasal dari kelubut (*Passiflora foetida* L.) berpotensi dalam meningkatkan kesuburan tanah juga sebagai penghasil fitohormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Oleh karena itu, aplikasi bakteri endofit diharapkan dapat memacu perkembangan tanaman dan peningkatan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji bakteri endofit asal kelubut dalam meningkatkan perkecambahan benih padi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Agronomi Politeknik Pertanian Negeri Samarinda pada bulan Juni 2023. Isolat bakteri endofit yang digunakan adalah hasil isolasi sebelumnya dari tanaman kelubut. Penelitian diuji menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri dari 22 perlakuan yaitu 21 isolat bakteri endofit dan 1 kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 44 unit percobaan. Variabel Pengamatan meliputi: daya berkecambah, potensi tumbuh maksimal, indeks vigor, keserampakan tumbuh, dan kecepatan tumbuh relatif. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT $\alpha=0,05$. Aplikasi bakteri endofit asal kelubut mampu meningkatkan perkecambahan benih. Bakteri endofit isolat SIA-01 memberikan hasil tertinggi terhadap daya berkecambah benih (81,67%) dibandingkan dengan kontrol (43,33%), indeks vigor tertinggi isolat SIA-04 (63,33%) dan kontrol (26,67%). Pada pengamatan potensi tumbuh maksimum dan kecepatan tumbuh relatif memberikan hasil yang tidak signifikan. Sementara aplikasi bakteri endofit terhadap keserampakan tumbuh tertinggi diperoleh pada isolat SIA-04 dan KPA-02 sebesar 71,67% dibandingkan dengan kontrol hanya mencapai 36,67%. **Kata kunci:** bakteri endofit, IAA, kelubut, vigor benih

Abstract. Rice is the main food crop whose demand is increasing every year. To optimize rice production, this can be done by using endophytic microbes originating from kelubut (*Passiflora foetida* L.), which have the potential to increase soil fertility and also produce phytohormones that can increase the growth and yield of rice plants. Therefore, endophytic bacteria are expected to

stimulate plant development and increase plant productivity. This research aims to test endophytic bacteria from Kelubut to increase rice seed germination. The study was conducted in the Agronomy Laboratory of the Samarinda State Agricultural Polytechnic in June 2023. The endophytic bacterial isolate used resulted from previous isolations from Kelubut plants. The research was tested using a completely randomized design of 22 treatments, namely 21 endophytic bacterial isolates and 1 control. Each treatment was repeated two times to obtain 44 experimental units. Observation variables include seed germination, maximum growth potential, vigor index, uniformity, and relative growth rate. The results of the observations were analyzed using analysis of variance and continued with the DMRT $\alpha=0.05$ test for significant effects. The application of endophytic bacteria from kelubut can increase seed germination. The endophytic bacteria isolate SIA-01 gave the highest results for seed germination (81.67%) compared to the control (43.33%), the highest vigor index for the isolate SIA-04 (63.33%), and the control (26.67%). Observing the maximum growth potential and relative growth rate gave insignificant results. Meanwhile, the application of endophytic bacteria to the highest growth uniformity was obtained in SIA-04 and KPA-02 isolates at 71.67% compared to the control, which only reached 36.67%.

Keywords: *endophytic bacteria, IAA, kelubut plant, seed vigor*

1. Pendahuluan

Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) adalah salah satu sumber tanaman pangan yang masih menjadi bahan konsumsi utama masyarakat Indonesia. Kebutuhannya, setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, seiring dengan jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi padi diantaranya dengan mengaplikasikan mikroba endofit. Mikroba endofit memiliki fungsi dalam pertanian sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan pestisida alami dari serangan hama dan penyakit tanaman (Firdous *et al.*, 2019). Bakteri endofit dapat berpotensi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan dalam bidang pertanian (Siddique *et al.*, 2022).

Bakteri endofit adalah jenis mikroba yang hidup dan berasosiasi dengan jaringan tanaman tanpa menimbulkan penyakit pada tanaman inang (Sallam *et al.*, 2021). Kemampuan ini dapat dilakukan melalui mekanisme bakteri endofit dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh, mengikat nitrogen, melarutkan fosfat, yang dapat merangsang pertumbuhan dan ketahanan tanaman (Marwan *et al.*, 2021). Bakteri endofit juga dapat berperan penting dalam meningkatkan mutu benih (perkecambahan benih) (Gerna *et al.*, 2022; Meenu, 2021) dan juga dapat menyediakan unsur hara serta memproduksi fitohormon dalam peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta hasil tanaman (Shahzad *et al.*, 2018; Sutariati *et al.*, 2019; Urgiles-Gómez *et al.*, 2021; Wang & Zhang, 2023).

