Biogenerasi Vol 11 No 4, 2026 (1401 – 1410)
Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi
Universitas Cokroaminoto Palopo
https://e-journal.my.id/biogenerasi
e-ISSN 2579-7085

Keanekaragaman Isolat Bakteri Rizosfer Tanaman Jagung (Zea mays L.) pada Tanah Masam di Kabupaten Maros

Akhmad Syakur*

Jurusan Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

*Corresponding author E-mail: akhmad.syakur@unm.ac.id

DOI : https://doi.org/10.30605/zytxym09

Accepted : 26 Agustus 2026 Approved : 17 Oktober 2026 Published : 18 Oktober 2026

Abstract

This study aimed to the diversity of rhizosphere bacterial isolates associated with maize (*Zea mays* L.) cultivated in acidic soils of Maros Regency, South Sulawesi Province. Acidic soils characterized by low pH and limited nutrients, but the ability of microorganisms can adapt according to their habitat. However, microorganisms, particularly rhizosphere bacteria, exhibit remarkable adaptability to such conditions. The research employed serial dilution and culture on Nutrient Agar (NA) media to isolate bacteria from rhizosphere soil samples. A total of 14 bacterial isolates were toward will different morphological characteristics. All bacterial isolates found are Gram-positive bacteria. The findings reveal a high diversity of rhizosphere bacterial isolates, suggesting their potential role in enhancing plant growth as biofertilizers. Further research is necessary to evaluate the physiological and molecular potential of these bacterial isolates in nitrogen fixation, phosphate solubilization, and the production of plant growth hormones. Additionally, exploring the potential application of these bacteria as biocontrol agents or biofertilizers could contribute to improving maize productivity in acidic soils

Keywords : *Bacteria, Rhizosphere, Maize, Acidic*

PENDAHULUAN

Lahan masam di Indonesia merupakan salah satu agroekosistem yang mempunyai potensi besar untuk usaha pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura (sayuran dan buah buahan) maupun tanaman tahunan dan peternakan. Luas lahan masam di Indonesia mencapai 144,47 juta ha, dengan potensi untuk pertanian sekitar 99,65 juta ha. Dari luas potensi pertanian tersebut, 9,12 juta ha terdapat di Sulawesi (Yurindra, 2015). Pengembangan lahan masam sebagai lahan pertanian dapat dilakukan dengan memperbaiki kondisi biofisik tanah yang meliputi sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Lahan masam umumnya dicirikan dengan pH rendah (Neina, 2019; Shao et al., 2019) kepadatan mikroba yang rendah dan kandungan aluminium yang tinggi (Wan et al., 2020) yang menyebabkan tingkat kesuburan dan kadar bahan organik yang rendah sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Zhao et al., 2020). Umumnya jenis tanah yang dominan pada lahan masam adalah Ultisols dan Oxisols. Tanah Ultisols dan Oxisols merupakan jenis tanah tua yang telah mengalami pelapukan lanjut dan tercuci sehingga didominasi oleh Al, Fe, dan Mn yang bersifat toksik (Qi et al., 2022). Tanah jenis ini memiliki pH rendah atau bersifat masam dapat merugikan bagi pertumbuhan tanaman, seperti keterbatasan ketersediaan unsur hara makro, khususnya fosfor, serta peningkatan toksisitas aluminium dan besi (Chen et al., 2019; Jing et al., 2024)). Tanah yang masam dapat memengaruhi aktivitas komunitas bakteri rizosfer dan ketersediaan nutrisi lainnya (Wan et al., 2020). Kondisi ini seringkali menyebabkan gangguan pada pertumbuhan akar, penyerapan nutrisi, dan secara keseluruhan berdampak negatif pada produktivitas tanaman, termasuk pada tanaman jagung (Zea mays).

Jagung merupakan tanaman pangan yang sangat penting bagi ketahanan pangan di Indonesia dan dunia. Sebagai penghasil karbohidrat, jagung dimanfaatkan bagi sebagian besar penduduk di dunia sebagai bahan bakar industri, sumber bahan pangan, pakan, produksi bioetanol dan bahan nano plastik. Jumlah penduduk yang terus bertambah dan sektor industri yang mengalami perkembangan akan berdampak langsung pada peningkatan permintaan jagung (Badr et al., 2020; Sah et al., 2020). Tingginya permintaan jagung menjadikannya sebagai salah satu makanan pokok yang paling diminati selain gandum dan beras (Khubna et al., 2021; Valin et al., 2014). Pemenuhan kebutuhan pangan tersebut agar tercukupi, sektor pertanian dituntut untuk meningkatkan produksi pertanian. Peningkatan produksi pertanian dapat ditempuh melalui perluasan areal tanam maupun peningkatan produktivitas tanaman. Pemanfaatan lahan masam merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan produksi pertanian nasional. Produktivitas lahan masam rata rata saat ini mempunyai tingkat produktivitas masih lebih rendah dari agroekosistem lainnya (Aviles et al., 2020), namun potensi luasannya sangat tinggi (Mulyani & Sarwani, 2013). Selain produktivitas yang rendah indek pertanamannya juga belum maksimal karena ketersediaan air merupakan faktor pembatas dalam usaha tani, sehingga tidak dapat dilakukan sepanjang tahun (Mulyani & Sarwani, 2013).

