

**ISOLASI DAN UJI POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI
ENDOFIT AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)
DAN APLIKASINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI
KELAS X SMA**



**Oleh :
ELMA
NIM.H0321366**

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

**ISOLASI DAN UJI POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI
ENDOFIT AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)
DAN APLIKASINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI
KELAS X SMA
ELMA
NIM. H0321366**

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tanggal: 30 Oktober 2025

PANITIA UJIAN

Ketua Penguji	: Dr. Nur Aisyah Humairah, S.Si., M.Pd.
Sekretaris Ujian	: M. Irfan, S.Pd., M.Pd.
Pembimbing I	: Isdaryanti, S.Si., M.Si.
Pembimbing II	: Dr. Nurmiati, S.Pd., M.Pd.
Penguji I	: Ramlah, S.Si., M.Sc.
Penguji II	: Mesra Damayanti, S.Pd., M.Pd.

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Majene, 10 November 2025

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sulawesi Barat
Dekan
Prof. Dr. H. Ruslan, M.Pd.
NIP. 196312311990031028

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Elma

NIM : H0321366

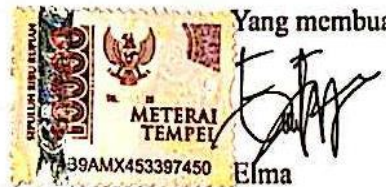
Program Studi : Pendidikan Biologi

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Majene, 1 November 2025

Yang membuat pernyataan



NIM.H0321366

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Elma
NIM : H0321366
Program Studi : Pendidikan Biologi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Universitas Sulawesi Barat Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**ISOLASI DAN UJI POTENSI BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI
ENDOFIT AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)
DAN APLIKASINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI
KELAS X SMA**

beserta instrumen penelitian yang ada (jika diperlukan). Universitas Sulawesi Barat berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Majene, November 2025

Yang membuat pernyataan



Elma

NIM.H0321366

ABSTRAK

Elma: Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Endofit Akar Tanaman Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) dan Aplikasinya Sebagai Sumber Belajar Biologi Kelas X SMA. **Skripsi Majene: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang menyebabkan kurangnya stabilitas tanah, sehingga diperlukan alternatif ramah lingkungan yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara secara alami. Salah satu upaya yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan bakteri endofit yang berasal dari akar tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) yang berpotensi melarutkan fosfat, sehingga dapat digunakan sebagai agen biofertilizer untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini, untuk mengetahui proses mengisolasi dan menguji kemampuan bakteri pelarut fosfat dari endofit akar tanaman jewawut untuk menghasilkan sumber belajar biologi dalam bentuk *E-Booklet*. Penelitian ini menggunakan sampel tanaman jewawut yang diperoleh dari Kabupaten Polewali Mandar. Penelitian menggunakan metode eksperimen melalui tahapan mengisolasi dan memurnikan, menskrining, menganalisis kemampuan produksi IAA dan Giberelin, mengidentifikasi mikroskopis, memvalidasi bahan ajar, dan mengimplementasikan di sekolah. Hasil penelitian menunjukkan dari 3 isolat hanya jewawut muda pinggir akar (JMPA) yang dapat tumbuh pada media pikovskaya sebanyak 107 koloni. Hasil pemurnian terdapat 8 isolat yang dilihat secara morfologinya dengan hasil bentuk didominasi circular, elevasi didominasi convex, tepian didominasi undulate dan semua isolat berwarna putih susu. Kemudian hasil menskrining terdapat 5 isolat yaitu JMPA2, JMPA3, JMPA4, JMPA6, dan JMPA7 memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Dari 5 isolat hanya 3 isolat yang mampu menghasilkan hormon pertumbuhan IAA dan Giberelin, dengan nilai tertinggi IAA pada isolat JMPA6 (198,22 ppm) dan giberelin pada isolat JMPA3 (97,61 ppm). Berdasarkan hasil mengidentifikasi mikroskopis ketiga isolat bersifat gram positif. Pada validasi mendapatkan rata-rata valid dan hasil uji respon yang dilakukan peserta didik yang berjumlah 32 orang berada pada kategori sangat setuju dengan rata-rata persentase diatas 81% . Dengan demikian, isolat endofit akar jewawut berpotensi sebagai agen hayati pelarut fosfat sekaligus mendukung penyusunan sumber belajar biologi yang inovatif dan berbasis penelitian.

Kata Kunci: Isolasi, Skrining, Identifikasi, Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv), Sumber Belajar.

ABSTRACT

Elma: Isolation and Potential Test of Phosphate-Solubilizing Bacteria from Endophytic Roots of Foxtail Millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) and its Application as a Biology Learning Resource for Grade X Senior High School. **Undergraduate Thesis. Majene: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

The long-term use of inorganic fertilizers causes a decline in soil stability; therefore, environmentally friendly alternatives are needed to naturally increase nutrient availability. One potential approach is the utilization of endophytic bacteria isolated from the roots of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) that possess phosphate-solubilizing abilities, making them potential biofertilizer agents to support plant growth. This study aimed to isolate and evaluate the phosphate-solubilizing ability of endophytic bacteria from foxtail millet roots and to develop a biology learning resource in the form of an e-booklet. The samples of foxtail millet were obtained from Polewali Mandar Regency. The research employed an experimental method through several stages: isolation and purification, screening, analysis of IAA and gibberellin production, microscopic identification, learning material validation, and implementation in schools. The results showed that among three isolates, only the young foxtail millet root margin isolate (JMPA) grew on Pikovskaya medium, producing 107 colonies. After purification, eight isolates were obtained, which were morphologically dominated by circular shapes, convex elevations, undulate margins, and milky white colors. Screening results indicated that five isolates—JMPA2, JMPA3, JMPA4, JMPA6, and JMPA7—had phosphate-solubilizing ability. Among them, three isolates were capable of producing growth hormones IAA and gibberellin, with the highest IAA value observed in JMPA6 (198.22 ppm) and the highest gibberellin value in JMPA3 (97.61 ppm). Microscopic identification showed that the three isolates were Gram-positive. Validation results indicated that the developed material was valid, and the student response test involving 32 participants showed a “strongly agree” category with an average percentage above 81%. Thus, endophytic isolates from foxtail millet roots have potential as phosphate-solubilizing bioagents while also supporting the development of innovative and research-based biology learning resources.

