

SKRIPSI

**ISOLASI DAN SKRINING BAKTERI ENDOFIT PENAMBAT NITROGEN
DARI AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* L.) DAN
POTENSINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR
BIOLOGI SMA**



Oleh:

**SIVA SAVITRI
NIM. H0321316**

**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

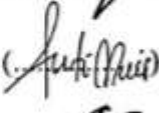
**ISOLASI DAN SKRINING BAKTERI ENDOFIT PENAMBAT NITROGEN
DARI AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* L.) DAN
POTENSINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR
BIOLOGI SMA**

SIVA SAVITRI

NIM. H0321316

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Tanggal: 26 November 2025

PANITIA UJIAN

Ketua Penguji	: Dr. Nur Aisyah Humairah, S.Si., M.Pd.	(..... )
Sekretaris Ujian	: M. Irfan, S.Pd., M.Pd.	(..... )
Pembimbing I	: Nurmuliayanti Muis, S.Si., M.Si.	(..... )
Pembimbing II	: M. Irfan, S.Pd., M.Pd.	(..... )
Penguji I	: Ramlah S.Si., M.Sc.	(..... )
Penguji II	: Dr. Jirana, M.Pd.	(..... )

Majene, 11 Desember 2025
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sulawesi Barat
Dekan

Prof. Dr. H. Ruslan, M.Pd.
NIP. 196312311990031028

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Siva Savitri

NIM : H0321316

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 diacuh 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, 29 November 2025

Yang membuat pernyataan


Siva Savitri
NIM. H0321316

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Siva Savitri

NIM : H0321316

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 SKRINING BAKTERI ENDOFIT PENAMBAT NITROGEN DARI AKAR TANAMAN JEWAWUT (*Setaria italica* L.) DAN POTENSINYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI SMA.

Beserta instrument penelitian yang ada (jika diperlukan). Universitas Sulawesi Barat berhak menyimpan, mengalihka media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripdi saya selama tetap mencantumkan nama saya senagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Majene, 29 November 2025

Yang membuat pernyataan



Siva Savitri

NIM. H0321316

ABSTRAK

Siva Savitri: Isolasi dan Skrining Bakteri Endofit Penambat Nitrogen dari Akar Tanaman Jewawut (*Setaria italica* L.) dan Petensinya sebagai Sumber Belajar Biologi SMA. **SKRIPSI Majene: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Jewawut (*Setaria italica* L.) atau di Sulawesi Barat dikenal dengan nama tarreang/bailo' memiliki banyak manfaat bagi kesehatan seperti anti diabetes, anti tumorigenik, anti oksidan dan lain-lain. Jewawut adalah jenis tanaman sereal family Poaceae yang memiliki bentuk biji kecil, dan akar berbentuk serabut yang terdiri dari akar primer, akar sekunder dan akar pendukung. Akar ini berperan menyerap nutrisi dari dalam tanah seperti nitrogen dan juga menghasilkan hormon yang membantu mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tujuan dari penelitian ini untuk mengisolasi bakteri endofit yang mampu menambat nitrogen serta mampu memproduksi hormon *Indole Acetic Acid* (IAA) dan giberelin (GA3), untuk menghasilkan media pembelajaran biologi dalam bentuk infografis. Metode penelitian meliputi pengambilan sampel akar jewawut di Desa Galung Lego, Kabupaten Polewali Mandar, isolasi bakteri, uji kemampuan menambat nitrogen, karakterisasi morfologi, pewarnaan Gram, uji kemampuan produksi hormon IAA dan GA3, mengembangkan media pembelajaran, memvalidasi media, penyebaran media dan menilai kepraktisan media. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 99 isolat berhasil diisolasi dari akar tanaman jewawut yaitu kode isolat JMPA. Sebanyak 32 isolat berhasil disolasi dan tumbuh pada media jensen. Pada uji kemampuan menambat nitrogen terdapat 5 isolat bakteri yang dinyatakan mampu menambat nitrogen yaitu JMPA13, JMPA14, JMPA18, JMPA23, dan JMPA28. Pada tahap karakterisasi morfologi dari 5 isolat didominasi bentuk circular, elevasi didominasi raised dan umbonate, tepi semua isolat undulate, dan warna bakteri semua isolat putih susu, serta tipe bakteri didominasi Gram positif. Pada uji produksi hormon 2 isolat terpilih yaitu JMPA14 mampu menghasilkan hormon IAA (273.49ppm) dan giberelin (94.62ppm). Sedangkan isolat JMPA28 menghasilkan hormon IAA (184.81ppm) dan giberelin (92.88ppm). Hasil penelitian kemudian dikembangkan menggunakan model 4D berupa media infografis pada materi peranan bakteri kelas X SMA. Media kemudian divalidasi oleh tim ahli dan memperoleh nilai 3,55 dari validator 1 kategori valid dan nilai 4,70 dari validator 2 kategori sangat valid. Media disebar dan melihat nilai kepraktisan media melalui penilaian responden 1 guru, memperoleh (100%) kategori sangat praktis, dan penilaian responden siswa, sebanyak 32 yang memperoleh (82%) kategori praktis.

Kata kunci: Jewawut (*Setaria italica* L.), bakteri endofit, penambat nitrogen, IAA, giberelin, media infografis.