Jagung memiliki kemampuan yang cukup toleran untuk tumbuh di lahan asam jika didukung dengan pengelolaan lahan yang tepat. Penambahan kapur untuk meningkatkan pH tanah dan penggunaan pupuk organik dapat membantu menetralkan efek buruk tanah asam dengan memperbaiki ketersediaan nutrisi (Tandzi et al., 2018). Namun, metode-metode ini sering kali tidak cukup untuk mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh tanah masam. Salah satu solusi alami yang semakin mendapat perhatian dalam penelitian pertanian berkelanjutan adalah pemanfaatan mikroorganisme tanah, khususnya bakteri rhizosfer. Rhizosfer, yaitu zona tanah yang berada di sekitar akar tanaman, merupakan lingkungan yang kaya akan mikroba yang dapat berinteraksi langsung dengan akar tanaman (Hu et al., 2021; Liu et al., 2020). Bakteri rhizosfer diketahui mampu mendukung pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme, seperti pelarutan fosfat yang mengikat, fiksasi nitrogen, produksi hormon tumbuh seperti auksin, dan aktivitas biokontrol terhadap patogen tanaman. Di tanah masam, bakteri rhizosfer memiliki peran penting dalam mengurangi dampak negatif dari kondisi lingkungan yang kurang optimal, membantu tanaman jagung untuk tetap tumbuh dengan

baik meskipun dalam kondisi yang kurang menguntungkan. Bakteri rhizosfer dapat membantu tanaman jagung dengan meningkatkan penyerapan fosfor melalui pelarutan fosfat yang tidak tersedia dalam tanah masam, memfiksasi nitrogen, dan memproduksi hormon tumbuh yang merangsang pengembangan akar (Jacoby et al., 2017; Timofeeva et al., 2023).

Penelitian mengenai keragaman isolat bakteri rizosfer pada tanaman jagung di tanah masam penting dilakukan karena komunitas bakteri pada lingkungan tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang spesifik terhadap kondisi tanah dengan pH rendah dan keterbatasan unsur hara. Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan keberadaan bakteri rizosfer pada tanaman jagung yang memiliki potensi sebagai plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), terutama melalui mekanisme pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, produksi hormon pertumbuhan, dan aktivitas antagonis terhadap patogen tanaman (Jacoby et al., 2017; Timofeeva et al., 2023). Namun, informasi mengenai keragaman dan karakteristik awal isolat bakteri rizosfer jagung yang berasal dari tanah masam di wilayah Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, masih terbatas. Kondisi lingkungan yang spesifik pada suatu lokasi dapat memengaruhi komposisi dan karakter mikroorganisme yang berkembang, sehingga eksplorasi isolat lokal menjadi penting untuk memperoleh sumber mikroba yang sesuai dengan kondisi agroekosistem setempat.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya mengevaluasi bakteri rizosfer dari lahan pertanian dengan karakteristik tanah yang berbeda atau langsung menguji kemampuan fungsional bakteri tertentu, penelitian ini berfokus pada eksplorasi dan karakterisasi awal keragaman isolat bakteri rizosfer tanaman jagung yang tumbuh pada tanah masam di Kabupaten Maros. Karakterisasi berdasarkan morfologi koloni dan sifat fisiologis melalui uji Gram serta katalase dilakukan sebagai tahap awal untuk memperoleh kandidat isolat bakteri yang berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai agen hayati pertanian. Dengan demikian, penelitian ini memberikan informasi dasar mengenai keberadaan dan karakteristik bakteri rizosfer lokal yang beradaptasi pada tanah masam, sekaligus menjadi dasar untuk penelitian lanjutan terkait identifikasi molekuler dan evaluasi kemampuan fungsional isolat tersebut.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 25 Mei sampai 20 Agustus 2025. Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi dengan kondisi lahan yang masam yaitu di Lahan Pertanian Unhas, Desa Moncongloe, Kabupaten Maros berada pada koordinat -5.157862^{0}119.542193^0. Isolasi dan karakterisasi secara morfologi dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Departemen Hama dan Penyakit, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Pengambilan sampel dilakukan pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) berumur 30 hari setelah tanam yang tumbuh pada lahan penelitian. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan pada lima titik berbeda dalam satu area pertanaman jagung, yaitu SUT, SBA, SSE, STI, dan STE. Pada masing-masing titik pengambilan sampel dipilih satu tanaman jagung yang representatif sebagai sumber sampel tanah rizosfer.