Keywords: Isolation, Screening, Identification, Foxtail Millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv), Learning Resource.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, sejak tahun 1968 terjadi peningkatan kebutuhan pupuk buatan yang cukup signifikan. Penggunaan pupuk buatan dengan konsentrasi tinggi serta tidak proporsional dapat memengaruhi keseimbangan unsur hara di dalam tanah (Wahdah *et al.*, 2024). Sebagian besar petani cenderung memilih pupuk anorganik karena dianggap dapat menyediakan unsur hara secara cepat dan dalam takaran yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Namun demikian, penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dalam jangka panjang dapat menurunkan kestabilan tanah dan menyebabkan tanah menjadi keras. Oleh sebab itu, untuk mencegah kehilangan unsur hara penting yang diperlukan tanaman, pupuk organik perlu dijadikan sebagai alternatif. Pupuk organik berasal dari hasil penguraian bahan-bahan alami yang mengandung banyak unsur hara dan berperan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Selain itu, pupuk organik juga lebih ramah lingkungan, mudah terurai di dalam tanah, mudah diserap oleh tanaman, serta mampu memperbaiki struktur tanah. Salah satu contoh pupuk organik adalah biofertilizer (Masniawati *et al.*, 2024).

Biofertilizer atau pupuk hayati dapat menjadi solusi alternatif untuk menggantikan penggunaan pupuk kimia di lahan pertanian, guna mengurangi dampak negatif yang dapat ditimbulkan, baik bagi manusia maupun lingkungan (Walida *et al.*, 2024). Penggunaan biofertilizer yang mengandung berbagai jenis mikroba dapat menghasilkan fitohormon dan senyawa bioaktif lainnya, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas tanah serta mempercepat pertumbuhan tanaman. Namun, penggunaan pupuk hayati (biofertilizer) belum memiliki hasil yang signifikan pada tanah yang masam. Berdasarkan pendapat Zulfa *et al.* (2024), menjelaskan bahwasannya, penggunaan pupuk hayati tidak menghasilkan perbedaan signifikan pada jumlah daun jagung. Hal tersebut dapat terjadi karena kuantitas atau ketersediaan senyawa organik di dalam tanah masam belum mencukupi. Hal ini dapat terjadi ketika ketersediaan nutrisi tidak mencukupi sehingga pertumbuhan tanaman terhambat.

Nutrisi tanaman merupakan unsur kimia penting yang berperan dalam menunjang pertumbuhan serta reproduksi tanaman. Secara umum, nutrisi tanaman diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu unsur esensial dan non-esensial (Inaya et al., 2021). Dari sejumlah unsur hara sebagai nutrisi tanaman, fosfat (P) termasuk salah satu unsur hara yang memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Kekurangan fosfat dapat memengaruhi ketersediaan unsur hara lain yang dibutuhkan oleh tanaman. Akan tetapi, dalam praktiknya, ketersediaan fosfat di dalam tanah seringkali rendah, sehingga tidak dapat sepenuhnya dimanfaatkan oleh tanaman (Oksilia & Alby, 2020). Ditambahkan oleh Minarsih et al. (2020), fosfat memiliki sifat yang sangat stabil di dalam tanah, sehingga potensi kehilangan akibat pencucian sangat kecil. Namun demikian, fosfat bersifat reaktif dan mudah berikatan dengan Al dan Fe yang kemudian membentuk senyawa kompleks yang sulit larut menjadikan jumlah fosfat yang tersedia bagi tanaman menjadi sangat terbatas. Kondisi ini menjadi salah satu permasalahan utama dalam penyediaan fosfat tanah.

Upaya untuk penyediaan fosfat yang tersedia di tanah bagi tanaman dalam bidang mikrobiologi yaitu melalui penggunaan bakteri pelarut fosfat. Salah satu bakteri yang memiliki potensi besar untuk aplikasi pertanian *sustainable* dan menyediakan fosfat adalah bakteri endofit. Senyawa bioaktif yang terbentuk oleh bakteri endofit ini dapat mempertinggi hasil tanaman tanpa mengganggu laju tumbuh tanaman inang. Bakteri endofit hidup di dalam jaringan vaskular tanaman tanpa mempengaruhi pertumbuhannya dan menjalin simbiosis dengan tanaman inang melalui produksi metabolit sekunder, senyawa antimikroba, antifungi, dan lainnya yang dapat mendukung pertanian yang *sustainable* (Kristianingrum et al., 2024).

Penyediaan bakteri endofit dilakukan dengan cara isolasi mikroorganisme. Tujuan dari pemisahan mikroorganisme ini adalah untuk mendapatkan kultur bakteri yang terpisah dari bakteri lain, yang dikenal sebagai kultur murni. Pemisahan bakteri ini penting untuk mengidentifikasi jenis bakteri, serta mempelajari aspek-aspek seperti kultur, morfologi, fisiologi, dan karakteristik lainnya dari bakteri tersebut (Putri & Purnawati, 2024).

Di Kabupaten Polewali Mandar, karena belum terdapat penelitian yang mengeksplorasi potensi bakteri endofit pelarut fosfat pada tanaman jiwawut sebagai kandidat *biofertilizer*. Oleh karena itu, peneliti memilih untuk melaksanakan penelitian

ini. mengenai kemampuan bakteri endofit pelarut fosfat yang terdapat pada tanaman jewawut, yang diambil dari lahan pertanian masyarakat setempat. Perlu diketahui bahwa mikroba ini sebenarnya sudah ada di dalam tanah tanaman jewawut, hanya saja mikroba itu belum maksimal dalam menjalankan fungsinya salah satu akibat dari penggunaan pupuk kimiawi dalam jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi bakteri pelarut fosfat yang mampu tumbuh pada media selektif *Pikovskaya*. Serta untuk mengevaluasi kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat diterapkan dalam dunia pendidikan, khususnya sebagai sumber materi pembelajaran biologi yang relevan dengan topik mikrobiologi dan pertanian.

Sumber belajar memegang peranan yang sangat penting dalam kegiatan pembelajaran. Guru hendaknya memilih sumber belajar yang berfokus pada tujuan yang telah ditentukan dalam kurikulum. Selain itu, sumber belajar juga perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan sekitar agar proses pembelajaran lebih relevan dan bermakna. Sumber belajar meliputi berbagai aspek, seperti pesan, bahan, alat, metode, serta lingkungan, yang dapat dimanfaatkan oleh peserta didik dalam kegiatan belajar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran mereka (Ginantara & Aguss, 2022).

Penelitian ini mendukung kajian biologi, data dan substansi hasil penelitian ini berpotensi menjadi alternatif dalam pengembangan sumber belajar siswa terutama kelas X SMA (Sekolah Menengah Atas) pada kurikulum merdeka dengan capaian pembelajaran (CP) materi Bakteri yaitu pada akhir fase E Peserta didik memahami proses klasifikasi bakteri, peranan bakteri dalam kehidupan, dan pemanfaatan bakteri dalam berbagai bidang kehidupan. Tujuan pembelajaran (TP) Peserta didik dapat mengidentifikasi ciri-ciri dan struktur bakteri, mengidentifikasi cara hidup bakteri, menjelaskan cara reproduksi bakteri dan menjelaskan peranan bakteri dalam kehidupan.