Lebih lanjut, efek penting bakteri endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yaitu dengan memanfaatkan kemampuannya dalam mensintesis fitohormon. Fitohormon dapat diproduksi oleh mikroorganisme tertentu baik dari golongan bakteri, golongan fungi maupun golongan alga. Bakteri endofit mampu mensintesis senyawa-senyawa zat pengatur tumbuh (Acuña *et al.*, 2023). Keunggulan bakteri sebagai pemacu

pertumbuhan disebabkan oleh kemampuannya menghasilkan hormon tumbuh (IAA, giberelin, maupun sitokinin), yang dibutuhkan tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangannya (Sutariati & Wahab, 2012). Selain sebagai penghasil senyawa antimikroba untuk mengendalikan patogen, mekanisme kerja mikroba endofit, juga memfiksasi nitrogen dan memobilisasi fosfat, sehingga berperan mengurangi penggunaan pupuk buatan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Gusmaini *et al.*, 2013).

Kelubut (*Passiflora foetida* L.) merupakan tumbuhan liar yang tergolong gulma berdaun lebar yang tumbuh merambat dari famili *Passifloraceae*, yang banyak ditemukan di Kalimantan Timur. Hasil pengujian sebelumnya dilaporkan bahwa bakteri endofit hasil isolasi dari kelubut mampu menghasilkan hormon IAA dan dapat berperan sebagai agen hayati pengendali penyakit tanaman (Hidayat *et al.*, 2021). Adanya pemanfaatan mikroba endofit, asal kelubut, selain diharapkan sebagai agens hayati, mempercepat keluarnya akar stek tanaman, juga mempercepat pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut dilaporkan, bakteri endofit asal kelubut dapat menghasilkan fitohormon (IAA) (Hidayat *et al.*, 2023).

Pradana *et al.* (2022) melaporkan bahwa penambahan bakteri endofit secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung terutama tinggi tanaman dan jumlah daunnya. Triwidodo *et al.* (2021) melaporkan bahwa, pengujian pertumbuhan tanaman menggunakan perendaman benih dengan suspensi cendawan endofit menunjukkan hasil yang signifikan terhadap pertumbuhan benih, bila dibandingkan dengan tidak diberi perlakuan. Pengujian bakteri endofit pada tanaman padi diharapkan dapat diperoleh strain mikroba yang efektif dalam meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan uraian diatas, bakteri endofit asal kelubut berpotensi untuk menstimulasi perkecambahan benih dan selanjutnya berimplikasi terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji bakteri endofit dari kelubut dalam meningkatkan perkecambahan benih padi.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Agronomi Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, yaitu pada bulan Juni 2023. Isolat bakteri endofit yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat bakteri endofit yang merupakan hasil isolasi sebelumnya asal tanaman kelubut.

Penelitian diuji dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 22 perlakuan yakni 21 isolat bakteri endofit + 1 kontrol. Setiap perlakuan diulang sebanyak 2 ulangan sehingga total keseluruhan diperoleh 44 unit percobaan.

Isolat bakteri endofit diperbanyak menggunakan media TSA (triptic soy agar) padat. Dibuat dengan menimbang 30 g TSB (triptic soy broth) dan agar sebanyak 20 g, lalu ditambahkan 1 l akuades dan dimasak dengan hotplate sampai mendidih. Setelah mendidih, media selanjutnya

disterilkan pada autoclave (suhu: 121°C, waktu: 15 min, tekanan: 2 atm) dan media TSA yang telah disterilkan selanjutnya dituangkan ke dalam cawan petri di LAFC (laminar air flow cabinet) hingga memadat. Isolat bakteri endofit selanjutnya digoreskan di media tersebut. Bakteri yang telah digoreskan kemudian diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri endofit yang telah tumbuh disuspensikan dengan akuades steril (1 cawan petri 50 mL akuades).