Sampel tanah rizosfer diperoleh dari empat titik di sekitar sistem perakaran pada masing-masing tanaman terpilih. Tanah yang melekat pada perakaran tanaman diambil menggunakan spatula steril, kemudian keempat sub-sampel tanah dari satu tanaman pada titik yang sama dikompositkan menjadi satu sampel. Dengan demikian, diperoleh lima sampel komposit tanah rizosfer yang masing-masing mewakili titik pengambilan sampel SUT, SBA, SSE, STI, dan STE. Sampel tanah rizosfer tersebut kemudian dimasukkan ke dalam wadah steril yang telah diberi label sesuai kode sampel dan disimpan dalam cooler box untuk mempertahankan kondisi sampel hingga proses isolasi dilakukan di laboratorium.

Isolasi bakteri dilakukan menggunakan sampel komposit tanah rizosfer dari masing-masing titik pengambilan sampel. Sebanyak 1 gram sampel tanah rizosfer ditimbang, kemudian digerus hingga halus menggunakan mortar steril dan disuspensikan dengan 10 mL akuades steril. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat mulai dari 10^{-1} hingga 10^{-7} untuk memperoleh isolat bakteri. Pengenceran dilakukan dengan mengambil 1 mL suspensi sampel tanah rizosfer dan memasukkannya ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL akuades steril, kemudian dihomogenkan menggunakan vortex sehingga

diperoleh pengenceran 10^{-1}. Proses pengenceran dilakukan secara bertahap hingga pengenceran terakhir 10^{-7}.

Penanaman bakteri dilakukan menggunakan tiga tingkat pengenceran terpilih, yaitu 10^{-5}, 10^{-6}, dan 10^{-7}, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Koloni tunggal yang tumbuh pada media Nutrient Agar (NA) selanjutnya dipisahkan dan dimurnikan untuk memperoleh isolat bakteri murni.

Isolat bakteri murni kemudian dikarakterisasi berdasarkan karakter morfologi koloni secara makroskopis pada media NA yang meliputi bentuk koloni, ukuran, elevasi, tepian, tekstur, dan warna koloni. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan metode Total Plate Count (TPC) berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\boldsymbol{CFU}}{\boldsymbol{mL}} = \frac{\boldsymbol{Number\ of\ colonies}}{\boldsymbol{Inoculum\ Volume\ x\ Dilution\ Factor}}$$

Karakterisasi fisiologi dilakukan melalui pengujian Gram dan uji katalase. Pengujian Gram dilakukan menggunakan metode KOH 3%. Larutan KOH 3% diteteskan pada kaca objek, kemudian satu koloni bakteri hasil kultur pada media NA diambil menggunakan jarum ose dan dicampurkan dengan larutan KOH hingga homogen. Suspensi yang menghasilkan lendir dan bersifat lengket menunjukkan karakter bakteri Gram negatif, sedangkan suspensi yang tidak menghasilkan lendir menunjukkan karakter bakteri Gram positif. Uji katalase dilakukan dengan meneteskan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% sebanyak 2–3 tetes pada kaca preparat, kemudian dicampurkan dengan satu ose isolat bakteri. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung udara akibat aktivitas enzim katalase dalam menguraikan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen, sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya pembentukan gelembung.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dengan menginterpretasikan karakteristik isolat bakteri berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni, jumlah koloni berdasarkan metode Total Plate Count (TPC), serta karakter fisiologis melalui pengujian Gram dan katalase. Data jumlah koloni disajikan dalam bentuk nilai *colony forming unit* (CFU/mL), sedangkan karakter morfologi dan fisiologi isolat disajikan dalam bentuk tabel karakterisasi. Selanjutnya, data tersebut digunakan untuk menggambarkan keragaman awal isolat bakteri rizosfer tanaman jagung pada tanah masam serta menentukan isolat yang berpotensi untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

HASIL PENELITIAN

Isolasi sampel rhizosfer tanaman jagung

Hasil isolasi bakteri rhizosfer diperoleh dari lahan perkebunan jagung dengan data awal ditemukan sebanyak 48 isolat bakteri rhizosfer. Setelah dilakukan seleksi dari semua isolat bakteri ternyata hanya diperoleh sebanyak 14 isolat. Hal ini dikarenakan, adanya koloni bakteri yang memiliki kesamaan serta pertumbuhan koloni bakteri sebesar 50%.

