

Karakteristik Isolat Bakteri yang Diisolasi dari Tanah yang tidak Terpapar Pestisida di Kecamatan Baraka Kabupaten Enrekang

Characteristics of Bacterial Isolates Isolated from Soil Not Exposed to Pesticides in Baraka District, Enrekang Regency

Hilda Karim¹⁾, Nirmala Yusuf²⁾

¹⁾ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar.

²⁾ Jurusan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar.

Email korespondensi: nirmalayusuf04121999@gmail.com

ABSTRAK

Karakterisasi Isolat Bakteri yang Diisolasi dari Tanah yang tidak Terpapar Pestisida di Kecamatan Baraka Kabupaten Enrekang. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Makassar (dibimbing oleh Hilda Karim). Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif yang bertujuan untuk mengetahui karakter morfologi dan fisiologi bakteri yang diperoleh dari tanah yang tidak terpapar pestisida. Isolat yang diperoleh dikarakterisasi dengan meninjau hasil pengecatan gram, uji pewarnaan endospora, uji oksidatif-fermentatif, uji pigmen fluorescens, serta uji Koloni Kuning Pada media YDC. Hasil pengujian tersebut digunakan untuk identifikasi sederhana. Berdasarkan hasil, diperoleh 5 jenis berbeda meliputi Bacillus, Pantoea, Clostridium, Ralstonia, dan kelompok Coryneform.

Kata kunci: Bakteri, Tanah, Karakterisasi.

ABSTRACT

Characterization of Bacterial Isolates Isolated from Soil Not Exposed to Pesticides In Baraka District, Enrekang Regency. Thesis. Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Makassar State University (supervised by Hilda Karim). This research is an exploratory research that aims to determine the morphological and physiological characters of bacteria obtained from soil that is not exposed to pesticides. The isolates obtained were characterized by reviewing the results of gram staining, endospore staining test, oxidative-fermentative test, fluorescent pigment test, and yellow colony test on YDC media. The test results are used for simple identification. Based on the results, 5 different species were obtained including Bacillus, Pantoea, Clostridium, Ralstonia, and the Coryneform group.

Keywords: Bacteria, Soil, Characterization.

PENDAHULUAN

Tanah yang subur berpotensi untuk menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup tersedia dan seimbang untuk menjamin pertumbuhan dan produksi tanaman yang optimum (Anna, 2016). Tanah dikatakan memiliki tingkat kesuburan tinggi jika tanah tersebut mampu menyediakan semua unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, sedangkan tanah dikatakan kurang subur jika tanah tidak mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Swastika, 2014).

Keragaman bakteri pada tanah yang tidak terpapar pestisida mempunyai potensi keragaman yang lebih tinggi dibanding dengan tanah yang tidak terpapar pestisida. Pestisida mempunyai sifat yang toksik dapat mematikan sebagian besar bakteri yang hidup dalam tanah. Tanah yang tidak diberi pestisida memiliki tingkat keragaman bakteri yang lebih tinggi -dibandingkan dengan tanah yang diberi pestisida (Aggani, 2013). Keanekaragaman mikroorganisme penting dalam keseimbangan ekosistem tanah juga merupakan indikator kesehatan tanah dan dapat mempengaruhi kondisi tanaman yang tumbuh di atasnya. Mikroorganisme dapat melindungi tanaman dari penyakit dengan menekan patogen tanah melalui sifat antagonis terhadap bakteri patogen penyebab penyakit busuk pada tanaman bawang atau moler, bakteri tersebut masih bisa hidup di dalam tanah tanpa inang.

Kabupaten Enrekang merupakan salah satu Kabupaten di Sulawesi Selatan yang merupakan lumbung pertanian yang menyumbang pendapatan perekonomian di sektor pertanian di Sulawesi Selatan. Mayoritas masyarakat Enrekang menggantungkan hidupnya pada sektor perkebunan tanaman bawang merah, lahan yang digunakan untuk menanam bawang merah pada umumnya sudah terpapar pestisida, pada penelitian kami menggunakan sampel tanah yang tidak pernah terpapar pestisida, untuk mengetahui keragaman bakteri pada tanah yang tidak terpapar pestisida di Kecamatan Baraka Kabupaten Enrekang.