Menurut Apriyeni et al. (2021), media pembelajaran adalah salah satu komponen penting pada kegiatan pembelajaran. Salah satu media pembelajaran adalah penggunaan *E-Booklet* merupakan media pendidikan berupa buku kecil yang berisi tulisan, gambar, atau keduanya. *E-Booklet* dikemas menarik akan mampu

meningkatkan hasil belajar, *E-Booklet* berukuran kecil, mudah dibawa serta mudah untuk dipelajari kemudian memiliki bentuk menarik dan tulisan yang dikemas dengan singkat. Adanya media *E-Booklet* nantinya berisi pengetahuan mengenai jenis-jenis bakteri pelarut fosfat yang akan memudahkan peserta didik untuk mendapatkan informasi sebagai pengetahuan dan menumbuhkan motivasi belajar. Sehingga *E-Booklet* ini sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran bersifat kontekstual di sekolah.

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “ .Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Endofit Akar Tanaman Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) dan Aplikasinya Sebagai Sumber Belajar Biologi Kelas X SMA “ .

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Masih kurangnya informasi ilmiah di daerah Sulawesi Barat mengenai potensial bakteri Endofit akar pelarut fosfat yang diisolasi dari tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) Terbatasnya kandidat bakteri endofit yang berpotensi sebagai pupuk hayati pelarut fosfat yang diisolasi dari tanaman jewawut.
2. Belum adanya pengimplementasian hasil dari penelitian isolasi dan uji potensi bakteri pelarut fosfat dari endofit akar tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) ke dalam dunia pendidikan sebagai sumber belajar biologi dalam bentuk *E-booklet*.

C. Batasan dan Rumusan Masalah

1. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, agar penelitian tidak meluas maka penelitian membatasi ruang lingkup permasalahan ini dengan melihat hasil isolasi mikroba hingga uji potensi pada endofit akar tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) sebagai sumber belajar biologi serta implementasi hasil penelitian ini dalam bentuk media *E-booklet* untuk mendukung pembelajaran biologi.

2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana cara mengisolasi, mengkarakterisasi dan menguji potensi bakteri endofit pelarut fosfat yang terdapat di lahan pertanian jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)?
- b. Bagaimana potensi bakteri endofit yang diisolasi dari lahan pertanian jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)?
- c. Bagaimana implementasi hasil penelitian dalam bentuk *E-booklet* sebagai sumber belajar dengan materi bakteri dapat mendukung pembelajaran biologi?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui cara mengisolasi, mengkarakterisasi dan menguji potensi bakteri endofit pelarut fosfat yang terdapat di lahan pertanian jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv).
2. Untuk mengetahui bagaimana potensi bakteri endofit yang diisolasi dari lahan pertanian jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)
3. Untuk mengetahui bagaimana implementasi hasil penelitian dalam bentuk *E-booklet* sebagai sumber belajar dengan materi bakteri dapat mendukung pembelajaran biologi.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang bakteri potensial khususnya dalam melarutkan fosfat dari bagian endofit akar tanaman jewawut
- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi terkait penelitian yang akan dilakukan bagi peneliti berikutnya

2. Manfaat Praktis

1. Bagi Peneliti

- 1) Sebagai pengalaman dalam mengisolasi dan menguji bakteri endofit akar jewawut untuk mengetahui kemampuan dalam melarutkan fosfat yang dapat diaplikasikan oleh penelitian selanjutnya dalam pembuatan pupuk
- 2) Sebagai salah satu sumber pengetahuan dalam mengembangkan bahan ajar berupa *E-Booklet*
2. Bagi Pendidikan
 - 1) Sebagai sumber belajar bagi siswa khususnya materi bakteri pada pembelajaran biologi
 - 2) Sebagai sumber informasi mengenai seberapa besar potensi bakteri yang diisolasi dari endofit akar tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv)
3. Bagi Masyarakat
 - 1) Sebagai sumber data dan informasi tentang tanaman lokal yang memiliki potensi sehingga dapat dijadikan produk ramah lingkungan, salah satunya sebagai kandidat biofertilizer untuk meningkatkan produktivitas tanaman jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) pada khususnya dan tanaman lain pada umumnya.
 - 2) Sebagai sumber informasi bagi masyarakat dalam mengembalikan sifat tanah yang rusak akibat penggunaan pupuk kimia yang berbahaya karena hasil dari data ini dapat dibuat menjadi pupuk.

F. Penelitian Relevan

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Hala et al. (2022), mendapatkan hasil bahwa pada isolasi dan identifikasi bakteri endofit memperoleh hasil pada Bakteri endofit yang ditemukan pada akar tanaman kayu jawa terdiri atas dua isolat, yaitu dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Sementara itu, pada bagian batang tanaman kayu jawa ditemukan tiga isolat bakteri endofit yang berasal dari genus *Monococcus*, *Bacillus*, dan *Staphylococcus*. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki **kesamaan** menggunakan metode isolasi dan sampel berupa bakteri endofit dari akar. Adapun **perbedaan** pada penelitian ini menggunakan dua bagian tumbuhan yaitu akar dan batang kayu jawa
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Lestari (2023), mendapatkan hasil bahwa pada potensi bakteri endofit memperoleh hasil pada akar ditemukan 13 isolat dari genus *Micrococcus*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Pada penelitian yang

dilakukan ini memiliki **kesamaan** menggunakan metode isolasi dan sampel berupa bakteri endofit akar tanaman. Adapun **perbedaan** pada penelitian ini menggunakan uji biokimia dan tanaman yang digunakan berupa tanaman bangun-bangun (*C. amboinicus* Lour)

3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Arisna & Asri (2019), mendapatkan hasil bahwa pada potensi isolat bakteri endofit memperoleh hasil 5 isolat berpotensi yaitu AA2, AA7, AA8, AA9 dan AA10. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki **kesamaan** menggunakan metode isolasi dan sampel berupa bakteri endofit akar tanaman. Adapun **perbedaan** pada penelitian ini menggunakan rekultur isolat dan tanaman yang digunakan berupa bawang merah.
4. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Andriani & Oktafiyanto (2019), mendapatkan hasil bahwa pada potensi isolat sebanyak 13 isolat yaitu Ta42t, Ta46t, Ta31n, Tb31t, Tb35t, Tb41t, Ta34n, Tb34n, Ta36n, Tb32t, Tb43n, Ta43n, Tb32n dan Tb45n. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki **kesamaan** untuk mengetahui potensi bakteri endofit dengan melakukan beberapa metode uji bakteri. Adapun **perbedaan** pada penelitian ini menggunakan bahan tanaman paitan beserta penelitian ini melakukan uji antagonis.
5. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Yusril (2024), pada isolasi, skrining dan identifikasi bakteri rhizosfer penambat nitrogen kandidat Biofertilizer pada tanaman jewawut diperoleh 5 isolat dapat menambat nitrogen dilihat adanya cincin yang terbentuk. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki **kesamaan** menggunakan tanaman jewawut dan dilakukannya juga uji IAA dan GA3 kemudian pewarnaan gram beserta karakterisasi morfologi. Adapun **perbedaan** pada penelitian ini yaitu pada sampelnya menggunakan bakteri rhizosfer serta identifikasi bakteri berbasis 16S rRNA dan dilakukannya analisis BLAST.
6. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Febriani et al. (2023), mendapatkan hasil bahwa pada analisis validasi *E-booklet* menggunakan Aiken's V sebesar 0,95 dan Uji reliabilitas menggunakan ICC sebesar 0,933 sehingga dikatakan sebagai hasil yang baik. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki **kesamaan** yaitu, dalam pembuatan *E-booklet* menggunakan aplikasi Canva sebagai alat pembuatan *E-booklet*, kemudian dilakukan tahap validasi dengan

