

Karakterisasi Bakteri Perakaran Vegetasi Kedelai, Singkong dan Rumput

Intan Nirmala Sari¹, Rifki Rahmatullah¹, Rizki Estiningtyas¹, Siti Mudrikah^{*}

¹Prodi Bioteknologi Tanah dan Lingkungan, Fakultas Pertanian,
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680 Indonesia

*smudrikah8@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
Kata Kunci: Karakterisasi Bakteri, Uji morfologi, Uji fisiologi	Tanah merupakan faktor lingkungan yang penting karena memiliki hubungan timbal balik dengan tanaman dan mikroba tanah. Isolat bakteri diperoleh dari tanah dengan vegetasi yang berbeda: kedelai (K ₁ 10 ₄ (1), K ₂ 10 ₆ (2)), rumput (R ₂ 10 ₄ (2)), dan singkong (S ₂ 10 ₄ (1)). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat K ₁ 10 ₄ (1) memiliki bentuk sel coccus, Gram negatif, mengandung enzim katalase dan dehidrogenase, bersifat motil, obligat aerob, tidak memiliki enzim urease, dan tidak dapat memfermentasi karbohidrat. Isolat ini dapat tumbuh pada suhu 27-37°C, pH 3-9, dan salinitas 2%-5%. Isolat K ₂ 10 ₆ (2) berbentuk basil, Gram negatif, mengandung enzim yang sama, bersifat motil, obligat aerob, dan tidak memfermentasi karbohidrat. Isolat ini dapat tumbuh pada suhu 27-37°C, pH 3-9, dan salinitas 5%. Isolat R ₂ 10 ₄ (2) berbentuk sel coccus, Gram positif, mengandung enzim katalase dan dehidrogenase, motil, fakultatif anaerob, dapat memfermentasi karbohidrat, dan dapat tumbuh pada suhu 5-37°C, pH 6-9, dengan salinitas 2%. Isolat S ₂ 10 ₄ (1) berbentuk sel coccus, Gram negatif, dengan karakteristik yang mirip dengan isolat K ₁ 10 ₄ (1), dapat tumbuh pada suhu 27-37°C, pH 6-9, dan salinitas 2%.
Diterima: 01 Oktober 2024	
Disetujui: 03 Desember 2024	

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan faktor lingkungan yang penting, sebab selain mempunyai hubungan timbal balik dengan tanaman yang tumbuh di atasnya, tanah juga memiliki hubungan timbal balik dengan mikroba tanah yang ada di dalamnya. Tanah yang sehat memiliki struktur komunitas bakteri perakaran yang kompleks. Struktur komunitas tersebut sangat membantu untuk pertumbuhan serta kesehatan tanaman (Berendsen *et al.*, 2012). Jenis mikroba dalam tanah tergantung pada kondisi lingkungan seperti ketersediaan hara, tekstur tanah, kelembaban di dalam tanah dan jenis tutupan vegetasi, dan jumlah bervariasi sesuai dengan jenis kondisi lingkungan (Mashoria *et al.*, 2014).

Bakteri rizosfer yang terdapat pada daerah perakaran tanaman, diketahui memiliki keanekaragaman yang tinggi, berperan penting dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi bakteri patogen, serta menghasilkan hormon pertumbuhan seperti asam indolasetat, pelarut fosfat, pengikat nitrogen, dan berbagai fungsi lainnya (Khairani *et al.*, 2019). Hasil penelitian Schneider *et al.* (2015) bakteri yang berhasil diisolasi dari rizosfer tanaman sawit berasal dari kelompok Acidobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Chloroflexi, Firmicutes, Gemmatimonadetes, Nitrospirae, Proteobacteria, dan Thermotogae. Nopriyanti & Rianto (2020) menemukan beberapa bakteri rizosfer, seperti *Azotobacter* dan *Bacillus* sp, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat,

kalium, serta menghasilkan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) pemacu pertumbuhan tanaman, serta menekan perkembangan mikroba patogen.

Oleh karena itu, pada penelitian ini isolasi bakteri sekitar perakaran dengan vegetasi berbeda yaitu rumput, kedelai dan singkong untuk mengetahui keragaman bakteri yang dapat memberikan hasil berbeda dengan serangkaian uji morfologi maupun fisiologis sehingga didapatkan isolat yang unggul.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada tanggal 26 Agustus s/d 11 November 2019.

