

Eksplorasi bakteri Rizobakter Endofit dari tanaman padi (*Oryza sativa* L.) sebagai agen pemacu pertumbuhan dan pengendali hayati ramah lingkungan

Lutfah Dwita Kurnia Yusti

Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: lutfahdwita59@gmail.com

Kata Kunci:

Bakteri endofit, rizobakter, pengendalian hayati, padi, pertanian berkelanjutan

Keywords:

Endophytic bacteria, rhizobacteria, biocontrol, rice, sustainable agriculture.

ABSTRAK

Untuk mewujudkan pertanian yang berkelanjutan, diperlukan pendekatan biologis yang dapat meningkatkan hasil produksi tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan. Salah satu solusi inovatif yang ditawarkan adalah penggunaan bakteri rizobakter endofit (Endophytic Rhizobacteria/ERB) sebagai stimulan pertumbuhan tanaman sekaligus agen pengendali hayati terhadap patogen. Studi ini mengeksplorasi potensi ERB yang diperoleh dari tanaman padi (*Oryza sativa* L.) sebagai pupuk hayati yang ramah lingkungan. Berdasarkan kajian pustaka, termasuk hasil riset dari dosen UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, beberapa isolat seperti *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Azospirillum* sp. terbukti mampu meningkatkan penyerapan unsur hara, memproduksi hormon pertumbuhan (IAA), serta menghambat perkembangan patogen tanah seperti *Rhizoctonia solani*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bakteri endofit memiliki fungsi ganda: memperbaiki fisiologi tanaman dan menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

ABSTRACT

Sustainable agriculture requires biological approaches that enhance productivity without harming the environment. One innovative alternative is the use of endophytic rhizobacteria (ERB) as plant growth promoters and biological control agents against pathogens. This study explores the potential of ERB isolated from rice plants (*Oryza sativa* L.) as eco-friendly natural biofertilizers. Based on literature reviews, including research conducted by lecturers at UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, several isolates such as *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Azospirillum* sp. have demonstrated the ability to improve nutrient uptake, produce growth hormones (IAA), and suppress soil-borne pathogens like *Rhizoctonia solani*. These findings highlight the dual role of endophytic bacteria in enhancing plant physiology and maintaining soil ecosystem balance.

Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, peningkatan produktivitas sektor pertanian telah banyak bergantung pada penggunaan input sintetis seperti pupuk kimia dan pestisida buatan. Meskipun pendekatan ini mampu memberikan hasil panen yang tinggi dalam waktu singkat, dampak jangka panjangnya terhadap lingkungan dan kesehatan tanah tidak dapat diabaikan. Penggunaan berlebihan pupuk kimia dapat menyebabkan



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

akumulasi residu berbahaya, penurunan kadar bahan organik, serta gangguan pada struktur dan mikrobiota tanah. Sementara itu, pestisida sintetis berpotensi mencemari air tanah, membahayakan organisme non-target, dan memicu resistensi pada hama serta patogen tanaman.

Kondisi ini mendorong perlunya transformasi dalam praktik pertanian menuju sistem yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu pendekatan yang kini semakin mendapat perhatian adalah pemanfaatan agen hayati, khususnya mikroorganisme yang hidup bersimbiosis dengan tanaman. Di antara berbagai jenis mikroba yang telah diteliti, bakteri rizobakter endofit (Endophytic Rhizobacteria/ERB) muncul sebagai kandidat unggulan dalam mendukung pertanian berkelanjutan. ERB merupakan kelompok bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit, dan justru memberikan manfaat fisiologis serta protektif bagi inangnya.