melakukan penilaian yang didasarkan pada skala *likert*. Adapun **perbedaan** yaitu, dalam membantu agar booklet tersebut dapat diubah menjadi tampilan secara digital atau *E-booklet* maka menggunakan *flipHTML5*. Kemudian, pada penelitian Febriani ini akan dilakukan uji reliabilitas menggunakan ICC.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian isolasi bakteri pelarut fosfat dari akar tanaman jiwawut dan implementasinya dalam mendukung pembelajaran biologi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses isolasi dapat dilakukan dengan pengenceran bertingkat dengan media pikovskaya dan berhasil diperoleh 8 isolat, setelah dimurnikan dengan menggunakan media NA selanjutnya dipindahkan kembali ke media pikovskaya untuk dilakukan skrining pelarut fosfat dan didapatkan 5 isolat yang mampu menghasilkan fosfat, selanjutnya 3 isolat terpilih diuji kemampuan bakteri dalam memproduksi IAA dan GA3 (giberelin) dilakukan dengan menumbuhkan isolat bakteri pada media Nutrient Broth dan hasilnya semua isolat mampu menghasilkan IAA dan Giberelin, kemudian isolat tersebut dilakukan identifikasi mikroskopis dengan teknik pewarnaan gram dan diperoleh seluruh bakteri merupakan gram positif.
2. Hasil seleksi kemampuan bakteri endofit dalam melarutkan fosfat menunjukkan 5 isolat mampu melarutkan fosfat yaitu isolate JMPA2, JMPA3, JMPA4, JMPA6 dan JMPA7. Pelarutan tinggi ini berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai agen hayati dalam meningkatkan ketersediaan fosfat di lahan pertanian. Selain itu dilakukan uji IAA dan Giberelin (GA3) menunjukkan 3 isolat dapat menghasilkan IAA dan GA3 dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Pada konsentrasi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolate JMPA6 yaitu 198.22 ppm, sedangkan konsentrasi IAA yang terendah dimiliki oleh isolate JMPA4 yaitu 109.18 ppm. Sedangkan kemampuan produksi GA3 tertinggi dihasilkan oleh isolate JMPA3 yaitu 97.61 ppm, sedangkan konsentrasi GA3 terendah ditunjukkan oleh isolate JMPA4 yaitu 91.34 ppm.
3. *E-Booklet* sebelum diimplementasikan dilakukan validasi dan hasilnya sangat valid kemudian diuji cobakan pada kelas X-4 SMA Negeri 1 Tinambung dan mendapatkan hasil sangat setuju dilihat dari persentase pilihan dari peserta didik yang menunjukkan media *E-Booklet* ini dapat meningkatkan minat belajar peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan Kesimpulan dari hasil penelitian, maka saran yang ingin disampaikan oleh peneliti sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji coba aplikasi bakteri ini pada tanaman jewawut atau jenis tanaman lain untuk melihat efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen secara nyata.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam pembuatan *biofertilizer* dari bakteri yang telah diisolasi dari akar tanaman jewawut.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan bisa mengembangkan *E-Booklet* yang lebih menarik dan mengaplikasikan bahan ajar ini di sekolah-sekolah lain untuk menguji efektivitasnya secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsattar, A. M., El-Esawi, M. A., Elsayed, A., & Heikal, Y. M. (2024). Comparison between bacterial bio-formulations and gibberellic acid effects on *Stevia rebaudiana* growth and production of steviol glycosides through regulating their encoding genes. *Scientific Reports*, 14(1), 24130. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73470-0>
- Abdila, A., Japarang, N., Agustin, N., Hafni, W., Annisi, A. D., Karim, H., ... & Jumadi, O. (2022). Populasi mikroorganisme tanah pada lahan jagung setelah aplikasi pupuk poliakrilat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 8-21. <https://eprints.unm.ac.id/24051/>
- Agustina, N., Asih, E. N. N., & Kartika, A. G. D. (2022). Jenis gram dan morfologi koloni bakteri air baku garam. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.29303/jikls.v2i1.44>
- Ainutajriani., Artanti, D., & Rohmayani, V. (2024). Bakteriologis dasar: Rena cipta mandiri.
- Andriani. D & Oktafiyanto. F. M. (2019). Potensi bakteri endofit dari tanaman paitan *Titonia deversifolia* sebagai biofertilizer dan biopestisida. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 1(2), 84-90. <https://scholar.archive.org/work/m2y4oijflvf3lg6srefy2n3dtq/access/wayback/http://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JUATIKA/article/download/146/141>.
- Anggreanita, B., Pata'dungan, Y. S., & Khaliq, M. A. (2022). Identifikasi Dan Uji Kemampuan Melarutkan Fosfat Fungi Pelarut Fosfat Dari Rhizosfer Tanaman Nilam (*Pogestemon Cablin Benth.*) Di Desa Makmur Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis: jurnal ilmu pertanian (e-journal)*, 10(4),565-573. <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/1435>.
- Ani, J., Lumanauw, B., & Tampenawas, J. (2021). Pengaruh citra merek, promosi dan kualitas layanan terhadap keputusan pembelian konsumen pada e-commerce Tokopedia di kota manado. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 10(1), 663-674. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba/article/view/38284>
- Apriyeni. O., Syamsurizal., Alberida. H & Rahmi. L. Y. (2021). Booklet pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(1), 8-13. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU/article/view/33805>.
- Aqlinia. M., Pujiyanto. S & Wijanarka. (2020). Isolasi bakteri endofit banle (*Zingiber cassumunar Roxb.*) dan antibakteri supernatan Crude metabolit sekunder isolat potensial terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal akademika biologi*, 9(1), 23-31. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/27742>.
- Arifiani, R. N., & Lisdiana, L. (2021). Potensi Isolat Bakteri Endofit pada Akar Tanaman Jagung (*Zea mays*) Sebagai Penghasil Hormon Indole Acetic Acid. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(3), 285-291.

<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/12172>.