Bahan dan Metode

Alat yang digunakan yaitu Laminar Air Flow, autoclave, pH meter, automatic shaker, oven, vortex, magnetic stirrer, micropipet, erlenmeyer, botol vial, kaca preparat, mikroskop, tabung reaksi, jarum ose, cawan petri dan alat-alat laboratorium lain. Bahan yang digunakan yaitu nutrient agar, nystatin, aquades, larutan kristal violet, larutan iodium, larutan safranin, alkohol, nutrient broth, NaOH, HCl, agar, H₂O₂, kertas oksidase strip, Brom Tymol Blue (BTB) dan bahan laboratorium lainnya.

Prosedur

Persiapan Isolat

Isolat yang telah berhasil diisolasi kemudian dilakukan uji patogenitas pada tanaman tembakau dan uji hemolisis, yang memiliki hasil negatif kemudian disimpan di media SCA agar miring kemudian diperbanyak pada cawan petri dengan media NA + Nystatin digunakan untuk uji morfologi sel, uji pewarnaan Gram, uji pH, uji motilitas, uji kebutuhan oksigen, uji katalase, uji oksidase, uji fermentasi glukosa dan laktosa serta Identifikasi satu strain dengan microbact 12 A dan 12 B.

Uji pewarnaan Gram dan Bentuk Sel

Pengamatan morfologi sel bakteri dilakukan dengan pewarnaan Gram. Metode pewarnaan Gram mengacu pada 1–2 tetes aquades steril diletakkan di atas kaca objek, koloni bakteri di ambil satu ose dari media diletakkan di atas aquades steril dan sebarkan hingga merata, biarkan olesan tersebut kering karena udara. Setelah olesan benar-benar kering kemudian lewatkan kaca objek tersebut beberapa kali di atas nyala api sampai kaca objek terasa agak panas bila ditempelkan pada punggung tangan. Kemudian ditetesi dengan larutan kristal violet (Gram A), dan didiamkan selama satu menit, kemudian cuci menggunakan aquades pada botol semprot dan dikeringkan.

Selanjutnya ditetesi dengan larutan iodium (Gram B) dan dibiarkan selama 2 menit, dicuci menggunakan aquades pada botol semprot dan dikeringkan. Kemudian ditetesi dengan larutan etanol 95% (Gram C) selama 30 detik, dicuci menggunakan aquades pada botol semprot dan dikeringkan. Setelah itu ditetesi dengan larutan safranin (Gram D) atau zat penutup dan didiamkan selama 30 detik, kemudian dicuci menggunakan aquades pada botol semprot dan dikeringkan. Selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran 400x. Indikasi pewarnaannya yaitu bakteri Gram positif akan berwarna violet dan bakteri Gram negatif akan berwarna merah. Dicatat dan difoto bentuk dari sel bakteri tersebut apakah bulat (coccus), batang.

Uji pH

Bakteri uji ditanam dalam media NB (nutrient broth) sebanyak 6 mL dalam botol vial dengan pH dari 3, 5, 6, 7 dan 9 dengan NaOH dan HCl, kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 25°C. Setelah diinkubasi, melakukan pengamatan terhadap koloni yang tumbuh pada media.

Uji Motilitas

Pengujian ini dilakukan dengan secara aseptis menggunakan ose yang lurus bagian ujungnya, isolat bakteri ditusukkan kedalam Nutrient Broth yang mengandung agar 0,5 % (semi solid). Selanjutnya diinkubasikan pada suhu 25°C selama 24 jam. Bila pertumbuhan menyebar, maka bakteri tersebut bergerak atau motil, dan bila pertumbuhan bakteri tidak menyebar, hanya berupa garis saja, maka bakteri tersebut bersifat tidak bergerak (non motil).

Uji Kebutuhan Oksigen

Masing-masing isolat diinokulasi pada medium NB, kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Diamati sifat pertumbuhan bakteri pada medium NB, yaitu bakteri anaerob akan tumbuh mengelompok pada dasar medium, bakteri anaerob fakultatif akan tumbuh tersebar di seluruh medium, bakteri mikroaerofil akan tumbuh mengelompok sedikit di bawah permukaan medium, sedangkan bakteri aerob akan tumbuh pada permukaan medium.

Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan menempatkan satu ose koloni pada kaca preparat kemudian teteskan 1-2 hydrogen peroksida 3%, amati terbentuknya gelembung untuk hasil positif dan tidak terbentuk gelembung untuk hasil negatif.

Uji Oksidase

Isolat bakteri digoreskan di atas kertas oksidase strip menggunakan ose. Warna ungu tua sepanjang garis goresan yang terlihat dalam waktu 10 detik menunjukkan reaksi tersebut bersifat positif, jika tidak menunjukkan perubahan warna, maka negatif.

Uji Fermentasi Karbohidrat

Media NB yang ditambah dengan *Brom Tyymol Blue* (BTB) sebagai indikator dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan gula yang akan difermentasikan 1-2%. Tabung durham dimasukkan ke dalam tabung reaksi tersebut, kemudian disterilkan. Setelah steril diinokulasi masing-masing isolat bakteri kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Indikator hasil uji, yaitu : Pembentukan asam laktat apabila terjadi perubahan warna medium dari hijau menjadi kuning tanpa pembentukan gas pada tabung durham. Uji akan bersifat fermentasi asam campuran apabila warna medium berubah dan diikuti pembentukan gas pada tabung durham. Uji akan bersifat fermentasi alkohol apabila terbentuk gas pada tabung durham tanpa diikuti perubahan warna medium.

Uji Urease

Sebanyak 1 ose isolat diinokulasikan pada permukaan media *Urea Base* miring dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 25°C. Komposisi media *Urea Base* yaitu kristal urea, pepton, KH_2PO_4 , glukosa, *fenol red*, NaCl, agar dan aquades. Uji akan positif ditandai dengan berubahnya warna menjadi merah dan uji negatif ditandai dengan warna kuning atau tidak berubahnya warna pada media.

Uji Salinitas

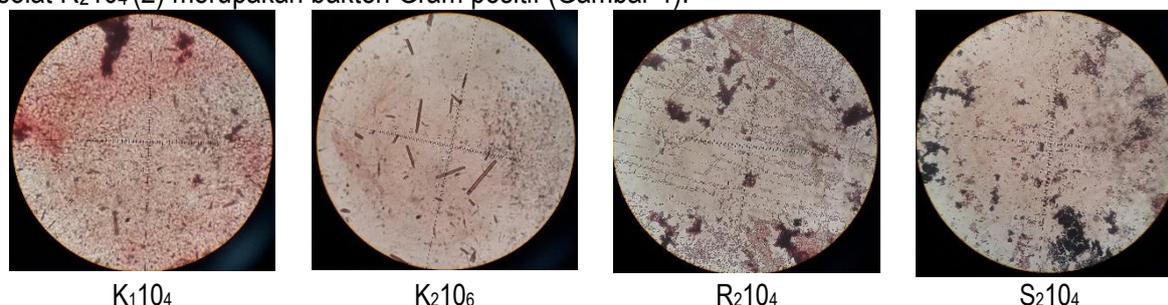
Prosedur kerja pengaruh salinitas yaitu disiapkan tabung reaksi yang berisi media NB dengan 4 macam kandungan NaCl yaitu 2%, 3%, 5% dan 10%. Masing-masing tabung reaksi diinokulasikan dengan isolat uji dengan menggunakan jarum ose. Kemudian tabung reaksi diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang dan siap diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pewarnaan Gram dan Bentuk Sel

Hasil penelitian dengan 4 isolat bakteri kode K₁10₄ (1), K₂10₆ (2) bersumber dari tanah dengan vegetasi tanaman kedelai, R₂10₄ bersumber dari tanah dengan vegetasi rerumputan dan S₂10₄ (1) bersumber dari tanah dengan vegetasi tanaman kedelai dilakukan uji pewarnaan gram dan bentuk sel.