METODE

A. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif yang dilakukan untuk mengetahui karakterisasi isolat bakteri yang diisolasi dari tanah yang tidak terpapar pestisida

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-November 2021 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar.

C. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat yang digunakan yaitu gelas kimia (500 ml, dan 1000 ml), cawan petri, Erlenmeyer 500 ml, gelas ukur (50 ml, dan 100 ml), botol UC, tabung reaksi, botol pengencer, rak tabung, batang pengaduk, Laminar Air Flow(LAF), pinset, objek glass dan deck glass, pipet tetes, ose bulat, bunsen, hot plate and stirrer, inkubator neraca analitik, mikroskop, autoclave, vortex, shaker, lemari pendingin, waterbath, soil bor, serta peralatan umum yang digunakan di laboratorium mikrobiologi.

D. Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil berasal dari tanah yang tidak terpapar pestisida di Kecamatan Baraka Kabupaten Enrekang dengan titik koordinat 3° 20' 0" LS. Dengan menggunakan soil bor dan disimpan di dalam plastik dan diberi label dengan masing-masing kedalaman 10 cm.

2. Medium yang digunakan untuk Pertumbuhan

Adapun medium yang digunakan pada penelitian ini adalah :Medium Nutrient Agar (NA), Medium Hugh dan Leifson Komposisi, Medium King'S B dan Medium YDC (Yeast Dextrose Carbonat)

3. Isolasi Bakteri

1) Tahap Pertama

Tahap isolasi diawali dengan menimbang sampel tanah sebanyak 1 gram dan di gerus menggunakan mortar dan pistillum dengan menambahkan aquades steril sebanyak 10 ml. Setelah itu mensuspensikan sebanyak 1 ml ke dalam botol pengencer yang berisikan 9 ml aquades steril sampai 6 kali pengenceran lalu homogenkan dengan menggunakan vortex. Kemudian menuang medium NA.Selanjutnya diinkubasi pada suhu 30 °C sampai isolat tumbuh.

2) Tahap Kedua

Koloni yang tumbuh selanjutnya dilakukan pemurnian pada medium NA dengan menggunakan metode gores langsung. Selanjutnya cawan diinkubasi pada suhu 30°C selama 3 hari. Isolat yang tumbuh diinokulasi kembali pada medium yang sama sampai diperoleh isolat murni. Setelah diperoleh isolat murni selanjutnya dipindahkan ke agar miring untuk digunakan sebagai kultur stok pada penelitian selanjutnya.

3. Tahapan Karakterisasi Bakteri meliputi:

- a) Pengamatan Gram
- b) Pewarnaan Endospora
- c) Pertumbuhan Anaerobik
- d) Pigmen Flourescent
- e) Koloni Kuning

4. Teknik Pengumpulan Data

Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif antara lain dengan melihat hasil dari isolasi bakteri dan karakterisasi bakteri yang meliputi pewarnaan Gram, mengkarakterisasi bakteri, dimana seluruh data diperoleh dari seluruh pengamatan (positif atau negatif) yang ditunjukkan pada beberapa indikator uji yang telah dilakukan. Yakni pengumpulan data dan pengamatan secara langsung dan dengan cara dokumentasi untuk dijadikan bukti hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolasi Bakteri Pada Tanah Pertanaman Bawang Merah yang Tidak Terpapar Pestisida

Hasil isolasi bakteri dari tanah pertanaman bawang merah pada kedalaman 10 cm diperoleh 5 isolat. Kelima isolat tersebut dapat di lihat pada hasil pengamatan morfologi koloni pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Morfologi isolat bakteri asal tanah pertanaman bawang merah yang tidak terpapar pestisida

Kode Isolat	Warna Koloni	Bentuk Koloni	Tepi Koloni	Elevasi	Tekstur	Kenampakan Morfologi
I ₁	Putih susu	Bulat	Rata	<i>Lowconvex</i>	Berlendir	
I ₂	Putih susu	Bulat	Rata	<i>Lowconvex</i>	Berlendir	
I ₃	Putih tulang	Bulat	Rata	<i>Lowconvex</i>	Berlendir	
I ₄	Putih	Bulat	Rata	<i>Lowconvex</i>	Berlendir	
I ₅	Putih susu	Bulat	Rata	<i>Lowconvex</i>	Berlendir	