- Arisna. W. S. T & Asri. T. M. (2019). Potensi isolat bakteri endofit akar tanaman bawang merah (*Allium ascalonium*) sebagai bakteri pelarut fosfat. *Jurnal lenteraBio*, 8(3), 260- 267. <https://core.ac.uk/download/pdf/482199456.pdf>.
- Arunachalam, T., Gade, K., Mahadule, P. A., Soumia, P. S., Govindasamy, V., Gawande, S. J., & Mahajan, V. (2024). Optimizing plant growth, nutrient uptake, and yield of onion through the application of phosphorus solubilizing bacteria and endophytic fungi. *Frontiers in microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1442912>
- Asril, M., Nirwanto, Y., Purba, T., Mpia, L., Rohman, H. F., Siahaan, A. S., ... & Mazlina, M. (2022). *Ilmu Tanah*. Yayasan Kita Menulis.
- Ayesha, C., Advinda, L., Violita, V., & Handayani, D. (2023). Potential Of *Pseudomonas fluorescens* As Plant Growth Promoting Bacteria. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(1), 98-103. <https://serambibiologi.ppj.unp.ac.id/index.php/srmb/article/view/178>.
- Azrai. M., Aqil. M., Suarni. Efendi. R., Bunyamin. Z & Arvan. Y. R. (2020). *Teknologi budidaya tanaman jewawut*. Yogyakarta : CV. Cakrawala Yogyakarta.
- Cho, H. J., Son, S. H., Chen, W., Son, Y. E., Lee, I., Yu, J. H., & Park, H. S. (2022). Regulation of Conidiogenesis in *Aspergillus flavus*. *Cells*, 11(18), 2796. <https://www.mdpi.com/2073-4409/11/18/2796>.
- Delinno, P. Y., Tae, A. S. A., & Benggu, Y. I. (2024, January). Isolasi Dan Identifikasi Fungi Pelarut Fosfat (FPF) Indigen dari Ekosistem Kebun dan Ekosistem Pantai di Kabupaten Kupang. In *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, 2(1), pp. 134-149). <https://conference.undana.ac.id/index.php/snperta/article/download/503/424>.
- Fachrial. E., Harmileni & Anggraini. S. (2022). *Pengantar teknik laboratorium mikrobiologi dan pengenalan bakteri asam laktat*. Medan : UNPRI PRESS.
- Fathoni, M. Z., Ismiyah, E., & Sudirdjo, P. (2020). Pelatihan pembuatan dan penggunaan pupuk pada tanaman di SMA Muhammadiyah 3 Bungah Gresik. *Humanism: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2). <https://journal.um-surabaya.ac.id/HMN/article/view/5870>
- Fallo, G., Pardosi, L., & da Cruz, A. M. (2022). Karakterisasi bakteri endofit tanaman sirih Timor (*Piper betle* L.) penghasil antibakteri. *Jurnal Biologi Papua*, 14(2), 102-108. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=3396402&val=29798&title=Karakterisasi%20Bakteri%20Endofit%20Tanaman%20Sirih%20Timor%20Piper%20betle%20L%20Penghasil%20Antibakteri>.
- Febriani, S., Yeni, L. F., & Wahyuni, E. S. (2023). Pengembangan E-Booklet pada sub materi peranan bakteri kelas X SMA sebagai media pembelajaran. *Bioscientist, Jurnal ilmiah Biologi*, 11(2), 1071-1083. <https://pdfs.semanticscholar.org/3b74/4076f25c4d6d38fb7fadbb1a4aa68b4d1507.pdf>

- Feng, Y., Tian, B., Xiong, J., Lin, G., Cheng, L., Zhang, T., ... & Li, X. (2024). Exploring IAA biosynthesis and plant growth promotion mechanism for tomato root endophytes with incomplete IAA synthesis pathways. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11(1), 187. <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00712-8>
- Fitriani. N. N & Fitrihidajati. H. (2023). Pengembangan E-Booklet sub materi daur ulang limbah untuk melatih keterampilan literasi sains peserta didik kelas X SMA. *Jurnal Bioedu*, 12(2), 403 - 413. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/48263>.
- Ginantara, A., & Aguss, R. M. (2022). Pengembangan bahan ajar permainan bola besar sebagai sumber belajar di SMA Negeri 1 Trimurjo. *Journal Of Physical Education*, 3(2), 26-33. <https://www.academia.edu/download/112637266/677.pdf>.
- Hala. Y., Arifin. N. A., Karim. H & Arsal. F. A. (2022). Isolasi dan identifikasi bakteri endofit dari batang dan akar tanaman kayu jawa (*Lannea coromandelica*). *Jurnal seminar nasional UNM*. <https://ojs.unm.ac.id/semnaslemlit/article/viewFile/40285/19096>.
- Handayani, K., Royanti, V., & Ekowati, C. N. (2022). Indeks keanekaragaman bakteri *Bacillus* Sp. Dari tanah kebun raya liwa. In gunung Djati conference, series, 1(8), 46-52. <http://www.conferences.uinsgd.ac.id/index.php/gdcs/article/view/1097>.
- Hartanti. S. A. D. (2020). Isolasi bakteri endofit pelarut fosfat pada tanaman padi (*Oryza sativa*) var.situbagendit. *Jurnal Stigma*, 13(1), 8 - 14. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/stigma/article/view/2417>.
- Hartati, R. D. (2023). Pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat pada berbagai pH tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *JA-CROPS (Journal of Agrotechnology and Crop Science)*, 1(1), 26. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jacrops/article/view/2782>.
- Hidayat, F & Nizar, M. (2021). Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation And Evaluation) dalam pembelajaran pendidikan agama islam. *Jurnal inovasi pendidikan agama islam*, 1(1), 28-37. <https://www.academia.edu/download/111186059/pdf.pdf>
- Hidayati. N & Syarif. F. (2019). Pertumbuhan dan produksi tanaman jewawut [*Setaria italica*(L.) P. Beauv.] pada perlakuan dosis radiasi dengan pengurangan frekuensi penyiraman untuk seleksi toleran kekeringan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(2), 177-185. DOI: [10.47349/jbi/15022019/177](https://doi.org/10.47349/jbi/15022019/177)
- Ikhtiar. T., Jaya. A., Zahratina. R. H., Madalena. K. D., Putri. N & Suryanda. A. (2022). Analisis implementasi kurikulum merdeka pada pembelajaran biologi di sekolah Urban. *Jurnal penelitian, pendidikan dan pengajaran*, 3(3), 216-224. <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/JPPG/article/view/12940>.
- Imran. N. H. D., Nurmi., Jamin. S. F & Azis. A. M. (2021). Kandungan unsur hara makro N, P, K serta kualitas air di bendungan Alale, lomaya dan alopohu.

