

Eksplorasi dan Karakterisasi Rizobakteri yang Berpotensi sebagai Pemacu Pertumbuhan Asal Rizosfer Padi Sawah Tadah Hujan Kecamatan Kaway XVI Aceh Barat

Dewi Junita^{*}), Muhammad Afrillah, Vina Maulidia

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar, Indonesia
Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, Indonesia

^{*}Correspondence author: dewijunita@utu.ac.id

Abstrak

Salah satu teknologi pertanian ramah lingkungan adalah pemanfaatan non patogen rizobakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan (PGPR; *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi rizobakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan asal rizosfer padi sawah tadah hujan di Kecamatan Kaway XVI, Kabupaten Aceh Barat. Penelitian ini menggunakan metode eksploratif yang dilaksanakan pada Juni- September 2023 di Laboratorium Teknologi Benih Universitas Teuku Umar. Sampel tanah diambil di lahan sawah tadah hujan pada beberapa titik sawah yang terdapat di Kecamatan Kaway XVI. Pengamatan terdiri dari karakterisasi morfologi, pewarnaan Gram bakteri, uji hipersensitivitas, dan analisis produksi hormone IAA. Hasil eksplorasi memperoleh 11 isolat rizobakteri yang diisolasi dari sawah tadah hujan kecamatan Kaway XVI, yaitu isolate dengan kode K₁, K₂, K₃, K₄, K₅, K₆, K₇, K_{8.01}, K_{8.02}, K₉, dan K₁₀. Masing-masing isolat rizobakteri memiliki ciri morfologi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan isolat K₁ merupakan rizobakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan.

Kata kunci: PGPR, sawah tadah hujan, rizobakteri.

Exploration and Characterization of Rhizobacteria Potential as Growth Promoters from the Rhizosphere of Rainfed Rice Paddy Kaway XVI District, West Aceh

Abstract

One of the sustainable agriculture technologies are utilization non-pathogenic rhizobacteria which have the potential growth promoting (PGPR; Plant Growth Promoting Rhizobacteria). This research aimed to explore and characterize rhizobacteria that have the potential to stimulate growth from the rhizosphere of rainfed rice fields in Kaway XVI District, West Aceh Regency. This research used an exploratory method which was carried out in June-September 2023 at the Seed Technology Laboratory of Teuku Umar University. Soil samples were taken in rainfed rice fields at several rice fields in Kaway XVI District. Observations consisted of morphological characterization, Gram staining of bacteria, hypersensitivity testing, and analysis of IAA hormone production. The results of the explorations founded 11 rhizobacteria isolates from rainfed rice fields in Kaway XVI, namely K₁, K₂, K₃, K₄, K₅, K₆, K₇, K_{8.01}, K_{8.02}, K₉, dan K₁₀ Isolates. Each rhizobacteria isolates have different morphological characteristics. The research results showed that isolate K₁ was a rhizobacteria that have the potential to promote growth.

Keywords: PGPR, rainfed rice fields, rhizobacteria.

Received: 10 October 2023; **Revised:** 16 October 2023; **Accepted:** 24 April 2024

PENDAHULUAN

Padi telah lama menjadi komoditi penting di Indonesia, dimana padi menghasilkan beras yang merupakan pangan utama hampir seluruh masyarakat Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia berkorelasi positif dengan peningkatan penduduk yang terus meningkat secara signifikan setiap tahunnya. Kondisi ini mendorong perlunya peningkatan produksi padi yang mencukupi untuk kebutuhan beras nasional (Mudiyono dan Wasino, 2015).

Badan Pusat Statistik (2023) melaporkan bahwa secara nasional produksi padi Indonesia tahun 2022 mengalami peningkatan sebesar 0,61% (0,33 juta ton GKG) dibandingkan tahun 2021. Total produksi padi di Indonesia selama 2022 sekitar 54,75 juta ton GKG sedangkan tahun 2021 sebesar 54,42 juta ton GKG. Kenaikan produksi ini dipicu oleh penambahan luas panen sebesar 0,39% atau 0,04 juta hektar di tahun 2023. Meskipun demikian, untuk Provinsi Aceh sendiri terjadi penurunan luas panen dengan selisih 25,31 ribu hektar, yang berdampak pada penurunan produksi mencapai 125,18 ribu ton GKG.

Penurunan luas panen dan produksi padi di Aceh juga diakibatkan dari kondisi lingkungan seperti kekeringan, terutama bagi sawah lahan non irigasi (sawah tadah hujan). Lahan tadah hujan sangat tergantung pada air hujan, sehingga rentan terjadi kekeringan apabila tidak turun hujan. Selain itu, perencanaan budidaya yang baik juga cenderung sulit dilakukan oleh petani, mengingat air hujan yang susah diprediksi. Aceh Barat adalah salah satu penyumbang beras bagi masyarakat Aceh, sebagian besar petani telah lama menggarap padi di lahan sawah tadah hujan. Menurut Juanda (2016), Aceh barat memiliki sawah tadah hujan sebesar 10.181 ha. Produktivitas padi tadah hujan cenderung lebih rendah dibandingkan sawah irigasi yaitu berkisar antara 3,0–3,5 ton.Ha⁻¹ (Joharnas dan Sitindaon, 2017). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor pembatas diantaranya kondisi lahan yang kurang subur (Arifin et al., 2021) serta ketersediaan air yang bergantung pada curah hujan sehingga tanaman akan mengalami cekaman kekeringan pada saat musim kemarau (Erythrina et al., 2021; Kasno et al., 2016; Rene et al., 2016).