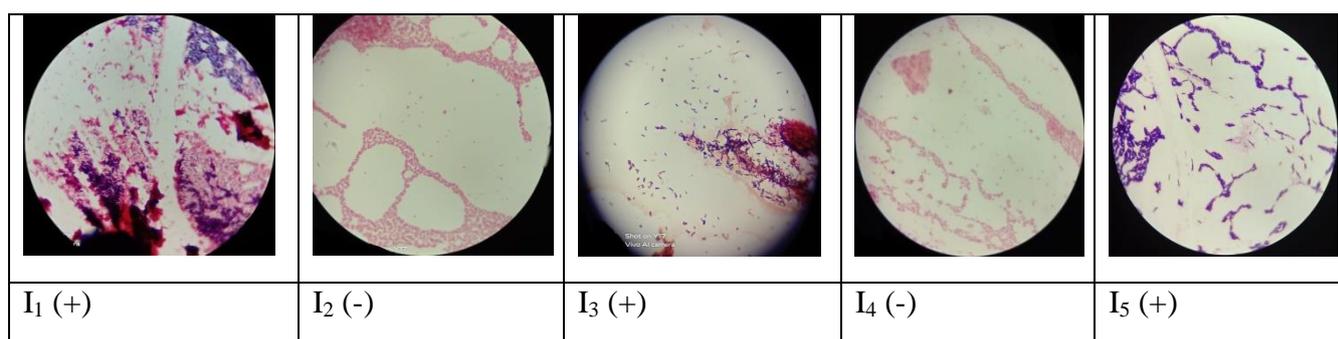
Berdasarkan isolasi yang telah dilakukan diperoleh 5 isolat bakteri dengan berbagai variasi morfologi. Koloni yang diperoleh terutama berwarna putih dengan variasi putih susu maupun putih tulang. Kenampakan morfologi memiliki kemiripan antara satu isolat

dengan isolat lainnya. Bentuk koloni bulat, tepian rata, elevasi *lowconvex* dengan tekstur yang berlendir.

2. Karakterisasi isolate bakteri

a. Pengecatan Gram

Hasil pengamatan pengecatan gram pada isolat bakteri yang diisolasi dari tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida dapat dilihat pada gambar 4.1. Pengamatan hasil pengecatan gram dilakukan dengan menggunakan mikroskop Leica DM500 pada perbesaran 1000X.



Gambar 4.1. Pengecatan gram dari isolat tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida

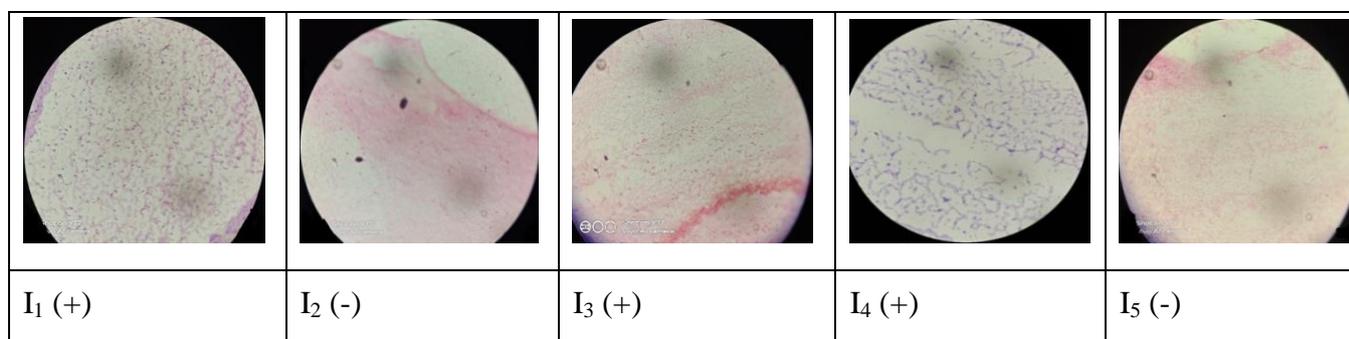
Keterangan :

(+) : Gram positif, yang ditandai dengan pembentukan warna ungu atau biru.