Pewarnaan Gram pada bakteri dilakukan dengan cara mengamati sel-sel bakteri yang telah mati dan diwarnai. Dengan cara tersebut, bentuk sel akan menjadi lebih jelas karena warna sel dibuat kontras dengan medium disekelilingnya, sehingga lebih mudah dilihat di bawah mikroskop. Pada pewarnaan Gram diperlukan empat jenis larutan yaitu zat warna basa (kristal violet), larutan iodium (lugol), alkohol dan safranin. Sel-sel bakteri yang dapat mengikat zat warna kristal violet, berwarna ungu disebut bakteri Gram positif. Sel-sel bakteri yang dapat melepaskan kristal violet dan mengikat safranin sehingga berwarna merah termasuk bakteri Gram negatif (Mahal *et al.*, 2014). Selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya pada pembesaran 400x. Hasil pewarnaan Gram isolat bakteri menunjukkan bahwa isolat K₁10₄ (1), K₂10₆ (2) dan S₂10₄ (1) merupakan bakteri Gram negatif sedangkan isolat R₂10₄ (2) merupakan bakteri Gram positif (Gambar 1).



Gambar 1. Pewarnaan Gram dan bentuk bakteri rizosfer kedelai, rumput dan singkong pada mikroskop pembesaran 400x

Berdasarkan hasil penelitian Begum *et al.* (2017) telah berhasil mengisolasi bakteri yang dapat memproduksi antibiotik secara efektif yang memiliki Gram negatif dan positif. Bakteri ditemukan menghasilkan koloni putih berbentuk lingkaran dan teratur. Sel Gram positif mempunyai dinding dengan lapisan peptidoglikan yang tebal sedangkan Gram negatif lebih tipis dan diliputi lapisan membran luar yang tersusun dari lipid. Berdasarkan hasil pengamatan dibawah mikroskop dengan pembesaran 400x menunjukkan bahwa isolat K₁10₄ (1), R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1) memiliki bentuk sel coccus, isolat K₂10₆ (2) memiliki bentuk sel basil dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil penelitian Begum *et al.* (2017) morfologi seluler menggunakan mikroskop elektron pindaian (SEM) menemukan bahwa isolat yang dapat memproduksi antibiotik memiliki bentuk sel basil. Mashoria *et al.* (2014) menambahkan bahwa bakteri penghasil antibiotik memiliki karakter morfologi bentuk sel basil dan coccus.

Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan menggoreskan satu ose isolat bakteri pada preparat kemudian ditetesi hidrogen peroksida 3% sebanyak 1-2 tetes. Terbentuknya gelembung menunjukkan reaksi positif dan apabila tidak menunjukkan gelembung maka reaksi menandakan negatif.

Tabel 1. Hasil Uji Katalase, Oksidase, Motilitas, Urease dan Kebutuhan O₂

Sumber Isolat	Kode Isolat	Katalase	Oksidase	Motilitas	Urease	Kebutuhan O ₂
Tanah Kedelai	K ₁ 10 ₄ (1)	+	+	+	-	Obligate
	K ₂ 10 ₆ (2)	+	+	+	-	Obligate
Tanah Rerumputan	R ₂ 10 ₄ (2)	+	+	+	-	Fakultatif
Tanah Singkong	S ₂ 10 ₄ (1)	+	+	+	-	Obligate

Keterangan: Kandungan katalase, oksidase, motilitas + menunjukkan adanya aktifitas katalase, oksidase dan motilitas pada bakteri tersebut; simbol - pada uji urease menunjukkan tidak adanya aktifitas enzim urease.

Terbentuknya gelembung akibat dari penguraian H₂O₂ menjadi oksigen dan air oleh aktivitas enzim katalase. Hasil uji katalase menunjukkan bahwa semua isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi pada berbagai jenis vegetasi (K₁10₄ (1), K₂10₆ (2), R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1)) memiliki enzim katalase. Hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena bahan ini menginaktifkan enzim dalam sel.

Hidrogen peroksida terbentuk sewaktu metabolisme aerob, sehingga mikroorganisme yang tumbuh dalam lingkungan aerob pasti menguraikan bahan tersebut.