Benih yang digunakan pada riset ini yaitu benih padi kultivar Mayas sawah asal petani lokal di Kecamatan Tenggara Desa Rapak Lambur (Kutai Kartanegara), yang telah disimpan selama 6 bulan (kondisi simpan asalan) sehingga mutu benih tidak terjaga. Selanjutnya benih ditapis dan dilanjutkan dengan perendaman dalam air untuk menyeleksi benih. Sebanyak 90 butir benih setiap perlakuan disterilkan permukaannya menggunakan NaOCl 3% selama 5 menit dan dibilas sebanyak 3 kali dengan akuades steril. Selanjutnya benih dikeringanginkan dalam LAFC selama 30 menit dan benih diberi perlakuan menggunakan suspensi bakteri endofit, lalu dishaker pada kecepatan 150 rpm selama 24 jam. Benih selanjutnya dikeluarkan dan dikecambahkan pada boks perkecambahan (dimensi: p = 20 cm; l = 20 cm dan t = 6,5 cm) yang telah berisi arang sekam (sterilisasi menggunakan oven pada suhu 121 °C selama 24 jam sebanyak $\frac{3}{4}$ dari ukuran wadah). Selanjutnya sebanyak 50 butir benih dikecambahkan pada setiap boks perkecambahan. Berikutnya dilakukan penyemprotan media perkecambahan hingga lembab dengan volume air \pm 100 ml boks⁻¹. Penyemprotan dilakukan setiap hari guna menjaga kelembaban media dan selanjutnya dilakukan pengamatan pada setiap hari terhadap benih yang berkecambah dan benih yang berkecambah normal.

Variabel yang diamati meliputi: daya berkecambah benih (%), potensi tumbuh maksimal (%), indeks vigor (%), keserempakan tumbuh (%), dan kecepatan tumbuh relatif (% etmal⁻¹) (Sadjad *et al.*, 1999).

Hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT _{$\alpha=0.05$} terhadap hasil analisis yang menunjukkan pengaruh yang signifikan. Data dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *Statistical Tool for Agricultural Research* Ver.2.0.1.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pada aplikasi bakteri endofit asal kelubut terhadap perkecambahan benih padi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengamatan daya berkecambah, keserempakan tumbuh dan indeks vigor. Hasil uji DMRT terhadap pengamatan daya berkecambah, indeks vigor dan potensi tumbuh maksimum benih padi yang diaplikasi bakteri endofit ditampilkan pada [Tabel 1](#). Hasil uji DMRT terhadap pengamatan keserempakan tumbuh dan kecepatan tumbuh relatif benih padi yang diaplikasi bakteri endofit ditampilkan pada [Tabel 2](#).

Hasil penelitian pada [Tabel 1](#) menunjukkan bahwa, aplikasi bakteri endofit asal kelubut terhadap daya berkecambah benih padi tertinggi diperoleh pada isolat SIA-01 sebesar 81,67% yang berbeda nyata dengan isolat SIA-02, SUA-03, KPA-03, KPA-04, SSA-01, SSA-02, SSA-04, dan kontrol sebesar 43,33%. Aplikasi bakteri endofit pada benih terhadap potensi tumbuh maksimum benih padi mampu mencapai 91,67% yang diperoleh pada isolat KSA-03, sementara pada isolat SSA-02 dan kontrol sebesar 58,34%. Hasil penelitian terhadap pengamatan indeks vigor benih padi tertinggi diperoleh pada perlakuan SIA-04 sebesar 63,33% yang berbeda nyata dengan isolat SIA-02, KPA-04, SSA-02, SSA-03 dan kontrol sebesar 26,67%. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi bakteri endofit mampu berperan meningkatkan daya berkecambah dan indeks vigor benih padi.

Tabel 1. Rata-Rata Perkecambahan Benih Padi yang Diaplikasi Bakteri Endofit Asal Kelubut Terhadap Daya Berkecambah (%), Potensi Tumbuh Maksimum (%), dan Indeks Vigor (%)

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)	Potensi Tumbuh Maksimum (%)	Indeks Vigor (%)
Kontrol	43,33 ^c	58,34	26,67 ^c
SIA-01	81,67 ^a	81,67	60,00 ^{ab}
SIA-02	60,00 ^{bcde}	73,34	38,34 ^{bcde}
SIA-03	60,00 ^{abcd}	71,67	55,00 ^{abc}
SIA-04	65,00 ^{abc}	83,34	63,33 ^a
SUA-01	73,34 ^{abcde}	70,00	46,67 ^{abcde}
SUA-02	61,67 ^{abcd}	76,67	51,67 ^{abcd}
SUA-03	65,00 ^{bcde}	68,33	41,67 ^{abcde}
SULA-01	58,33 ^{ab}	80,00	61,67 ^a
KPA-01	76,67 ^{abcd}	71,67	56,67 ^{ab}
KPA-02	68,33 ^{abc}	76,67	61,67 ^a
KPA-03	73,33 ^{bcde}	68,34	45,00 ^{abcde}
KPA-04	60,00 ^{de}	63,33	33,33 ^{cde}
KSA-01	50,00 ^{abcd}	71,67	53,33 ^{abcd}
KSA-02	65,00 ^{abcde}	71,67	45,00 ^{abcde}
KSA-03	63,33 ^{ab}	91,67	56,67 ^{ab}
KSA-04	75,00 ^{abcd}	73,34	56,67 ^{ab}
KSA-05	70,00 ^{abcde}	75,00	50,00 ^{abcd}
SSA-01	61,67 ^{bcde}	61,67	43,34 ^{abcde}
SSA-02	51,67 ^{de}	58,34	38,34 ^{bcde}
SSA-03	61,67 ^{abcde}	70,00	31,67 ^{de}
SSA-04	53,33 ^{cde}	66,67	48,34 ^{abcd}