(-) : Gram negatif, yang ditandai dengan pembentukan warna merah muda.

b. Pengecatan Endospora

Pengecatan endospora dilakukan dengan menggunakan dua reagen pewarna yang khusus yaitu *Malachite Green* dan Safranin. *Malachite Green* merupakan zat warna pertama yang akan memberikan warna hijau pada endospora bakteri sedangkan safranin merupakan zat warna yang akan mewarnai sel vegetatif menjadi merah, Hasil pengamatan pengecatan endospora dapat dilihat pada Gambar 4.2. Pengamatan hasil pengecatan endospore dilakukan dengan menggunakan mikroskop Leica DM500 pada perbesaran 1000X.



Gambar 4.2 Pengecatan endospora dari isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida.

Keterangan :

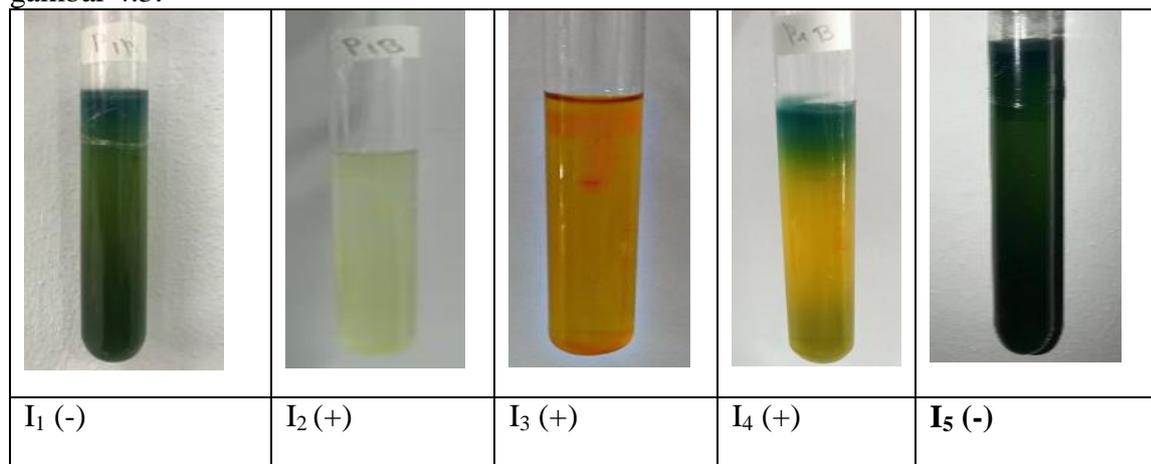
(+) Sel vegetatif berwarna merah dan spora yang berwarna hijau.

(-) Sel vegetatif dan spora tidak berwarna.

Pewarnaan endospora dilakukan untuk dapat membedakan antara sel spora dengan sel vegetatif. Kelompok bakteri tertentu membentuk spora sebagai upaya pertahanan diri dari lingkungan yang tidak menguntungkan. Hal ini diantaranya dilakukan oleh bakteri genus *Clostridium* dan *Bacillus* (Widyastuti et al., 2019).

c. Pertumbuhan Anaerob

Hasil pengamatan pengujian pertumbuhan anaerob dari isolat bakteri yang diisolasi dari tanah pertanaman bawang merah yang tidak terpapar pestisida dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian pertumbuhan anaerob dari isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanaman bawang merah tidak terpapar pestisida