Cekaman kekeringan didefinisikan sebagai kondisi air tidak tersedia bagi tanaman akibat kurangnya curah hujan dan irigasi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Venkateswarlu & Shanker, 2009). Apabila cekaman kekeringan berlangsung lama maka dapat menyebabkan berhentinya proses fotosintesis serta gangguan pada metabolisme tanaman. Hasil penelitian Manikanta et al. (2022) padi yang mengalami cekaman kekeringan menunjukkan penurunan rata-rata konduktansi stomata dari 451,9 menjadi 257,7 $\mu\text{mol}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ yang kemudian menyebabkan penurunan laju fotosintesis sebesar 53,8% dibandingkan dengan tanaman tanpa cekaman kekeringan. Bouman & Tuong (2001) menambahkan bahwa kekeringan dapat mempengaruhi berbagai atribut seluler, biokimia, dan fisiologis pada tanaman, serta dapat menurunkan hasil padi sebesar 25,4% (Zhang et al., 2018).

Upaya untuk meningkatkan produktivitas padi sawah tadah hujan diantaranya mengatur jadwal dan pola tanam (Dwiratna et al., 2016), aplikasi pupuk berimbang baik pupuk organik maupun pupuk anorganik, serta menanam varietas unggul dan toleran terhadap kondisi cekaman kekeringan (Kasno et al., 2016). Namun penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus akan berdampak negatif terhadap kesuburan tanah serta berimbas terhadap penurunan produktivitas tanaman (Komansilan et al., 2023). Oleh karena itu perlu dilakukan pendekatan peningkatan pertumbuhan tanaman padi dengan asupan hara yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan yaitu dengan pemanfaatan bakteri pemacu pertumbuhan yang berasal dari rizosfer tanaman padi.

Salah satu penerapan inovasi teknologi pertanian ramah lingkungan yaitu melalui pemanfaatan non patogen rizobakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan (PGPR; *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Rizobakteri mampu meningkatkan ketahanan tanaman dan memacu pertumbuhan tanaman melalui mekanisme sekresi senyawa (eksudat) yang mendorong pertumbuhan dan menstimulasi pertahanan tanaman inang (Zhou et al. 2016; Sansinenea, 2019). Penggunaan rizobakteri ini pada lahan sawah tadah hujan mampu mengoptimalkan ketersediaan air yang relatif minim bagi tanaman. Rizobakteri pada sawah tadah hujan selain berpotensi biofertilizer dan biostimulan juga diharapkan mempunyai sistem adaptasi terhadap tekanan osmotik dengan menganulasi osmolit dalam sitoplasma (Maryani, 2010). Salah satu osmolit yang dihasilkan beberapa jenis bakteri adalah *glycine betaine* osmoprotektan (Yuwono, 2005).

Dengan menggunakan bakteri yang memiliki kemampuan tersebut pada rizosfer akar, maka hasil simbiosis tersebut berdampak positif bagi tanaman dalam menghindari kekeringan. Beberapa bakteri yang berasosiasi pada rizosfer padi berasal dari genus *Bacillus*, *Burkholderia*, dan *Paenibacillus* (Chawngthu et al., 2020), *Pseudomonas* dan *Bacillus* (Gupta et al., 2021). Diantaranya mikroba yang menunjukkan kemampuan osmotoleran adalah *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., *Acinetobacter* spp., *Aeromonas* spp., dan *Staphylococcus* spp., dimana bakteri tersebut menunjukkan pertumbuhan yang baik hingga suhu 50 °C (Sharma et al., 2013). Hasil penelitian Cassan et al (2009) menunjukkan bahwa Aplikasi cadaverine secara eksogen dan inokulasi dengan *Azospirillum brasilense* Az39 terbukti efektif dalam mengurangi dampak negatif stres osmotik pada tanaman. Kedua perlakuan tersebut berkontribusi pada peningkatan pertumbuhan tanaman dan pengurangan produksi hormon stres abscisic acid (ABA) 75% lebih rendah dibandingkan kontrol. Anwar et al (2024) melaporkan bahwa kombinasi aplikasi *Pseudomonas Fluorescens*, biochar dan GA3 meningkatkan kandungan protein (0,67 mg/ml), klorofil a (1,27 mg/g), berat kering pucuk (0,77 g) dan berat kering akar (0,33 g) tanaman jagung pada kondisi cekaman kekeringan dibandingkan dengan tanaman kontrol. Penelitian Alaskar dan shawaiman (2023) menunjukkan penggunaan PGPR *Azospirillum* lipoferum + *Pseudomonas* Sp yang dikombinasikan dengan dosis pupuk N 140 kg/ha dapat meningkatkan hasil tanaman gandum pada dua musim tanam yaitu masing-masing musim tanam meningkat sebesar 48,6% dan 52,2% dibawah cekaman kekeringan. Hasil penelitian kusumardhani et al (2022) tanaman padi varietas IR64 yang diinokulasi menggunakan rizobakteri osmotolerant (*Enterobacter flaveecens*) pada kondisi cekaman kekeringan (25% kapasitas lapang) meningkatkan aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD) 12%, *ascorbate peroxidase* (APX) 52%, dan *peroxidase* (POX) 39% dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi rizobakteri.

Hasil penelitian lainnya mengenai pemanfaatan rizobakteri yaitu penelitian Silva et al. (2024) menunjukkan *Glukonacetobacter diazotrophicus* memperbaiki pertumbuhan akar (Panjang akar lateral) pada tingkat cekaman air 50% dan 70% kapasitas lapangan, yang secara statistika berbeda dengan yang berkapasitas lapangan 100%. Tanaman yang diinokulasi dengan *G. diazotrophicus* mengakumulasi berbagai jenis zat terlarut organik dan anorganik dalam sitosol untuk menurunkan potensi osmotik, sehingga mempertahankan turgor sel yaitu trehalosa dan α -tokoferol. Demikian pula pada hasil penelitian Naseem et al. (2024) menunjukkan bahwa *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa* efektif dalam menghasilkan eksopolisakarida, pada kondisi cekaman kekeringan maupun tidak perlakuan menggunakan *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa* dapat meningkatkan kadar gula dan protein tanaman.