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, jumlah koloni bakteri pada tingkat pengenceran 10^{-6} merupakan jumlah koloni terbanyak yaitu 89,3 x 10^4. Koloni bakteri ini diperoleh dari sampel titik Tengah (STE). Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi tanaman jagung yang lebih sehat sehingga menghasilkan nutrisi yang lebih banyak bagi mikroba. Akar jagung mengeluarkan eksudat yang berbeda di setiap titik yang memengaruhi mikroba tanah. Akar tanaman melepaskan berbagai jenis enzim/senyawa di dalam tanah yang memediasi interaksi antara mikroorganisme dan tanaman (Ankati dan Podile, 2019). Eksudat akar seperti asam amino, gula, dan senyawa organik lainnya dapat merangsang pertumbuhan mikroba tertentu sementara menghambat yang lain. Perbedaan jumlah dan sifat eksudat akar menentukan mobilitas nutrisi, populasi mikroba, dan keanekaragaman mikroba (Chamam et al., 2013 ; Bowya dan Balachandar, 2020 ; Korenblum et al., 2020 ; Singh et al., 2022). Oleh karena itu jumlah koloni bakteri lebih tinggi pada tanaman jagung yang sehat dibandingkan tanaman jagung yang kurang sehat. Jumlah koloni bakteri bervariasi disetiap titik pengambilan sampel. Ada yang jumlahnya banyak dan adapula yang sedikit. Namun secara keseluruhan jumlah koloni bakteri yang ditemukan pada lahan masam masih lebih rendah dibandingkan jumlah koloni pada lahan subur. Faktor abiotik, seperti pH (Rath et al., 2019; Shen et al., 2019), potensi

oksidasi-reduksi (DeAngelis et al., 2010), bahan organik (Li et al., 2019), dan ion logam (Schneider et al., 2017) mempengaruhi komposisi dan aktivitas komunitas mikroba. pH tanah merupakan prediktor terkuat yang diketahui dari komposisi dan kelimpahan komunitas mikroba pada rhizosfer tanaman (Bengtson et al., 2012; Zeng et al., 2019). Koloni bakteri yang ditemukan pada daerah rhizosfer jagung di lahan masam memiliki potensi sebagai rhizobakter yaitu bakteri yang memberikan manfaat bagi tanaman, seperti meningkatkan pertumbuhan, membantu penyerapan nutrisi, dan meningkatkan ketahanan terhadap patogen. Rhizobakter mendorong pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi (Vocciante et al., 2022). Perhitungan jumlah koloni dan populasi bakteri asal rhizosfer jagung dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

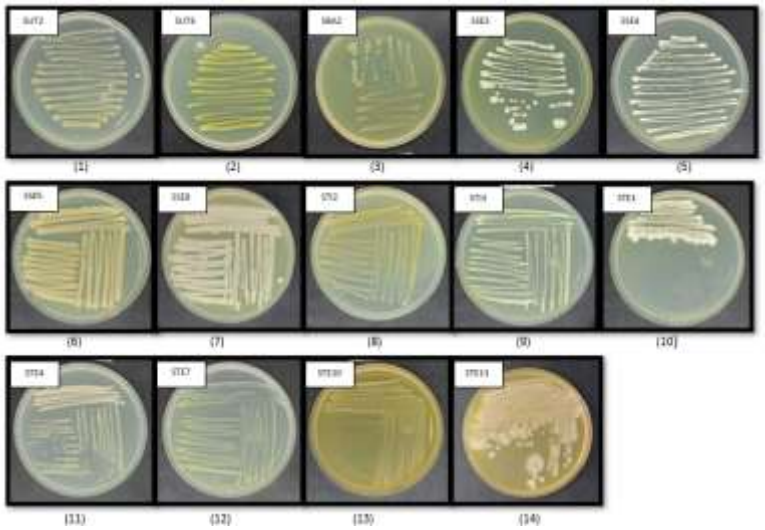
Tabel 1. Data hasil perhitungan koloni bakteri di lima titik pengambilan sampel

Kode Sampel Bakteri	Jumlah koloni CFU/ml (Tingkat Pengenceran)		
	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
SUT	3,06 x 10^4	27,8 x 10^4	3,47 x 10^4
SBA	87,6 x 10^4	58,7 x 10^4	34,4 x 10^4
SSE	31,8 x 10^4	32,5 x 10^4	23,5 x 10^4
STI	1,26 x 10^4	5,13 x 10^4	1,06 x 10^4
STE	36,6 x 10^4	89,3 x 10^4	63,2 x 10^4

