

Karakteristik Bakteri Rhizosfer Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Pasca Genangan dan Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Witnawati*, Hesti Kurniahu

Program Studi Biologi, Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban, Indonesia

*Koresponden Penulis : witnawati2205@gmail.com

Abstrak

Bakteri tanah memiliki kemampuan sebagai agen pengkhlut senyawa beracun, penyedia unsur hara bagi tanaman, pelindung tanaman dari bakteri patogen dan penghasil zat pengatur tumbuh bagi tanaman. Genangan pada lahan pertanian menyebabkan perubahan komposisi dan aktivitas bakteri tanah. Selain itu, genangan dapat menyebabkan cabai rawit mengalami stres oksidatif. Sehingga genangan secara umum dapat menyebabkan cabai rawit mengalami gangguan pertumbuhan dan perkembangan. Meskipun secara alami cabai rawit dapat pulih dari stres genangan namun memakan waktu yang lebih lama sehingga menimbulkan kerugian bagi petani. Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dapat membantu mempercepat proses pemulihan cabai rawit pasca stres genangan. Namun tidak semua bakteri dalam PGPR dapat beradaptasi terhadap kondisi lingkungan rhizosfer cabai rawit pasca genangan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk karakterisasi bakteri di rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi PGPR. Metode dalam penelitian ini meliputi aklimatisasi cabai rawit di *greenhouse*, pembuatan larutan PGPR, penggenangan parsial cabai rawit selama 48 jam, drainase cabai rawit selama 24 jam, aplikasi larutan PGPR pada rizosfer cabai rawit, pengambilan sampel media tanam, isolasi bakteri media tanam, purifikasi isolate bakteri, serta karakterisasi bakteri berupa pengamatan morfologi dan uji biokimia. Data yang diperoleh berupa karakteristik morfologi dan uji biokimia selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 13 isolat yang diperoleh berbentuk *coccus*, *bacil* dan *coccobacil*, hasil uji katalase seluruh isolat positif, 12 isolat gram positif dan 1 isolat gram negatif, respirasi (aerob 5 isolat, anaerob 4 isolat, aerob fakultatif 3 isolat dan 1 isolat aerotolerant anaerob).

Kata kunci: PGPR, Stres Oksidatif, Bakteri Rhizosfer, *Capsicum frutescens*, Genangan Parsial.

Abstract

Soil bacteria can chelate toxic compounds, provide nutrients for plants, protect plants from pathogenic bacteria and produce growth regulators for plants. Farmland flooding causes changes in the composition and activity of soil bacteria. Flooding causes cayenne pepper to experience oxidative stress. Flooding cause cayenne pepper to experience growth and development disorders. Although cayenne pepper can naturally recover from flooding stress, it takes a longer time, causing losses to farmers. PGPR can help speed up the recovery process of cayenne pepper after flooding stress. However, not all bacteria in PGPR can adapt to the environmental conditions of the rhizosphere of cayenne pepper after flooding. This study was conducted to characterize bacteria in the rhizosphere of cayenne pepper after flooding and PGPR application. The methods in this study include acclimatization of cayenne pepper in the greenhouse, making PGPR solution, partial flooding of cayenne pepper for 48 hours, drainage of cayenne pepper for 24 hours, application of PGPR to the rhizosphere of cayenne pepper, sampling of planting media, isolation of planting media bacteria, purification of bacterial isolates, and characterization of bacteria in the morphological observations and biochemical tests. The data obtained in the morphological characteristics and biochemical tests were then analyzed descriptively. The results showed that there were 13 isolates obtained in the form of *coccus*; *bacil* and *coccobacil*; the results of the catalase test were all positive isolates; 12 gram-positive isolates and 1 gram-negative isolate; aerobic 5 isolates, anaerobic 4 isolates, facultative aerobic 3 isolates and 1 anaerobic aerotolerant isolate.

Keywords: Bacteria, Flooding, Rhizosphere, Cayenne Pepper.

Histori Artikel

Submit : 4 Juni 2025

Direvisi : 24 Juli 2025

Diterima : 28 Juli 2025

DOI : 10.33474/e-jbst.v11i1.627

Sitasi : Witnawati and H. Kurniahu, "Karakteristik Bakteri Rhizosfer Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Pasca Genangan dan Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)," *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, vol. 11, no. 1, pp. xx-xx, Aug. 2025. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v11i1.627>



Pendahuluan

Pemanasan global menyebabkan terjadinya anomali curah hujan, peningkatan curah hujan disertai dengan drainase lahan pertanian yang buruk menyebabkan genangan [1]. Kehadiran dan aktivitas mikroba tanah dapat dipengaruhi oleh level dan durasi genangan di lahan pertanian [2]. Mikroba tanah memiliki peran yang sangat penting dalam lahan pertanian, diantaranya sebagai agen pengkkelat logam dan mengurai senyawa racun dengan cara menghasilkan senyawa kimia untuk mengikat logam [3]. Bakteri tanah juga menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman, melindungi akar dari hama dan penyakit, serta menyediakan fitohormon untuk merangsang pertumbuhan tanaman [4].

Genangan pada lahan pertanian menyebabkan stres oksidatif tanaman budidaya dan dalam jangka panjang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangannya bahkan dapat menyebabkan kematian [5]. Akar tanaman dalam kondisi tergenang menghasilkan *1-aminocyclopropane-1-carboxylate* (ACC) dan dikirim ke pucuk tanaman karena di akar kekurangan oksigen yang membantunya untuk mengkonversi menjadi etilen. ACC ini selanjutnya diubah menjadi etilen dengan adanya oksigen di pucuk [6]. Oleh karena itu, produksi etilen pada tanaman yang mengalami genangan akar meningkat drastis.

Sebagian produksi ACC di akar tanaman dikeluarkan ke lingkungan sekitar sistem perakaran [7]. Beberapa jenis bakteri tanah menghasilkan enzim ACC deaminase yang dapat mengurai ACC. Enzim ini akan memecah ACC menjadi α -ketobutyrate dan ammonia [8]. Dengan adanya pemecahan ACC oleh enzim ACC deaminase maka jumlah ACC di akar akan mengalami penurunan sehingga dapat menurunkan produksi etilen di pucuk. Tetapi adanya perubahan lingkungan berupa genangan di lahan pertanian menyebabkan kematian dan perubahan komposisi bakteri tanah. Hal ini menyebabkan ACC di tanah diserap kembali oleh akar sehingga meningkatkan produksi etilen di pucuk [7].