Proses karakterisasi bakteri dapat dilakukan melalui pengamatan terhadap karakter morfologi koloni, morfologi sel, pewarnaan Gram, dan uji biokimia (Pambudi et al., 2016). Karakterisasi bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan sifat khas yang dimiliki setiap bakteri. Selanjutnya hasil identifikasi digunakan dalam memanfaatkan bakteri tersebut dalam pengembangan pertanian sesuai dengan karakter bakteri. Oleh karena itu, kegiatan penelitian ini bertujuan melakukan eksplorasi dan identifikasi karakter morfologi dari isolat-isolat rizobakteri untuk mendapatkan bakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan di laboratorium dari rizosfer padi sawah tadah hujan Kecamatan Kaway XVI Aceh Barat.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Teuku Umar pada Juni– September 2023.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari preparasi sampel, isolasi dan pemurnian rizobakteri. Sampel tanah diambil di lahan sawah tadah hujan pada beberapa titik sawah yang terdapat di Kecamatan Kaway XVI. Penentuan titik pengambilan sampel tanah menggunakan metode *purposive random sampling*. Tanah yang diambil merupakan tanah disekitar perakaran tanaman. Sampel tanah yang telah disiapkan di isolasi dengan menggunakan metode pengenceran berseri, sebanyak 10 g sampel tanah dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 90 ml akuades dikocok dengan menggunakan *rotary shaker* kecepatan 150

rpm selama 60 menit hingga homogen (Madigan et al., 2003) kemudian dilakukan pengenceran serial dengan mencampurkan 1 mL sampel kedalam 9 mL akuades. Sebanyak 0,5 mL pada seri 10^{-8} ditanam pada media NA dengan metode sebar (*Spread Plate Methode*). Pemisahan dan pemurnian isolat bakteri dilakukan dengan metode goresan (*streak Plate method*). Cawan petri yang telah berisi rizobakteri diinkubasikan dengan posisi terbalik pada suhu ruang selama 24-48 jam. Kemudian Koloni bakteri yang menunjukkan morfologi dan warna yang berbeda dipindahkan pada media NA yang baru untuk mendapatkan rizobakteri murni.

Karakterisasi morfologi

Pengamatan morfologi rizobakteri dilakukan setelah memperoleh isolat murni, karakterisasi morfologi meliputi bentuk, ukuran, tepi, warna, dan permukaan koloni sesuai dengan acuan Prescott et al. (2005). Pengamatan dilakukan secara makroskopis pada bakteri yang ditumbuhkan pada media NA berumur 48 jam.

Pewarnaan gram rizobakteri

Pewarnaan Rizobakteri dilakukan dengan mesterilkan kaca preparat terlebih dahulu, selanjutnya biakan rizobakteri, satu ose koloni Rizobakteri digoreskan pada kaca preparat dan di tambahkan satu tetes aquades. Teteskan Methylen Blue 0,3% (Kristal Violet) serta Lugol, masing masing pewarna dibiarkan selama satu menit kemudian dibilas dengan aquadest. Sisa pewarna kemudian dilarutkan dalam Alkohol 96% dan ditambah dengan Safranin. Selanjutnya dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan pembesaran 100x. Bakteri Gram positif akan berwarna ungu, sedangkan bakteri Gram negatif akan memancarkan warna merah.

Uji hipersensitif

Uji hipersensitif dilakukan untuk menentukan rizobakteri yang berpotensi sebagai patogen. Pengujian dilakukan pada tanaman tembakau dewasa yang telah berumur tiga bulan. Isolat yang telah murni dibiakkan pada media NB terlebih dahulu dan di gojok dengan menggunakan *rotary Shaker* 150 rpm selama 48 jam. Selanjutnya, Suspensi rizobakteri disuntikkan pada bagian daun tembakau. Reaksi positif apabila daun tembakau menunjukkan gejala nekrosis.

Analisis produksi hormone IAA

Analisis hormon IAA ini dilakukan menggunakan metode Sukmadewi et al. (2015) yang telah dimodifikasi. Isolat bakteri yang tumbuh pada media TSB dan *dishaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 48 jam dan diuji dengan ditetesi larutan Salkowsky. Hasil positif setelah ditetesi larutan Salkowsky ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi merah muda setelah diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Morfologi

Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan 11 isolat rizobakteri yang diisolasi dari rizosfer sawah tadah hujan Kecamatan Kaway XVI, karakteristik morfologi isolat rizobakteri Kecamatan Kaway XVI disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengamatan yang dilakukan terhadap morfologi bakteri pada rizosfer padi pada lahan sawah tadah hujan di Kecamatan Kaway XVI, bahwa keseluruhan isolat yang ditemukan menunjukkan karakteristik morfologi koloni yang beragam baik ukuran, bentuk, warna isolat, elevasi serta margin yang berbeda sesuai dengan acuan Prescott et al. (2005). Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri secara makroskopis menunjukkan bahwa tujuh isolat memiliki ukuran sedang dan empat isolat berukuran kecil. Selain itu terdapat sepuluh isolat menunjukkan bentuk *circular* (melingkar/bulat bertepi) dan hanya ditemukan satu isolat bakteri dengan bentuk *irregular* (tidak beraturan) dengan warna koloni, empat isolat berwarna kuning bening, lima putih, serta dua krem kekuningan. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa terdapat tiga isolat dengan elevasi *raised* dan delapan *flat*. Selanjutnya terdapat lima isolat dengan

tepi *entire* (tepi rata), 2 *felamentus* (berlekuk tidak beraturan) serta terdapat satu *serrate* (tepi bergerigi), *undulate* (tepi bergelombang), dan *lobate* (tepi berlekuk).