ABSTRACT

Siva Savitri: Isolation and Screening of Nitrogen-Fixing Endophytic Bacteria from Foxtail Millet (*Setaria italica* L.) Roots and Their Potential as Biology Learning Resources for Senior High School. **Thesis. Majene: Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sulawesi Barat, 2025.**

Foxtail millet (*Setaria italica* L.), known locally in Sulawesi Barat as *tarreang* or *bailo*, possesses various health benefits such as anti-diabetic, antitumorigenic, antioxidant properties, and others. Foxtail millet is a cereal crop from the Poaceae family characterized by its small seeds and fibrous root system consisting of primary, secondary, and supporting roots. These roots function to absorb nutrients from the soil, such as nitrogen, and also produce hormones that regulate plant growth and development. This study aimed to isolate endophytic bacteria capable of nitrogen fixation and producing the hormones Indole Acetic Acid (IAA) and gibberellin (GA3), as well as to develop biology learning media in the form of infographics. The research methods included collecting foxtail millet root samples in Galung Lego Village, Polewali Mandar Regency, isolating bacteria, testing nitrogen-fixing ability, morphological characterization, Gram staining, testing IAA and GA3 hormone production, developing learning media, validating the media, disseminating the media, and evaluating its practicality. The results showed that 99 isolates were successfully obtained from foxtail millet roots, coded as JMPA. A total of 32 isolates were successfully isolated and grown on Jensen medium. Nitrogen fixation tests indicated that five isolates—JMPA13, JMPA14, JMPA18, JMPA23, and JMPA28—were capable of fixing nitrogen. Morphological characterization of the five isolates revealed predominantly circular colony shapes, raised and umbonate elevations, undulate margins, milky-white colony colors, and mostly Gram-positive bacterial types. In the hormone production test, two isolates were selected: JMPA14, which produced IAA (273.49 ppm) and gibberellin (94.62 ppm), and JMPA28, which produced IAA (184.81 ppm) and gibberellin (92.88 ppm). The research findings were then developed using the 4D model into infographic media for the topic “Role of Bacteria” for Grade X high school biology. The media were validated by experts, obtaining a score of 3.55 from Validator 1 (valid category) and 4.70 from Validator 2 (highly valid category). The practicality assessment, based on responses from one teacher, reached 100% (highly practical), while responses from 32 students resulted in an 82% score (practical category).

Keywords: Foxtail millet (*Setaria italica* L.), endophytic bacteria, nitrogen fixation, IAA, gibberellins, infographic media.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman jewawut (*Setaria italica* L.) adalah jenis tanaman sereal famili Poaceae yang berbentuk biji keci-kecil. Jewawut merupakan salah satu aset kekayaan alam Indonesia yang berpotensi sebagai pangan fungsional karena kandungan gizi dan manfaatnya untuk kesehatan, seperti anti diabetes, anti tumorigenik, antioksidan, juga potensi prebiotik dan probiotik (Pasally, 2022). Jewawut tersebar di beberapa wilayah Indonesia termasuk Sulawesi Barat yaitu di Kabupaten Polewali Mandar dan Majene (Aini et al., 2021). Dalam bahasa mandar, jewawut dikenal dengan nama tarreang atau bailo yang diolah menjadi makanan tradisional seperti Baje'. Makanan tradisional Sulawesi Barat ini berbahan dasar jewawut dan gula merah yang dibungkus menggunakan daun pisang kering (Cahyanti et al., 2021). Jewawut sering dijadikan makanan tradisional yang ada disetiap acara besar seperti pernikahan, maulid, bahkan hari raya dan sering dijadikan sebagai oleh-oleh. Salah satu pertanian pemasok jewawut di Sulawesi Barat berada di Kabupaten Polewali Mandar, Kecamatan Balanipa tepatnya di Desa Lego. Namun karena penggunaan pupuk anorganik yang dilakukan oleh petani secara terus-menerus, dapat berpengaruh terhadap kualitas tanah lahan pertanian.

Salah satu komponen yang berpengaruh terhadap produksi tanaman jewawut adalah ketersediaan unsur hara tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Unsur hara tanah yang menurun disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu yang lama pada lahan pertanian. Penggunaan pupuk anorganik ini, dapat mengakibatkan ketidak seimbangan unsur hara dalam tanah, sehingga struktur tanah menjadi rusak dan mempengaruhi mikroorganisme dalam tanah (Murnita & Taher, 2021). Penggunaan pupuk anorganik secara intensif juga mengakibatkan penumpukan residu kimia dalam tanah yang dapat berdampak buruk bagi tanaman. Sehingga pertumbuhan tanaman jewawut menjadi tidak optimal. Oleh sebab itu, upaya yang dapat dilakukan oleh petani adalah mengoptimalkan ketersediaan unsur hara tanah dengan menghentikan penggunaan pupuk anorganik dan menggantinya dengan pupuk hayati (Setiawati et al., 2020).

Pupuk hayati adalah inokulan yang didalamnya mengandung mikroorganisme yang bermanfaat untuk mengembalikan kesuburan tanah yang telah tercemari oleh residu kimia dari pupuk anorganik. Pupuk hayati mengoleksi semua mikroba fungsional tanah yang berpotensi menyediakan unsur hara seperti alga, fungi dan bakteri (Ataribaba et al., 2021). Pemberian pupuk hayati pada tanaman akan meningkatkan jumlah mikroba yang terkandung didalam tanah sehingga dapat mengoptimalkan suplai hara bagi tanaman. Pupuk hayati juga sangat efektif dalam memperbaiki kondisi tanah akibat penggunaan pupuk anorganik (Purba, 2020). Unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman diantaranya adalah unsur hara nitrogen (Saputri et al., 2021).

Nitrogen merupakan suatu unsur hara penting bagi tanaman yang berperan dalam fotosintesis. Tanaman yang kekurangan nitrogen akan menyebabkan tanaman tidak berkembang, berwarna kuning, membuat buah dan bunga menjadi kecil, tidak subur serta berkurangnya hasil panen. Nitrogen dapat ditemukan dalam dua bentuk yaitu nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen organik bisa didapatkan dari biota tanah, hewan dan sisa makanan yang harus dikonversi menjadi amonium agar menjadi nitrogen organik untuk tanaman. Proses konversi tersebut memerlukan bantuan bakteri penambat nitrogen. *Rhizobium*, *Frankia*, dan *Anabaena* merupakan bakteri penambat nitrogen yang dapat bersimbiosis membentuk bintil akar tanaman atau biasa disebut dengan bakteri endofit (Sapalina et al., 2022).

