



Research Article



Isolasi dan Identifikasi Bakteri Fiksasi Nitrogen Dari Akar Padi Hidroponik Dan Akar Padi Konvensional

Pinkhan Aliffia Sekar Andini¹, Kartika Manalu², Rizki Amelia Nasution³

Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

pinkhanaliffia16@gmail.com, katika.manalu@uinsu.ac.id, rizkiamelianst@uinsu.ac.id

Penerbit	ABSTRACT
Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nisantara PGRI Kediri	<p>Nitrogen fixation bacteria are bacteria that are able to convert free nitrogen into nitrogen that can be used by the plants. This study aims to determine the presence of bacteria fixation nitrogen fixation bacteria in hydroponic and conventional rice roots and can identify the bacteria identify the bacteria. Isolation was done from the roots of rice (<i>Oryza sativa</i>) with the scatter blot method on NA (Nutriet Agar), and then tested for the then tested for the ability to fix nitrogen using mineral-free nitrogen media added with Brontomim mineral-free nitrogen medium added with Brontomiul Blue and glucose, which was incubated for 24 hours, then incubated for 24 hours and then biochemical tests. From the results of the isolation there are 2 isolates that are able to bind nitrogen and have the ability of HOS 833 ppm and KOS 1,128 ppm. The results of the characteristics and biochemistry characteristics and biochemistry showed that the isolate HOS is the genus <i>Bacillus</i> genus and KOS is <i>Azotobacter</i> genus.</p> <p>Key words: <i>Bacteria, Isolation, Identification, Oryza sativa</i></p>
	<p>ABSTRAK</p> <p>Bakteri Fiksasi Nitrogen merupakan bakteri yang mampu mengubah nitrogen bebas menjadi nitrogen yang mampu digunakan oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya bakteri fiksasi nitrogen pada akar padi hidroponik dan konvensional serta dapat mengidentifikasi bakteri tersebut. Isolasi dilakukan dari akar padi (<i>Oryza sativa</i>) dengan metode cawar sebar pada media NA (<i>Nutriet Agar</i>), dan kemudian di uji kemampuan untuk mengikat nitrogen dengan menggunakan media nitrogen bebas mineral yang ditambahkan Brontomiul Blue dan glukosa yang diinkubasi selama 24 jam kemudian di uji biokimia. Dari hasil isolasi tersebut terdapat 2 isolat yang mampu mengikat nitrogen dan memiliki kemampuan sebesar HOS 833 ppm dan KOS 1.128 ppm. Hasil dari karakteristik dan biokimia menunjukkan bahwa isolat HOS adalah genus <i>Bacillus</i> dan KOS adalah genus <i>Azotobacter</i>.</p> <p>Kata kunci: Bakteri, Isolasi, Identifikasi, <i>Oryza sativa</i></p>

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa*) merupakan salah satu tanaman pertanian yang memegang peranan paling penting karena berperan sebagai sumber makanan pokok (Hartati, 2020). Permintaan akan beras juga terus menerus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Selain faktor tersebut, Indonesia juga memiliki kemajuan yang sangat pesat salah satu dampak kemajuannya ialah berkurangnya lahan pertanian karena dijadikan daerah pemukiman warga serta kawasan industri

(Umarie et al, 2019). Maka langkah yang bisa diambil ialah melalui gerakan urban farming atau pertanian perkotaan. Pertanian perkotaan memanfaatkan budidaya padi secara hidroponik. Tanaman hidroponik memiliki keunggulan karena waktu tanamnya yang lebih singkat sehingga mampu panen 3 sampai 4 kali pertahunnya, selain itu budidaya secara hidroponik juga dapat memangkas beberapa biaya mulai dari biaya (Moningka et al, 2020).

Namun rendahnya produktivitas padi juga masih sering terjadi karena ketersediaan dan kecukupan air sangat menentukan pola dan waktu tanam. Kegagalan panen sering terjadi disebabkan waktu tanam yang tidak tepat karena curah hujan. Sehingga diperlukan penentuan waktu tanam yang terbagi menjadi 3 musim tanam, mulai dari musim tanam utama yang dilakukan pada musim penghujan pada musim ini juga hasil panen sangat besar, kemudian musim tanam gadu yang tidak mendapatkan pengairan hanya mengandalkan air hujan dan yang terakhir musim tanam kemarau dengan sistem pengairan atau irigasi yang lancar karena pada musim tanam kemarau hasil panennya sangat kecil. Tanaman membutuhkan unsur hara makro dan mikro, salah satunya adalah nitrogen. Nitrogen berfungsi dalam fotosintesis, pembentukan jaringan, protein, dan asam amino, serta dalam sintesis protein dan proses biokimia lainnya. Namun, proses pertumbuhan tanaman tidak tergantung pada ketersediaan unsur hara (Asrul et al, 2021).