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman yang rentan terhadap genangan. Pada saat musim penghujan cabai rawit mengalami penurunan hasil panen bahkan kegagalan panen karena kematian pasca genangan [9]. Namun demikian cabai rawit sebenarnya memiliki kemampuan pulih secara alami setelah stres genangan [10]. Akan tetapi proses pemulihannya memerlukan waktu yang lebih lama dan meningkatkan durasi budidaya cabai rawit dan dapat merugikan petani. Beberapa upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan cara pembuatan varietas unggul tahan genangan, meningkatkan ketahanan tanaman cabai rawit terhadap genangan dengan aplikasi pupuk silika dan kalium eksogen (CaNO₃) serta aplikasi bakteri rizosfer [7], [10]–[12].

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) adalah sekumpulan bakteri yang ditemukan di sekitar sistem perakaran tumbuhan. Bakteri ini bersimbiosis dengan tanaman dengan cara membentuk koloni [13]. PGPR membantu mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan hasil panen tanaman budidaya [14]. PGPR juga dapat membantu tanaman dalam menyerap unsur hara sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhannya [15]. Fitohormon juga dihasilkan oleh PGPR yang memacu pertumbuhan tanaman [16]. Beberapa bakteri rizosfer juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan ACC deaminase untuk memecah ACC menjadi nitrogen dan karbon yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman [7]. Bakteri pada PGPR dengan aktif membentuk koloni di sekitar akar tumbuhan (rizosfer) [17]. Sehingga penambahan PGPR pada akar tanaman cabai rawit setelah mengalami genangan dapat mengembalikan kondisi mikroba tanah sebelum mengalami genangan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan proses pemulihan cabai rawit pasca stres oksidatif akibat genangan pada media tanam cabai rawit.

Aplikasi PGPR pasca banjir pada lahan pertanian cabai rawit terbukti dapat mempercepat pemulihan tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah. Bakteri dapat merangsang pertumbuhan akar baru melalui produksi fitohormon seperti auksin dan sitokinin, serta memperkuat kolonisasi mikroba menguntungkan di rizosfer, sehingga mendukung perkembangan akar pasca kerusakan akibat genangan dan kekurangan oksigen [18].

Penelitian terdahulu terkait pengaruh negatif genangan berulang terhadap dengan gangguan morfo-fisio cabai rawit berupa epinasty [19], kelayuan dan kematian [5], tinggi tanaman, jumlah cabang dan hasil panen [6] serta perkembangan generatif cabai rawit [9] telah dilakukan. Penelitian mengenai komposisi mikroba tanah pada lahan pertanian jagung yang tergenang Kondisi lingkungan pasca genangan mendukung bakteri yang bersifat saprofit, bentuk dan tepi koloni mencerminkan pertumbuhan



dan enzimatis bakteri dikondisi lingkungan tersebut [7]. Perendaman biji cabai dapat membantu proses perkecambahan dan pertumbuhan semai cabai rawit [20]. Pemberian PGPR pada cabai rawit setelah genangan dapat berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman dan jumlah cabang [21] dan rerata jumlah daun [10]. Namun belum banyak informasi terkait dengan karakteristik bakteri rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi pemberian PGPR. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji karakterisasi bakteri yang rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi PGPR.

Material dan Metode

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Desember 2024 di Laboratorium Biologi dan *Green House* Universitas PGRI Ronggolawe Tuban. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental melalui proses penanaman dan perawatan cabai rawit, inkubasi PGPR, pemberian PGPR pada cabai rawit setelah digenangi, dan pengamatan karakteristik koloni bakteri

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mendapatkan sampel tanah yaitu sekop, plastik klip, kertas label, dan sarung tangan. Alat yang digunakan untuk isolasi dan karakterisasi bakteri adalah *autoclave*, Laminar Air Flow (LAF), inkubator, timbangan analitik, *vortex*, *hot plate*, mikroskop binokuler, labu erlenmeyer, *beaker glass*, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, cawan petri, mikro pipet dan tip, pengaduk, jarum ose, bunsen, aluminium foil, kapas, tisu, korek api, *cover glass*, *object glass*, sarung tangan lateks, dan buku catatan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu akuades, spiritus, alkohol 70%, H_2O_2 3%, NaCl 0,9%, *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), safranin, iodin, kristal violet, lugol, dan sampel bakteri rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi.

Cara Kerja Penelitian

1. Pindah Tanam dan Perawatan Pra Perlakuan

Semai cabai rawit usia 30 HST (4-5 daun) dipindah tanam dalam pot diameter 35 cm pada media tanam berupa tanah, sekam bakar, pupuk kandang, dan kompos dengan perbandingan 2:1:1:1 selanjutnya diaklimatisasi selama 30 HST. Penyiraman air sesuai kapasitas lapang yaitu sebanyak 220 ml /hari. Pengendalian organisme pengganggu dilakukan secara manual dengan menangkap hama dan mencabut gulma.

2. Pembuatan larutan PGPR

Akar tanaman Leguminosae (keluarga *Fabaceae*) yang digunakan yaitu Orok-orok (*Crotalaria juncea*), Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.), dan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Akar dan tanah di sekitar tanaman ditimbang dan ditambahkan dengan molase dan dedak padi serta buffer fosfat pH 7. Kemudian difermentasi selama 1 minggu pada suhu ruang (27 – 30°C).

3. Penggenangan tanaman cabai rawit

Cabai rawit pasca aklimatisasi pada usia 45 Hari Setelah Tanam (HST) selanjutnya digenangi dengan air secara parsial yaitu sampai setinggi 13-15 cm diatas media tanam selama 48 jam.

4. Drainase tanaman cabai rawit

Setelah tanaman cabai rawit mengalami genangan parsial selanjutnya didrainase selama 24 jam.