Bakteri endofit adalah bakteri saprofit yang berada didalam jaringan tanaman seperti pada daun, batang, biji hingga akar tanaman (Hafsan et al., 2017). Bakteri ini bisa digunakan sebagai agen hayati karena dapat mengendalikan pathogen tumbuhan seperti *Xanthomonas oryzae pv. Oryzae*, *Pyricularia oryzae*, dan *Rizoctonia solani* tanpa membuat tanaman terinfeksi dengan cara menghasilkan metabolit khusus dan menstimulasi sistem pertahanan tumbuhan (Rafif et al., 2023). Bakteri endofit mampu menghasilkan fitohormon yang berperan dalam merangsang pertumbuhan tanaman diantaranya yaitu hormon IAA (*Indole acetic acid*) dan Giberelin (GA3).

IAA (*Indole acetic acid*) merupakan fitohormon kelompok auksin yang berperperan dalam pemanjangan dan pembelahan sel, diferensiasi sel, tropisme, dominansi apikal, absisi serta pembungaan (Astriani dan Murtiyaningsih 2018). Sedangkan Giberelin merupakan hormon yang berperan dalam merangsang perpanjangan ruas batang, pertumbuhan buah, meningkatkan besaran daun, pembelahan dan pembesaran sel (Yusanti et al., 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi berupa data terkait bakteri endofit penambat nitrogen yang diisolasi dari akar tanaman jewawut yang berperan dalam pengadaan unsur hara nitrogen dalam tanah sebagai agen pemacu tumbuh tanaman.

Penelitian ini dapat mendukung pembelajaran biologi pada materi (Peranan Bakteri dalam Kehidupan). Materi Biologi SMA kelas X pada kurikulum merdeka dengan capaian pembelajaran (CP) yaitu pada akhir fase E peserta didik memahami proses klasifikasi bakteri, peranan bakteri, bakteri dalam kehidupan, dan pemanfaatan bakteri dalam berbagai bidang kehidupan. Tujuan pembelajaran (TP) yaitu peserta didik dapat menjelaskan bentuk dan struktur bakteri, dapat memahami cara hidup bakteri, dapat melaksanakan praktikum pengamatan bakteri, dapat memahami peran bakteri yang menguntungkan dan peran bakteri yang merugikan. Sehingga hasil dari penelitian ini kemudian akan dikembangkan menjadi media ajar yang dapat mendukung pembelajaran biologi SMA.

Media ajar merupakan sarana untuk menyampaikan informasi berupa pengetahuan, keterampilan, serta dapat menanamkan sikap baik untuk siswa. Sumber belajar yang sampai saat ini digunakan dalam pembelajaran di sekolah kebanyakan bersumber dari buku cetak dan internet (Pramesthi et al., 2020). Berdasarkan hasil observasi pada 3 sekolah yaitu SMA Negeri 3 Majene, MAN 1 Majene dan SMA Negeri 1 Tinambung mengenai media pembelajaran yang dimanfaatkan dalam pelaksanaan pembelajaran Biologi disekolah. Bahwa penggunaan media ajar masih bersumber dari buku cetak dan internet, kemudian adapun media ajar lain yang biasa digunakan yaitu poster dan *booklet*.

Perkembangan teknologi menuntut guru untuk beradaptasi dengan kehidupan digital terutama dalam proses pembelajaran. Di era digital seperti saat ini, memungkinkan akses terhadap informasi menjadi sangat mudah dan efisien. Informasi tersebut dapat berupa angka ataupun konsep yang dikemas dalam bentuk

teks, gambar, maupun grafis. Salah satu media ajar digital yang menyajikan teks, gambar dan grafis adalah infografis. Infografis sangat cocok digunakan dalam sebuah pembelajaran yang memerlukan minat baca yang tinggi karena infografis dapat memvisualisasikan data dengan menarik. Seperti penggunaan kalimat disertai gambar, konsep, dan penggunaan warna, menjadikan infografis tidak hanya menyampaikan informasi, namun juga menarik perhatian, menghibur dan mempersuasi peserta didik untuk membaca (Tia et al., 2023). Infografis dapat memvisualisasikan data dan informasi hasil penelitian ke dalam materi Bakteri dengan tampilan yang menarik dan mudah untuk dipahami. Oleh karena itu, media infografis cocok menjadi produk dari hasil penelitian ini untuk diimplementasikan sebagai media ajar pada materi Bakteri kelas X SMA/MA. (Pramesthi et al., 2020). Implementasi media ajar tersebut memerlukan model pengembangan yang sesuai, salah satu model pengembangan media ajar ialah model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yaitu model yang memiliki 4 tahapan. Tahap *Define* dilakukan dengan analisis peserta didik, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap *Design* terdiri dari penyusunan topik materi, pemilihan media, pemilihan format, serta desain awal media. Tahap *Develop* yaitu validasi ahli media dan ahli materi. Terakhir tahap *Disseminate* ialah tahap penyebaran terbatas media ajar (Hakli et al., 2022).

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait potensi bakteri endofit penambat nitrogen yang dapat mendukung pengadaan unsur hara pada tanaman jiwawut. Data hasil penelitian ini juga dapat digunakan pada penelitian selanjutnya sebagai agen pupuk hayati untuk meminimalisir penggunaan pupuk kimia pada lahan pertanian. Selain itu penelitian ini juga berpotensi sebagai media pembelajaran Biologi SMA Kelas X pada materi Bakteri yang akan dibuat dalam bentuk media ajar infografis yang valid dan dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Terbatasnya informasi ilmiah tentang potensi bakteri penambat nitrogen yang diisolasi dari endofit akar tanaman jiwawut (*Setaria italica*).

2. Kurangnya konsorsium bakteri yang dapat mendukung pengadaan unsur hara tanaman jewawut (*Setaria italica*).
3. Kurangnya data bakteri endofit penambat nitrogen yang dapat dijadikan sebagai agen pupuk hayati.
4. Belum adanya hasil penelitian tentang bakteri penambat nitrogen dari endofit akar tanaman jewawut (*Setaria italica*) yang di implementasikan dalam bentuk infografis sebagai sumber belajar Biologi SMA Kelas X.