- Jurnal Soil-Env, 21(3), 34-39.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/soilenvironmental/article/view/38763>.
- Inaya, N., Armita, D., & Hafsan, H. (2021). Identifikasi masalah nutrisi berbagai jenis tanaman di Desa Palajau Kabupaten Jeneponto. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(3), 94-102. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/filogeni/article/view/26114>.
- Irawati, W. (2025). *Mikrobiologi: buku ajar berbasis penelitian*. Penerbit Andi.
- jo, G. S., Kim, S. Y., Cho, J. S., & Cheong, Y. H. (2019). Isolation and characterization of phosphate solubilizing pseudomonas species and their effect on plant growth promotion. *Korea journal of soil science and fertilizer*, 54(4), 438-447. <https://doi.org/10.7745/KJSSF.2019.52.4.438>
- Joe, M. M., Deivaraj, S., Benson, A., Henry, A. J., & Narendrakumar, G. (2018). Soil extract calcium phosphate media for screening of phosphate-solubilizing bacteria. *Agriculture and Natural Resources*, 52(3), 305-308. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.09.014>
- Jogiyanto, H. (2018). *Strategi Penelitian Bisnis*. Yogyakarta : Katalog dalam Terbitan.
- Juniarti, S. M., Khotimah, S., Rahmawati, R., & Mukarlina, M. (2024). Potensi Antagonis Bakteri Pelarut Fosfat Asal Tanah Gambut terhadap Bakteri *Xanthomonas* sp. Penyebab Kanker Daun Tanaman Jeruk Siam Pontianak. *Life Science*, 13(1), 54-61. <https://journal.unnes.ac.id/sju/UnnesJLifeSci/article/view/74174>.
- Kadir, M., Isnaini, L. J., Syatrawati., Kumalawati. Z & Karlina. (2021). Karakterisasi morfologi aksesi jewawut (*Setaria italica* L. P. Beauv.) untuk budidaya pangan alternatif di lahan sub-optimal. *Jurnal Agroteknologi pertanian dan publikasi riset ilmiah*, 3(1), 1-9. <http://jurnal.ugp.ac.id/index.php/JAPPRI/article/view/612>.
- Khusna. A & Ratnaningsih. N. (2022). Pengembangan roti manis dengan substitusi tepung jewawut dan isian selai salak untuk remaja. <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/download/59357/19101>.
- Krell, T., & Matilla, M. A. (2024). *Pseudomonas aeruginosa*. *Trends in microbiology*, 32(2), 216-218. DOI: [10.1016/j.tim.2023.11.005](https://doi.org/10.1016/j.tim.2023.11.005)
- Kristianingrum, S. A., Setiawan, A. W., & Jayanti, R. M. (2024). Potensi Bakteri Endofit dari Tanaman Jahe Sebagai Agens Pengandali Hayati. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 1749-1760. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist/article/view/12263>.
- Kristianti, D., Siahaan, P., & Tangapo, A. M. (2023). Karakterisasi dan Uji Produksi IAA Bakteri Rizosfer dari Tanaman Putri Malu (*Mimosa pudica* L.). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(2). <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/27901>
- Kurnia, I. R., & Sunaryati, T. (2023). Media Pembelajaran Video Berbasis Aplikasi Canva Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Educatio FKIP*

- UNMA, 9(3), 1357-1363.
<http://www.ejournal.unma.ac.id/index.php/educatio/article/view/5579>.
- Lestari, D. E. (2023). Potensi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Bangun-bangun (*Couleur amboinicus* Lour) sebagai Pelarut Fosfat. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 423-429.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/22750>.
- Lisa, M. (2020). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Nitrogen dari Tanah Gambut Kecamatan Trumon, Aceh selatan (Doctoral dissertation, UIN AR-RANIRY).
<https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/12476/>
- Magdalena, I., & Manurung, R. (2022). Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Padi pada Tanah Salin-Sodik melalui Aplikasi Amendemen Gypsum dan Amendemen Biochar Sekam Padi-Kotoran Sapi serta melalui Biopriming Benih dengan *Pseudomonas Aeruginosa* dan *Azotobacter chroococcum*. DOI:[10.13140/RG.2.2.35233.99688](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35233.99688)
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murti Laksono, A. (2021). Pupuk dan pemupukan. Syiah Kuala University Press.
- Mariana. A., Irianto. A & Budisantoso. I. (2023). Karakteristik bakteri endofit akar tanaman kedelai penghasil hormon tumbuh IAA. *Journal of Tropical Biology*, 7(2), 35-42.
<https://jurnalsaintek.uinsa.ac.id/index.php/biotropic/article/view/1930>.
- Masniawati, A., Khaerani, A., & Fahrudin, F. (2024). Pengaruh Pemberian Biofertilizer Terhadap Produktivitas Tanaman Jagung Pakan Varietas Jakarin dan Populasi Bakteri Rhizosfer. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 15(2),
<http://journal-old.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/36854>.
- Mesra, P., & Kuntarto, E. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi minat belajar siswa di masa pandem. *Jurnal ilmiah wahana pendidikan*, 7(3), 177-183.
<https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP>.
- Minarsih. S., Samijan. S & Arianti. D. F. (2020). Peningkatan ketersediaan fosfat pada tanah masam melalui inokulasi BPF dan penambahan bahan organik. *Jurnal prosiding seminar nasional. Peningkatan Ketersediaan Fosfat pada Tanah Masam Melalui Inokulasi BPF dan Penambahan Bahan Organik | Minarsih | Seminar Nasional Lahan Suboptimal*.
- Muhazaroh. I. (2023). Pemanfaatan media digital dalam pembelajaran biologi di era globalisasi. *Jurnal Penelitian multidisiplin*, 2(1), 153-157.
<https://journal.pbnsurabaya.co.id/index.php/jupm/article/view/116>.
- Muhyidin, H., Islami, T., & Maghfoer, M. D. (2018). Pengaruh konsentrasi dan waktu pemberian giberelin pada pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(6), 1147-1154.
<https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/759>
- Nainggolan, J. (2024). Pemanfaatan mikroorganisme tanah untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas pertanian. *literacy notes*, 2(1).
<http://liternote.com/index.php/ln/article/view/177>.