Bakteri penambat Nitrogen sering disebut bakteri diazotrof yang mampu menggunakan nitrogen udara sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhannya (Fallo et al, 2022). Bakteri fiksasi nitrogen terdiri dari dua jenis, yang pertama adalah bakteri yang hidup bebas (tidak bersimbiosis), seperti Azetobakter dan Amilobakter; yang kedua adalah bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman legum, seperti Rhizobium (Sari, 2015). Endofitik diazotrof oleh orang lain. Menggunakan bakteri fiksasi nitrogen, baik ditanam atau disemprotkan pada tanaman, dapat meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen. Penggunaan bakteri fiksasi nitrogen dapat membantu mencapai tujuan pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen sintetis dan meningkatkan produksi dan pendapatan petani dengan biaya yang lebih rendah (Antralina, 2015). Jika ada banyak nitrogen di udara, tanaman tidak selalu dapat menggunakannya. Bakteri fiksasi nitrogen memiliki kemampuan untuk mengubah nitrogen bebas menjadi nitrogen yang dapat digunakan tanaman dengan bantuan enzim nitrogenasi (Asrul et al., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengisolasi bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen. Bakteri-bakteri ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk hayati yang akan memberi tanaman unsur hara nitrogen.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Universitas Sumatera Utara mulai oktober – november 2022. Alat yang digunakan adalah gelas ukur, labu erlenmeyer, tabung reaksi, jarum ose, cawan petri, pinset, gunting bedah, pisau bedah, pipet tetes, spatula, tissue steril, aluminium foil, batang penyebar, spidol, wrapping, bunsen, kertas label, objek glass, cover glass, mikropipet, mortal, alu, mikroskop, neraca analitik, inkubasi, autoklaf, vortex, hot plat, laminar air flow, dan rak tabung. Bahan yang digunakan adalah akar padi hidroponik, akar padi konvensional, media NA (Nutrient Agar) sebagai tempat wadah pertumbuhan bakteri, media Nitrogen Bebas Mineral untuk mengikat nitrogen, Brontomiul blue, 0,7% glukosa, kristal violet, lugol, safranin, Simmons Citrat Agar,

Triple Sugar Iron Agar, media Pepton Broth, Aquades, NaCl, Alkohol 96%, H₂O₂, Garam Signette dan Nesler.

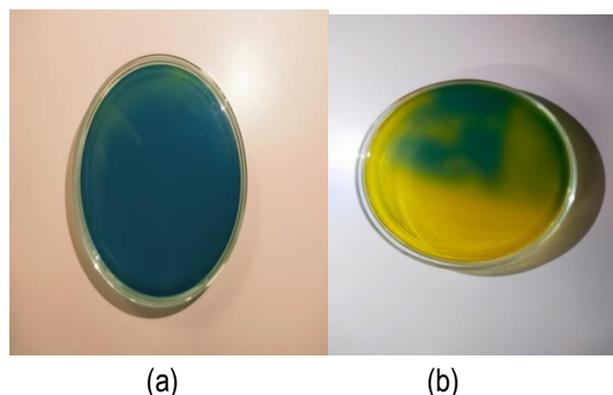
Tahapan penyediaan akar hidroponik dan konvensional dimulai dengan mengambil sampel penelitian (akar padi hidroponik dan akar padi konvensional) dan langsung dimasukkan ke dalam kantong plastik steril sebelum dibawa menuju laboratorium. Kemudian melakukan sterilisasi alat dan bahan dengan menggunakan autoklaf untuk semua alat dan bahan yang tahan akan panas dengan suhu 120°C selama 15 menit. Alat-alat tersebut terlebih dahulu dibungkus dengan kertas sebelum dilakukan sterilisasi. Kemudian tahapan isolasi bakteri fiksasi nitrogen dimulai dengan akar yang telah disterilkan dihaluskan dengan menggunakan mortal dan pestle, lalu akar yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam botol erlenmeyer yang sudah diisi terlebih dahulu dengan 90 ml akuades. Setelah akar dihaluskan, pengenceran dilakukan dengan mengencerkan 1 mililiter suspensi dengan 9 mililiter akuades dengan sistem pengenceran bertingkat menggunakan natrium klorida fisiologis sampai tingkat 10⁻⁵. Tingkat pengenceran 10⁻⁵, 10⁻⁴ dan 10⁻³ diambil dari 1 mililiter dan didistribusikan ke dalam cawan petri yang sudah berisi media nutrisi agar (NA). Untuk pertumbuhan, inkubasi berlangsung sekitar 24 jam pada suhu 37°C.