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha=0,05$

Hasil penelitian pada [Tabel 2](#) menunjukkan bahwa, aplikasi bakteri endofit asal tanaman kelubut terhadap keserampakkan tumbuh benih padi tertinggi diperoleh pada isolat SIA-04 dan KPA-02 sebesar 71,67%, tidak berbeda nyata dengan isolat bakteri endofit lainnya, namun berbeda

nyata dengan isolat SSA-02 dan kontrol berturut-turut sebesar 38,34% dan 36,67%. Sementara hasil penelitian terhadap kecepatan tumbuh relatif tidak memberikan pengaruh yang signifikan, namun hasil kecepatan tumbuh relatif tertinggi diperoleh pada isolat SIA-01 sebesar 52,33% etmal^{-1} dan terendah pada isolat SSA-02 sebesar 29,97 % etmal^{-1} .

Tabel 2. Rata-Rata Perkecambahan Benih Padi yang Diaplikasi Bakteri Endofit Asal Kelubut Terhadap Keserampakkan Tumbuh (%) dan Kecepatan Tumbuh Relatif (% etmal^{-1})

Perlakuan	Keserampakkan Tumbuh (%)	Kecepatan Tumbuh Relatif (% etmal^{-1})
Kontrol	36,67 ^d	33,12 ^{tn}
SIA-01	68,34 ^a	52,33
SIA-02	60,00 ^{abc}	46,22
SIA-03	55,00 ^{abcd}	36,48
SIA-04	71,67 ^a	38,30
SUA-01	56,67 ^{abcd}	40,21
SUA-02	56,67 ^{abcd}	39,43
SUA-03	55,00 ^{abcd}	40,83
SULA-01	70,00 ^a	49,06
KPA-01	65,00 ^{ab}	42,58
KPA-02	71,67 ^a	46,16
KPA-03	46,67 ^{bcd}	35,64
KPA-04	40,00 ^{cd}	33,03
KSA-01	61,67 ^{ab}	41,13
KSA-02	56,67 ^{abcd}	43,21
KSA-03	63,33 ^{ab}	46,67
KSA-04	61,67 ^{ab}	42,26
KSA-05	60,00 ^{abc}	39,52
SSA-01	51,67 ^{abcd}	36,41
SSA-02	38,34 ^d	29,97
SSA-03	53,34 ^{abcd}	48,71
SSA-04	51,67 ^{abcd}	31,03

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $_{\alpha=0,05}$

Bedasarkan data penelitian pada [Tabel 1](#) dan [Tabel 2](#), tampaknya terdapat perbedaan yang cukup signifikan terhadap viabilitas dan vigor benih antar isolat terutama terhadap kontrol. Aplikasi isolat yang berbeda pada benih mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap perkecambahan benih ([Mudi et al., 2023](#); [Sutariati et al., 2021](#)). Perbedaan perkecambahan benih ini disebabkan oleh kemampuan bakteri dalam mensintesis hormon dalam bentuk IAA dan kemampuan bakteri lainnya dalam menghasilkan senyawa tertentu, yang dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan ([Agustiyaning et al., 2021](#); [Bukhat et al., 2020](#); [Tsukanova et al., 2017](#)).

Sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa, aplikasi bakteri endofit dari tanaman kakao sehat mampu meningkatkan perkecambahan benih kakao ([Khaeruni et al., 2020](#)). Penelitian lainnya juga melaporkan bahwa aplikasi bakteri endofit juga dapat meningkatkan perkecambahan

benih padi gogo lokal (Mudi *et al.*, 2021). Hasil penelitian terhadap daya berkecambah benih, potensi tumbuh maksimum dan indeks vigor memberikan hasil yang berbeda-beda pada setiap isolat. Hal ini sejalan dengan penelitian Hidayat *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan IAA setiap isolat berbeda.