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah koloni bakteri rizosfer pada lima titik pengambilan sampel, diperoleh variasi jumlah populasi bakteri pada masing-masing sampel tanah. Jumlah koloni bakteri tertinggi ditemukan pada sampel STE dengan nilai 89,3 × 10^4 CFU/mL pada tingkat pengenceran 10^{-6}, sedangkan jumlah koloni terendah ditemukan pada sampel STI dengan nilai 1,26 × 10^4 CFU/mL pada tingkat pengenceran 10^{-5}. Perbedaan jumlah koloni yang diperoleh pada setiap titik pengambilan sampel menunjukkan adanya variasi kondisi mikrohabitat rizosfer yang dapat memengaruhi keberadaan dan kelimpahan bakteri. Variasi tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti karakteristik fisikokimia tanah, ketersediaan unsur hara, kandungan bahan organik, serta interaksi antara akar tanaman dengan komunitas mikroorganisme di sekitar perakaran (Wan et al., 2020). Meskipun berada pada kondisi tanah masam dengan keterbatasan unsur hara, keberadaan bakteri rizosfer pada seluruh sampel menunjukkan kemampuan mikroorganisme tersebut untuk beradaptasi terhadap kondisi lingkungan setempat. Bakteri yang berhasil diisolasi selanjutnya dapat menjadi sumber informasi awal dalam mengidentifikasi potensi mikroorganisme yang berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada lahan marginal.

Karakterisasi isolat bakteri rhizosfer tanaman jagung

Berdasarkan hasil pengamatan secara makrokopis koloni bakteri sebagian besar mempunyai bentuk koloni circular, warna koloni cream, tepi koloni entire, ukuran koloni punctiform dan small, elevasi flat, serta tekstur smooth (Tabel, 2) . Perbedaan fenotip dari koloni bakteri yang dipilih diharapkan dapat mewakili spesies bakteri yang berbeda, karena tiap-tiap spesies bakteri memiliki ciri morfologi yang berbeda yang meliputi parameter warna, permukaan, tepian, bentuk, tekstur, dan elevasi koloni. Bentuk koloni dapat berbeda beda tiap spesies dan merupakan karakteristik bagi suatu spesies tertentu (Salminen et al., 2004). Warna koloni sebagian besar adalah cream namun ada beberapa yang berbeda yaitu warna yellow dan white (Gambar, 1). Adanya pigmen yang dibuat oleh bakteri di dalam sel menyebabkan koloni berbeda dalam warnanya (Ramesh, 2019; Sudewi et al., 2020). Untuk mengetahui pigmen yang terkandung dapat melakukan uji lanjut berupa kromatoografi atau spektrofotometer untuk mengetahui komponen pigmen yyang terkandung. Pengamatan tentang karakteristik morfologi koloni bakteri perlu dilakukan, agar mempermudah dalam proses identifikasi jenis bakteri.



Gambar 1. Karakter visual 14 isolat bakteri rizosfer tanaman jagung (*Zea mays* L.) hasil pemurnian pada media Nutrient Agar (NA).

Hasil isolasi dan pemurnian bakteri rizosfer tanaman jagung menunjukkan adanya variasi karakter visual antar isolat yang berhasil diperoleh (Gambar 1.). Berdasarkan hasil seleksi dan pemurnian, diperoleh sebanyak 14 isolat bakteri murni yang berasal dari tanah rizosfer tanaman jagung pada kondisi tanah masam. Isolat-isolat tersebut menunjukkan perbedaan karakter pertumbuhan pada media Nutrient Agar (NA), seperti warna koloni, bentuk koloni, ukuran, serta pola pertumbuhan koloni pada permukaan media (Gambar 1). Variasi karakter morfologi koloni tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakter fenotipik awal antar isolat bakteri yang diperoleh dari lingkungan rizosfer. Karakterisasi morfologi koloni merupakan tahap awal dalam proses identifikasi bakteri karena dapat memberikan informasi awal mengenai keberagaman isolat sebelum dilakukan pengujian fisiologis maupun analisis lebih lanjut.

Berdasarkan karakterisasi awal tersebut, isolat bakteri selanjutnya dilakukan pengujian fisiologi melalui uji Gram dan uji katalase untuk memperoleh informasi tambahan mengenai karakter fisiologis masing-masing isolat. Pengujian fisiologi ini digunakan sebagai karakterisasi pendukung dalam membedakan isolat bakteri yang diperoleh berdasarkan sifat dinding sel dan kemampuan menghasilkan enzim katalase. Seluruh isolat yang diperoleh merupakan bakteri gram positif berdasarkan pengujian menggunakan KOH 3% menunjukkan tidak adanya lendir yang terbentuk dan tidak lengket. Hal ini dikarenakan bakteri gram positif memiliki dinding sel dengan lapisan peptidoglikan yang tebal serta lapisan lemak yang tipis. Hasil pengujian KOH 3% akan mengidentifikasi gram (+) memiliki dinding sel yang tebal dan lapisan lemak yang tipis, sedangkan untuk gram (-) memiliki dinding sel yang tipis dengan lapisan lemak yang tebal. Prinsip kerja KOH dengan menghancurkan lapisan lemak sehingga menyebabkan pecahnya dinding sel akibat larutan alkali yang tinggi, sel yang pecah akan mengeluarkan materi genetik berupa molekul DNAyang bersifat *sticky strings* menyerupai lendir sehingga memberikan hasil yang lengket dan berlendir (Hardiansyah et al., 2020). Metode pengujian gram dengan menggunakan KOH 3% lebih efektif jika dibandingkan dengan pengecatan gram karena waktu pengerjaannya relatif cepat dengan hanya menggunakan 1 reagen saja jika dibandingkan pewarnaan gram yang memiliki beberapa tahapan (Permata et al., 2024).