Proses selanjutnya adalah peremajaan bakteri. Satu ose koloni bakteri yang diambil dari akar padi hidroponik yang telah diisolasi dan digoreskan pada media NA miring dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kemampuan bakteri untuk mengikat nitrogen kemudian diuji dengan menggunakan media nitrogen bebas mineral yang ditambahkan Brontomiul Biru (BTB) dengan 0,7% glukosa. Perubahan dari media biru menjadi kuning menjadi sangat jelas. Setelah itu, isolat yang dipilih diwarnai menggunakan sistem apusan kering..

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Isolasi Bakteri Fiksasi Nitrogen

Dari penelitian yang telah dilakukan pada akar padi hidroponik dan akar padi konvensional untuk melihat bakteri fiksasi nitrogen maka didapatkan 2 isolat yang berbeda dengan kode HOS dan KOS.



Gambar 1. Hasil Isolasi Bakteri Fiksasi Nitrogen (a) HOS dan (b) KOS

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat 2 isolat yang mampu memfiksasi bakteri fiksasi nitrogen yang ditandai dengan adanya perubahan warna media yaitu dari warna biru menjadi

kuning dari media selektif nitrogen bebas mineral (Asrul, 2021). Media nitrogen bebas mineral dikenal sebagai salah satu media terbaik untuk mengisolasi bakteri fiksasi nitrogen, media nitrogen bebas mineral mengandung nutrisi seperti dikalium fosfat, kalsium klorida, natrium klorida, magnesium sulfat, natrium molybdate dihydrate, glukosa, dan mangan sulfat. Selain itu, media nitrogen bebas mineral juga dikomposisikan dan direkomendasi untuk menemukan dan mengembangkan bakteri yang fiksasi nitrogen. Natrium molybdate dihydrate membantu meningkatkan aktivitas fiksasi nitrogen, glukosa berfungsi sebagai sumber energi bakteri pada media nitrogen bebas mineral ini. Selain itu, natrium klorida menjaga keseimbangan tekanan osmotik media, dan yang terakhir terdapat kalsium klorida yang berguna untuk mendorong pembentukan nodul saat terbentuk dalam bentuk klorida atau sulfat, sehingga isolat bakteri fiksasi nitrogen yang tumbuh pada media ini (Ilangumaran et al, 2019).

2. Isolasi Uji Bakteri Fiksasi Nitrogen Secara Kuantitatif

Hasil isolasi dari 2 isolat bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen selanjutnya diuji kembali untuk melihat berapa besar kemampuan bakteri tersebut. Isolat bakteri dispektrofotometer dengan panjang gelombang 420 nm yang sebelumnya sudah di shakker dan sentrifugasi.

Tabel 1. Konsentrasi ppm

Genus	Y	A	B	(y-b)	$x = \frac{(y - b)}{a}$
Bacillus	0,859	0,001	0,026	0,833	833 ppm
Azotobacter	1,154	0,001	0,026	1,128	1,128 ppm

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan hasil konsentrasi ppm yang berbeda, pada genus *Bacillus* memiliki kemampuan lebih rendah yaitu 833 ppm untuk memfiksasi nitrogen, hal ini bisa saja disebabkan oleh Sumber glukosa tidak sesuai untuk mengaktifkan enzim nitrogenase bakteri secara maksimal. Sedangkan pada genus *Azotobacter* memiliki nilai konsentrasi ppm yang lebih tinggi yaitu 1,128 ppm. Untuk mendapatkan nilai konsentrasi ppm, 2 isolat bakteri diulang 3 ulangan dan harus dilakukan shakker terlebih dahulu untuk proses pengadukan suatu bahan menggunakan sistem getaran satu arah, serta harus disentrifugasi untuk memisahkan pelet dengan supernatan, yang kemudian supernatan tersebut diambil untuk dihitung nilai konsentrasi ppm yang kemudian di konversikan ke ppm melalui kurva standrat nitrogen.