Perbedaan kemampuan mikroba dalam menghasilkan hormon IAA menyebabkan perbedaan hasil yang berbeda pula terhadap perkecambahan benih. Penelitian yang melibatkan penggunaan isolat mikroba penghasil hormon IAA dengan kemampuan berbeda, dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perkecambahan benih (Purwanto *et al.*, 2019; Tang *et al.*, 2018). Hormon IAA yang dihasilkan mikroba dilaporkan berperan dalam proses perkecambahan benih (Acuña *et al.*, 2023; Haerani *et al.*, 2021; Larekeng *et al.*, 2020). Hal ini dikarenakan hormon IAA yang disintesis secara eksogen oleh bakteri mampu mempercepat proses perkecambahan dan meningkatkan perkecambahan (Tang *et al.*, 2018). Penggunaan bakteri endofit telah dilaporkan dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Maulidia *et al.*, 2023).

Penggunaan bakteri penghasil hormon IAA dapat meningkatkan perkecambahan benih, tergantung pada kemampuan bakteri endofit tersebut, dalam memproduksi hormon IAA. Kemampuan bakteri dalam menghasilkan IAA telah banyak dilaporkan mampu meningkatkan perkecambahan benih. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa aplikasi bakteri endofit penghasil hormon IAA dapat meningkatkan perkecambahan dan mempercepat perkecambahan benih (Lastochkina *et al.*, 2021; Rai & Behera, 2019). Selain itu, bakteri penghasil IAA juga dapat berperan sebagai PGPR (Shahzad *et al.*, 2018; Sritongon *et al.*, 2023).

Selain disebabkan oleh kemampuan bakteri dalam menghasilkan hormon IAA, bakteri endofit juga mampu memfiksasi nitrogen dan juga melarutkan fosfat (Hidayat *et al.*, 2023). Unsur nitrogen dan fosfat dilaporkan mampu berperan dalam memacu perkecambahan awal dari kecambah. Unsur nitrogen dan fosfat diperlukan untuk sintesis enzim untuk memecah cadangan makanan dan menyediakan energi untuk metabolisme energi dan pembelahan sel yang berperan penting pertumbuhan awal embrio pada benih (Liu *et al.*, 2020; Witte & Herde, 2020).

Selain mampu meningkatkan perkecambahan benih, bakteri endofit juga dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan (Pradana *et al.*, 2022) dan meningkatkan hasil tanaman. Aplikasi mikroba pada benih dilaporkan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan panjang akar (Backer *et al.*, 2018) dan selanjutnya berimplikasi terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman (Essalimi *et al.*, 2022; Gulnaz *et al.*, 2020; Ojuederie *et al.*, 2019; Castillo-Aguilar *et al.*, 2017) dan peningkatan hasil tanaman (Hadi & Alwan, 2023; Nawaz *et al.*, 2021; Yadav *et al.*, 2018).

Peningkatan pertumbuhan tanaman terkait langsung dengan kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen (Hidayat *et al.*, 2023). Nitrogen berperan penting

dalam siklus hara dan juga peningkatan pertumbuhan tanaman (Adesemoye *et al.*, 2010; Liem *et al.*, 2019). Selain itu, bakteri pelarut fosfat juga berperan dalam siklus hara dan berperan penting dalam peningkatan pertumbuhan dan produksi tanaman (Abbas *et al.*, 2013; Bargaz *et al.*, 2021; Sonia & Setiawati, 2022).

4. Kesimpulan

Aplikasi bakteri endofit asal kelubut mampu meningkatkan perkecambahan benih. Bakteri endofit isolat SIA-01 memberikan hasil tertinggi terhadap daya berkecambah benih (81,67%) dibandingkan dengan kontrol (43,33%), indeks vigor tertinggi isolat SIA-04 (63,33%) dan kontrol (26,67%). Pada pengamatan potensi tumbuh maksimum dan kecepatan tumbuh relatif memberikan hasil yang tidak signifikan. Sementara aplikasi bakteri endofit terhadap keserampakkan tumbuh tertinggi diperoleh pada isolat SIA-04 dan KPA-02 sebesar 71,67% dibandingkan dengan kontrol hanya mencapai 36,67%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Politeknik Pertanian Negeri Samarinda yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dosen Terapan Tahun 2023 No. SP DIPA -20/PL21.G/PG/2023.