5. Pemberian larutan PGPR tanaman cabai rawit

Tanaman cabai rawit yang telah didrainase selanjutnya diberikan perlakuan sebagai berikut:

- Perlakuan 1 (P1) : cabai rawit tidak digenangi dan diberikan aquadest
- Perlakuan 2 (P2) : cabai rawit tidak digenangi dan diberikan PGPR
- Perlakuan 3 (P3) : cabai rawit digenangi dan tidak diberikan PGPR
- Perlakuan 4 (P4) : cabai rawit digenangi dan diberikan PGPR 50%
- Perlakuan 5 (P5) : cabai rawit digenangi dan diberikan PGPR 100%

6. Pengambilan sampel tanah

Tanah diambil dari rhizosfer tanaman cabai rawit pada perlakuan 1-5 pasca perlakuan biostimulan. Masing-masing perlakuan tanah diambil sebanyak 5 gr kemudian dikompositkan



sehingga diperoleh 5 sampel. Tanah diambil menggunakan sekop kemudian dimasukkan ke plastik klip, diberi label, dan dimasukkan kedalam *cooler box*.

7. Pembuatan media NA

Nutrient Agar seberat 10 gr dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian dilarutkan pada 500 ml aquades. Media dipanaskan sampai mendidih dan homogen, selanjutnya disterilisasi dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C, tuang media pada tabung reaksi pada suhu 40-45°C. [22].

8. Isolasi bakteri

Isolasi bakteri dilakukan pada setiap sampel tanah yang diperoleh. Sebanyak 25 gr tanah ditambahkan dalam 225 ml larutan 0,9% NaCl steril, diaduk hingga homogen dan diperoleh larutan pengenceran 10^{-1} . Kemudian dilanjutkan pengambilan 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-1} lalu dimasukkan kedalam larutan 0,9% NaCl steril 9 ml steril. Tahapan ini dilakukan hingga pengenceran 10^{-5} . Pengenceran bertingkat dilakukan untuk mengurangi kepadatan mikroba pada sampel, Isolasi dilakukan dengan menggunakan metode *pour plate* di tingkat pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-5} dengan mengambil 1 ml suspensi dari setiap pengenceran selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri dan dituangkan media NA kemudian cawan petri dihomogenkan memutar searah angka delapan, selanjutnya diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam [23].

9. Purifikasi isolat

Purifikasi dilakukan dengan metode *streak plate* yaitu memindahkan koloni yang terpisah dan berbeda fisik menggunakan jarum ose pada media NA padat, selanjutnya diinkubasi dengan suhu 30°C selama 24 jam. Purifikasi bertujuan memperoleh *single colony* sebagai bahan karakterisasi bakteri [24].

10. Karakterisasi bakteri

a. Pengamatan morfologi bakteri

1. Pengamatan makroskopis yaitu pengamatan morfologi koloni bakteri yang meliputi bentuk, warna, tepian, dan elevasi koloni yang tumbuh pada media NA
2. Pengamatan mikroskopis yaitu pengamatan pada pewarnaan gram. Pewarnaan gram bertujuan mengetahui bentuk sel bakteri dan reaksi gram. Bakteri dikategorikan sebagai gram positif jika selnya berwarna biru keunguan, dan gram negatif jika selnya berwarna merah dan merah muda.

b. Uji Biokimia

1. Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan meneteskan H_2O_2 3% pada *object glass* yang steril. Kemudian diolesi biakan bakteri pada *object glass* yang sudah ditetesi H_2O_2 3% dengan jarum ose. Suspensi secara perlahan dicampur menggunakan jarum ose, reaksi positif uji katalase ditandai oleh terbentuknya gelembung gas [25].

2. Uji Respirasi

Uji respirasi dilakukan menggunakan media cair *Nutrient Broth* (NB). Isolat bakteri diambil menggunakan jarum ose secara aseptik lalu diinokulasikan di media NB kemudian diinkubasi dengan suhu 30°C selama 24jam. Selanjutnya dapat diamati akumulasi pertumbuhan bakterinya. Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang diambil selama penelitian. Penulis harus menjelaskan alasan pemilihan metode yang digunakan, memberikan justifikasi ilmiah atau praktis untuk pilihan tersebut. Penjelasan cara kerja harus ringkas namun cukup detail termasuk alat dan bahan yang dibutuhkan serta prosedur pelaksanaan penelitian. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

- Alat dan Bahan: Deskripsi alat dan bahan utama yang digunakan harus mencakup merek, tipe, dan akurasi jika ada. Sebagai contoh, "Spektrofotometer UV-Vis (Merk XYZ, Tipe 123, Akurasi ± 0.01 nm)".
- Prosedur Penelitian: Rincian langkah-langkah dalam prosedur penelitian, dari persiapan hingga pelaksanaan, serta tahapan analisis data. Misalnya, langkah-langkah untuk menyiapkan sampel, kondisi eksperimen, dan pengukuran hasil.



Analisis Data

Data yang didapatkan dari hasil isolasi dan karakterisasi bakteri rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi PGPR dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Serta hasil dicatat berdasarkan jumlah isolat yang diamati.

Hasil dan Diskusi

Hasil isolasi bakteri rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi PGPR diperoleh sebanyak 13 isolat bakteri dengan karakterisasi morfologi koloni beragam yang diamati secara makroskopis, mikroskopis, dan dan biokimia. Dapat dilihat pada Tabel 1. yang ditandai dengan kode isolat P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, dan P13 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengamatan Bakteri Rhizosfer Cabai Rawit Pasca Genangan dan Aplikasi PGPR