Menurut (Fatimah, 2024), ERB memiliki kemampuan luar biasa dalam merangsang pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme, seperti produksi hormon pertumbuhan (misalnya indole-3-acetic acid/IAA), pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, dan sintesis senyawa antimikroba yang mampu menekan perkembangan patogen. Selain itu, ERB juga berperan dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres abiotik seperti kekeringan, salinitas, dan suhu ekstrem, sehingga memperkuat ketahanan tanaman dalam menghadapi perubahan iklim.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) menjadi salah satu objek utama dalam eksplorasi mikroba endofit karena sistem perakarannya yang kompleks dan kaya akan zona rizosfer wilayah di sekitar akar yang menjadi pusat aktivitas mikroba tanah. Rizosfer padi diketahui mengandung berbagai jenis bakteri yang berpotensi mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Penelitian terhadap ERB yang diisolasi dari akar padi menunjukkan bahwa mikroba ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, tetapi juga memperbaiki struktur tanah melalui peningkatan aktivitas mikroorganisme dekomposer dan pembentukan agregat tanah.

(Prihastuti, 2016) menekankan bahwa pemanfaatan ERB dalam budidaya padi dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kesehatan tanah secara keseluruhan. Dengan meningkatnya aktivitas mikroba yang bermanfaat, proses daur ulang nutrisi menjadi lebih efisien, dan keseimbangan ekosistem mikroba tanah dapat terjaga. Hal ini pada akhirnya menciptakan lingkungan tumbuh yang lebih stabil dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal tanpa perlu bergantung pada input sintetis yang merusak.

Lebih jauh lagi, penggunaan ERB sebagai biofertilizer dan agen biokontrol membuka peluang besar dalam pengembangan teknologi pertanian berbasis biologi. Integrasi ERB ke dalam sistem pertanian modern dapat menjadi langkah strategis dalam mewujudkan pertanian yang produktif, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan. Dengan terus dikembangkan melalui riset dan aplikasi lapangan, ERB berpotensi menjadi komponen kunci dalam revolusi hijau yang baru yang tidak hanya berfokus pada

peningkatan hasil panen, tetapi juga pada pelestarian sumber daya alam dan kesejahteraan ekosistem.

Definisi dan Peran Bakteri Rizobakter Endofit

Bakteri rizobakter endofit adalah mikroorganisme yang hidup secara tersembunyi di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit, dan umumnya membentuk hubungan mutualistik dengan inangnya. Dalam interaksi ini, mikroba memperoleh nutrisi dan tempat hidup dari tanaman, sementara tanaman mendapatkan berbagai manfaat biologis seperti peningkatan pertumbuhan, efisiensi penyerapan hara, dan perlindungan alami terhadap patogen. Keberadaan ERB juga berkontribusi dalam memperkuat sistem pertahanan tanaman serta meningkatkan toleransi terhadap stres lingkungan, menjadikannya komponen penting dalam pengembangan pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dan bebas dari ketergantungan pada bahan kimia sintetis (Fajriyah et al., 2020).

Mekanisme Pemacu Pertumbuhan Tanaman (PGPR)

Bakteri rizobakter endofit merupakan bagian dari kelompok Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR), yaitu mikroorganisme yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme biologis. Di antaranya adalah kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dari atmosfer, melarutkan fosfat yang terikat dalam tanah agar lebih mudah diserap oleh akar, serta memproduksi hormon pertumbuhan seperti indole-3-acetic acid (IAA) yang berperan dalam pembentukan akar dan tunas. Selain itu, PGPR juga meningkatkan ketersediaan zat besi melalui produksi siderofor, yaitu senyawa pengikat besi yang memudahkan tanaman memperoleh unsur tersebut dari lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh (Fatimah, 2024) menunjukkan bahwa isolat *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* mampu meningkatkan biomassa tanaman hingga 25%, yang dikaitkan dengan peningkatan efisiensi proses fotosintesis. Temuan ini memperkuat peran PGPR sebagai agen hayati yang tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi pemanfaatan sumber daya alam dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Mekanisme Biokontrol