C. Batasan dan Rumusan Masalah

1. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, agar penelitian tidak meluas maka peneliti membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dilakukan. Peneliti akan membatasi permasalahan hanya pada isolasi dan skrining bakteri endofit penambat nitrogen dari akar tanaman jewawut (*Setaria italica* L). Hasil dari penelitian ini kemudian dikembangkan dengan model penembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) sebagai sumber belajar dalam pembelajaran Biologi SMA Kelas X pada materi Bakteri yang berupa media infografis.

2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana isolasi bakteri endofit penambat nitrogen pada akar tanaman jewawut (*Setaria italica*)?
- b. Bagaimana karakteristik dari bakteri endofit akar penambat nitrogen pada tanaman jewawut (*Setaria italica*)?
- c. Bagaimana skrining bakteri endofit penambat nitrogen dalam menghasilkan IAA dan GA3?
- d. Bagaimana implementasi hasil penelitian dalam mendukung pembelajaran biologi SMA kelas X?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui isolasi bakteri penambat nitrogen dari endofit akar tanaman jewawut (*Setaria italica*).

2. Untuk mengetahui karakteristik bakteri penambat nitrogen dari tanaman jewawut (*Setaria italica*).
3. Untuk mengetahui skrining bakteri endofit penambat nitrogen dalam menghasilkan IAA dan GA3.
4. Untuk mengetahui bagaimana implementasi dari hasil penelitian dalam mendukung pembelajaran biologi SMA kelas X.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait jenis bakteri yang dapat menambatkan Nitrogen pada endofit akar tanaman jewawut yang dapat berpotensi menjadi agen pemacu tumbuh.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi terkait penelitian yang akan dilakukan bagi peneliti berikutnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Peneliti
 - 1) Sebagai pengalaman dalam melakukan penelitian mengenai bakteri endofit yang dapat menambatkan Nitrogen pada akar tanaman.
 - 2) Sebagai salah satu sumber pengetahuan memanfaatkan sumber daya lokal untuk mengembangkan bahan ajar infografis.
- b. Bagi Pendidikan
 - 1) Sebagai sumber belajar bagi siswa khususnya pada pembelajaran biologi materi peranan bakteri dalam kehidupan sehari-hari.
 - 2) Sebagai pendekatan dan pengenalan tanaman lokal dalam pembelajaran sebagai sumber belajar Biologi SMA kelas X dalam bentuk media ajar infografis.
- c. Bagi Masyarakat
 - 1) Sebagai sumber informasi pemilihan pemberian pupuk yang tepat pada tanaman dengan mengetahui unsur hara yang dibutuhkan.
 - 2) Sebagai sumber informasi mengenai pemanfaatan mikroorganisme sebagai salah satu upaya peningkatan kualitas lahan pertanian jewawut.

F. Penelitian Relevan

1. Berdasarkan penelitian Lengkong et al. (2022) mendapatkan hasil bahwa untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman diperlukan bakteri dari tanaman dengan menganalisis karakteristik dan menguji bioaktivitas bakteri dalam memacu tumbuh tanaman. Pada penelitian yang dilakukan ini memiliki kesamaan metode isolasi dan uji bioaktivitas isolat dalam memproduksi IAA dan Giberelin serta uji fiksasi Nitrogen dan perbedaan dari penelitian ini karena menggunakan sampel dari tanaman bambu.
2. Berdasarkan penelitian Arifiani dan Lisdiana (2021) mendapatkan bahwa bakteri endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder berupa kemampuan memproduksi hormon untuk membantu pertumbuhan tanaman, adapun kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah melakukan uji pada isolat bakteri endofit akar untuk melihat kemampuannya dalam memproduksi hormon seperti yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan menguji kemampuan menghasilkan IAA dan Giberelin dan perbedaan dari penelitian ini yaitu sampel yang dipakai menggunakan bakteri endofit dari tanaman jagung.
3. Berdasarkan penelitian Nurfadhilah et al. (2023) menyimpulkan bahwa media ajar infografis merupakan media yang tepat dalam penyajian informasi dalam bentuk visual dan grafis, karena dapat memvisualisasikan informasi dan data yang kompleks menjadi mudah untuk dipahami. Kesamaan dengan penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran bahan ajar infografis sebagai sumber belajar dari hasil penelitian dan perbedaan dari penelitian ini adalah tidak ada materi yang dikhususkan untuk penggunaan media ajar ini atau bisa digunakan untuk semua materi sedangkan pada penelitian ini dikhususkan untuk materi bakteri pada SMA/MA kelas X.
4. Berdasarkan penelitian Dewi dan Afrida (2022) bahwa salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus memperbaiki lingkungan adalah dengan memanfaatkan pupuk organik dan menekan penggunaan pupuk anorganik. Kesamaan dengan penelitian ini adalah upaya dalam mengurangi penggunaan pupuk kimia karena dapat merusak lingkungan dan berdampak pada kurangnya produksi pertanian dan perbedaan dengan penelitian ini adalah dalam penelitian ini melakukan pengujian pada sampel bakteri endofit yang

diperoleh langsung dari tanaman tertentu untuk mengetahui bakteri yang berperan dalam proses peningkatan laju pertumbuhan tanaman pertanian.

5. Berdasarkan penelitian Kurniati (2018) bahwa bakteri endofit pada tanaman sereal seperti padi mampu untuk menambat nitrogen dan memiliki kemampuan untuk memproduksi IAA dan giberelin. Kesamaan dengan penelitian ini adalah melakukan uji penambat nitrogen dan uji kemampuan memproduksi IAA dan giberelin. Perbedaan dengan penelitian ini ialah bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman padi sedangkan dalam penelitian menggunakan bakteri endofit yang diisolasi dari akar tanaman jewawut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu isolasi dan skrining bakteri endofit dari akar tanaman jewawut dan implementasinya dalam pendidikan biologi berupa media pembelajaran dalam bentuk media infografis pada materi peranan bakteri kelas X SMA.

1. Bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari akar tanaman jewawut sebanyak 99 isolat dan bakteri yang mampu tumbuh pada media selektif *jensen* sebanyak 32 isolat. Seluruh isolat yang berhasil diisolasi ini berasal dari kode isolat JMPA.
2. Hasil uji penambat nitrogen dilakukan dengan melihat indikator terbentuknya cincin dan adanya gelembung-gelembung kecil di sekitar media sehingga didapatkan lima isolat yaitu isolat JMPA 13, JMPA 14, JMPA 18, JMPA 23 dan JMPA 28. Kelima isolat ini dinyatakan mampu menambat nitrogen karena membentuk lapisan seperti cincin pada permukaan media uji dan membentuk gelembung-gelembung kecil di sekitar bakteri. Karakteristik morfologi isolat didominasi bentuk koloni circular, elevasi umbonate, tepi undulate dan warna putih susu serta didominasi warna Gram ungu (Gram +) dan hanya terdapat satu warna gram merah muda (gram -).
3. Uji IAA dan giberelin menunjukkan bahwa kedua isolat terpilih yaitu JMPA 14 dan JMPA 28 mampu menambat nitrogen. Kedua isolat ini memiliki kemampuan produksi IAA dan giberelin yang tinggi yaitu kode isolat JMPA 14 dengan konsentrasi IAA 273.49 ppm dan giberelin 94.62 ppm. Serta kode isolat JMPA 28 dengan IAA 184.81 ppm dan 92.88 ppm giberelin.
4. Hasil penelitian ini diimplementasikan menjadi sebuah media untuk mata pelajaran biologi SMA kelas X pada materi peranan bakteri dalam bentuk infografis. Media dikembangkan menggunakan model pengembangan 4D serta telah dinyatakan valid dan praktis.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, oleh karena itu penulis menyampaikan saran sebagai berikut:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat melanjutkan identifikasi bakteri penambat nitrogen untuk digunakan sebagai biofertilizer yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan menggantikan penggunaan pupuk kimia menjadi pupuk hayati.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih menarik dari hasil penelitian dan dapat dimanfaatkan dalam dunia pendidikan terutama dalam pembelajaran biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, H., Salam, A., Syam, A., Amir, S., & Virani, D. (2021). Kandungan Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Cookies Berbasis Tepung Jewawut (Foxtail Millet). *Jurnal Gizi Masyarakat Indonesia (The Journal of Indonesian Community Nutrition)*, 10(2), 186-193. <https://doi.org/10.30597/jgmi.v10i2.18980>
- Afham, M. (2022). Persepsi Petani Terhadap Peran Pemerintah Desa Dalam Mengembangkan Jewawut (*Setaria italica* (L) P. Beauv) Di Desa Lego, Kecamatan Balanipa, Kabupaten Polewali Mandar (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Amaliya, N. (2022). Karakterisasi Bakteri Pengikat Nitrogen Dari Limbah Tahu Dan Aplikasinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabe Merah (*Capsicum Annum* L.) (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh). <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/32001/>
- Anafi, K., Wiryokusumo, I., & Leksono, I. P. (2021). Pengembangan media pembelajaran model ADDIE menggunakan software Unity 3D. *Jurnal Education and development*, 9(4), 433-438. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3206>
- Andianingsih, N., Rosmala, A., & Mubarok, S. (2021). Pengaruh Pemberian Hormon Auksin dan Gibrelin Terhadap Pertumbuhan Tomat (*Solanum lycopersium* L.) Var. Aichi Firs. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 48-56. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v3i1.531>
- Apriani, R., Rahayu, H. M., & Sunandar, A. (2024). Pengaruh Video Infografis terhadap Hasil Belajar Materi Keanekaragaman Hayati di SMA Negeri 1 Belimbing: (The Effect of Infographic Video on Learning Outcomes of Biodiversity Material at SMA Negeri 1 Belimbing). *BIODIK*, 10(3), 370-378. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i3.35138>
- 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://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n3.p285-291>
- Aruan, M. & Andareas, P., (2024). *Bakteriologi Dasar*: Rena Cipta Mandiri.
- Astriani, M., & Murtiyaningsih, H. (2018). Pengukuran indole-3-acetic acid (IAA) pada *Bacillus* sp. dengan penambahan L-Tryptofan. *Bioeduscience*, 2(2), 116-121. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>

- Asrul, A., & Pugeg Aryantha, I. N. (2021). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Untuk Pembuatan Biofertilizer. VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian, 15(1), 16-23. <https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1386>
- Ataribaba, Y., Peten, P. S., & Mual, C. D. (2021). Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) di Kampung Sidomulyo, Distrik Oransbari, Kabupaten Manokawari Selatan, Provinsi Papua Barat. Jurnal Triton, 12(2), 66-78. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i2.215>
- Cahyanti, R., Wandira, A., Jannah, M., & Nisrina Wadi'ah Ahdar, A. (2021). Budidaya dan Karakterisasi Hama Penyakit pada Tanaman Jawawut (*Setaria italica*). Biologi FMIPA UNM.
- Delfikasari, D. (2023). Peranan Kelompok Tani Dalam Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Jewawut [*Setaria Italica* (L.) P. Beauv] Di Desa Lego Kecamatan Balanipa Kabupaten Polewali Mandar (Doctoral dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Demando, G., Hamisah, B., & Marseli, Z. (2019). Potensi Tanaman Jewawut Sebagai Sumber Karbohidrat Terbarukan Dan Bioaktivitasnya Sebagai Anti Hipertensi: Potensi Tanaman Jewawut Sebagai Sumber Karbohidrat Terbarukan Dan Bioaktivitasnya Sebagai Anti Hipertensi. Jurnal Khazanah Intelektual, 3(1), 355-370. <https://doi.org/10.37250/newkiki.v3i1.33>
- Detha, A. (2019). Karakteristik bakteri asam laktat yang diisolasi dari susu kuda sumba. Jurnal Kajian Veteriner, 7(1), 85-92. <https://doi.org/10.35508/jkv.v7i1.1058>
- Dewi, D. S., & Afrida, E. (2022). Kajian respon penggunaan pupuk organik oleh petani guna mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society, 2(4), 131-135. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v2i4.458>
- Dewi, P. R., & Trimulyono, G. (2024). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen dari Rizosfer Tanaman Nanas di Lereng Gunung Kelud Kediri. Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi, 13(1), 73-85. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v13n1.p73-85>
- El Rahma, I. S., Nastiti, K., & Malahayati, S. (2023). Uji Efektivitas Antimikroba Kulit Batang Jambu Mete (*Anacardium occidentale*) Terhadap Bakteri Escherichia coli. Sains Medisina, 1(4), 177-184. <https://wpcpublisher.com/jurnal/index.php/sainsmedisina>
- Ernawati, I. (2017). Uji kelayakan media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran administrasi server. Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education), 2(2), 204-210. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>