Hasil pengujian katalase terdapat 3 isolat yaitu SSE3, STI3, STE4 (Tabel. 2) yang menunjukkan isolat bakteri yang diisolasi tidak memiliki enzim katalase. Enzim katalase berfungsi untuk mengurai hindrogen peroksida (H2O2) menjadi air dan oksigen, sehingga pada pengamatan uji katalase terdapat gelembung gelembung yang menunjukkan hasil positif. Selama metabolisme aerobik, bakteri menghasilkan hidrogen peroksida sebagai produk akhir. Jika hidrogen peroksida dibiarkan terakumulasi dalam sel bakteri, itu dapat merusak sistem metabolisme bakteri dan bahkan menyebabkan kematian. Bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase memiliki kemampuan untuk memecahkan hidrogen peroksida. Sehingga hidrogen peroksida tidak berbahaya bagi bakteri, enzim katalase akan mengubahnya menjadi air dan oksigen (sahu, 2019). Pada uji katalase menunjukkan 11 sampel

dengan hasil positif yang menunjukkan isolat tersebut merupakan bakteri aerob hal ini dikarenakan hidrogen peroksida dipecah ketika proses metabolisme aerob terjadi (Murali & Patel, 2017). Sama halnya pada penelitian yang lain ditemukan beberapa bakteri gram positif pada daerah Rhizosfer jagung (Abedinzadeh et al., 2019; Nuraini et al., 2020)

Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi koloni dan fisiologi pada Tabel 2, diperoleh 14 isolat bakteri rizosfer tanaman jagung (Zea mays L.) yang menunjukkan variasi karakter fenotipik. Karakter morfologi koloni yang diamati meliputi warna, bentuk, tekstur, elevasi, ukuran, dan tepian koloni. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar isolat memiliki bentuk koloni circular, dengan warna koloni yang didominasi oleh cream, tekstur koloni yang bervariasi antara mucoid, rough, dan smooth, serta elevasi koloni yang sebagian besar berbentuk flat. Ukuran koloni yang diperoleh juga menunjukkan variasi mulai dari punctiform, small, hingga moderate. Variasi karakter morfologi tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakter pertumbuhan antar isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari tanah rizosfer tanaman jagung pada kondisi tanah masam.

Berdasarkan hasil pengujian fisiologi menggunakan metode KOH 3%, seluruh isolat bakteri menunjukkan karakter Gram positif. Hasil pengujian katalase menunjukkan bahwa sebagian besar isolat memberikan reaksi positif, sedangkan tiga isolat, yaitu SSE3, STI3, dan STE4, menunjukkan reaksi katalase negatif. Perbedaan hasil uji katalase menunjukkan adanya variasi kemampuan fisiologis antar isolat dalam menghasilkan enzim katalase. Karakterisasi morfologi dan fisiologi yang diperoleh dalam penelitian ini memberikan informasi awal mengenai variasi fenotipik isolat bakteri rizosfer tanaman jagung pada tanah masam.

Tabel 2. Karakteristik morfologi koloni dan fisiologi 14 isolat bakteri rizosfer tanaman jagung (*Zea mays* L.) hasil isolasi dari tanah masam

Isolate	Color	Shape	Texture	Elevation	Size	Margin	Gram (+/-)	Katalase (+/-)
SUT2	Yellow	Circular	Mucoid	Flat	Punctiform	Entire	(+)	(+)
SUT6	Cream	Irregular	Rough	Flat	Moderate	Curled	(+)	(+)
SBA2	Cream	Circular	Mucoid	Flat	Small	Entire	(+)	(+)
SSE3	White	Circular	Rough	Flat	Small	Entire	(+)	(-)
SSE4	White	Circular	Rough	Flat	Punctiform	Entire	(+)	(+)
SSE5	Cream	Circular	Rough	Convex	Large	Entire	(+)	(+)
SSE8	Cream	Circular	Rough	Convex	Small	Entire	(+)	(+)
STI2	Cream	Circular	Smooth	Flat	Punctiform	Entire	(+)	(+)
STI3	Cream	Circular	Smooth	Flat	Punctiform	Entire	(+)	(-)
STE1	White	Irregular	Smooth	Flat	Moderate	Entire	(+)	(+)
STE4	Cream	Circular	Smooth	Flat	Small	Entire	(+)	(-)
STE7	Cream	Circular	Smooth	Flat	Punctiform	Entire	(+)	(+)
STE10	Cream	Circular	Smooth	Flat	Small	Entire	(+)	(+)
STE11	White	Circular	Smooth	Undulate	Small	Entire	(+)	(+)