Tabel 1. Karakterisasi Morfologi isolat Rizobakteri Asal Rizosfer Sawah Tadah Hujan Kecamatan Kaway XVI

Kode Isolate	Ukuran	Bentuk	Warna Isolat	Elevasi	Margin	Bentuk Sel	Gram(+/-)
K ₁	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Cream Kekuningan	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Bacili	-
K ₂	<i>Small</i>	<i>Circular</i>	Cream Kekuningan	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Bacili	-
K ₃	<i>Small</i>	<i>Circular</i>	Putih	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Bacili	-
K ₄	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Putih	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Bacili	+
K ₅	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Kuning Bening	<i>Flat</i>	<i>Serrate</i>	Bacili	-
K ₆	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Kuning Bening	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Bacili	-
K ₇	<i>Moderate</i>	<i>Irregular</i>	Putih	<i>Flat</i>	<i>Serrate</i>	Bacili	-
K _{8.01}	<i>Small</i>	<i>Circular</i>	Putih	<i>Flat</i>	<i>Felamentus</i>	Bacili	-
K _{8.02}	<i>Small</i>	<i>Circular</i>	Kuning bening	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Bacili	-
K ₉	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Kuning bening	<i>Raised</i>	<i>Undulate</i>	Bacili	-
K ₁₀	<i>Moderate</i>	<i>Circular</i>	Putih	<i>Flat</i>	<i>Felamentus</i>	Bacili	+

Sumber : Data Primer

Menurut Cappucino dan Sherman (1992) dalam Litaay (2007), tujuan dari karakterisasi morfologi suatu bakteri adalah untuk melakukan pengamatan terhadap ciri-ciri morfologi koloni isolat bakteri tersebut. Umumnya ciri morfologi koloni dan sel bakteri menunjukkan variasi yang sangat besar. Ditinjau dari segi ukuran terdapat dua jenis ukuran isolat bakteri yaitu ukuran *small* dan *moderate*. Diduga bahwa isolat rizobakteri yang memiliki ukuran *small* yaitu bakteri *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. Hal ini sejalan dengan penelitian Novalia et al. (2022) menyatakan bahwa koloni bakteri *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. berukuran *small* dan *moderate*. Selanjutnya, ditinjau dari aspek bentuk koloni, isolat bakteri dapat memiliki berbagai bentuk, termasuk bulat dan tidak beraturan. Diduga golongan bakteri yang berbentuk *circular* (bulat) adalah *Rhizobium* sp. Hasil penelitian Surtiningsih et al. (2009) menyatakan bahwa karakteristik koloni bakteri *Rhizobium* sp. berbentuk *circular*, *irregular*, dan *rhizoid*.

Selanjutnya, dalam hal warna bakteri, terdapat variasi seperti krem kekuningan, putih, dan kuning bening. Menurut penelitian oleh Zuraidah et al. (2020), pengamatan makroskopis bakteri dapat menampilkan karakteristik yang berbeda, termasuk bentuk, tepi, dan permukaan koloni, serta produksi lendir. Tepi koloni umumnya memiliki bentuk yang berombak dan rata, dan warna koloni dapat sangat beragam, mencakup bening, putih keruh, putih susu, merah muda, oranye, dan krem (Islam et al., 2019). Selain itu, karakteristik morfologi juga terlihat dalam bentuk bakteri, yang dapat mencakup bentuk lingkaran (bulat) dan tidak beraturan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari (2015), bakteri yang memiliki bentuk bulat dengan tepi yang rata (tanpa bergerigi) dan berwarna putih susu dapat diklasifikasikan sebagai bakteri dari genus *Corynebacterium*. Sementara itu, bakteri yang berbentuk bulat dengan tepi bergerigi dan berwarna putih kekuningan dapat dikategorikan sebagai bakteri dari genus *Mycobacterium*. Pidjath et al (2014) menambahkan bahwa bakteri yang memiliki bentuk tidak beraturan, dengan tepi yang tidak bergerigi dan berwarna putih susu, dapat digolongkan sebagai bakteri dari genus *Klebsilla*. Selain itu, bakteri yang berbentuk oval dan memiliki kapsul, dengan tepi bergerigi, dan berwarna putih susu, dapat diidentifikasi sebagai bakteri dari genus *Enterobacter*.

Namun demikian, berdasarkan karakterisasi morfologi koloni diatas diduga, isolat yang ditemukan merujuk pada golongan bakteri *Bacillus* sp. Hal ini sesuai dengan Napitupulu et al. (2019) dalam Fadilah (2022), bahwa secara makroskopis koloni bakteri *Bacillus* sp. berbentuk *circular* (bulat) dan *irregular* (tidak

beraturan), morfologi koloni umumnya berwarna putih atau kekuningan, memiliki margin atau tepian *entire* (rata), berukuran sedang ataupun kecil dan elevasi *flat* ataupun elevasi *convex*. Hasil penelitian Hatmati (2000) dalam Oktania (2018), bakteri *Bacillus* sp. memiliki ukuran koloni besar.