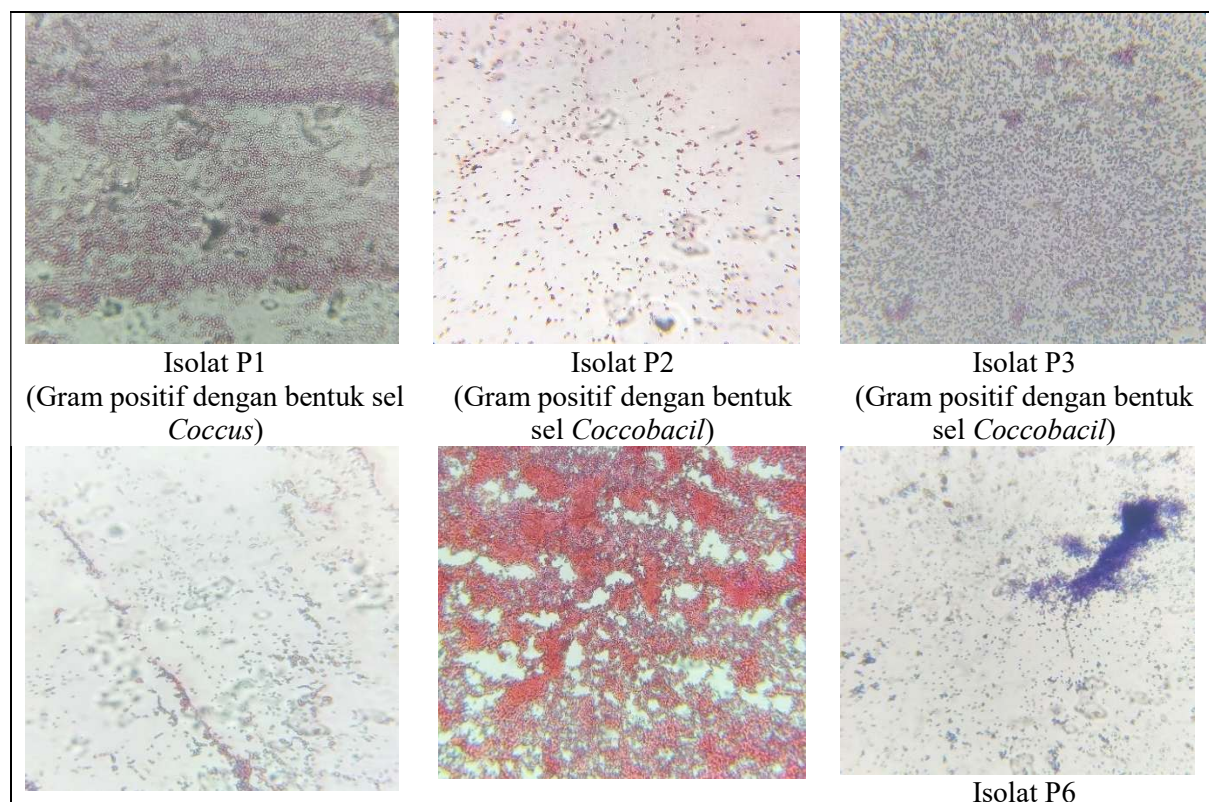
Kode Isolat	Karakteristik									Ditemukan pada
	Makroskopis					Mikroskopis		Biokimia		
	Bentuk	Warna	Tepi	Elevasi	Ukuran	Sifat Gram	Bentuk Sel	Katalase	Respirasi	
P1	Bulat	Putih susu	Licin	Datar	Kecil	+	Coccus	+	Aerob	P1, P2, P3, P4, P5, P6
P2	Bulat	Bening	Halus	Datar	Kecil	+	Coccobacil	+	Anaerob	P1
P3	Bulat Tidak teratur	Bening	Bergerigi	Datar	Sedang	+	Coccobacil	+	Anaerob Fakultatif	P1, P2, P3, P4, P6
P4	Bulat Tidak teratur	Bening	Halus	Datar	Sedang	+	Coccobacil	+	Aerob	P1, P4
P5	Bulat	Putih susu	Licin	Datar	Sedang	-	Coccus	+	Aerotolerant Anaerob	P1, P3
P6	Tidak teratur	Putih	Berkarang	Datar	Besar	+	Coccobacil	+	Aerob	P1, P2, P3, P4, P5, P6
P7	Bulat	Kuning	Licin	Datar	Sedang	+	Bacil	+	Anaerob Fakultatif	P1
P8	Bulat	Putih	Licin	Datar	Besar	+	Coccus	+	Anaerob	P1
P9	Tidak teratur	Putih Kekuningan	Bergerigi	Datar	Kecil	+	Coccus	+	Anaerob Fakultatif	P1
P10	Tidak teratur	Putih	Berlekuk	Datar	Besar	+	Coccobacil	+	Anaerob	P1, P6
P11	Bulat Teratur	Putih	Berlekuk	Datar	Sedang	+	Coccus	+	Aerob	P5
P12	Bulat Tidak teratur	Kuning	Berlekuk	Datar	Sedang	+	Coccus	+	Anaerob	P4
P13	Tidak teratur	Putih Kemerahan	Berkarang	Datar	Besar	+	Coccus	+	Aerob	P4, P5