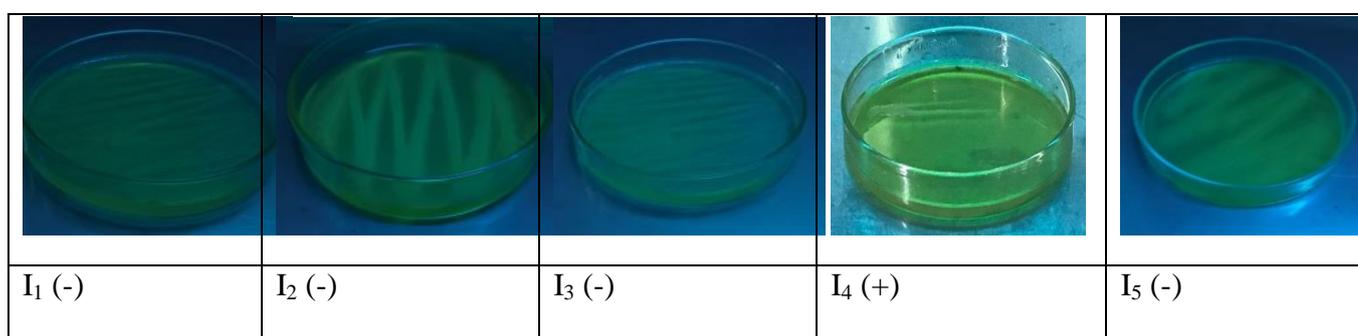
Keterangan :

(+) Perubahan warna pada media dari hijau tua menjadi kuning keruh.

(-) Tidak terjadi perubahan warna pada media

D. Pigmen Florescent

Hasil pengamatan pengujian Pigmen florescent pada isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanaman bawang merah yang tidak terpapar pestisida dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pigmen florescent dari isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanaman bawang merah yang tidak terpapar pestisida.

Keterangan :

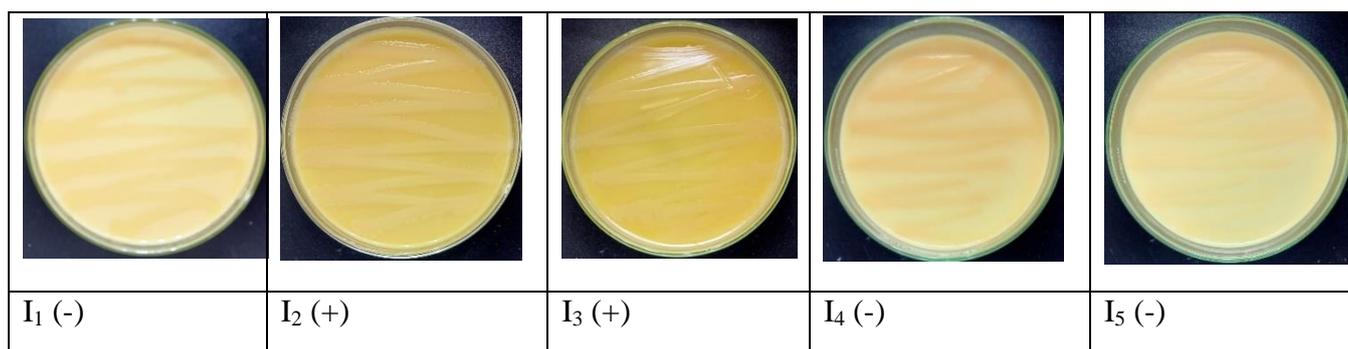
(+) Perubahan warna pada media dari coklat muda menjadi hijau. Isolat I₄ menunjukkan hasil yang positif ditandai dengan perubahan pada media dari coklat muda menjadi hijau.

(-) Tidak terjadi perubahan warna pada media.

Hasil pengamatan pengujian Pigmen Fluorescent menunjukkan bahwa pada isolat I₄ terjadi aktivitas fluoresens yang menandakan bahwa isolat tersebut positif yang ditandai dengan perubahan warna pada media dari coklat muda menjadi hijau.

e. Pengujian Koloni Kuning Pada YDC (*Yeast Dextrose Carbonat*)

Hasil pengamatan Pengujian Koloni Kuning Pada YDC dari isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Koloni Kuning Pada YDC dari isolat bakteri yang diisolasi pada tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida

Keterangan :

- (+) Koloni bakteri tumbuh dan berwarna kuning pada media YDC.
- (-) Tidak tumbuh dan tidak berwarna kuning pada media YDC.

F. Hasil karakteristik isolat bakteri

Hasil pengamatan karakteristik isolat bakteri asal tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2. Karakteristik isolat bakteri secara fisiologi pada tanah pertanian bawang merah yang tidak terpapar pestisida.