Uji Oksidase

Uji oksidase dilakukan dengan menggunakan strip oksidase test dengan menggorekan satu ose isolat bakteri kemudian amati perubahan warna yang terjadi, menurut Markey *et al.* (2013) perubahan warna yang terjadi pada test strip diamati setelah didiamkan selama 20-60 detik. Apabila terjadi perubahan warna menjadi biru violet maka oksidase test dinyatakan positif dan sebaliknya apabila tidak terjadi perubahan warna maka oksidase test dinyatakan negatif. Hasil uji oksidase pada table 1. menunjukkan bahwa semua isolat bakteri (K₁10₄ (1), K₂10₆ (2), R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1)) memiliki reaksi positif, sehingga dapat dikatakan bahwa bakteri tersebut memiliki enzim dehidrogenase.

Marlina (2008) menyatakan bahwa uji oksidase bertujuan untuk menentukan bakteri enterik atau non enterik. Enzim sitokrom oksidase akan berubah menjadi bentuk tidak aktif dengan mereduksi sitokrom c. Enzim ini akan menjadi bentuk aktifnya kembali jika terjadi transfer elektron ke molekul oksigen. Keberadaan oksigen pada enzim oksidase akan mereduksi substansi-substansi organik diantaranya substansi yang terdapat pada oksidase test strip yang mengandung N,N dimetil-1,4 fenilendiammonium diklorida dan 1 naftol. Reaksi tersebut akan menghasilkan molekul indophenol blue yang mengakibatkan warna test strip akan berwarna biru violet. Reaksi ini merupakan reaksi positif untuk bakteri non enterik sedangkan pada bakteri enteric tidak terjadi perubahan warna.

Uji Motilitas

Hasil uji motilitas yang ditunjukkan menunjukkan bahwa semua isolat bakteri yang diisolasi (K₁10₄ (1), K₂10₆ (2), R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1)) bersifat motil. Isolat yang bersifat motil akan tumbuh menyebar di luar garis yang ditusukkan, sedangkan isolat yang bersifat non motil hanya akan tumbuh disepanjang garis tusukan. Bakteri yang bersifat motil akan memiliki mobilitas yang lebih tinggi di dalam tanah (Pambudi, 2016). Bakteri dapat bersifat motil karena adanya flagella sebagai alat gerak dan hidup dalam kondisi anaerob fakultatif (Ningsih, 2014).

Uji Urease

Uji Urease bertujuan untuk menguji keberadaan enzim urease dalam isolat yang memecah urea menjadi amonia dan CO₂ dengan menggunakan media agar urea. Perubahan warna dari kuning ke merah muda dianggap sebagai hasil positif sementara tidak ada perubahan warna dianggap sebagai negatif (Pradhan *et al.*, 2015). Hasil uji urease menunjukkan bahwa semua isolat (K₁10₄ (1), K₂10₆ (2), R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1)) memiliki reaksi yang negatif terhadap uji urease, hal tersebut ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna pada medium urea base agar.

Uji Kebutuhan O₂

Hasil uji kebutuhan oksigen yang ditunjukkan pada menunjukkan bahwa isolat K₁10₄ (1), K₂10₆ (2) dan S₂10₄ (1) merupakan bakteri obligat aerob, hal tersebut dilihat dari pertumbuhan bakteri pada tabung uji yang dominan tumbuh di permukaan medium sedangkan R₂10₄ (2) bersifat fakultatif anaerob, hal tersebut dilihat dari pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media tetapi lebih dominan di permukaan. Menurut Maatoke *et al.* (2024) bakteri aerob akan tumbuh di permukaan media untuk mendapatkan oksigen, karena tabung reaksi yang ditutupi dengan kapas memungkinkan oksigen masuk ke dalam tabung dengan jumlah terbatas. Hal ini sebanding dengan hasil penelitian (Apriliya *et al.*, 2020) bahwa bakteri yang tumbuh dominan di permukaan medium tabung uji adalah bakteri aerob, karena adanya pergerakan yang dilakukan oleh bakteri aerob untuk memperoleh oksigen di permukaan media tumbuh. Bakteri fakultatif anaerob dapat hidup dengan ada atau tidak adanya oksigen tetapi lebih memilih untuk menggunakan oksigen (Hermanus, 2015).