- Nea, S. D., Puspitasari, D. J., Inda, N. I., & Sumarni, N. K. (2024). Reduksi Kandungan Zat Aktif Anionik dalam Limbah Laundry dengan Memanfaatkan Kombinasi Zeolit dari Tongkol Jagung dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 10(1), 77-84. DOI: [10.22487/kovalen.2024.v10.i1.16982](https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i1.16982)
- Novitasari, D. W & Munif, A. (2020). Potensi beberapa isolat bakteri endofit untuk biokontrol *Fusarium oxysporum* f.sp cepae pada tanaman bawang merah. *Jurnal Fitopatologi*, 16(5), 227-234. <https://core.ac.uk/download/pdf/563934084.pdf>.
- Nuraini, C., Saida, S., Suryanti, S., & Nontji, M. (2020). Isolasi dan identifikasi bakteri rhizosfer tanaman jagung pada fase vegetatif dan generatif. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu pertanian*, 1(1), 24-30. <https://jurnal.fp.umi.ac.id/index.php/agrotekmas/article/view/103>
- Nurhabiba, F. D., Misdalina, M., & Tanzimah. (2023). Kemampuan Higher Order Thinking Skill (HOTS) dalam pembelajaran berdiferensiasi SD 19 Palembang. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(3), 492-504. <https://www.journal.stkipsubang.ac.id/index.php/didaktik/article/view/1405>
- Oksilia & Alby, S. (2020). Pengaruh pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi mentimun jepang (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal ilmu pertanian agronitas*, 2(2), : 38-45. DOI:[10.51517/ags.v2i2.235](https://doi.org/10.51517/ags.v2i2.235)
- Oktaviana, S., & Saputra, M. I. (2024). Implementasi model pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa. *At-Ta'dib: jurnal ilmiah prodi pendidikan agama islam*, 118-130. <https://doi.org/10.47498/tadib.v16i1.2941>.
- Permatasari, L., & Lestari, M. R. D. W. (2023). Studi komparasi minat membaca anak antara buku cetak dan buku elektronik pada siswa kelas 5 SDN Pondok Ranji IV. *Jurnal pendidikan dan aplikasi (JAP)*, 3(2), 65-73. <https://journal.unindra.ac.id/index.php/jap/article/view/2099>
- Perwira, A. (2024). Pengaruh penggunaan pupuk organik dan anorganik terhadap perkembangan tanaman ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) sebagai peluang bisnis. *Pedago Biologi: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 12(1).<https://journal.um-surabaya.ac.id/Biologi/article/view/18829>
- Pohan, S, R., Manalu, K., & Nasution, R, A. (2024). Isolasi dan identifikasi bakteri endofit penghasil hormon IAA (Indole Acetic Acid) dari akar tanaman mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal Pendidikan biologi dan sains*. 7(1), 294-308. <https://core.ac.uk/download/pdf/616688089.pdf>.
- Prananda, A., Mahadi, I., & Suzanti, F. (2022). Pengembangan E-Booklet berbasis discovery learning untuk meningkatkan minat belajar peserta didik (Discovery learning-based E-Booklet development for increase students interest learning). *Bio-lectura: Jurnal pendidikan biologi*, 9(2), 277-286. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/BL>.
- Pratiwi, E. R., Suryani, E. M., Prasetya, I. A. W., & Al Batati, N. (2024). Karakterisasi dan potensi bakteri endofit akar kopi (*Coffea* sp) sebagai penghasil indole

- acetic acid (iaa). *bio-lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 77-92.
<https://journal.unilak.ac.id/index.php/BL/article/view/19229>
- Pratiwi. H. R. (2019). Peranan mikroorganisme endofit dalam dunia kesehatan : kajian pustaka. *Jurnal ilmiah matematika dan ilmu pengetahuan alam*, 16(1), 21-32.
<https://jurnal.univpgripalembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/view/2695>.
- Pratiwi, M., Nurusman, A. A., Ma'rifah, D. R., Nugroho, D., Febrianti, N. (2022). Penyusunan E-Booklet Burung Kicau yang dilindungi di PASTY sebagai sumber belajar biologi. *Bioilmi: jurnal pendidikan*, 8(1), 40-47.
<http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/bioilmi>
- Prayoga., Marliani. L & Muhsinin. S. (2021). Review : karakterisasi dan pemanfaatan bakteri endofit yang berasal dari familia Zingiberaceae di bidang farmasi. *Journal of pharmacy and science*, 4(2), 51-60. DOI:[10.36341/jops.v4i2.1885](https://doi.org/10.36341/jops.v4i2.1885)
- Putri, N., & Purnawati, A. (2024, May). Eksplorasi dan identifikasi bakteri *Paenibacillus polymyxa* pada tanaman padi *Oryza sativa* L. dari kelurahan Jeruk kecamatan Lakarkasantri kota Surabaya. In *Prodising Seminar Nasional Kedaulatan Pertanian*, 1(1), pp. 457-468).
<https://prosiding.umy.ac.id/semnas-datan/index.php/dt/article/view/43>.
- Putri, T. S., Handayani, K., Farisi, S., & Irawan, B. (2024, November). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat Rhizosfer Tanaman Nanas (*Ananas Comosus* L.(Merr) Di Lampung Tengah. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit/article/view/24940>.
- Purba, E. M., Sandy, Y. D., Damanik, K. Y., Purba, S., & Nainggolan, A. W. (2024). Effectiveness of an E-booklet on Exclusive Breastfeeding in Enhancing Knowledge and Attitudes of Third-Trimester Pregnant Women. 8(3), 305-314. <https://e-journal.unair.ac.id/AMNT/article/download/63223/31687>.
- Rahim, I., Suherman, S., & Hakzah, H. (2019). Produksi hormon giberelin dari cendawan pelapuk asal tanaman kakao. In *prosiding seminar nasional sinergitas multidisiplin ilmu pengetahuan dan teknologi*, 2(1), 272-276.
<https://www.jurnal.yapri.ac.id/index.php/semnassmipt/article/view/84>.
- Rahmatullah, W., Novianti, E., & Sari, A. D. L. (2021). Identifikasi bakteri udara menggunakan teknik pewarnaan Gram. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 6(2), 83-91.
<https://pdfs.semanticscholar.org/4637/0db5ddf31a7f339953b92a43cd5226e7f996.pdf>.
- Ramayana. S., Saragih. B., Pujokaroni. S. A. U. R. A. P & Aini. Q. (2023). pembangunan pertanian dan peternakan berkelanjutan. Yogyakarta : Cv Budi Utama
- Rini, I. A., Oktaviani, I., Asril, M., Agustin, R., & Frima, F. K (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri penghasil IAA (Indole acetic acid) dari rhizosfer tanaman akasia (*Acacia mangium*). *Agro Bali : Agricultural journal*, 3(2),