No	Kode isolat	Pengecatan Gram	Endospora	Anaerob	Pigmen Fluorescen	YDC medium Test	Genus
1	I ₁	+	+	-	-	-	Bacillus
2	I ₂	-	-	+	-	+	Pantoea
3	I ₃	+	+	+	+	-	Clostridium
4	I ₄	-	+	+	+	+	Ralstonia
5	I ₅	+	-	-	-	-	Corneyform

Berdasarkan hasil karakterisasi yang dilakukan pada tabel 4.2 diperoleh isolat I₁ sebagai *Bacillus* dan I₂ sebagai *Pantoea* dan I₃ sebagai *Clostridium* dan I₄ sebagai *Rolstonia*. Adapun yang teridentifikasi sebagai genus *Corneyform* diperoleh dari isolat I₅.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada pengujian oksidatif-fermentatif, diperoleh 16 hasil fermentatif dan 9 oksidatif. Adapun bakteri nonsakarolitik tidak dijumpai pada hasil pengamatan. Setelah dilakukan identifikasi konvensional dengan

langkah-langkah yang telah ditetapkan pada prosedur diperoleh beberapa genus pada hasil isolasi dan karakterisasi yaitu 7 *Clostridium*, 6 isolat *Bacillus*, 3 *Corneyform*, 6 *Pantoea*, dan 3 *Ralstonia*.

Clostridium merupakan genus dengan kelimpahan terbanyak berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi yakni terdapat 7 isolat. Genus *Clostridium* adalah salah satu genera terbesar dari prokariota, saat ini termasuk lebih dari 200 spesies bakteri anaerob, berbentuk batang, pembentuk endospora. Meskipun sebagian besar spesies *Clostridium* adalah Gram-positif, juga telah ditunjukkan bahwa beberapa spesies *Clostridium* mengandung dinding sel Gram-negatif. Hal ini sesuai dengan pengamatan yang telah dilakukan. Anggota genus *Clostridium* mampu membentuk endospora, kelompok ini telah ditemukan di lingkungan yang beragam seperti bahan biologis yang membusuk, saluran pencernaan manusia dan hewan, limbah anoksik, sedimen laut atau muara serta di tanah (Shin et al., 2016).

Genus *Bacillus* adalah salah satu genera bakteri dominan yang ditemukan di tanah, 42 dan beberapa spesies genus ini telah dilaporkan dari relung ekologi yang beragam. Dengan keragaman genetik dan metabolisme yang luar biasa, *Bacillus* spp. Berperan dalam berbagai fungsi ekologis dalam ekosistem tanah dari siklus nutrisi hingga memberikan toleransi stres pada tanaman. Anggota genus *Bacillus* diketahui memiliki beberapa sifat menguntungkan yang membantu tanaman secara langsung atau tidak langsung melalui perolehan nutrisi, peningkatan pertumbuhan secara keseluruhan dengan produksi fitohormon, perlindungan dari patogen dan stres abiotik lainnya. Kelompok bakteri ini berperan dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor, produksi fitohormon, penghasil siderofor yang berperan dalam menghambat pertumbuhan patogen di rizosfer, pelarutan nutrisi, serta peranan menguntungkan lainnya (Saxena et al., 2020).

Spesies *Bacillus* menghasilkan metabolit sekunder yang menjadi objek studi kimia produk alam. Variabilitas struktural yang luas dari senyawa ini telah menarik keingintahuan para ahli kimia dan aktivitas biologisnya telah mengilhami industri farmasi untuk mencari struktur timbal dalam ekstrak mikroba. Skrining ekstrak mikroba mengungkapkan keragaman struktural yang besar dari senyawa alami dengan aktivitas biologis yang luas, seperti aktivitas antimikroba, antivirus, immunosupresif, dan antitumor, yang memungkinkan bakteri untuk bertahan hidup di lingkungan alamnya. Temuan ini memperluas potensi kepentingan industri *Bacillus* spp., khususnya *B. thuringiensis*, di 43 luar penggunaan insektisida dan dapat membantu menjelaskan peran *Bacillus* sp. dalam ekosistem tanah (Sansinenea dan Ortiz, 2011).