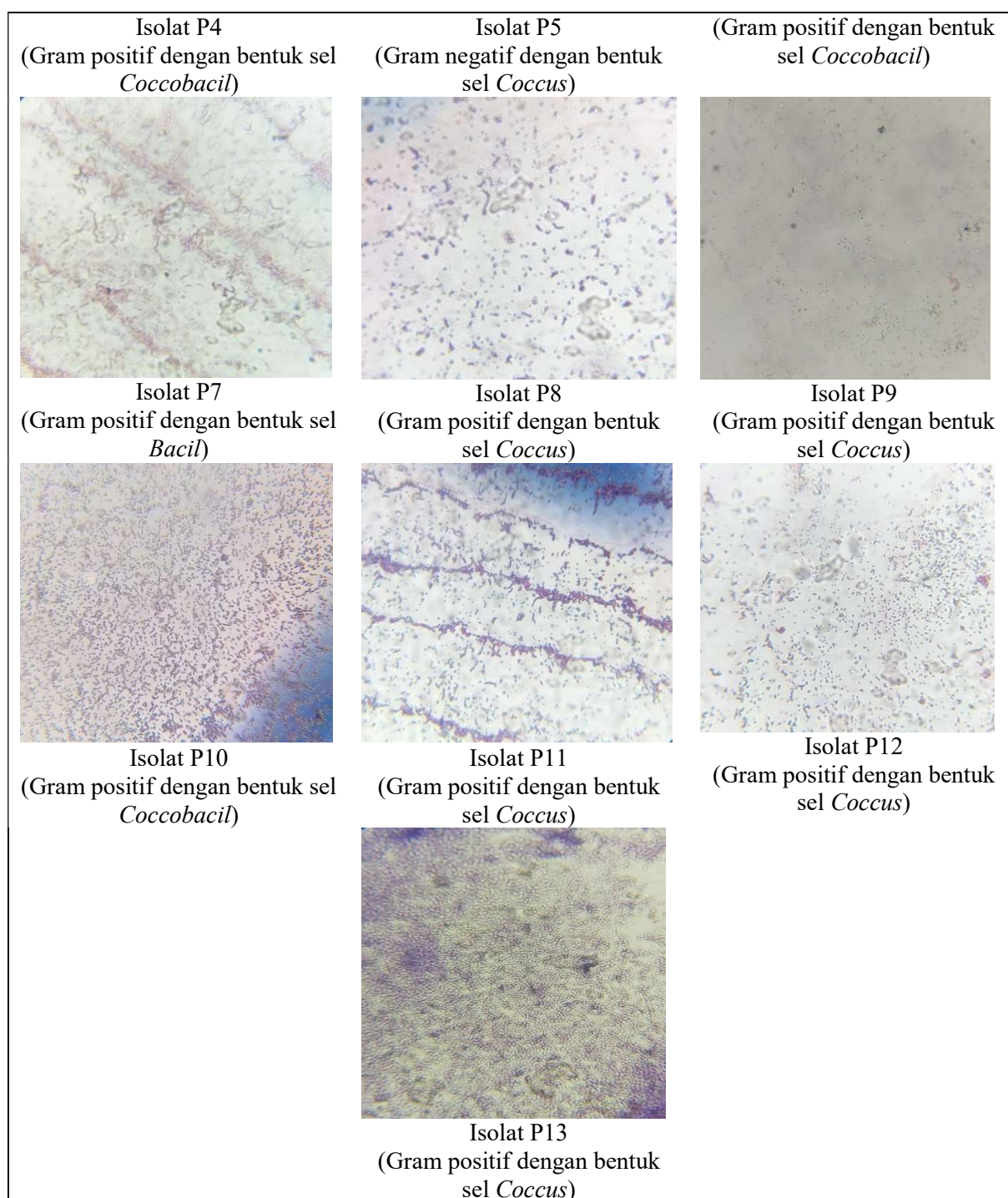
Berdasarkan tabel 1. terdapat 13 isolat bakteri rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi PGPR memiliki bentuk bulat, bulat tidak beraturan, dan tidak beraturan. Tepi koloni terdiri dari licin, halus, bergerigi, berkarang, dan berlekuk. Sedangkan seluruh isolat memiliki elevasi datar. Menurut Agustina, dkk [26] umur dan kondisi pertumbuhan tertentu mempengaruhi bentuk koloni bakteri. Warna koloni bakteri dalam penelitian ini terdiri dari putih susu, bening, putih, kuning, dan putih kekuningan. Warna koloni bakteri disebabkan oleh kandungan pigmen pada bakteri. Pigmen yang ditemukan pada bakteri diantaranya antosianin, karotenoid, *tripirilmethene*, *phenazine* dan melanin [27]. Warna putih

susu dan bening disebabkan karena bakteri tersebut tidak menghasilkan pigmen atau pigmen dalam bakteri tidak stabil pada medium yang digunakan yaitu NA. Sedangkan warna kuning dan putih kekuningan disebabkan oleh pigmen karotenoid, *tripirilmethene* dan *phenazine*. Menurut [28] karakteristik morfologi isolate bakteri tanah basah dilahan gambut adalah warna: putih krem pekat, putih tengah transparan, krem transparan, putih, krem tengah transparan, putih krem tengah transparan, dan putih transparan. Dengan bentuk: bulat dan bulat tak beraturan. Elevasi: cembung dan gepeng/cekung.

Karakterisasi mikroskopis menunjukkan bahwa isolat P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, dan P13 merupakan bakteri gram positif sedangkan isolat P5 menunjukkan bakteri gram negatif, disebabkan oleh media NA yang digunakan bersifat netral yang tidak mendukung semua jenis pigmen. Sedangkan Warna kuning atau putih kekuningan berasal dari pigmen karotenoid/*phenazine* yang stabil di media NA. Pewarnaan gram lazim digunakan untuk mengetahui sifat permeabilitas dinding sel bakteri. Kelompok bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu pada selnya jika diamati dengan mikroskop, dinding sel atau peptidoglikan gram positif lebih tebal dibandingkan dengan gram negatif. Hal ini menyebabkan bakteri gram positif dapat mengikat pewarna utama kristal violet, sehingga saat dibilas dengan alkohol bakteri gram positif tetap dapat memperhatikan warna ungu atau violet. Sedangkan kelompok bakteri gram negatif peptidoglikannya tipis, oleh karena itu saat dibilas dengan alkohol warna cat utamanya menjadi hilang, pewarnaan sel menggunakan larutan safranin merah membuat sel bakteri gram negatif menjadi berwarna merah [29]. Hasil dari pewarnaan gram dapat dilihat pada Gambar 1. Peptidoglikan pada dinding sel bakteri berfungsi untuk mempertahankan bentuk dan perlindungan sel. Struktur tersebut melindungi sel bakteri dari tekanan osmosis dan mencegah lisis. Pada bakteri gram positif dengan peptidoglikan tebal mampu melindungi sel bakteri dari tekanan osmosis pada kondisi genangan [30].