3. Identifikasi Karakterisasi Bakteri Fiksasi Nitrogen

Berdasarkan hasil isolat dari sampel akar padi hidroponik dan akar padi konvensional dengan menggunakan media nitrogen bebas mineral, didapat dua isolat bakteri fiksasi nitrogen. Bakteri ini hidup bebas di alam dan tumbuh dengan baik di media yang tidak mengandung nitrogen.

Tabel 2 Karakterisasi Bakteri Fiksasi Nitrogen

Genus	Shape	Margin	Elevation	Size	Pigmentation
Bacillus	Irregular	Undulte	Flat	Large	Putih Susu
Azotobacter	Circullar	Entire	Flat	Moderate	Putih Susu

Pewarnaan gram digunakan untuk mewarnai isolat bakteri gram 2 yang mampu mengikat nitrogen dari *Bacillus* dan *Azotobacter*. Metode pewarnaan gram dapat digunakan untuk membedakan bakteri gram negatif dan gram positif. Pada tahap pewarnaan gram, pewarna kristal violet digunakan, dan kemudian pewarnaan dikuatkan oleh lugol. Alkohol membersihkan warna dari dinding sel. Sel gram positif berwarna ungu dan sel gram negatif berwarna merah setelah diberikan pewarna tambahan yang dikenal sebagai safranin (Ismail et al., 2017). Tabel di atas menunjukkan bahwa *Bacillus* berwarna ungu memiliki gram positif, dan *Azotobacter* berwarna merah memiliki gram negatif. Selain itu, hasil pengamatan morfologi sel menunjukkan bentuk Streptobasil dan Streptococcus bakteri. Bentuk sel bakteri ini menunjukkan bentuk spesies tertentu. Sembilan isolat bentuk sel cocous dan lima isolat bentuk basil diperoleh, seperti yang dilakukan oleh Irfan (2014).

4. Uji Biokimia Bakteri Fiksasi Nitrogen

Selanjutnya dilakukan pengujian biokimia yang dimulai dari Pewarnaan gram, Uji Katalase, Uji Sitrat, dan Uji TSIA yang memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Biokimia Bakteri Fiksasi Nitrogen

Kode	TSIA	Sitrat	Katalase	Penataan	Gram
<i>Bacillus</i>	A/A	-	+	Streptobasil	+
	Gas -				
	H ₂ S -				
<i>Azotobacter</i>	K/K	+	+	Streptococcus	-
	Gas -				
	H ₂ S -				

a. Hasil Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram 2 isolat bakteri yang mampu mengfiksasi nitrogen yang terdapat pada *Bacillus* dan *Azotobacter* dilakukan pewarnaan gram. Salah satu metode pewarnaan yang dikenal sebagai pewarnaan gram dapat membedakan bakteri gram negatif dan gram positif. Tahap pewarnaan gram melibatkan penggunaan pewarna kristal violet, yang kemudian dikuatkan oleh lugol. Alkohol membersihkan warna dari dinding sel. Sel-sel yang tidak mengikat warna kemudian diberi pewarna tambahan, safranin. Sel gram positif berwarna ungu dan sel gram negatif berwarna merah (Ismail et al., 2017). Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat pada *Bacillus* berwarna ungu yang berarti memiliki gram positif, sedangkan pada *Azotobacter* berwarna merah yang menandakan bahwa sel tersebut memiliki gram negatif. Selain itu, hasil pengamatan morfologi sel menunjukkan bentuk Streptobasil dan Streptococcus bakteri. Bentuk sel bakteri ini digunakan untuk menunjukkan morfologi spesies tertentu. Seperti halnya dalam penelitian yang dilakukan oleh Irfan (2014), diperoleh 7 isolat bentuk sel cocous dan 5 isolat bentuk basil.