Selain berfungsi sebagai stimulan pertumbuhan, bakteri rizobakter endofit (ERB) juga memainkan peran penting dalam mekanisme pengendalian hayati terhadap patogen tanaman. Mekanisme biokontrol yang dijalankan oleh ERB mencakup beberapa strategi alami, seperti bersaing dengan mikroorganisme patogen dalam memperebutkan ruang dan sumber nutrisi di sekitar akar tanaman, menghasilkan senyawa antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan patogen, serta menginduksi ketahanan sistemik tanaman sehingga tanaman lebih siap menghadapi serangan penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh Laili (Prihastuti, 2016) menunjukkan bahwa penerapan ERB yang dikombinasikan dengan pupuk hayati cair secara signifikan dapat menurunkan intensitas penyakit akar hingga 40% dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa aplikasi mikroba, menandakan efektivitas ERB sebagai agen biokontrol dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Pembahasan

Berbagai studi ilmiah telah menunjukkan bahwa pemanfaatan bakteri rizobakter endofit (ERB) lokal memiliki potensi besar dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan, baik sebagai biofertilizer maupun agen pengendali hayati. Penelitian yang dilakukan oleh (Fatimah, 2024) mengungkapkan bahwa isolat *Bacillus subtilis* yang diperoleh dari rizosfer tanaman obat menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat tinggi terhadap *Fusarium oxysporum*, patogen penyebab penyakit layu yang umum menyerang berbagai jenis tanaman. Aktivitas antibakteri ini menunjukkan bahwa mikroba tersebut mampu menghasilkan senyawa antimikroba yang efektif dalam menekan pertumbuhan patogen, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai komponen penting dalam strategi pengendalian hayati yang ramah lingkungan.

Sementara itu, (PRIHASTUTI, 2016) melaporkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati berbasis mikroba endofit memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman padi. Penerapan pupuk tersebut tidak hanya meningkatkan jumlah anakan padi secara signifikan yang merupakan indikator penting dalam produktivitas tanaman tetapi juga memperbaiki efisiensi penyerapan nitrogen oleh akar tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba endofit berperan aktif dalam meningkatkan kinerja fisiologis tanaman melalui optimalisasi pemanfaatan unsur hara, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan hasil panen dan kualitas produksi.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Fajriyah et al., 2020) memperkuat temuan sebelumnya dengan menunjukkan bahwa pemberian inokulum *Pseudomonas fluorescens* mampu menurunkan intensitas serangan penyakit hawar daun secara signifikan. Penyakit hawar daun merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya padi yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara drastis. Dengan aplikasi mikroba endofit tersebut, tidak hanya terjadi penurunan tingkat serangan penyakit, tetapi juga peningkatan hasil panen hingga 18%. Temuan ini menunjukkan bahwa ERB tidak hanya berfungsi sebagai pelindung tanaman dari patogen, tetapi juga sebagai stimulan pertumbuhan yang mampu meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil-hasil penelitian tersebut memberikan bukti kuat bahwa mikroba endofit lokal memiliki nilai strategis yang tinggi untuk dikembangkan sebagai komponen utama dalam sistem pertanian berkelanjutan. Keunggulan utama dari penggunaan mikroba lokal terletak pada kemampuannya untuk beradaptasi dengan kondisi agroekosistem setempat, sehingga efektivitasnya dalam mendukung pertumbuhan dan ketahanan tanaman menjadi lebih optimal. Selain itu, pendekatan ini juga memperkuat kemandirian petani karena tidak bergantung pada input pertanian berbasis kimia yang umumnya diimpor dan berbiaya tinggi.