Pantoea sp. merupakan bakteri yang memiliki ciri yaitu bersifat gram negatif, dan memiliki bentuk coccus maupun basil. Bakteri *Pantoea* sp. memiliki kemampuan melarutkan fosfat anorganik (Djaenuddin dan Muis, 2018). Beberapa isolat dari genus *Pantoea* dapat menghasilkan antimikroba dan juga dapat dikembangkan menjadi produk biokontrol komersial (Walterson dan Stavrinides, 2015). Bakteri *Pantoea* sp. merupakan penyakit yang memiliki gejala seperti layu pada tanaman, klorosis pada permukaan daun, dan kerdil pada fase vegetatif. Sedangkan pada tanaman yang dewasa memiliki gejala bercak hijau kekuningan memanjang di sepanjang permukaan pada daun yang disertai dengan matinya jaringan atau mengalami nekrosis (Rahma dkk, 2013).

Ralstonia adalah genus baru yang termasuk mantan anggota spesies *Burkholderia* (*Burkholderia pickettii* dan *Burkholderia solanacearum*). Organisme ini telah berganti nama menjadi *Ralstonia pickettii* dan *Ralstonia solanacearum*. Mikroorganisme ini merupakan bakteri batang, nonfermentatif aerobik, Gram-negatif, oksidase-positif dan 45 merupakan mikroorganisme yang dapat ditemukan di air dan tanah (Ryan et al., 2007).

Bakteri coryneform adalah sekelompok basil Gram-positif, pleomorfik, tidak bercabang, katalase-positif, asporogen dengan morfologi tidak teratur. Bakteri ini ada di mana-mana di lingkungan dan dapat diisolasi dari kulit dan selaput lendir hewan, dari dedaunan, tanah, permukaan keju yang matang, dan dari air tawar dan air asin. Kelompok Coryneform mencakup berbagai genera, seperti *Corynebacterium*, *Nocardia*, *Microbacterium*, *Brevibacterium*, *Mycobacterium*, *Rhodococcus*, antara lain. Spesies dalam genus ini dicirikan oleh adanya arsitektur dinding sel yang kompleks dan kandungan DNA G+C sebesar 46%- 74% (Ray et al., 2022).

KESIMPULAN

Karakter morfologi serta fisiologi isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari tanah pertanian bawang yang tidak terpapar pestisida bervariasi. Setelah dilakukan identifikasi isolat tersebut terbagi ke dalam beberapa genus yaitu, *Pantoea*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Ralstonia*, dan *Coryneform*.

DAFTAR PUSTAKA

- Antheunisse, J. 1972. *Decomposition of nucleic acids and some of their degradation products by microorganisms*. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 38(1): 311-327.
- Andesgur, Ivniyani. 2019. *Analisa Kebijakan Hukum Lingkungan dalam Pengelolaan Pestisida*. *Jurnal Bestuur*. 7 (2): 93-105.
- Antonius, Sarjiya. dkk. 2018. *Manfaat Pupuk Organik Hayati, Kompos dan Biochar pada Pertumbuhan Bawang Merah dan Pengaruhnya terhadap Biokimia Tanah Pada Percobaan Pot Menggunakan Tanah Ultisol*. *Jurnal Biologi Indonesia*. 14 (2): 243-250.
- Alongi D. M. 1994. *The Role of Bacteria in Nutrient Recycling in Tropical Mangrove and Other Coastal Benthic Ecosystem*. *Hydrobiology*. 285:19-23.
- Agustian, Syaifei R, Maira L. 2012. *Keragaman Bakteri Penambat N Pada Tanah Rhizosfir *Titonia* Pada Tanah Masam Ultisol*. *Jurnal Solum*. 9(2): 98-105.
- Caskey, W. H., & Tiedje, J. M. (1980). *The reduction of nitrate to ammonium by a *Clostridium* sp. isolated from soil*. *Microbiology*. 119(1): 217-223.
- Dayana, A.R., A.R. Roshanida, M.I. Rosli, M.F, S.F. Zahrah, J.M. Anuar, C.M.N. Adha. 2012. *Bioconversion of empty fruit bunch (EFB) and palm oil mill effluent (POME) into compost using *Trichoderma virens**. *Afr. J. Biotechnol*. 10:18775-18780.
- Damayanti. R.S., Hanani. Y.D., & Yunita. N.A.D. 2016. *Hubungan Penggunaan dan Penanganan Pestisida pada Petani Bawang Merah terhadap Residu Pestisida dalam Tanah di Lahan Pertanian Desa Wanasari Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4 (3): 879-887.
- Habib. I.M.A., Sukamto. D.S., & Maharani. L. 2017. *Potensi Mikroba Tanah untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L)*. *Jurnal Folium*. 1 (1): 28-36.