Uji Fermentasi Karbohidrat

Hasil uji fermentasi berbagai sumber gula terhadap isolat menunjukkan hasil yang negatif untuk isolat K₁10₄ (1), K₂10₆ (2) dan S₂10₄ (1) ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna pada medium dan tidak munculnya gelembung pada tabung durham, sedangkan untuk isolat R₂10₄ (2) menunjukkan hasil positif ditandai dengan terjadinya perubahan warna medium dari hijau ke kuning dan munculnya gelembung pada tabung durham. Hal tersebut menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki kemampuan dalam memfermentasikan glukosa, laktosa dan sukrosa sebagai sumber energi bagi aktifitas bakteri tersebut.

Tabel 2. Hasil uji fermentasi karbohidrat terhadap isolat bakteri

Sumber Isolat	Kode Isolat	Fermentasi Karbohidrat		
		Sukrosa	Laktosa	Glukosa
Tanah Kedelai	K ₁ 10 ₄ (1)	-	-	-
	K ₂ 10 ₆ (2)	-	-	-
Tanah Rerumputan	R ₂ 10 ₄ (2)	+	+	+
Tanah Singkong	S ₂ 10 ₄ (1)	-	-	-

Keterangan: Fermentasi karbohidrat simbol + menunjukkan adanya aktifitas fermentasi karbohidrat pada isolat tersebut; simbol - pada uji urease menunjukkan tidak adanya aktifitas fermentasi karbohidrat.

Gelembung gas yang terbentuk pada tabung durham dalam proses fermentasi glukosa menandakan adanya reaksi fermentasi karbohidrat oleh bakteri (Maatoke *et al.*, 2024). Kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa menandakan bahwa bakteri yang diisolasi bergantung terhadap ketersediaan sumber nutrisi di dalam tanah terutama sumber karbon. Menurut Cappuccino & Sherman (1992) mikrob dapat menggunakan berbagai karbohidrat tergantung sistem enzim yang dimiliki. Beberapa mikrob dapat memfermentasi gula seperti glukosa secara anaerob atau aerob, sedangkan yang bersifat anaerob fakultatif dapat menggunakan lintasan aerob dan anaerob. Pada saat fermentasi, substrat seperti karbohidrat dan alkohol akan mengalami disimilasi anaerob dengan menghasilkan asam organik (seperti asam laktat, asam formiat, atau asam asetat) yang diikuti gas H₂ atau CO₂. Mikrob anaerob fakultatif biasanya pelaku fermentasi karbohidrat.

Uji Ketahanan Suhu

Pengujian ketahanan suhu dilakukan pada suhu 27°C, 34°C, 5°C dan -20°C. Hasil uji ketahanan suhu terhadap isolat K₁10₄ (1), K₁10₅ (2), dan S₂10₄ (1) pada berbagai suhu inkubasi menunjukkan bahwa pertumbuhan sel terdapat pada rentang suhu 25-37°C. Isolat tersebut tidak mampu tumbuh pada suhu rendah. Isolat R₂10₄ (2) mampu tumbuh pada rentang suhu 5-37°C. Menurut Begum *et al.*, (2017) ketiga isolat bakteri penghasil antibiotik dapat tumbuh pada suhu antara 20°C dan 45°C. Hasil penelitian Pardhan *et al.* (2015) menunjukkan bahwa salah satu bakteri penghasil antibiotik dari golongan *Actinomyces* dan *Streptomyces* mampu hidup pada suhu 10-45°C.

Tabel 3. Hasil uji suhu terhadap isolat bakteri

Sumber Isolat	Kode Isolat	Suhu (°C)			
		-20	5	27	37
Tanah Kedelai	K ₁ 10 ₄ (1)	-	-	+	+
	K ₂ 10 ₆ (2)	-	-	+	+
Tanah Rerumputan	R ₂ 10 ₄ (2)	-	+	+	+
Tanah Singkong	S ₂ 10 ₄ (1)	-	-	+	+

Keterangan: + menunjukkan isolat dapat tumbuh pada suhu tersebut, - isolat tidak dapat tumbuh.