Bentuk sel dari isolat P1, P5, P8, P9, P11, P12, dan P13 adalah *Coccus*, isolat P2, P3, P4, P6, dan P10 adalah *Coccobacil*, sedangkan isolat P7 memiliki bentuk *Bacil*. *Coccus* adalah bentuk sel bakteri yang bulat, *coccobacil* berbentuk antara bulat dan batang yang pendek atau oval, sedangkan *bacil* adalah bentuk bakteri yang memanjang seperti silinder. Bentuk-bentuk bakteri pada penelitian ini terlihat pada Gambar 1. sebagai berikut:

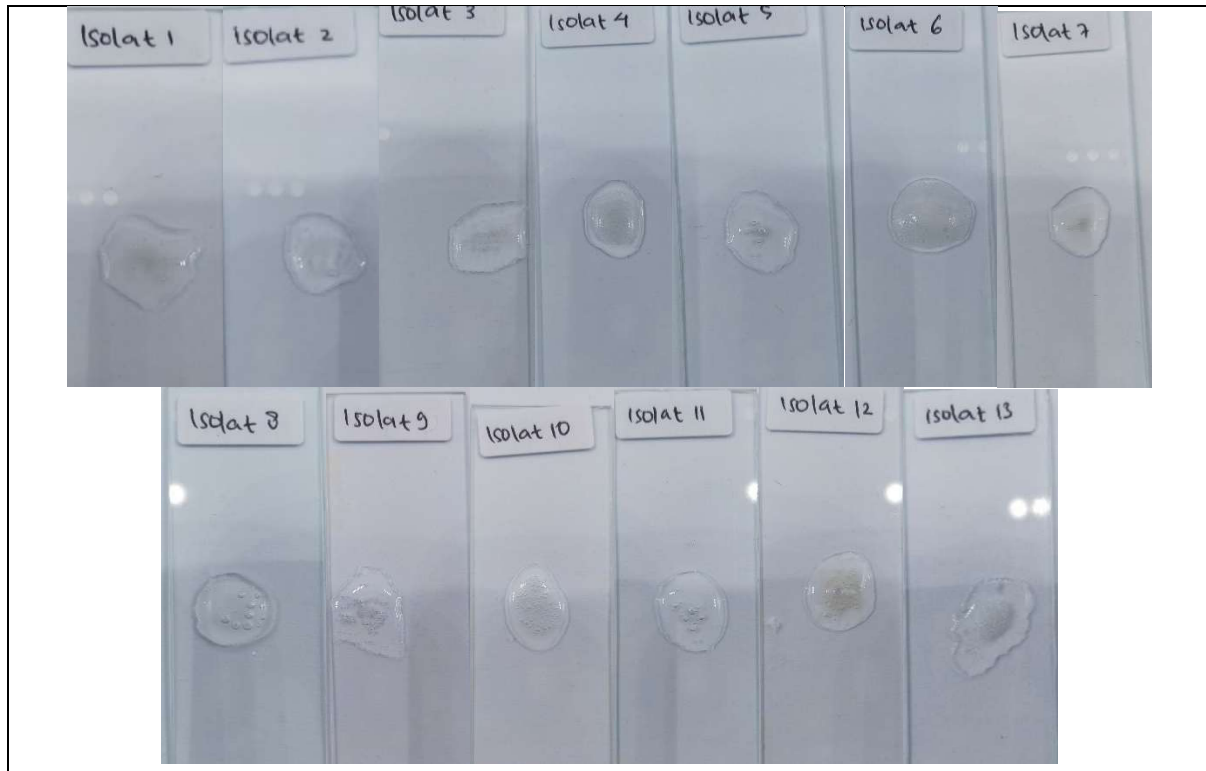




Gambar 1. Hasil Pengamatan Mikroskopis (Sifat Gram dan Bentuk Sel) pada 13 Isolat dengan Perbesaran Mikroskop 10x40.

Berdasarkan Tabel 1. hasil uji katalase menunjukkan reaksi positif pada 13 isolat yang ditandai dengan adanya gelembung gas setelah penambahan H_2O_2 3% [31]. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh isolat bakteri mampu memproduksi enzim katalase yang dapat mendegradasi senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2) untuk pertahanan hidup bakteri. Degradasi hidrogen peroksida (H_2O_2) terjadi saat proses respirasi pada bakteri, enzim peroksida berupa enzim katalase akan mengkatalisis hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bersifat toksik menjadi H_2O dan gas O_2 sebagai bentuk pertahanan diri. [32]. Enzim katalase yang dihasilkan oleh PGPR dapat meningkatkan

enzim katalase dan antioksidan lain pada tanaman untuk meningkatkan resistensi terhadap stres oksidatif yang disebabkan oleh tekanan salinitas, kekeringan, genangan, dan paparan logam berat [33]. Oleh karena itu, pemberian PGPR yang didalamnya terdapat bakteri yang menghasilkan enzim katalase dapat membantu tanaman cabai rawit dalam proses pemulihan setelah mengalami stres genangan. Adapun hasil dari uji katalase 13 isolat bakteri yang didapatkan disajikan pada gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Pengamatan Uji Katalase 13 Isolot

Hasil uji selanjutnya yaitu uji respirasi yang ditunjukkan pada Gambar 2. Uji respirasi bakteri bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memanfaatkan oksigen dilingkungannya, menurut kebutuhan oksigennya, bakteri dapat digolongkan menjadi bakteri aerob, aerob obligat, anaerob obligat, anaerob fakultatif, aerotoleran anaerob, capnophiles, dan mikroaerofilik [34].



Gambar 3. Hasil Pengamatan Uji Respirasi

Hasil uji respirasi seluruh isolat dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil dari tabel tersebut menunjukkan bahwa 13 isolat tersebut merupakan bakteri dengan respirasi yang berbeda. Pada isolat 1, 4, 6, 11 dan 13 merupakan bakteri dengan respirasi aerob, isolat 2, 8, 10, dan 12 merupakan bakteri dengan respirasi anaerob, isolate 3, 7, dan 9 merupakan bakteri dengan respirasi anaerob fakultatif, sedangkan isolat 5 merupakan bakteri dengan respirasi aerotolerant anaerob. Proses respirasi pada bakteri berbeda-beda pada tiap spesies tergantung pada keberadaan sistem enzim biooksidatif. Respirasi aerob merupakan proses metabolisme bakteri yang menggunakan gas oksigen (O_2) untuk menerima elektron, respirasi anaerob adalah proses metabolisme bakteri yang menggunakan senyawa-senyawa anorganik untuk menerima elektron [34]. Respirasi anaerob fakultatif adalah proses metabolisme bakteri yang dapat hidup dengan keberadaan oksigen namun akan lebih baik jika tidak terdapat oksigen. Sedangkan respirasi aerotolerant anaerob merupakan respirasi yang tidak terpengaruh oleh tingkat oksigen [35]. Aktivitas respirasi bakteri pada isolat yang berbeda-beda menunjukkan bakteri PGPR pada media tanam cabai rawit pasca stres genangan aktif secara metabolik sehingga mendukung proses pemulihan cabai rawit. Keberadaan oksigen pada media tanam cabai rawit hanya menjadi pembatas aktivitas bagi bakteri dengan proses respirasi aerob. Isolat yang ditemukan pada perlakuan genangan (P3, P4, dan P5) adalah P1, P3, P4, P5, P6, P11, P12, dan P13. Respirasi aerob ditemukan pada P1, P4, P6, P11, dan P13, respirasi anaerob fakultatif ditemukan pada P3, respirasi aerotolerant anaerob ditemukan pada P5, dan respirasi anaerob ditemukan pada P12