- Fajrin, V. N., Erdiansyah, I., & Damanhuri, F. N. U. (2017). Koleksi dan Identifikasi Bakteri Penambat N pada Pusat Lokasi Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) di Kabupaten Jember. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(2), 143-153. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i2.35>
- Fallo, G., Buak, A., & Pardosi, L. (2022). Seleksi Seleksi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Pada Perakaran Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L) Dan Tomat (*Solanum Lycopersicum* L) Di Kabupaten Belu. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (Jb&P)*, 9(1), 34-41. <https://doi.org/10.29407/jbp.v9i1.17751>
- 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), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1186/s40538-024-00712-8>
- Hafni, W., Hala, Y., & Hartono. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Asal Rizosfer Tanaman Mimba, 10(6), 334-343. <https://ojs.unm.ac.id/semnasbio/article/view/40942>
- Hafsan, H., Nurhikmah, N., Harviyanti, Y., Sukmawaty, E., Aziz, I. R., Muthiadin, C., ... & Ahmad, A. (2017). Potensi bakteri endofit dari *Zea mays* L. sebagai penghasil fitase. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.24252/psb.v3i1.4676>
- Hakli, A. F., Mansur, H., & Satrio, A. (2022). Pengembangan Media Infografis Animasi Mata Pelajaran Biologi Materi Ekosistem Untuk Kelas X. *J-Instech*, 3(1), 96-102. <https://doi.org/10.20527/j-instech.v3i1.8871>
- Harca, N. N. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen dan Penghasil Indole Acetic Acid Dari Tanah Perkebunan Kelapa Sawit, Jambi (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)). <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/74838>
- Herlina, L., Pukan, K. K., & Mustikaningtyas, D. (2016). Kajian bakteri endofit penghasil IAA (Indole Acetic Acid) untuk pertumbuhan tanaman. *J. FMIPA, Universitas Negeri Semarang*, 14(1), 51-58. <https://journal.unnes.ac.id/nju/sainteknol/article/view/7616>
- Hidayat, F., Sembiring, Z., Afrida, E., & Balatif, F. (2020). Aplikasi konsorsium bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan jagung (*zea mays*). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 249-254. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.8>

- Huslina, F. (2023). Potensi bakteri pengikat nitrogen dari tanah gambut terhadap pertumbuhan kol (*Brassica oleracea*). <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/31554/>
- Huslina, F., & Harahap, D. (2019). Isolasi bakteri pengikat nitrogen dengan menggunakan media jensen. *Jurnal Agrotek Ummat*, 6(2), 91-94. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v6i2.1238>
- Ihsan, H. (2023). Validitas isi alat ukur penelitian: Konsep dan panduan penilaiannya. *Pedagogia*, 13(3), 173-179. <https://doi.org/10.17509/pedagogia.v13i3.6004>
- Johan, J. R., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan model four-D dalam pengembangan media video keterampilan mengajar kelompok kecil dan perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(06), 372-378. <https://wnj.westscience-press.com/index.php/jpdws/index>
- Karina, A. I. (2016). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen, Pelarut Fosfat, dan Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Tanah Bekas Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) yang Diberi Biofertilizer (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga). <https://repository.unair.ac.id/52992/>
- Kartikawati, A & Gusmaini. (2018). Potensi Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Tanaman Jahe Merah Untuk Memacu Pertumbuhan Benih Lada. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 29(1), 37-46. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Kristianti, D., Siahaan, P., & Tangapo, A. M. (2023 text books). Karakterisasi dan Uji Produksi IAA Bakteri Rizosfer dari Tanaman Putri Malu (*Mimosa pudica* L.). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(2). <https://doi.org/10.20956/jal.v14i2.27901>
- Kurniati, S. (2018). Skrining Dan Identifikasi Bakteri Penghasil Hormon Indole Acetid Acid (IAA) Daerah Perakaran Padi (*Oriza sativa*) di Kelurahan Balang Kecamatan Binamu Kabupaten Jeneponto. UIN Alauddin Makassar.
- Kurniawan, S. (2017). Menenal Morfologi, Bentuk Sel, Koloni dan Flagella pada Bakteri. Onlinetextbook. <https://www.atlm-edu.id/2017/02/mengenal-morfologi-bentuk-sel-koloni.html>.
- Kusbianto, D. E., Emiyati, S., Setiawati, T. C., Subroto, G., & Rosyady, M. G. (2022). Pengaruh pemberian IAA pada pembibitan setek vanili (*Vanila planifolia*) yang diperkaya bakteri pelarut fosfat dan bakteri pelarut kalium. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 105-118. <https://doi.org/10.25181/jaip.vXiX.XXXX>