Hasil pewarnaan Gram menunjukkan positif sebanyak dua isolat dan lainnya menunjukkan negatif. Bakteri yang menunjukkan Gram positif memiliki membran plasma tunggal yang dikelilingi dinding sel tebal berupa peptidoglikan. Sekitar 90% dari dinding sel tersebut tersusun atas peptidoglikan; sedangkan sisanya berupa molekul lain bernama asam teikhoat, dinding sel memiliki kandungan lipid yang rendah, contoh bakteri yang termasuk dalam gram positif adalah genus *Bacillus* Rini et al (2020). Sedangkan bakteri yang menunjukkan Gram negatif, memiliki sistem membran ganda yang membran plasmanya diselimuti oleh membran luar permeabel. Dinding sel bakteri ini memiliki kandungan peptidoglikan rendah, yang terletak di antara membran dalam dan membran luarnya, dinding sel memiliki kandungan lipid yang tinggi. Contoh bakteri yang termasuk dalam Gram negatif adalah genus *Pseudomonas* (Cooper, & Hausman, 2019).

Uji Hipersensitif

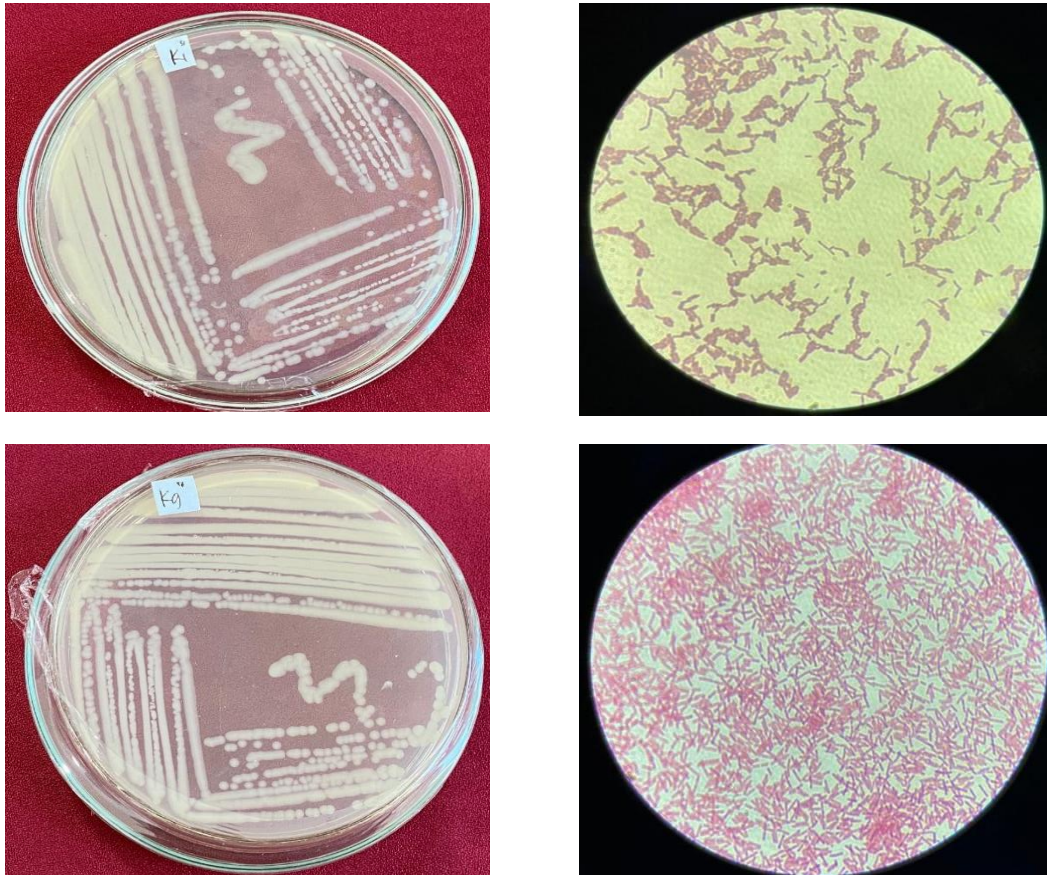
Hasil pengamatan uji hipersensitif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Reaksi hipersensitivitas isolat rizobakteri asal rizosfer padi sawah tadah hujan Kecamatan Kaway XVI

Kode Isolat	Reaksi Hipersensitivitas
Kontrol	-
K1	-
K2	+
K3	+
K4	+
K5	+
K6	-
K7	+
K8.01	+
K8.02	+
K9	+
K10	+

Keterangan : + (Menunjukkan gejala positif pathogen); - (menunjukkan gejala negative pathogen)