1. Narasi Hasil

- Kalimat Topik: Mulai dengan kalimat yang menjelaskan alasan dilakukannya percobaan atau eksperimen.
- Temuan Penting (Main Findings): Sajikan temuan utama penelitian secara ringkas dan jelas.
- Urutan Data: Jelaskan data secara urut, mulai dari hasil yang pro dan kontra, yang paling penting hingga yang paling tidak penting, serta perbandingan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.
- Kalimat Transisi: Akhiri dengan kalimat yang merangkum temuan utama dan menjelaskan alasan beralih ke eksperimen atau hipotesis berikutnya, jika ada.



Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat 13 isolat bakteri pada rhizosfer cabai rawit pasca genangan dan aplikasi larutan PGPR yang mana berbentuk *coccus*, *bacil* dan *coccobacil*, serta terdapat 1 isolat (P5) gram negatif. Uji katalase positif pada seluruh isolat. Terdapat 5 isolat bakteri yang memiliki respirasi aerob, 4 isolat bakteri memiliki respirasi anaerob, 3 isolat bakteri memiliki respirasi anaerob fakultatif dan 1 isolat bakteri memiliki respirasi aerotolerant anaerob. Beberapa isolat seperti P6 dan P13 yang memiliki respirasi aerob dan karakteristik morfologi kuat ditemukan pada seluruh perlakuan, berpotensi dikembangkan sebagai kandidat bakteri PGPR tahan genangan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Kemdikbudristek Tahun Anggaran 2024 yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Nur Afifatur Rodliyah, dan Moch. Hasybi Asysidiqi sebagai asisten peneliti.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Zhang, G. Liu, H. Dong, dan C. Li, "Waterlogging stress in cotton: Damage, adaptability, alleviation strategies, and mechanisms," *Crop J.*, vol. 9, no. 2, hal. 257–270, 2021, doi: 10.1016/j.cj.2020.08.005.
- [2] T. Yu dkk., "Effects of Waterlogging on Soybean Rhizosphere Bacterial Community Using V4, LoopSeq, and PacBio 16S rRNA Sequence," *Microbiol. Spectr.*, vol. 10, no. 1, hal. e0201121, Feb 2022, doi: 10.1128/spectrum.02011-21.
- [3] C. Hu dkk., "Unlocking Soil Revival: The Role of Sulfate-reducing Bacteria in Mitigating Heavy Metal Contamination," *Environ. Geochem. Health*, vol. 46, no. 10, hal. 417, 2024.
- [4] R. H. Asra, L. Advinda, dan A. Anhar, "The Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Sustainable Agriculture," *J. Serambi Biol.*, vol. 9, no. 1, hal. 1–7, 2024, doi: <https://doi.org/10.24036/srmb.v9i1.306>.
- [5] M. R. Pahlevi, S. Indriyani, R. Mastuti, dan E. L. Arumingtyas, "Flooding effect to *Capsicum frutescens* L. in wilting and death perspective," in *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC, 2019, hal. 30010. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5115614>.
- [6] M. R. Pahlevi, S. Indriyani, R. Mastuti, dan E. L. Arumingtyas, "Genetic Variation Based on RAPD Profiling and Production Loss of Cayenne Pepper due to Periodic Flooding," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.* Vol. 11 No. 2, hal. 834–842, 2021, doi: 10.18517/ijaseit.11.2.11027.
- [7] E. H. Pudjiwati dan A. Pongliku, "Identifikasi Rhizobakteri untuk Cekaman Genangan," in *Prosiding Seminar Nasional Hukum dan Pembangunan yang Berkelanjutan*, 2021, hal. 61–67.
- [8] R. P. Singh, Y. Ma, dan A. Shadan, "Perspective of ACC-deaminase producing bacteria in stress agriculture," *J. Biotechnol.*, vol. 352, hal. 36–46, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.05.002>.
- [9] M. R. Pahlevi dan H. Kurniahu, "Gangguan Fase Generatif Akibat Genangan Berulang pada Cabai Rawit," *J. Ilm. Biosaintropis*, vol. 7, no. 2, hal. 84–93, 2022.
- [10] H. Kurniahu, M. R. Pahlevi, dan R. Andriani, "Role of Leguminosae Root Fermentation on Vegetative Growth of Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) after Flooding Stress," *J. PEMBELAJARAN DAN Biol. Nukl.*, vol. 10, no. 3, hal. 1023–1035, 2024.
- [11] H. Hidayat, P. Dewanti, dan K. Hariyono, *Efek Pemberian Kalsium Eksogen terhadap Kualitas dan Hasil Tanaman Tembakau (Nicotiana tabacum L.) di Bawah Cekaman Genangan*, *Agrikultura*, vol. 34, no. 1, hal. 115–123, 2023, doi: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i1.42461>.
- [12] W. S. Suharti, J. Bahtiar, dan K. Kharisun, "Pengaruh ragam sumber silika terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi terinfeksi *Rhizoctonia solani*," *J. Pertan. Terpadu*, vol. 9, no. 1, hal. 26–39, 2021, doi: <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.297>.