Uji Ketahanan pH

Hasil pengujian isolat pada berbagai pH menunjukkan bahwa pertumbuhan sel tertinggi terdapat pada rentang pH 6-9 sedangkan pertumbuhan sel terendah terdapat pada pH 3 dan 5, untuk isolat R₂10₄ (2) dan S₂10₄ (1) tidak tumbuh pada pH 3 dan 5 (Tabel 4). Pertumbuhan sel diamati

berdasarkan tingkat kekeruhan pada medium, medium yang sedikit keruh menunjukkan bahwa pertumbuhan sel yang rendah, semakin keruh medium maka pertumbuhan sel semakin tinggi sedangkan jika medium tampak jernih menunjukkan bahwa tidak ada pertumbuhan sel. Hasil penelitian Pardhan *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa salah satu bakteri penghasil antibiotik dari golongan *Actinomycetes* dan *Streptomyces* mampu hidup pada pH 7 dan 9. Sama halnya dengan hasil penelitian Begum *et al.* (2017) ketiga isolat bakteri penghasil antibiotik dapat tumbuh pada kisaran pH 6-11.

Tabel 4. Hasil uji pH terhadap isolat bakteri

Sumber Isolat	Kode Isolat	pH				
		3	5	6	7	9
Tanah Kedelai	K ₁ 10 ₄ (1)	+	+	++	++	++
	K ₂ 10 ₆ (2)	+	+	++	++	++
Tanah Rerumputan	R ₂ 10 ₄ (2)	-	-	++	++	++
Tanah Singkong	S ₂ 10 ₄ (1)	-	-	++	++	++

Keterangan: Simbol + menunjukkan isolat dapat tumbuh pada pH tersebut

Uji Ketahanan Salinitas

Uji ketahanan garam/salinitas bertujuan untuk melihat kemampuan toleransi bakteri terhadap NaCl dan menentukan konsentrasi optimal untuk pertumbuhan. Hasil uji salinitas pada tabel 5 menunjukkan isolat K₁10₄ (1), R₂10₂ (2) dan S₂10₄ (1) dapat tumbuh pada kondisi salin dengan kadar 2%, sedangkan untuk isolat K₁10₄ (1) dan K₂10₆ (2) dapat tumbuh pada kondisi salin 5%. Hasil penelitian Pardhan *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa salah satu bakteri penghasil antibiotik dari golongan *Actinomycetes* dan *Streptomyces* mampu hidup pada konsentrasi NaCl 5%, 7%, 9% dan 10%. Begum *et al.* (2017) ketiga isolat bakteri penghasil antibiotik dapat tumbuh pada konsentrasi NaCl 1-12%.

Tabel 5. Hasil uji salinitas terhadap isolat bakteri

Sumber Isolat	Kode Isolat	Salinitas (%)			
		2	3	5	10
Tanah Kedelai	K ₁ 10 ₄ (1)	+	-	+	-
	K ₂ 10 ₆ (2)	-	-	+	-
Tanah Rerumputan	R ₂ 10 ₄ (2)	+	-	-	-
Tanah Singkong	S ₂ 10 ₄ (1)	+	-	-	-

Keterangan: simbol + menunjukkan isolat dapat tumbuh pada salinitas tersebut

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) Isolat bakteri yang diisolasi dari sumber isolat dari tanah dengan vegetasi berbeda, yaitu kedelai dengan kode isolat K₁10₄ (1), K₂10₆ (2), rumput dengan kode isolat R₂10₄ (2) dan singkong dengan kode isolat S₂10₄ (1), 2) kode Isolat K₁10₄ (1) bentuk sel coccus, Gram negatif memiliki enzim katalase, enzim dehidrogenase, bersifat motil, obligate aerob, tidak memiliki enzim urease serta tidak dapat memfermentasikan karbohidrat, dapat tumbuh direntan suhu 27-37 °C dan pH 3-9 serta dapat tumbuh pada kadar salinitas 2% dan 5%. 3) Isolat K₂10₆ (2) bentuk sel basil, Gram negatif memiliki enzim katalase, enzim dehidrogenase, bersifat motil, obligate aerob, tidak memiliki enzim urease serta tidak dapat memfermentasikan karbohidrat, dapat tumbuh direntan suhu 27-37 °C dan pH 3-9 serta dapat tumbuh pada kadar salinitas 5%. 4) Isolat R₂10₄ (2) bentuk sel coccus, Gram positif memiliki enzim katalase, enzim dehidrogenase, bersifat motil, Fakultatif anaerob, tidak memiliki enzim urease serta dapat memfermentasikan karbohidrat, dapat tumbuh direntan suhu 5-37 °C dan pH 6-9 serta dapat tumbuh pada kadar salinitas 2%. 5) Isolat S₂10₄ (1) bentuk sel coccus, Gram negatif memiliki enzim katalase, enzim dehidrogenase, bersifat motil, obligate aerob, tidak memiliki enzim urease serta tidak dapat memfermentasikan karbohidrat, dapat tumbuh direntan suhu 27-37°C dan pH 6-9 serta dapat tumbuh pada kadar salinitas 2%