Dengan memanfaatkan sumber daya mikroba yang tersedia secara lokal, petani dapat mengurangi ketergantungan terhadap produk-produk pertanian komersial yang mahal dan berisiko terhadap lingkungan. Hal tersebut juga diperkuat oleh penelitian (Fasya et al., 2024) yang menyampaikan bahwa penerapan konsep pertanian berkelanjutan melalui pembuatan pupuk organik dan pestisida alami sebagai langkah untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia serta meningkatkan kesadaran petani terhadap praktik ramah lingkungan. Pendekatan ini juga mendorong terciptanya

sistem produksi yang lebih hemat biaya, efisien, dan ramah lingkungan. Lebih jauh lagi, pengembangan teknologi berbasis mikroba endofit membuka peluang besar dalam inovasi pertanian modern yang mengintegrasikan prinsip ekologi, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan ekonomi (Sari et al., 2024). Oleh karena itu, eksplorasi, identifikasi, dan formulasi mikroba endofit lokal sebagai biofertilizer dan agen biokontrol perlu terus didorong melalui riset lanjutan dan uji lapangan, agar manfaatnya dapat diimplementasikan secara luas dalam praktik pertanian nasional.

Kesimpulan dan Saran

Bakteri rizobakter endofit merupakan aset mikrobiologis yang sangat berharga dalam mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Melalui berbagai mekanisme biologis, mikroba ini mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara alami, memperbaiki efisiensi penyerapan nutrisi, serta memberikan perlindungan terhadap serangan patogen tanpa perlu bergantung pada bahan kimia sintetis. Peran ganda sebagai biofertilizer dan agen biokontrol menjadikan ERB sebagai solusi inovatif yang tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

Untuk memaksimalkan potensi ini, diperlukan sinergi antara dunia akademik dan praktik lapangan. Penelitian yang dilakukan di institusi pendidikan tinggi, seperti di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, telah menghasilkan berbagai temuan penting terkait efektivitas mikroba endofit lokal. Namun, agar hasil-hasil tersebut dapat memberikan dampak nyata, perlu adanya upaya yang lebih luas dalam mentransfer teknologi dan pengetahuan kepada masyarakat pertanian. Pendekatan ini mencakup pelatihan, pendampingan, serta pengembangan produk berbasis mikroba yang mudah diakses dan diterapkan oleh petani.

Selain itu, dukungan dari pemerintah dan lembaga terkait sangat penting dalam mendorong adopsi teknologi hayati ini secara masif. Dengan memperkuat kolaborasi antara peneliti, penyuluh, dan pelaku usaha tani, pemanfaatan ERB dapat menjadi bagian integral dari sistem pertanian nasional yang berorientasi pada keberlanjutan, efisiensi, dan kemandirian. Langkah ini tidak hanya akan mengurangi ketergantungan terhadap input impor, tetapi juga membuka peluang bagi pengembangan industri mikroba lokal yang berbasis pada kekayaan biodiversitas Indonesia.

Daftar Pustaka

- Fajriyah, E. N., Fitriyari, P. D., & Savitri, E. S. (2020). Identifikasi Senyawa Aktif Metabolit Sekunder Jamur Endofit Biji Juwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels.). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 3(1), 552–557. <https://repository.uin-malang.ac.id/7986/>
- Fasya, A. G., Megawati, D. S., & Amalia, S. (2024). *Pendampingan kelompok tani Desa Kluwut Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang: Menuju pertanian berkelanjutan (sustainable agriculture) melalui pembuatan pupuk organik dan pestisida alami (sertifikat hak cipta)*. <https://repository.uin-malang.ac.id/21384/>

- Fatimah, A. D. (2024). ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT DARI RIMPANG TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza*) SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI TERHADAP *Propionibacterium acnes*. *Ayαη*, 15(1), 37–48. <http://etheses.uin-malang.ac.id/65521/>
- PRIHASTUTI, P. (2016). Prospek Komersialisasi Produk Mikroba Di Bidang Pertanian. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 5(4), 159–167. <https://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/bio/article/view/3472>
- Sari, F. P., Munizu, M., Rusliyadi, M., Nuryanneti, I., & Judijanto, L. (2024). *Agribisnis: Strategi, inovasi dan keberlanjutan*. PT. Green Pustaka Indonesia.