- [13] S. Sopialena, S. Sila, dan S. Sofian, "MIKROBIA PADA Plant Growth Promoting Rhizobakteri Bambu, Alang-Alang Dan Pisang," *Agrifor J. Ilmu Pertan. dan Kehutan.*, vol. 22, no. 1, hal. 55–66, 2023.
- [14] E. K. C. Murti, P. B. Hastuti, dan Y. T. M. Astuti, "Pengaruh PGPR Dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *AGROFORETECH*, vol. 2, no. 1, hal. 29–36, 2024.
- [15] R. Andriani, H. Kurniahu, S. Sriwulan, dan A. Rahmawati, "Peanut Pods (*Arachis hypogaea* L.) In Ex-Mining Limestone Soil Enriched with Indigenous Bacteria," *J. Biota*, vol. 7, no. 1, hal. 57–63, 2021, doi: <https://doi.org/10.19109/Biota.v7i1.7008>.
- [16] E. Yulistiana, H. Widowati, dan A. Sutanto, "Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dari akar bambu apus (*Gigantochola apus*) meningkatkan pertumbuhan tanaman," *Biolova*, vol. 1, no. 1, hal. 1–6, 2020.
- [17] M. R. Yanwar, D. Sugiono, V. O. Subardja, dan I. K. M. Mahatmayana, "Uji Beberapa Jenis Pupuk Organik dan Hayati Terhadap Populasi Mikroba Fungsional, Kandungan Pb Tanah Serta Efeknya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Barassica rapa* L.) Varietas Nauli F1," *J. Ilm. Hijau Cendekia*, vol. 9, no. 1, hal. 86–95, 2024, doi: <https://doi.org/10.32503/hijau.v9i1.4092>.
- [18] M. A. Khoso dkk., "Impact of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on plant nutrition and root characteristics: Current perspective," *Plant Stress*, vol. 11, hal. 100341, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100341>.
- [19] M. R. Pahlevi, S. Indriyani, R. Mastuti, dan E. L. Arumingtyas, "Epinasty response on petiole angle of *Capsicum frutescens* L. in flooding stress," in *ICoSTES 2018*, Malang, 2018.
- [20] H. Kurniahu, "Efek perendaman biji dalam PGPR terhadap pertumbuhan semai cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)," *J. Ilm. Biosaintropis*, vol. 8, no. 2, hal. 87–96, 2023.
- [21] M. R. Pahlevi, H. Kurniahu, dan R. Andriani, "Respon Morfo-Fisiologis Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Genangan Air dan Pemberian Bakteri Rhizosfer Leguminosae," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 10, no. 2, hal. 396–402, 2025, doi: <https://doi.org/10.28926/briliant.v10i2.2047>.
- [22] N. P. Aryantha, "Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen Untuk Pembuatan Biofertilizer," *VIABEL J. Ilm. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 15, no. 1, hal. 16–23, 2021.
- [23] M. Ginting, K. Manalu, dan R. A. Nasution, "Population and Characterization of Rhyzospheric Bacteria of Pineapple Plant (*Ananas comosus* L. Merr) on The Highland Land of Lumban Sihite Village, Regency Dairi," *J. Biol. Trop.*, vol. 24, no. 2, hal. 535–540, 2024, doi: [10.29303/jbt.v24i2.6822](https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6822).
- [24] P. R. Dewi dan G. Trimulyono, "Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen dari Rizosfer Tanaman Nanas di Lereng Gunung Kelud Kediri," *LenteraBio Berk. Ilm. Biol.*, vol. 13, no. 1, hal. 73–85, 2024.
- [25] F. F. Huslina, "Isolasi dan karakterisasi bakteri pengikat nitrogen tanah gambut hutan dari Kecamatan Trumon Aceh Selatan," *Quagga J. Pendidik. Dan Biol.*, vol. 12, no. 2, hal. 117–129, 2020.
- [26] N. Agustina, E. N. N. Asih, dan A. G. D. Kartika, "Jenis Gram dan Morfologi Koloni Bakteri Air Baku Garam," *J. Ilmu Kelaut. Lesser Sunda*, vol. 2, no. 1, hal. 1–8, 2022, doi: <https://doi.org/10.29303/jikls.v2i1.44>.
- [27] F. Suloi dan W. Suhartini, "Eksplorasi Bakteri Actinomycetes Asli Papua Barat Sebagai Pewarna Makanan Alami dan Antimikroba," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 2, hal. 142–148, 2022.
- [28] M. I. Akbar dan A. P. Putra, "Kajian bakteri tanah pada lahan basah dengan karakteristiknya secara invitro," in *Seminar Nasional Pendidikan Biologi ULM*, 2025, hal. 252–260.
- [29] N. Hasbi, Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Asal Feses Bayi Secara Fenotipik, *Pros. SAINTEK*, vol. 6, hal. 101–109, 2024.



- [30] S. H. Afifah, E. Apriliana, G. Setiawan, dan K. N. Berawi, "Aktivitas Antibakteri Epigallocatechin Gallate (EGCG) Teh Hijau pada Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif," Med. Prof. J. Lampung, vol. 14, no. 12, hal. 2330–2335, 2024.
- [31] H. Raharja, A. Zubaidah, dan D. Prasetyo, "Biochemical analysis of candidate probiotic bacteria was isolated from the digestive tract of the Banana shrimp (*Penaeus merguensis*)," Acta Aquat. Aquat. Sci. J., vol. 10, no. 2, hal. 158–162, 2023.
- [32] Z. Zulfarina, Y. Rosiana, D. Ayudia, dan D. Darmawati, "Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Laban (*Vitex Pubescens* Vahl) sebagai Antibakteri," JST (Jurnal Sains dan Teknol., vol. 11, no. 1, hal. 85–92, 2022.
- [33] Latif, *Novel halotolerant PGPR strains alleviate salt stress by enhancing antioxidant activities and expression of selected genes leading to improved growth of Solanum lycopersicum*, Sci. Hortic. (Amsterdam)., vol. 338, hal. 113625, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113625>.
- [34] R. Tjampakasari dan N. Hanifah, "Kultivasi dan Identifikasi Bakteri Anaerob Bacteroides Fragilis," MAHESA Malahayati Heal. Student J., vol. 3, no. 11, hal. 3717–3729, 2023.
- [35] D. Alvateha, S. Arfiati, dan S. Lailiyah, "Penambahan Konsorsium Bakteri dan Aerasi Pada Upaya Penurunan Bahan Organik Air Sisa Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)," Indones. J. Fish. Community Empower., vol. 1, no. 3, hal. 225–230, 2021