- 210-219. <https://ejournal.unipas.ac.id/index.php/Agro/article/view/619>.
- Rini. S. C & Rohmah. J. (2020). Buku Ajar Bakteriologi Dasar. Jawa Timur : Umsida Press
- Rizka, M. U. (2024). Karakterisasi isolat lokal bacillus sp. Potensial sebagai biolarvasida hasil isolasi dari larva nyamuk dan endapan tempat perindukan nyamuk aedes aegypti. Science math: Jurnal Ilmu Sains dan Matematika, 1(2), 110-123. <https://inacademicjournals.com/sm/article/view/24>.
- Rizqiyah, N., Zulkifli, L., & Ramdani, A. (2022). Isolation of endophytic bacteria from the roots of Gliricidia sepium and their ability as IAA-producing bacteria and phosphate solubilizers. Jurnal Biologi Tropis, 22(3), 723-731. <https://jurnal.fkip.unram.ac.id/index.php/JBT/article/view/3790>
- Roflin, E., & Liberty, I. A. (2021). Populasi, Sampel, Variabel dalam penelitian kedokteran. Jawa Tengah : Penerbit Nem.
- Safitri. L. Q. N & Prananta. R. (2022). Tahapan pembuatan E-Booklet sebagai media informasi objek wisata kedung kandang di desa wisata nglanggeran. Jurnal of social and political sciences, 9(4), 393-405. <https://www.academia.edu/download/106236541/12441.pdf>.
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas dan keterbacaan media ajar e-booklet untuk siswa SMA/MA materi keanekaragaman hayati. JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial, 1(1), 43-59. <http://jurnal.jomparnd.com/index.php/jp/article/view/30>
- Setiana. A & Nuraeni. R. (2018). Riset keperawatan. Jawa Barat : LovRinz Publishing.
- Setiawati., Sumarsono & Minarsih. S. (2020). Respon pertumbuhan tanaman jewawut (*Setaria italica* B.v) pada berbagai kelengasan tanah dan dosis pemupukan yang berbeda. Journal of tropical biology, 3(2), 68-79. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/niche/article/view/9567>.
- Siregar, A. F., Rasyidah, R., & Nasution, R. A. (2024). Pengujian kadar bod, cod dan isolasi bakteri hasil remediasi air limbah lindi dengan menggunakan ekoenzim kulit buah pepaya (*Carica papaya* L.). Jurnal Biogenerasi, 9(1), 1014-1021. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v9i1.3673>
- Sitepu, R., Wiyono, S., & Santosa, A., D. (2018). Seleksi dan identifikasi endofit pemacu pertumbuhan dari lima varietas tebu di PT Gunung Madu Plantations Lampung. Jurnal ilmu tanah dan lingkungan, 20(1), 19-24. <http://dx.xoi.org/10.29244/jitl.20.1.19-24>
- 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://journal.trunojoyo.ac.id/agrovigor/article/view/13449>.
- Srikandi, S., & Maslahat, M. (2024). Exploration of Indigenous Molds from Empty Palm Bunch Waste Which Have The Potential As A Cellulose Degradation

- Agent. Jurnal Sains Natural, 14(3), 154-161.
<https://mail.ejournalunb.ac.id/index.php/JSN/article/view/739>.
- Sriyati, S., Festiyed, F., & Rizal, Y. (2021). Pengembangan sumber belajar biologi berbasis potensi lokal dadiah untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Jurnal pendidikan sains indonesia, 9(3), 442-451.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i3.18783>.
- Suryani, S., & A'yun, Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit dari Mangrove Sonneratia alba Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. BIO-SAINS: Jurnal Ilmiah Biologi, 2(1), 12-18.
<https://www.jurnal.uia.ac.id/biosains/article/view/1831>
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r&d. Bandung: Alfabet, CV.
- Syarah. M. M., Rahmi. L. Y & Darussyamsu. (2021). Analisis penerapan pendekatan STEM pada pembelajaran biologi. Jurnal pendidikan Biologi, 6(3), 236-243.
<https://www.neliti.com/publications/380066/analisis-penerapan-pendekatan-stem-pada-pembelajaran-biologi>.
- Taib. N. E., Maya. H., Shabirah. R & Siregar. R. F. (2023). Isolasi dan identifikasi mikroba pada tanah bekas pertumbuhan bawang merah (*Allium cepa* L.). Jurnal Biologi edukasi, 15(2), 96-104.
<https://jurnal.usk.ac.id/JBE/article/view/35475>.
- Tampinongkol, C. L., Tamod, Z. ., & Sumayku, B. .,. (2021). Ketersediaan unsur hara sebagai indikator pertumbuhan tanaman mentimun (*cucumis sativus* l.). Agri-sosioekonomi, 17(2 mdk), 711–718. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.17.2MDK.2021.35439>
- Tarumasely. Y. (2022). Buku ajar perencanaan pembelajaran. Jawa Timur : Academia Publication.
- Taylor, T. B., Silby, M. W., & Jackson, R. W. (2024). *Pseudomonas fluorescens*. Trends in Microbiology.
- Turang, A. J., Golung, A. M., & Pasoreh, Y. (2023). Manfaat klasifikasi bahan pustaka di UPT perpustakaan untuk temu kembali informasi bagi pengguna khususnya mahasiswa UNSRAT. Jurnal Acta Diurna Komunikasi, 5(1), 6-6.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/actadiurnakomunikasi/article/view/47378>
- Violla, R., & Fernandes, R. (2021). Efektivitas media pembelajaran e-booklet dalam pembelajaran daring untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran sosiologi. Jurnal Sikola: Jurnal Kajian Pendidikan dan Pembelajaran, 3(1), 13-23.
<https://www.academia.edu/download/92947588/70.pdf>.
- Wahdah, R., Nugraha, M. I., Saputra, R. A., Komalasari, N., Santoso, U., & Khairunnisa, A. J. (2024). Optimalisasi Penggunaan Pupuk Organik dan Pestisida dari Asap Cair TKKS pada Budidaya Tanaman Hortikultura Desa Liang Anggang Kecamatan Bati-bati Kabupaten Tanah Laut. Darmabakti:

- Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat, 5(02), 237-244.
<https://journal.uim.ac.id/index.php/darmabakti/article/view/2272>
- Wahyudi, A., Agustin, R. D., & Ambarawati, M. (2022). Pengembangan Media Aplikasi Geotri Pada Materi Geometri Berbasis Mobile Learning. Jurnal Ilmiah Matematika Realistik, 3(2), 62-70. <https://doi.org/10.33365/ji-mr.v3i2.2288>.
- Walida, H., Harahap, F. S., & Munthe, I. R. (2024, August). Upaya Peningkatan Pengetahuan Penggunaan Biofertilizer di Kelompok Usaha Tani Dusun Gapuk Desa Tebing Tinggi Pangkatan Kecamatan Pangkatan Kabupaten Labuhanbatu. In Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR), 5(1), pp. 151-155.
<https://talentaconfseries.usu.ac.id/anr/article/view/2154>.
- Walida, H., Harahap, FS, Hasibuan, M., & Yanti, FF. (2019). Isolasi dan penghilangan bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman kelapa sawit. Jurnal biologi lingkungan industri kesehatan. 6(1), 1-7.
<https://ojs.uma.ac.id/index.php/biolink/article/view/2090>.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi peralatan dan media kultur jaringan. Agrotechnology Innovation (Agrinova), 4(2), 16-19.
<https://journal.ugm.ac.id/Agrinova/article/view/77010>.
- Yandila. S., Putri. H. D & Fifendy. M. (2018). Kolonisasi bakteri endofit pada akar tumbuhan andaleh (*Morus macroura* Miq.). Jurnal Bio-site, 4(2), 61-67. <https://mail.online-journal.unja.ac.id/BST/article/view/5255>.
- Yanti. D., Rahmawati & Kurniatuhadi. R. (2021). Karakteristik morfologi dan fisiologis bakteri endofit dari akar napas tumbuhan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh di sempawah mangrove park (Mmp). Jurnal Biologica Samudra, 3(2), 166-183. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jbs/article/view/4220>.
- Zulfa, I., Pangestika, D. R., & Zahro, S. N. A. (2024). inovasi pupuk hayati berbasis jamur endofit pada daun tanaman jagung (*zea mays* l.) sebagai biofertilizer lahan pertanian. Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi, 5(10), 81-90.
<https://doi.org/10.3785/kohesi.v5i10.8796>