- Handayani, Sri. Karnilawati. 2018. *Karakterisasi dan Klasifikasi Tanah Ultisol di Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie*. Jurnal Ilmiah Pertanian. 14 (2): 52-59.
- Khulillah, I. N., Abadi, A.L., & Aini, L.Q. 2019. *Pengaruh Fungisida terhadap Keanekaragaman Bakteri Tanah di Kota Batu*. Jurnal tanah dan Sumberdaya Lahan. 6(2): 1209.
- M Yusmar, dkk. 2019. *Keanekaragaman Mikroorganisme Tanah Pada Beberapa Kemiringan Lahan Perkebunan Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Di Kabupaten Rokan Hulu*. Jurusan Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. 601-610.
- Puspitasari, F. D., Shovitri, M., & Kuswyasari, N. D. 2012. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Proteolitik dari Tangki Septik*. Jurnal Sains dan Seni ITS. 1(1): E1-E4.
- Purwaningsih, S. 2001. *Pengaruh Mikroba Tanah Terhadap Perumbuhan Dan Hasil Panen Kedelai (Glycine Max L.)*. Jurnal Berita Biologi. 5(4): 373.
- Ryan, M. P., Pembroke, J. T., & Adley, C. C. 2007. *Ralstonia pickettii in environmental biotechnology: potential and applications*. Journal of applied microbiology. 103(4): 754-764.
- Ray, D., Anand, U., Jha, N. K., Korzeniewska, E., Bontempi, E., Proćków, J., & Dey, A. 2022. *The soil bacterium, Corynebacterium glutamicum, from biosynthesis of value-added products to bioremediation: A master of many trades*. Environmental Research, 113622.
- Sari, D.R. 2015. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah yang terdapat di Sekitar Perakaran Tanaman*. Jurnal Bio-Site. 1(1): 21.
- Yenie, Elvie. dkk. 2018. *Pembuatan Pestisida Organik Menggunakan Metode Ekstraksi dari Sampah Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih*. Jurnal Teknik Lingkungan. 10 (1): 46-59.
- Yuantari. M.C., Widiarnako. B., & Sunoko. H.R. 2013. *Tingkat Pengetahuan Petani dalam Menggunakan Pestisida (Studi Kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan)*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. 142-148.
- Yuantari, M.G. C., Widianarko B., & Sunoko, H. R. 2015. *Analisis Risiko Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Petani*. Jurnal Kesehatan Masyarakat. 10 (2), 239-245.
- Yunus F., Lambui, Orryani, & Suwastika, I. N. 2017. *Kelimpahan Mikroorganisme Tanah pada Sistem Perkebunan Kakao (Theobroma cacao L.) Semi Intensif Dan Non Intensif*. Journal of Science and Technology. 6 (3): 194-205.
- Thapa, P., Thapa, A., Khadka, S., Sapkota, S., Panta, O. P., Sharma, S., & Poudel, P. 2021. *Screening and characterization of potent poly glutamic acid producing Bacillus sp. isolated from Kinema, water and soil samples*. Heliyon. 7(8): e07715.
- Voidarou, C., Bezirtzoglou, E., Alexopoulos, A., Plessas, S., Stefanis, C., Papadopoulos, I., & Skoufos, I. 2011. *Occurrence of Clostridium perfringens from different cultivated soils*. Anaerobe. 17(6): 320-324.

- Widyastuti, L., Sulistiyanto, Y., Jaya, A., Jagau, Y., & Neneng, L. 2019. *Potensi Mikroorganisme sebagai Biofertilizer dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Surya Medika (JSM). 5(1): 1-12.
- Walterson, A. M., & Stavriniades, J. 2015. *Pantoea: insights into a highly versatile and diverse genus within the Enterobacteriaceae*. FEMS microbiology reviews. 39(6): 968-984.