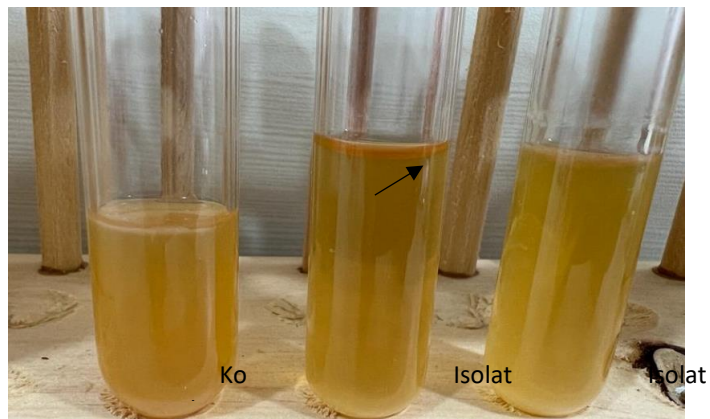
Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat isolat yang menunjukkan reaksi hipersensitivitas positif pada daun tembakau. Sebelas isolat yang diuji, terdapat sembilan yang menunjukkan reaksi positif dan dua lainnya negatif. Reaksi hipersensitivitas ditandai dengan terjadinya pengeringan dan kematian sel inang disekitar tempat invasi, selanjutnya patogen akan terisolasi dari jaringan yang hidup dengan adanya pembatas berupa sel-sel jaringan yang telah mati. Hasil uji ini diamati melalui perubahan warna daun dari warna hijau menjadi kuning hingga kecoklatan yang merupakan reaksi inang terhadap adanya serangan patogen. Menurut Lindsay et al., 1993 reaksi ini dapat menyebabkan kematian sel tanaman inang yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan patogen. Isolat rizobakteri yang menunjukkan reaksi positif mengindikasikan isolat tersebut tidak layak dijadikan sebagai calon agens pemacu pertumbuhan tanaman, sementara yang negatif dapat digunakan. Isolat yang menunjukkan kode negatif dan berpotensi dijadikan sebagai agens pemacu pertumbuhan adalah dengan kode K₁ dan K₆. Koloni isolat K₁ dan K₆ disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakter Morfologi Koloni Isolat Bakteri yang Menunjukkan Reaksi Negatif Hipersensitivitas: (A) Karakter Makroskopi Isolat K1, (B) Karakter Mikroskopi Isolat K1, (C) Karakter Makroskopi Isolat K6, dan (D) Karakter Mikroskopi Isolat K6

Analisis Produksi Hormone IAA

Hormon IAA merupakan hormone auksin. IAA adalah hormon endogen yang disintesis dalam akar dan batang yang berperan dalam proses fisiologi tanaman yaitu dalam hal perpanjangan sel dan akar, serta penambahan jumlah rambut dan akar lateral yang berungsi dalam penyerapan nutrisi (Datta dan Basu, 2000). Hormon IAA merangsang pertumbuhan sel dengan mengubah kondisi tertentu, seperti meningkatkan tekanan osmotik dalam sel, permeabilitas air ke dalam sel, sintesis dinding sel, dan sintesis protein dan serta mengurangi tekanan dinding sel (Mohite, 2013). Hasil pengamatan produksi hormon IAA oleh rizobakteri disajikan secara kualitatif dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Kemampuan Produksi Hormone IAA pada Isolate Potensial (A : Cincin Merah Muda Pada Isolate K₁)

Hasil pengamatan tersebut mengindikasikan bahwa dari dua isolat yang diuji, yaitu K1 dan K6, hanya K1 yang menunjukkan reaksi hipersensitivitas negatif dengan munculnya cincin berwarna merah muda. Sedangkan isolat K6 tidak menunjukkan reaksi cincin berwarna merah muda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isolat rizobakteri tersebut berpotensi menghasilkan hormon IAA. Hal ini terkait dengan penelitian Kholida (2016) yang menyatakan bahwa kemampuan suatu isolat dalam menghasilkan IAA ditunjukkan dengan warna kemerahan pada isolat tersebut.

Hasil pengamatan menunjukkan reaksi antara IAA dan reagen Salkowsky. Warna yang dimunculkan tidak terlalu pekat, hal ini diduga selama proses pengujian IAA yang diproduksi tidak optimal. Hasil ini sesuai dengan Larosa et al. (2013) bahwa Faktor yang mempengaruhi reaksi antara reagen Salkowski dengan IAA adalah cahaya, apabila ada cahaya yang masuk maka dapat merusak reaksi warna yang terjadi pada produksi IAA. Hasil penelitian Yurekli & Topcuoglu (2003) menunjukkan bahwa produksi IAA semakin baik pada kondisi yang gelap.

Kemampuan mikroorganisme dalam menghasilkan IAA dipengaruhi oleh jenis spesies mikroba. Mikroorganisme yang sama tidak dapat menghasilkan IAA dalam jumlah yang sama (Wulandari et al., 2020). Di antara beberapa genus bakteri, *Bacillus* dapat mensintesis IAA dalam jumlah berbeda dalam media cair (Kavamura et al., 2013). Hal ini disebabkan proses produksi IAA pada bakteri sangat dipengaruhi oleh laju pertumbuhan (Agustian et al., 2010).