Teknik pewarnaan gram digunakan untuk membedakan antara bakteri gram positif dan gram negatif berdasarkan komposisi dinding selnya. Bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal dan lapisan lipid yang tipis, yang mencegah penghilangan kompleks kristal violet oleh etanol selama pewarnaan (Hasibuan et al, 2024). Akibatnya, bakteri gram positif mempertahankan warna ungu kristal violet. Di sisi lain, bakteri gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih tipis dan lapisan lipid yang tebal, sehingga memungkinkan etanol untuk menghilangkan kompleks kristal violet. Ketika diwarnai lagi dengan safranin, bakteri gram negatif mengambil atau menyerap warna tersebut, sehingga

tampak berwarna merah. Perbedaan ini terlihat jelas pada data yang disajikan pada tabel 3. Selain itu, bentuk isolat bakteri penambat nitrogen dari akar padi hidroponik dan akar padi konvensional berbeda, dengan *Streptobacillus* dan *Streptococcus* sebagai bentuk sel yang diamati. Bentuk sel ini digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi spesies (Istiqomah & Rahmadani. 2018).

b. Uji Katalase

Keberadaan enzim katalase pada isolasi bakteri dapat diidentifikasi dengan melakukan uji katalase. Beberapa bakteri dapat menghasilkan peroksidase atau enzim katalase, yang dapat menghancurkan hidrogen peroksida (H_2O_2), yang memiliki sifat toksik dan dapat merusak komponen sel bakteri dengan cepat. Akibatnya, H_2O_2 akan dikatalis oleh enzim katalase menjadi H_2O dan O_2 . Jika koloni bakteri dicampur dengan H_2O_2 , ada gelembung udara di sekitar koloni yang menyebabkan reaksi positif dari pengujian ini (Amiruddin et al., 2017). Hasil pengujian katalase menunjukkan bahwa dua isolat yang memiliki kode KOS dan HOS menunjukkan hasil positif, yang ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung udara.

c. Uji Sitrat

Pengujian sitrat dilakukan untuk mengetahui seberapa baik bakteri dapat menggunakan sitrat sebagai sumber energi dan karbon. Hasil uji sitrat menunjukkan bahwa satu isolat *Bacillus* bereaksi negatif, menunjukkan bahwa isolat tidak mampu mengubah warna medium. Penggunaan sitrat memungkinkan bakteri untuk menghilangkan asam dari biakan, yang menghasilkan peningkatan pH dan perubahan warna dalam medium. Penggunaan sitrat membuat medium berwarna biru dari hijau (Amiruddin et al., 2017).

d. Uji TSIA

Tes TSIA digunakan untuk menentukan kemampuan bakteri dalam memfermentasi karbohidrat yang berbeda seperti glukosa, laktosa, sukrosa, dan pembentukan H_2S . Tes ini melibatkan pengamatan perubahan warna pada agar di dua tempat: pada bagian miring dan bagian bawah tabung. Jika warnanya merah, ini menunjukkan reaksi basa, sedangkan warna kuning menunjukkan reaksi asam.

Jika ada warna merah di permukaan dan warna kuning di bagian bawah, itu menunjukkan bahwa bakteri hanya dapat memfermentasi sejumlah kecil karbohidrat. Sebaliknya, jika ada warna kuning di permukaan dan warna kuning di bagian bawah, itu menunjukkan fermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa, tetapi bukan laktosa atau sukrosa. Terakhir, jika ada warna kuning di permukaan dan merah di dasar, itu menunjukkan fermentasi hanya laktosa dan sukrosa. Berdasarkan hasil uji TSIA, dua isolat bakteri menunjukkan hasil yang berbeda. Isolat pertama, *Bacillus*, memiliki warna merah pada permukaan dan dasar, yang mengindikasikan tidak ada fermentasi gula dan reaksi basa. Isolat kedua, *Azotobacter*, memiliki warna kuning pada permukaan dan dasar, yang mengindikasikan fermentasi ketiga gula dan reaksi asam (Kondororik. 2017).