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama pada tahap karakterisasi isolat bakteri yang dilakukan. Identifikasi bakteri pada penelitian ini masih berdasarkan karakter morfologi koloni dan pengujian fisiologi sederhana melalui uji Gram dan katalase, sehingga belum dapat menentukan identitas isolat hingga tingkat genus maupun spesies. Selain itu, potensi fungsional isolat sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (plant growth-promoting rhizobacteria/PGPR) belum dievaluasi melalui pengujian kemampuan seperti pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, produksi hormon pertumbuhan tanaman, maupun aktivitas antagonis terhadap patogen tanaman. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan melalui identifikasi molekuler menggunakan analisis gen 16S rRNA serta pengujian aktivitas fungsional untuk mengetahui potensi isolat bakteri yang diperoleh sebagai agen hayati yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman jagung pada kondisi tanah masam.

SIMPULAN DAN SARAN

Sebanyak 14 isolat bakteri berhasil diisolasi dari rizosfer tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah masam di Kabupaten Maros. Hasil karakterisasi awal menunjukkan adanya variasi karakter morfologi koloni antar isolat, dengan seluruh isolat menunjukkan karakter Gram positif dan sebagian besar memiliki aktivitas katalase positif. Hasil penelitian ini memberikan informasi dasar mengenai keberadaan isolat bakteri lokal yang beradaptasi pada kondisi tanah masam dan berpotensi dikembangkan sebagai kandidat mikroba untuk mendukung pertanian berkelanjutan, seperti pengembangan pupuk hayati atau biostimulan tanaman. Penelitian lanjutan diperlukan untuk melakukan identifikasi molekuler dan pengujian aktivitas fungsional isolat, seperti kemampuan fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon pertumbuhan tanaman, serta uji efektivitas pada tanaman sebelum dikembangkan lebih lanjut menjadi produk berbasis mikroba untuk kebutuhan industri pertanian.

DAFTAR RUJUKAN

Aviles, D., Berglund, K., Wesström, I., & Joel, A. (2020). Effect of liming products on soil detachment resistance, measured with a cohesive strength meter. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, *70*(1), 48–55. https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1668475

Badr, A., El-shazly, H. H., Tarawneh, R. A., & Börner, A. (2020). Screening for Drought Tolerance in Maize (Zea mays L .) Germplasm Using Germination and. *Plants*, *9*, 1–23. https://www.researchgate.net/publication/341035013_Screening_for_Drought_Tolerance_in_Maize_Zea_mays_L_Germplasm_Using_Germination_and_Seedling_Traits_under_Simulated_Drought_Conditions/figures?lo=1

Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28*, 1327–1350. https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9

Cappuccino, J. G., & Welsh, C. T. (2017). *Microbiology: A Laboratory Manual* (11th ed.). Pearson.

Chen, X., Zhao, Y., Zeng, C., Li, Y., Zhu, L., Wu, J., Chen, J., & Wei, Z. (2019). Assessment contributions of physicochemical properties and bacterial community to mitigate the bioavailability of heavy metals during composting based on structural equation models. *Bioresource Technology*, *289*(June). https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121657

Fierer, N. (2017). Embracing the unknown: Disentangling the complexities of the soil microbiome. *Nature Reviews Microbiology, 15*, 579–590. https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.87

Hu, W., Ran, J., Dong, L., Du, Q., Ji, M., Yao, S., Sun, Y., Gong, C., Hou, Q., Gong, H., Chen, R., Lu, J., Xie, S., Wang, Z., Huang, H., Li, X., Xiong, J., Xia, R., Wei, M., … Deng, J. (2021). Aridity-driven shift in biodiversity–soil multifunctionality relationships. *Nature Communications*, *12*(1), 1–15. https://doi.org/10.1038/s41467-021-25641-0

Jacoby, R., Peukert, M., Succurro, A., Koprivova, A., & Kopriva, S. (2017). The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition—current knowledge and future directions. *Frontiers in Plant Science*, *8*(September), 1–19. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617

Janda, J. M., & Abbott, S. L. (2007). 16S rRNA gene sequencing for bacterial identification in the diagnostic laboratory: Plus and pitfalls. *Journal of Clinical Microbiology, 45*(9), 2761–2764. https://doi.org/10.1128/JCM.01228-07