KESIMPULAN

Hasil eksplorasi dari padi sawah tadah hujan kecamatan Kaway XVI, Aceh Barat diperoleh 11 isolat rizobakteri. Masing-masing isolat rizobakteri memiliki ciri morfologi yang berbeda. Hasil pengamatan skala laboratorium menunjukkan bahwa isolat K₁ merupakan rizobakteri yang berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah mendanai kegiatan penelitian ini pada skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun anggaran 2023 (Nomor: 172/E5/PG.02.00.PL/2023 dan perjanjian/ Kontrak Penelitian Turunan dari LPPM-PMP Universitas Teuku Umar Nomor: 051/UN59.7/PG.02.00.PT/2023)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, A., Nuriyani, N., Maira, L., & Emalinda, O. (2010). Rhizobakteria penghasil fitohormon IAA pada rhizosfir tumbuhan semak karamunting, titonia, dan tanaman pangan. *Jurnal Solum*, 7(1), 49-60.
- Alaskar, A., H.A. Shwaiman (2023). The Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Soil Properties and the Physiological and Anatomical Characteristics of Wheat under Water-Deficit Stress Conditions. *Agriculture*2023,13,2042. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112042>.
- Anwar, T., Qureshi, H., Gull, S., Siddiqi, E. H., Chaudhary, T., & Ali, H. M. (2024). Enhancing *Zea mays* growth and drought resilience by synergistic application of Rhizobacteria-Loaded Biochar (RBC) and externally applied Gibberellic Acid (GA). *Environmental Technology and Innovation*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103517>
- Arifin, M., Arsyad., Syafiuddin. (2021). The contribution of rainfed rice farming to income and food security of farmers household. *Journal of Socioeconomics and Development*. 2021. 4(2): 180-188
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023.) *Luas Panen dan produksi Padi di Indonesia 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Bouman, B. & Tuong, T.P. (2001). Field Water Management to Save Water and Increase in Productivity in Irrigated Lowland Rice. *Agricultural Water management*, 1615, pp.1–20. doi: 10.1016/S0378-3774(00)00128-1
- Cappucino, J.G, N. Sherman. (1992). *Microbiology a Laboratory Manual 3rd Edition*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. Redwood City, California.
- Cassán, F., Maiale, S., Masciarelli, O., Vidal, A., Luna, V., Ruiz, O. (2009). Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *European Journal of Soil Biology*, 45(1), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.08.003>
- Chawngthu L., Hnamte R., Lalfakzuala R. (2020). Isolation and characterization of rhizospheric phosphate solubilizing bacteria from wetland paddy field of Mizoram, India. *Geomicrobiol. J.* 2020;37(4):366–375.
- Cooper, G. M., Hausman, R. E., & *The Cell: A Molecular Approach*. (2019). Sinauer Associates.
- Dwiratna NPS, Suryadi E, Kamaratih KD. (2016). Optimasi pola tanam pada lahan sawah tadah hujan di kecamatan cimanggung kabupaten sumedang. *Jurnal Teknotan* 10(1), 37- 45
- Datta, C., Basu, P. (2000). Indole acetic acid production by a *Rhizobium* species from root nodules of a leguminous shrub *Cajanus cajan*. *Microbiol. Res.* 155, 123 – 127.
- Erythrina E., A Anshori., Charles Y. Bora., Dina O. Dewi, Martina S. Lestari, Muhammad A. Mustaha, Khadijah E. Ramija, Abdul W. Rauf, W. Mikasari, Y Surdianto, A Suriadi, R. Purnamayani, V Darwis and H. Syahbudi., (2021). Assessing Opportunities to Increase Yield and Profit in Rainfed Lowland Rice Systems in Indonesia. *Agronomy*. 11 (777) -1 -15.
- Fadilah, W., Rasyidah, R., & Mayasari, U. (2022). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Heterotrofik Pada Kawasan Perairan Pantai Indah Kalangan, Tapanuli Tengah. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2), 306-317.
- Gupta R., Kumari A., Sharma S., Alzahrani OM., Noureldeen A., Darwish H. (2021). Identification, characterization and optimization of phosphate solubilizing rhizobacteria (PSRB) from rice rhizosphere. *Saudi Journal of Biological Sciences* 29 (2022) 35–42.
- Hatmanti, A. (2000). Pengenalan *Bacillus* spp. *Oseana*, 25(1), 31-41.
- Islam H., Nelvia, Zul D. (2019). Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Diazotrof non Simbiotik Asal Tanah Kebun Kelapa Sawit dengan Aplikasi Tandan Kosong dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Agroteknologi*, 9 (2), 35-40.
- Joharnas dan SH. Sitindaon. (2017). Peran Lahan Sawah Tadah Hujan Terhadap Ketahanan Pangan Nasional di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi*, 7 (2), 15-20
- Juanda BR. (2016). Peningkatan produksi padi melalui potensi dan pengembangan wilayah produksi benih unggul di propinsi aceh. *Agrosamudra. Jurnal Penelitian* Vol. 3 No. 2.
- Kasno A., Rostaman T. & Setyorini D. (2016). Peningkatan produktivitas lahan sawah tadah hujan dengan pemupukan hara N, P, dan K dan penggunaan padi varietas unggul. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2): 147-157
- Kavamura, V. N., Santos, S. N., da Silva, J. L., Parma, M. M., Ávila, L. A., Visconti, A., & de Melo, I. S. (2013). Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought. *Microbiological research*, 168(4), 183-191.
- Kholida F.T, Ulaika E. (2016). Potensi *Azotobacter* sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2): E75-E77