Daftar Pustaka

- Abbas, Z., Amir Zia, M., Ali, S., Abbas, Z., Waheed, A., Bahadur, A., Hameed, T., Iqbal, A., Muhammad, I., Roomi, S., Ahmad, M. Z., & Sultan, T. (2013). Integrated Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Phosphate Solubilizing Bacteria and Chemical Fertilizers on Growth of Maize. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 06(13), 913–921. www.ijagcs.com
- Acuña, J. J., Hu, J., Inostroza, N. G., Valenzuela, T., Perez, P., Epstein, S., Sessitsch, A., Zhang, Q., & Jorquera, M. A. (2023). Endophytic Bacterial Communities in Ungerminated and Germinated Seeds of Commercial Vegetables. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47099-4>
- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2010). Increased Plant Uptake of Nitrogen from 15N-Depleted Fertilizer Using Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, 46(1), 54–58. <https://doi.org/10.1016/J.APSOIL.2010.06.010>
- Agustiyani, D., Dewi, T. K., Laili, N., Nditasari, A., & Antonius, S. (2021). Exploring Biofertilizer Potential of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Candidates from Different Plant Ecosystems. *Biodiversitas*, 22(5), 2691–2698. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220529>
- Backer, R., Rokem, J. S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., Subramanian, S., & Smith, D. L. (2018). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 871(October), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>
- Bargaz, A., Elhassoufi, W., Khourchi, S., Benmrid, B., Borden, K. A., & Rchiad, Z. (2021). Benefits of Phosphate Solubilizing Bacteria on Belowground Crop Performance for Improved Crop Acquisition of Phosphorus. *Microbiological Research*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126842>
- Bukhat, S., Imran, A., Javaid, S., Shahid, M., Majeed, A., & Naqqash, T. (2020). Communication of Plants With Microbial World: Exploring the Regulatory Networks for PGPR Mediated

- Defense Signaling. In *Microbiological Research* (Vol. 238). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126486>
- Castillo-Aguilar, C. C., Zúñiga-Aguilar, J. J., Guzmán-Antonio, A. A., & Garruña, R. (2017). PGPR Inoculation Improves Growth, Nutrient Uptake and Physiological Parameters of Capsicum Chinense Plants. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 86(999), 199–204. <https://doi.org/10.32604/phyton.2017.86.199>
- Essalimi, B., Esserti, S., Rifai, L. A., Koussa, T., Makroum, K., Belfaiza, M., Rifai, S., Venisse, J. S., Faize, L., Albuquerque, N., Burgos, L., Jadoumi, S. El, & Faize, M. (2022). Enhancement of Plant Growth, Acclimatization, Salt Stress Tolerance and Verticillium Wilt Disease Resistance Using Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Associated with Plum Trees (*Prunus domestica*). *Scientia Horticulturae*, 291, 110621. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2021.110621>
- Firdous, J., Lathif, N. A., Mona, R. & Muhamad, N. (2019). Endophytic Bacteria and Their Potential Application in Agriculture: A Review. *Indian J. Agric. Res.*, 53(1) 2019: 1-7. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-366>
- Gerna, D., Clara, D., Allwardt, D., Mitter, B., & Roach, T. (2022). Tailored Media Are Key to Unlocking the Diversity of Endophytic Bacteria in Distinct Compartments of Germinating Seeds. *Microbiology Spectrum*, 10(4). <https://doi.org/10.1128/spectrum.00172-22>
- Gulnaz, Y., Fathima, P. S., Denesh, G. R., Kulmitra, A. K., & Shivraj Kumar, H. S. (2020). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and PSB on Growth and Yield of Irrigated Maize Under Varying Levels of Phosphorus. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 166. <https://oa.mg/work/2767102784>
- Gusmaini, Aziz, S. A., Munif, A., Sopandie, D., & Bermawie, N. (2013). Potensi Bakteri Endofit Dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Produksi dan Kadar Androgrfolid pada Tanaman Sambalito. *Jurnal Littri*, 19(4), 167-177. <https://doi.org/10.21082/littri.v19n4.2013.167-177>
- Hadi, A. M. A., & Alwan, B. M. (2023). Effect of Adding Levels of Palm Fronds Compost and Mineral Fertilizer on Fertile Soil Characteristics, Quality, and Productivity of Maize Yield (*Zea Mays* L.). *Bionatura*, 8(CSS 4), 1–9. <https://doi.org/10.21931/rb/css/2023.08.03.29>
- Haerani, N., Syam'un, E., Rasyid, B., & Haring, F. (2021). Isolation and Characterization of n-Fixing and IAA Producing Rhizobacteria from Two Rice Field Agro-Ecosystems in South Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(5), 2497–2503. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220506>
- Hidayat, N., Mudi, L., Alkas, T. R., Faradilla, Mentari, F. S. D., Adipratama, R., & Wandy, S. (2023). *Potensi Pengembangan Mikroba Endofit Asal Tumbuhan Kelubut Sebagai Pengendali Penyakit dan Pemacu Pertumbuhan Lada*. Laporan Penelitian Terapan Internal. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Hidayat, N., Rajab, A., & Mudi, L. (2021). Uji Invitro Daya Hambat Cendawan Endofit Asal Tumbuhan Rambusa (*Passiflora foetida*) Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Layu Fusarium. *Jurnal Agrotech*, 11(2), 64-70. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v11i2.73>
- Khaeruni, A., Nirmala, T., Siti Anima Hisein, W., Gusnawaty, G., Wijayanto, T., & Kade Sutariati, G. A. (2020). Potensi dan Karakterisasi Fisiologis Bakteri Endofit Asal Tanaman Kakao Sehat sebagai Pemacu Pertumbuhan Benih Kakao. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 388–395. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.3.388>
- Larekeng, S. H., Gusmiaty, & Achmad, F. (2020). Production of IAA Hormone in Rhizosphere Bacterial Isolates of Community Forest Stands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012022>
- Lastochkina, O., Aliniaiefard, S., Garshina, D., Garipova, S., Pusenkova, L., Allagulova, C., Fedorova, K., Baymiev, A., Koryakov, I., & Sobhani, M. (2021). Seed Priming with Endophytic *Bacillus subtilis* Strain-Specifically Improves Growth of *Phaseolus vulgaris* Plants Under Normal and Salinity Conditions and Exerts Anti-Stress Effect Through Induced