e. Identifikasi Bakteri Fiksasi Nitrogen

Berdasarkan berbagai pengujian seperti morfologi sel, morfologi koloni, pewarnaan gram, dan pengujian biokimia, serta berkonsultasi dengan buku panduan Bergey, beberapa isolat telah diidentifikasi termasuk dalam bakteri gram positif genus *Bacillus*, sementara yang lain termasuk dalam bakteri gram negatif genus *Azotobacter*. Salah satu isolat yang diidentifikasi dengan kode HOS

termasuk dalam genus *Bacillus*, yang merupakan bakteri yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan menghasilkan antibiotik terhadap fitopatogen, meskipun belum banyak diketahui. Sedangkan isolat yang diidentifikasi dengan kode KOS termasuk dalam genus *Azotobacter*, yaitu bakteri non-simbiotik yang ditemukan di sekitar perakaran dan memiliki kemampuan tinggi dalam menambat nitrogen. Bakteri ini dapat hidup bebas dan merupakan bakteri gram negatif yang biasa ditemukan di tanah dan air (Fallo et al. 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan media selektif nitrogen bebas mineral terdapat 2 isolat bakteri fiksasi nitrogen yang berasal dari akar padi hidroponik dan akar padi konvensional dengan kode HOS dan KOS, hal tersebut berdasarkan perubahan warna media dari biru menjadi kuning yang menandakan bahwa isolat tersebut mampu memfiksasi nitrogen. Identifikasi bakteri fiksasi nitrogen berdasarkan morfologi koloni, morfologi sel, pewarnaan gram dan beberapa uji biokimia, 1 isolat teridentifikasi mengarah pada genus bakteri gram positif *Bacillus* dan 1 isolat lainnya mengarah pada bakteri gram negatif *Azotobacter*.

RUJUKAN

- Amiruddin, R. R., Darniati, D., & Ismail, I. (2017). Isolasi dan Identifikasi *Salmonella* sp pada Ayam Bakar di Rumah Makan Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(3), 265-274.
- Antralina, M., Kania, D., & Santoso, J. (2015). Pengaruh pupuk hayati terhadap kelimpahan bakteri penambat nitrogen dan pertumbuhan tanaman kina (*Cinchona ledgeriana* Moens) klon Cib. 5. *Jurnal Penelitian Teh Dan Kina*, 18(2), 177–185.
- Asrul, A., & Pugeg Aryantha, I. N. (2021). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Untuk Pembuatan Biofertilizer. *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu. Ilmu Pertanian*, 15(1), 16-23.
- 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.
- Hartati, H., Azmin, N., Nasir, M., Bakhtiar, B., & Nehru, N. (2020). Penggunaan Media Tanam Hidroponik Terhadap Produktivitas Pertumbuhan Tanaman Terong (*Solanum melongena*). *ORYZA (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(2), 14-20.
- Hasibuan, A. A. U., Br Tarigan, G. A., Ulfah Rambe, K., Tarigan, S. A., & Sulistyarini Gultom, E. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Sirih Terhadap Bakteri *Bacillus cereus*. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 11(1), 47-54. <https://doi.org/10.29407/jbp.v11i1.21662>
- Ilangumaran, G., & Smith, D. L. (2017). Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Amelioration of Salinity Stress: A Systems Biology Perspective. *Frontiers in plant science*, 8, 1768. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01768>
- Irfan, M. (2014). Isolasi dan enumerasi bakteri tanah gambut di perkebunan kelapa sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 1-8.
- Ismail, Y. S., Yulvizar, C., & Putriani, P. (2017). Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Bioleuser*, 1(2).
- Istiqomah, N., & Ramdhani, A. H. (2018). Profil Vitamin C Mangga Podang di Kecamatan Mojo, Semen, Banyakan dan Tarokan Kabupaten Kediri. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 5(1), 24-31.

- Kondororik, federika. (2016). Identifikasi Komposisi Pigmen, Isolasi, dan Aktivitas Antioksidan β Karoten pada Rumput Laut Merah *Gracilaria gigas* Hasil Budidaya. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 3(1). <https://doi.org/10.29407/jbp.v3i1.443>
- Moningka, C. N. G., Ludong, D. P. ., & Rumambi, D. P. (2020). Kajian Irigasi Mikro Pada Sistem Hidroponik Padi (*Oryza sativa* L .) Varietas Serayu Dalam Rumah Tanaman. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(1).
- Sari, R., & Prayudyarningsih, R. (2015). Rhizobium: pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Buletin Eboni*, 12(1), 51-64.
- Umarie, I., Hazmi, M., & Muhaimin, M. (2019). Respons Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) Terhadap Berbagai Media Tanam Dan Sumber Nutrisi Pada Sistem Tanam Hidroponik Vertikultur Bokas. *Agritop*, 17(1), 21–34.