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliya, I., Prasetyo, D., Selvany, R. (2020). Isolasi Bakteri Rhizosfer Resisten Pestisida dan Herbisida pada Berbagai Jenis Tutupan Lahan. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1): 64–71.
- Begum, K., Mannan, S.J., Rahman, M.M., Mitchell, A.A., Opoku, R., Burgos. N., Shepherd, J., Ahmed, I., Nur-E-Kamal. (2017). Identification Of Antibiotic Producing Bacteria from Soil Samples of Dhaka, Bangladesh. *Journal of Microbiology and Experimentation*, 4 (6):1-5.
- Berendsen, R.L., Pieterse, C.M., Bakker, P.A. (2012). The Rhizosphere Microbiome and Plant Health. *Trends in plant science*, 17(8): 478-486.
- Cappuccino, J.G., Sherman, N. (1992). *Microbiology: a Library Manual*. Ed ke-5. Fox D, editor. Wesley Longman Inc. Canada
- Hermanus, M.B., Polii, B., Mandey, L.C. (2015). Pengaruh Perlakuan Aerob dan Anaerob terhadap Variabel BOD, COD, pH dan Bakteri Dominan Limbah Industri Desiccated Coconut PT. Global Coconut Radey, Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 3(2): 48-58.
- Khairani, K., Fitratul, A., Riany, H. (2019). Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Rizosfer Tanaman Sawit Jambi. *Jurnal Biologi*, 12(2): 198-206.
- Mahal, R., Schicklberger, M., Chakraborty, R. (2014). Isolation and Classification of Nitrogen Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. *California (US): TTE REU Program, Berkeley Laboratory*.
- Marlina, M. (2008). Identifikasi Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dengan Metode Biologi dan Deteksi Gen Toxmya Secara PCR. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 13 (1).
- Markey, B., Leonard, F., Archambault, M., Cullinane, A., Maguire, D. (2013). *Clinical Veterinary Microbiology Second Edition*. Mosby Elsevier. China.
- Mashoria, A., Lovewanshi, H.S., Rajawat B.S. (2014). Isolation of Antimicrobial Producing Bacteria from Soil Samples Collected from Bhopal Region of Madhya Pradesh, India. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(12): 563-569.
- Maatoke, C.D., Dewani, Z., & Suciati, F. (2024). Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Mikrob Pelarut Fosfat Dan Mikrob Penambat N₂ (Azotobacter) dari Rhizosfer Tanaman Padi dan Tanah Hutan Cifor Dramaga Bogor. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1): 113-121.
- Ningsih, R.L., Khotimah, S., Lovadi, I. (2014). Bakteri Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun *Avicennia alba* Blume di Kawasan Hutan Mangrove Peniti Kabupaten Pontianak. *Jurnal Probiot*, 3(1).
- Nopriyanti, M., Rianto, F. (2020). Kualitas Pupuk Organik Cair Plus berbahan Dasar Putri Malu (*Mimosa Pudica* Linn.) yang Difermentasi dengan menggunakan Beberapa Jenis Bioaktivator. *Partner*, 25(2): 1403-1414.
- Pambudi, A., Noriko, N., Sari, E.P. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Kecamatan Medan Satria dan Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(4).
- Pradhan, S., Mishra, B.B., & Rout, S. (2015). Screening of Novel Actinomycetes from Near Lake Shore Sediment of The Chilika Lake, Odisha, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(8): 66-82.

Schneider, D., Engelhaupt, M., Allen, K., Kurniawan, S., Krashevskaya, V., Heinemann, M., Daniel, R. (2015). Impact of Lowland Rainforest Transformation on Diversity and Composition of Soil Prokaryotic Communities in Sumatra (Indonesia). *Frontiers in Microbiology*, 6(1339): 1-12.