- Lignin Deposition in Roots and Decreased Oxidative and Osmotic Damages. *Journal of Plant Physiology*, 263, 153462. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153462>
- Liem, J. L., Arianita, B. A., Sugiarti, S., & Handoko, Y. A. (2019). Optimalisasi Bakteri *Rhizobium japonicum* Sebagai Penambat Nitrogen dalam Upaya Peningkatan Produksi Jagung. *Jurnal Galung Tropika*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.31850/jgt.v8i1.413>
- Liu, B., Lin, R., Jiang, Y., Jiang, S., Xiong, Y., Lian, H., Zeng, Q., Liu, X., Liu, Z. J., & Chen, S. (2020). Transcriptome Analysis and Identification of Genes Associated With Starch Metabolism In *Castanea Henryi* Seed (Fagaceae). *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4). <https://doi.org/10.3390/ijms21041431>
- Marwan, H., Nusifera, S., & Mulyati, S. (2021). Potensi Bakteri Endofit Sebagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Penyakit Blas pada Tanaman Padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26(3), 328–333. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.328>
- Maulidia, V., Jalil, M., Junita, D., Fitria Lizmah, S., Chairuddin, & Agusinur. (2023). Pengaruh Beberapa Spesies Bakteri Endofit Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). 8(1). <https://doi.org/10.31289/agr.v8i1.9536>
- Meenu S, S. (2021). Endophytic Bacterial Effects on Seed as Enhancement in Germination with Mobilization of Reserves and Microbial Disinfection in Citrus Limon (L) by Biopriming Under Salinity Stress. *Current Trends in Biomedical Engineering & Biosciences*, 20(2). <https://doi.org/10.19080/ctbeb.2021.20.556033>
- Mudi, L., Rusmini, R., Sutariati, G. A. K., Rakian, T. C., & Yusuf, M. (2023). Aplikasi Rizobakteri Asal Rizosfer Kelapa Sawit Terhadap Vigor Benih Padi. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jat.v11i3.6657>
- Mudi, L., Sutariati, G. A. K., Hamriani, & Roby. (2021). Aplikasi Konsorsium Endo-Rhizobakteri untuk Meningkatkan Vigor Benih Padi Gogo Lokal. *Jurnal Agrotech*, 11(1), 1-7. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v11i1.61>
- Nawaz, H., Hussain, N., Ahmed, N., Haseeb-ur-Rehman, & Alam, J. (2021). Efficiency of Seed Bio-Priming Technique for Healthy Mungbean Productivity Under Terminal Drought Stress. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 87–99. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63184-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63184-7)
- Ojuederie, O. B., Olanrewaju, O. S., & Babalola, O. O. (2019). Plant Growth Promoting Rhizobacterial Mitigation of Drought Stress In Crop Plants: Implications For Sustainable Agriculture. In *Agronomy* (Vol. 9, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110712>
- Pradana, A. P., Mardhiana, Suriana, Adiwena, M., & Yousif, A. I. A. (2022). Formula Bakteri Endofit Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Jagung Pada Tanah Masam Podsolik Merah-Kuning. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 30–41. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3091>
- Purwanto, P., Agustono, T., Widjonarko, B. R., & Widiatmoko, T. (2019). Indol Acetic Acid Production of Indigenous Plant Growth Promotion Rhizobacteria from Paddy Soil. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.18196/pt.2019.087.1-7>
- Rai, A. K., & Behera, S. (2019). Response of Seed Bio-Priming on Chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 900–903. <https://doi.org/10.74999.169>
- Sadjad, S., Murniati, E., & Ilyas, S. (1999). *Parameter Pengujian Vigor Benih. dari Komparatif ke Simulatif*. PT. Grasindo. Jakarta. 185p.
- Sallam, N., Ali, E. F., Seleim, M. A. A., & Khalil Bagy, H. M. M. (2021). Endophytic Fungi Associated with Soybean Plants and Their Antagonistic Activity Against *Rhizoctonia solani*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00402-9>
- Shahzad, R., Khan, A. L., Bilal, S., Asaf, S., & Lee, I. J. (2018). What Is There in Seeds? Vertically Transmitted Endophytic Resources for Sustainable Improvement in Plant Growth. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00024>