Jing, T., Li, J., He, Y., Shankar, A., Saxena, A., Tiwari, A., Maturi, K. C., Solanki, M. K., Singh, V., Eissa, M. A., Ding, Z., Xie, J., & Awasthi, M. K. (2024). Role of calcium nutrition in plant Physiology: Advances in research and insights into acidic soil conditions - A comprehensive review. *Plant Physiology and Biochemistry*, *210*(November 2023), 108602. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108602

Khubna, M., Supriyono, Nyoto, S., & Budiastuti, M. T. S. (2021). The growth and yield of hybrid corn on different plant spacing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *637*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012064

Liu, C., Gong, X., Dang, K., Li, J., Yang, P., Gao, X., Deng, X., & Feng, B. (2020). Linkages between nutrient ratio and the microbial community in rhizosphere soil following fertilizer management. *Environmental Research*, *184*(November 2019), 109261. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109261

Mulyani, A., & Sarwani, M. (2013). Karakteristik dan Potensi Lahan Sub Optimal untuk Pengembangan Pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, *7*(1), 47–55.

Neina, D. (2019). The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, *2019*(3). https://doi.org/10.1155/2019/5794869

Osborne, N. G. (2008). Mycoplasma. In *Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology, Sixth Edition*. https://doi.org/10.5005/jp/books/12721_22

Qi, Q., Hu, C., Lin, J., Wang, X., Tang, C., Dai, Z., & Xu, J. (2022). Contamination with multiple heavy metals decreases microbial diversity and favors generalists as the keystones in microbial occurrence networks. *Environmental Pollution*, *306*(May), 119406. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119406

Rousk, J., Brookes, P. C., & Bååth, E. (2010). Investigating the mechanisms for soil bacterial growth inhibition by fungal competition in soil. *Soil Biology and Biochemistry, 42*(11), 1950–1954.

Sah, R. P., Chakraborty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V. K., Chakravarty, M. K., Narayan, S. C., Rana, M., & Moharana, D. (2020). Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–15. https://doi.org/10.1038/s41598-020-59689-7

Salminen, S., Wright, von A., & Ouwehand, A. (2011). Lactic Acid Bacteria. *Lactic Acid Bacteria*. https://doi.org/10.1201/b11503

Shao, J. L., Lai, B., Jiang, W., Wang, J. T., Hong, Y. H., Chen, F. Bin, Tan, S. Q., & Guo, L. X. (2019). Diversity and co-occurrence patterns of soil bacterial and fungal communities of chinese cordyceps habitats at shergyla mountain, tibet: Implications for the occurrence. *Microorganisms*, *7*(9). https://doi.org/10.3390/microorganisms7090284

Tandzi, L. N., Mutengwa, C. S., Ngonkeu, E. L. M., & Gracen, V. (2018). Breeding maize for tolerance to acidic soils: A review. *Agronomy*, *8*(6), 1–21. https://doi.org/10.3390/agronomy8060084

Timofeeva, A. M., Galyamova, M. R., & Sedykh, S. E. (2023). Plant Growth-Promoting Soil Bacteria: Nitrogen Fixation, Phosphate Solubilization, Siderophore Production, and Other Biological Activities. *Plants*, *12*(24). https://doi.org/10.3390/plants12244074

Valin, H., Sands, R. D., van der Mensbrugghe, D., Nelson, G. C., Ahammad, H., Blanc, E., Bodirsky, B., Fujimori, S., Hasegawa, T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Mason-D'Croz, D., Paltsev, S., Rolinski, S., Tabeau, A., van Meijl, H., von Lampe, M., & Willenbockel, D. (2014). The future of food demand: Understanding differences in global economic models. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, *45*(1), 51–67. https://doi.org/10.1111/agec.12089

Varghese, N., & Joy, &. (2014). *Microbiology Laboratorium*.

Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil, 255*, 571–586.https://doi.org/10.1023/A:1026037216893

Vocciante, M., et al. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria: Mechanisms and applications in sustainable agriculture. *Agronomy, 12*.

Wan, W., Tan, J., Wang, Y., Qin, Y., He, H., Wu, H., Zuo, W., & He, D. (2020). Responses of the rhizosphere bacterial community in acidic crop soil to pH: Changes in diversity, composition,

interaction, and function. *Science of the Total Environment*, *700*, 134418. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134418

Yurindra, R. (2015). *Sumberdaya lahan pertanian indonesia: luas penyebaran dan potensi ketersediaan* (Issue October).

Zhao, W. rui, Li, J. yu, Jiang, J., Lu, H. long, Hong, Z. neng, Qian, W., Xu, R. kou, Deng, K. Y., & Guan, P. (2020). The mechanisms underlying the reduction in aluminum toxicity and improvements in the yield of sweet potato (Ipomoea batatas L.) After organic and inorganic amendment of an acidic ultisol. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *288*(October 2019), 106716. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106716