- Lada, M. U. M. P. B. (2018). Potensi Bakteri Endofit Yang Diisolasi Dari Tanaman Jahe. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 29(1), 37-46. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203219365>
- Lengkong, S. C., Siahaan, P., & Tangapo, A. M. (2022). Analisis karakteristik dan uji bioaktivitas bakteri rizosfer PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) isolat kalasey. *Jurnal Bios Logos*, 12(2), 104-113. <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i2.42131>
- Lubis, S.S., Sardi, A., Huslina, F. F., & Lisa, M. (2020). Isolasi dan karakterisasi bakteri pengikat nitrogen tanah gambut hutan dari Kecamatan Trumon Aceh Selatan. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 117-129. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga>
- Marlina, F., Ikashaum, F., & Amelia, Z. (2023, December). Articulate storyline: Pengembangan media pembelajaran multimedia interaktif pada materi segiempat. In *SEMANTIK: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika* (Vol. 1, No. 1, pp. 21-34). <https://journal.unpak.ac.id/index.php/pedagonal/article/view/3208>
- Mubarok, W. Z., Rahayu, A. Y., & Tamad, T. (2023). Sebuah Pemupukan NPK dan POC Terhadap Pertumbuhan, Fisiologi dan Hasil Tanaman Jewawut (*Setaria Italica*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 23(1), 55-63. <http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v23i1.2116>
- Murniati, A., Tahir, D., & Tahir, R. (2022). Identifikasi Mikroba Rizosfer Penghasil Hormon Pertumbuhan pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(3), 608-615. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1040>
- Murnita, M., & Taher, Y. A. (2021). Dampak pupuk organik dan anorganik terhadap perubahan sifat kimia tanah dan produksi tanaman padi (*Oriza sativa* L.). *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 15(2), 67-76. <https://doi.org/10.31869/mi.v15i2.2314>
- Murwani, S. (2015). *Dasar-dasar Mikrobiologi veteriner*. Univrsitas Brawijaya Press.
- Najma, Ridwan, A., Idayanti, T., Emelda, Dwijastuti, N.M.S., Setianingtyas, D., ... & Parisihni, K. (2024) *Pengantar Mikrobiologi CV*. Eureka Media Aksara.
- Nasar, A., & Kaleka, M. B. U. (2019). Effectiveness of experimental laboratory methods on understanding the concept of light, science processes skills, and scientific attitudes of students. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar*, 7(3), 262-270. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/jpf/article/view/2333/1884>

- Nett, R. S., Bender, K. S., & Peters, R. J. (2022). Production of the plant hormone gibberellin by rhizobia increases host legume nodule size. *The ISME Journal*, 16(7), 1809-1817. <https://doi.org/10.1038/s41396-022-01236-5>
- Nurdin, G.M., & Hidayah, N. (2023). *Mikrobiologi Dasar: Teori dan Praktik*. AGMA.
- Nurfadhilah, N., Nurjannah, N., Nurfiana, N., & Danial, D. (2023). Pelatihan pemanfaatan aplikasi quizalize dalam pembelajaran siswa di man 2 sinjai. *Catimore: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.56921/cpkm.v2i1.62>
- Pambudi, A., Noriko, N., & Sari, E. P. (2016). Isolasi dan karakterisasi bakteri tanah sawah di kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, kota Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(4), 187-195. <https://doi.org/10.36722/sst.v3i4.233>
- Pasally, S. (2022). Isolasi Protein Jewawut (*Setaria Italica* L) Dengan Metode Kjeldahl. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(3), 244-251. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i3.426>
- Philia, T., Mansur, H., & Dalu, Z. C. A. (2023). Pengembangan Media Infografis Dengan Pendekatan Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Prakarya Kelas VIII Di Smp Kristen Banjarmasin. *J-Instech*, 4(1), 162-169. <https://doi.org/10.20527/j-instech.v4i1.8771>
- Pramesthi, D., Ardyati, I., & Slamet, A. (2020). Potensi Tumbuhan Rempah dan Bumbu yang Digunakan dalam Masakan Lokal Buton sebagai Sumber Belajar:(Potential of Herbs and Spices Used in Local Buton Cuisine as Learning Resources). *Biodik*, 6(3), 225-232. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.9861>
- Pratiwi, T., Rois, R., & Toana, M. R. C. (2022). Identifikasi bakteri *Azotobacter* sp. Asal rizosfer tanaman padi pada lahan sawah intensif di kabupaten Sigi. *Agrotekbis: jurnal ilmu pertanian (e-journal)*, 10(4), 452-463. <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/1411>
- Priadana, M. S., & Sunarsi, D. (2021). *Metode penelitian kuantitatif*: Pascal Books.
- Pudjiwati, E. H., & Rindiani, R. (2022). Prospek Rizobakteri Penghasil IAA dan Penyedia Nitrat sebagai PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). *J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1), 1-7. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/j-pen/article/viewFile/2262/1706>
- Purba, J. (2020). Efektivitas penambahan pupuk hayati dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan produksi selada (*Lactuca sativa* L.). *Agroprimatech*, 4(1), 18-26. <https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v4i1.1327>