- Siddique, S., Naveed, M., Yaseen, M., & Shahbaz, M. (2022). Exploring Potential of Seed Endophytic Bacteria for Enhancing Drought Stress Resilience in Maize (*Zea mays* L.). *Sustainability (Switzerland)*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/su14020673>
- Sonia, A. V., & Setiawati, T. C. (2022). Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap Peningkatan Ketersediaan Fosfat Pada Tanah Masam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), 44–53. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449>
- Sritongon, N., Boonlue, S., Mongkoltharuk, W., Jogloy, S., & Riddech, N. (2023). The Combination of Multiple Plant Growth Promotion and Hydrolytic Enzyme Producing Rhizobacteria and Their Effect on Jerusalem Artichoke Growth Improvement. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33099-x>
- Sutariati, G. A. K. & Wahab, A. (2012). Karakter Fisiologis dan Kemangkusan Rizobakteri Indigenus Sulawesi Tenggara sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai. *J. Hortikultura*. 22 (1), 57-64. <https://doi.org/10.21082/jhort.v22n1.2012.p57-64>
<https://core.ac.uk/download/pdf/326036033.pdf>
- Sutariati, G. A. K., Khaeruni, A., Madiki, A., Rakian, T. C., Mudi, L., & Fadillah, N. (2019). Seed Biopriming With Indigenous Endophytic Bacteria Isolated from Wakatobi Rocky Soil to Promote the Growth of Onion (*Allium ascalonicum* L.). *IOP Conference Serries: Earth and Environmental Science*, 260(012144). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012144>
- Sutariati, G. A. K., Muhidin, Rahni, N. M., Mudi, L., Maharani, R. R., & Wibawa, G. N. A. (2021). The Effectiveness of Endo-Rhizo Bacterial Isolated from Areca Nut Rizosphere (*Areca cathecu* L.) in Breaking Dormancy and Improvement of Seed Vigor. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/4/042039>
- Tang, A., Haruna, A. O., & Majid, N. M. A. (2018). Potential PGPR Properties of Cellulolytic, Nitrogen-Fixing, and Phosphate-Solubilizing Bacteria of a Rehabilitated Tropical Forest Soil. *BioRxiv*, 1–22. <https://doi.org/10.1101/351916>
- Triwidodo, H. & Listihani, L. (2021). Isolation, Selection, and Determination of Endophytic Bacteria from Bamboo, Gamal, Tulsi, and Alamanda. *Sustainable Environment Agricultural Science (SEAS)*, 5(2), 151-162. <https://doi.org/10.22225/seas.5.2.4068.151-162>
- Tsukanova, K. A., Chebotar, V., Meyer, J. J. M., & Bibikova, T. N. (2017). Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Plant Hormone Homeostasis. *South African Journal of Botany*, 113, 91–102. <https://doi.org/10.1016/J.SAJB.2017.07.007>
- Urgiles-Gómez, N., Avila-Salem, M. E., Loján, P., Encalada, M., Hurtado, L., Araujo, S., Collahuazo, Y., Guachanamá, J., Poma, N., Granda, K., Robles, A., Senés, C., & Cornejo, P. (2021). Plant Growth-Promoting Microorganisms in Coffee Production: From Isolation to Field Application. *Agronomy*, 11(8), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081531>
- Wang, Y.-L., & Zhang, H.-B. (2023). Assembly and Function of Seed Endophytes in Response to Environmental Stress. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(9), 1119–1129. <https://doi.org/10.4014/jmb.2303.03004>
- Witte, C. P., & Herde, M. (2020). Nucleotide Metabolism in Plants. In *Plant Physiology* (Vol. 182, Issue 1, pp. 63–78). *American Society of Plant Biologists*. <https://doi.org/10.1104/pp.19.00955>
- Yadav, R. S., Singh, V., Pal, S., Meena, S. K., Meena, V. S., Sarma, B. K., Singh, H. B., & Rakshit, A. (2018). Seed Bio-Priming of Baby Corn Emerged as a Viable Strategy for Reducing Mineral Fertilizer Use and Increasing Productivity. *Scientia Horticulturae*, 241, 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.096>