- Komansilan O., J.M. Paulus., J. E. Xaveriano Rogi. (2023). pemberian plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) untuk meningkatkan produksi padi gogo (*Oryza sativa* L.) dan jagung (*Zea mays* L.) dalam sistem tumpang sari. *Jurnal MIPA* 11(1): 1-5.
- Kusumardani, H. D., Yuwono, T., & Rachmawati, D. (2022). Growth and Physiological Attributes of Rice by the Inoculation of Osmotolerant Rhizobacteria (*Enterobacter flavescens*) under Drought Condition. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 7(2), 67359. <https://doi.org/10.22146/jtbb.67359>
- Larosa. SF., E., Kusdiyantini., B., Raharjo., A. Sarjiya. (2013). Kemampuan isolat bakteri penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dari tanah gambut sampit Kalimantan Tengah. *Jurnal Biologi*, 2 (3): 41-54.
- Lindsay WP, Lamb CJ, Dixon RA. (1993). Microbial recognition and activation of plant defence system. *Trends Microbiol.* 5(1):181-187.
- Litaay, M., Gobel, R. B., Lejab, S. (2007). Kualitas media pemeliharaan larva lola merah dan kima sisik hasil filtrasi bertingkat di hatchery. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 12(1), 24-30.
- Lubis, S.S., Sardi, A., Huslina, 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.
- Madigan M. T., J. Martinko, J. Parker. (2003). Brock Biology of Microorganisms, 10th ed. Pearson Education, Inc : New York.
- Manikanta, C. L. N., Beena, R., & Rejeth, R. (2022). Root anatomical traits influence water stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 25(4), 421–436. <https://doi.org/10.1007/s12892-022-00142-8>
- Maryani, Y. (2010). khemotaksis rizobakteri osmotoleran pada rizosfer tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Biota*. 15 (3): 486-493.
- Mudiyono, Wasino. (2015). Perkembangan Tanaman Pangan di Indonesia Tahun 1945-1965. *Journal of Indonesian History*, 4 (1),-.....
- Mohite. (2013). Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *Journal Of Soil Science and Plant Nutrition*. 13(3), 638-649.
- Napitupulu, H. G., Rumengan, I.F.M., Wullur, S., Ginting, E.L., Rimper, J.R.T.S., Toloh, B. H. (2019). *Bacillus* sp. As a Decomposition Agent in The Maintenance of *Brachionus rotundiformis* Which Uses Raw Fish as a Source of Nutrition. *Jurnal Ilmiah Platax*. 7 (1):2302-3589.
- Naseem, M., Chaudhry, A. N., Jilani, G., Alam, T., Naz, F., Ullah, R., Zahoor, M., Zaman, S., & Sohail. (2024). Exopolysaccharide-producing bacterial cultures of *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa* in soil augment water retention and maize growth. *Heliyon*, e26104. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26104>.
- Novalia, E., Nurtjahya, R.Santi., E.Sari. (2022). Karakter Bakteri Azotobacter dan Azospirillum dari Rizosfer Tanaman Lada di Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Bioslogos*, 12 (1), 46-54.
- Oktania, P., Asniwita, A. (2018). Potensi *Bacillus* spp. dari rizosfer tanaman kedelai untuk mengendalikan penyakit rebah kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.). *Jurnal Agroecotania: Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(1), 19-32.
- Pidjath C., dan Nion A.Y. (2014). Isolasi Bakteri Pengikat Nitrogen Dari Tanah Marginal Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Agripeat*, 15 (2), 88-98.
- Prescott. (2005). Microbiology Sixth Edition. Amerika: Mc Graw Hill Companier.

- Priyantomo, S., (2019). Uji Patogenesitas BPF, BPK dan BPN yang Diisolasi dari Rizosfer Tanaman Kaktus (*Cactaceae*) dan Klampis (*Acacia tomentosa*) di Wilayah Universitas Tadulako, Kelurahan Tondo, Kecamatan Mantikulore. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.
- Pambudi A., Susanti, dan Priambodo TW. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Desa Sukawali dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang. *Journal of Biology*, 10(2),105–113.
- René, K.K., Koné, B., Firmin, K.K., Florant, Z., Joachim, T.M., Albert, Y.K., Emanuel, D.A., Daouda, K. (2016). Variations of rainfall and air temperature affecting rainfed rice growth and yield in a Guinea savanna zone. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 5(1), 65–77. <https://doi.org/10.15640/jaes.v5n1a7>.
- 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.
- Rini, C.S., J. Rochmah. (2020). Bakteriologi Dasar; Buku Ajar Universitas Muhammadiyah. Umsida Press. 98
- Sansinenea, E. (2019). *Bacillus* spp.: As plant growth-promoting bacteria. *Secondary metabolites of plant growth promoting rhizomicroorganisms: Discovery and applications*, 225-237.
- Sari, D. R., (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah yang Terdapat Di Sekitar Perakaran Tanaman. *Jurnal Bio-site*, 1(1):21–27. ISSN:2502–6178. Fakultas Biologi, Univesitas Jenderal Soedirman.
- Sharma R., Manda R., Gupta S., Kumar S., Kumar V. (2013). Isolation and characterization of osmotolerant bacteria from Thar Desert of Western Rajasthan (India). *Rev. Biol. Trop.* 61 (4): 1551-1562.
- Sukmadewi D.K.T, Suharjo, Antonius S. (2015). Uji Potensi Bakteri Penghasil Hormon Iaa (Indole Acetic Acid) Dari Tanah Rhizosfer Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.), *Jurnal Biotropika*, 3(2), 91–94.
- Surtiningsih, T., Farida dan T. Nurhariyati. (2009). Biofertilisasi Bakteri Rhizobium pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.). Berk. Penel. Hayati, 15:31-35.
- Venkateswarlu, B., & Shanker, A. K. (2009). Climate change and agriculture: adaptation and mitigation strategies. *Indian Journal of Agronomy*, 54(2), 226-230.
- Wulandari, N., Irfan, M., & Saragih, R. (2019). Isolasi dan karakterisasi plant growth promoting rhizobacteria dari rizosfer kebun karet rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3), 57-64.
- Yuwono T. (2005). Metabolism of betaine as a carbon source by an osmotolerant bacterium isolated from the weed rhizosphere. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21, pp. 69–73. doi: 10.1007/s11274-004-1935- 8.
- Yurekli F., & Topcuoglu, H. (2003). The synthesis of indole-3- acetic acid by the industrially important whiterot fungus *Lentinus sajor-caju* under different culture conditions. *Mycol Res* 1 (07) 305–309.
- Zhou Dongmei, Huang Xing-Feng, Chaparro Jacqueline M., Badri Dayakar V., Manter Daniel K., Vivanco Jorge M., Guo Jianhua. (2016). Root and bacterial secretions regulate the interaction between plants and PGPR leading to distinct plant growth promotion effects. *Plant Soil*. 2016;401(1-2):259–272.
- Zhang, J., Zhang, S., Cheng, M., Jiang, H., Zhang, X., Peng, C., Lu, X., Zhang, M., & Jin, J. (2018). Effect of drought on agronomic traits of rice and wheat: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph15050839>
- Zuraidah, Wahyuni, D. dan Astuty E., (2020). Karakteristik Morfologi dan Uji Aktivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* Vol.11 (2) : 40-47.