- Purwanto, U. M., Pasaribu, F. H., & Bintang, M. (2014). Isolasi bakteri endofit dari tanaman sirih hijau (*Piper betle* L.) dan potensinya sebagai penghasil senyawa antibakteri. *Current biochemistry*, 1(1), 51-57. <http://biokimia.ipb.ac.id/>
- Puspitasari, P., & Aminah, A. (2022). Uji aktivitas bakteri penambat nitrogen dan penghasil iaa dari rizosfer tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 6(1), 68-73. <https://jurnal.fp.umi.ac.id/index.php/agrotek/article/view/176>
- Puteri, S. A. O., Astutik, S., Apriyanto, B., Mujib, M. A., & Nurdin, E. A. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Geografi Menggunakan Poster Infografis Berbasis Aplikasi Canva Pada Materi Konsep Dasar Geografi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 12(2), 278-286. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v12i02.75509>
- Putra, A. W., & Advinda, L. (2022). Effect of Fluorescent Pseudomonad Fluorescent Producing Indole Acetic Acid (IAA) Against Germination Red Chili (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Serambi Biologi*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.24036/srmb.v7i1.22>
- Putra, I. (2021). Media pembelajaran biologi berbentuk infografis tentang materi sistem imun pada manusia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 5(3), 438-445. <https://doi.org/10.23887/jppp.v5i3.38361>
- Putri, A. L., & Kusdiyantini, E. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari pangan fermentasi berbasis ikan (Inasua) yang diperjual belikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 6-12. <https://doi.org/10.14710/jbt.1.2.6-12>
- Rafif, M., Alfizar, A., & Hakim, L. (2023). Eksplorasi Bakteri Endofit pada Tanaman Padi dari Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(4), 964-976. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i4.27547>
- Rahim, I., & Nasruddin, A. (2019). The ability of rot fungi from cocoa plant in producing lignocellulosic enzymes. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 270(1), 272-276. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012037>
- Ramadhan, W., Juariah, S., & Ryani, V. O. (2021). Potensi ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* linneaus varietas) sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 10(1), 23-26. <https://doi.org/10.51887/jpfi.v10i1.1163>
- Ramlah, R., Indrastuti, I., Karim, H. A., & Pabendon, M. B. (2023). Karakteristik Morfologi Jewawut (*Setaria Italica* L.) Indonesia. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(2), 186-193. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v8i2.4868>

- Rilling, J. I., Acuña, J. J., Sadowsky, M. J., & Jorquera, M. A. (2018). Putative nitrogen-fixing bacteria associated with the rhizosphere and root endosphere of wheat plants grown in an andisol from southern Chile. *Frontiers in microbiology*, 9(2710), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02710>
- Rini, C. S., & Jamilatur, R. (2020). *Buku Ajar Mata Kuliah Bakteriologi Dasar*: UMSIDA Press.
- 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://doi.org/10.37637/ab.v3i2.619>
- Riyadi, N. A., Safitri, D., & Sujarwo, S. (2024). Infografis Kronologi Sebagai Alat Visualisasi Efektif Untuk Meningkatkan Retensi IPS. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(1), 71-80. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v5i1.2254>
- Sahuleka, A. S., Edy, H. J., & Abdullah, S. S. (2021). Formulasi Sediaan Krim Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Pharmakon*, 10(4), 1162-1168. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.37414>
- Saida, S. (2022). Uji Aktivitas Bakteri Penambat Nitrogen Dan Penghasil Iaa Dari Rizosfer Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*). *Agrotek: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 6(1), 68-73. <https://repository.umi.ac.id/4855/1/176-365-1-SM.pdf>
- Salsabila, F., & Aslam, A. (2022). Pengembangan media pembelajaran berbasis web google sites pada pembelajaran IPA Sekolah Dasar. *Jurnal basicedu*, 6(4), 6088-6096. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3155>
- Syamsuddin, N., (2021). Model-model pengembangan media dan teknologi pembelajaran bahasa Arab. *Jurnal Pendidikan Refleksi*, 10(3), 247-254. <https://www.p3i.my.id/index.php/refleksi/article/view/158>
- Sapalina, F., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Bakteri penambat nitrogen sebagai agen biofertilizer: War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit.
- Saputri, K. E., Idiawati, N. S., & Sofiana, M. S. J. (2021). Isolasi dan karakterisasi bakteri penambat nitrogen dari rizosfer mangrove di Kuala Singkawang. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(2), 80-84. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/lk>
- Saridewi, L. P., Prihatiningsih, N., & Djatmiko, H. A. (2020). Karakterisasi biokimia bakteri endofit akar terung sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan pengendali penyakit layu bakteri in planta. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.19184/jptt.v1i1.15579>

- Setiawati, S., Sumarsono, S., & Minarsih, S. (2020). Respon pertumbuhan tanaman jewawut (*Setaria italica* Bv) pada berbagai kelengasan tanah dan dosis pemupukan yang berbeda. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 3(2), 68-79. <https://doi.org/10.14710/niche.3.2.68-79>
- Slamet, F. A. (2022). Model Penelitian Pengembangan (RnD): Institut Agama Islam Sunan Kalojogo Malang.
- Tia, E. D. A., Choir, J. A., Nasrulloh, N., & Busri, H. (2023). Pengembangan Media Infografis Untuk Pembelajaran Teks Cerita Pendek. *Fon: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 19(2), 253-260. <https://doi.org/10.25134/fon.v19i2.7827>
- Turrahmi, M., Nurhidayani, N., Hasyimuddin, H., & Pabendon, M. B. (2021). Uji Kualitas dan Kuantitas Tanaman Jewawut (*Setaria italic*) di Balai Penelitian Tanaman Serealia Kabupaten Maros. *Filogeni : Jurnal Mahasiswa Biologi*. 1(2), 57-62. <https://doi.org/10.24252/filogeni.vli2.23803>
- Ulilalbab, A., Qomariyah, U., Wulandari, E.Y., Khoerul, M., Ningtyas, R., ... & Puspita, D. (2023). Pengantar Mikrobiologi: A primer (F. Fadhila, Ed.) N.p., Sada Kurnia Pustaka.
- Vachrenisa, D. E., Sulthoni, S., & Abidin, Z. (2020). Pengembangan Desain Program Pelatihan Infografis Bagi Pegawai PT Pelindo III (Persero) Surabaya. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(2), 178-186. <https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p178>
- Wicaksono, F. Y., Nurmala, T., Irwan, A. W., & Putri, A. S. U. (2016). Pengaruh pemberian gibberellin dan sitokinin pada konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil gandum (*Triticum aestivum* L.) di dataran medium Jatinangor. *Kultivasi*, 15(1), 52-58. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i1.12004>
- Yusanti, F., & Wicaksono, F. Y. (2017). Pengaruh Waktu Aplikasi Dan Konsentrasi Giberelin Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Gandum (*Triticum Aestivum* L.) Pada Dataran Medium. *Jurnal Agroekoteknologi*, 9(2), 159-170. <https://dx.doi.org/10.33512/j.agrtek.v9i2.5114>