

Penapisan Bakteri Rizosfer Pendegradasi Herbisida Glifosat dari Tanah Pertanian Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.)

*Screening of Glyphosate Herbicide-Degrading Rhizosphere Bacteria from Chili Pepper (*Capsicum frutescent* L.) Farm Soil*

Alvi Lailatun Nikmah*, Lisa Lisdiana

Program Studi S1 Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: alvilaila.0902@gmail.com

Abstrak. Penelitian tentang pemanfaatan bakteri rizosfer dalam mendegradasi herbisida glifosat penting dilakukan, karena penggunaan herbisida glifosat yang berlebihan dapat menyebabkan akumulasi residu dalam tanah dan mengontaminasi hasil panen, salah satunya cabai rawit (*Capsicum frutescent* L.). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh dan mengkarakterisasi isolat bakteri rizosfer yang berpotensi mendegradasi herbisida glifosat dari sampel tanah pertanian cabai rawit di Desa Sumberagung, Blitar. Penapisan dan isolasi dilakukan dengan menggunakan media MSM (*Mineral Salt Medium*) yang mengandung herbisida glifosat (25, 50, 100 ppm). Karakterisasi meliputi karakteristik morfologi koloni dan sel, uji motilitas, serta uji katalase yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil isolasi diperoleh empat belas isolat yang mampu tumbuh pada media MSM dengan penambahan glifosat 25 dan 50 ppm. Pada media MSM dengan glifosat 50 ppm terdapat tujuh isolat yang dapat tumbuh. Hasil karakterisasi isolat-isolat tersebut menunjukkan karakteristik yang beragam. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan, bahwa tujuh isolat yang mampu tumbuh pada media MSM dengan penambahan glifosat 50 ppm memiliki potensi lebih tinggi sebagai biodegradator herbisida glifosat. Isolat-isolat tersebut selanjutnya perlu untuk identifikasi sehingga dapat dimanfaatkan untuk membantu penerapan bioremediasi di area pertanian.

Kata kunci: bakteri rizosfer; bioremediasi; *Capsicum frutescent* L.; karakterisasi; pengelolaan lahan

Abstract. Research on the utilization of rhizosphere bacteria in degrading glyphosate herbicides is important because the excessive use of glyphosate herbicides can cause residues accumulation in the soil and contaminate crops, one of which is chili pepper (*Capsicum frutescent* L.). The purpose of this study was to obtain and characterize rhizosphere bacterial isolates that have the potential to degrade glyphosate herbicides from chili pepper farm soil samples in Sumberagung village, Blitar. Screening and isolation were done using MSM (*Mineral Salt Medium*) media containing glyphosate herbicide (25, 50, 100 ppm). Characterization in the form of colony and cell morphological characteristics, motility test, and catalase test were analyzed descriptively qualitatively. The bacterial isolation obtained fourteen isolates that were able to grow on MSM media with 25 and 50 ppm glyphosate. On MSM media with 50 ppm glyphosate there were seven isolates that could grow. The results of characterization of these isolates showed diverse characteristics. Based on these results, it can be concluded that the seven isolates that grow on MSM media with 50 ppm glyphosate have higher potential as biodegraders of glyphosate herbicides. These isolates need to be identified so that can be utilized to help the implementation of bioremediation in farm soil.

Keywords: rhizosphere bacteria; bioremediation; *Capsicum frutescent* L.; characterization; land management

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida dan herbisida sintetis pada lahan pertanian di Indonesia terus mengalami peningkatan (Dirjen PSP, 2020). Aplikasi herbisida dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai dampak negatif karena residu glifosat sulit terdegradasi, sehingga terakumulasi dalam tanah dan terserap produk panen (Fauriah *et al.*, 2017), serta mengurangi penyerapan unsur hara tanaman (Kesuma *et al.*, 2015). Kandungan residu glifosat ditemukan pada

area persawahan di beberapa daerah, antara lain sebesar 0,0009-0,0012 ppm di Kab. Ciamis, Majalengka, dan Serang (Litbang Pertanian, 2003), dan sebesar 0,098–0,559 di Kabupaten Karawang (Widowati *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Faqihudin *et al.* (2014) juga menemukan bahwa perlakuan penambahan aplikasi herbisida menyebabkan peningkatan kandungan residu herbisida pada jagung pipil.

Usaha untuk mengurangi dampak negatif herbisida glifosat salah satunya adalah melakukan degradasi residu herbisida glifosat dengan memanfaatkan bakteri rizosfer (Apriliya *et al.*, 2020). Bakteri rizosfer dapat berperan sebagai agen bioremediasi pada tanah yang terkontaminasi (Syaikh *et al.*, 2018). Mekanisme bakteri dalam mendegradasi glifosat dapat terjadi melalui dua cara, yaitu melewati jalur asam aminometilfosfonat (AMPA) dan jalur sarkosin (Fan *et al.*, 2012). Pada jalur AMPA, ikatan C-N pada struktur glifosat diuraikan oleh bakteri dan dimanfaatkan sebagai sumber karbon serta menghasilkan AMPA, sedangkan pada jalur sarkosin, bakteri menguraikan ikatan C-P pada struktur glifosat lalu menghasilkan fosfonat dan sarkosin (Widowati *et al.*, 2017).

Salah satu komoditas penting hortikultura di Indonesia adalah cabai rawit (*Capsicum frutescent* L.). Cabai rawit memiliki hasil panen tertinggi dibandingkan dengan sayuran lainnya (BPS, 2015). Namun petani memiliki beberapa kendala dalam kegiatan produksinya, seperti serangan hama dan gulma yang menyebabkan gagal panen. Upaya yang umum dilakukan petani untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan pestisida dan herbisida sintetis. Penggunaan herbisida yang masif dapat meningkatkan resiko paparan residu pada produk hasil panen maupun konsumen (Aditiya, 2021).

Desa Sumberagung, Blitar merupakan salah satu desa yang memproduksi cabai rawit. Berdasarkan hasil wawancara, petani cabai rawit di Desa Sumberagung memanfaatkan herbisida sintetis dengan kandungan glifosat 360 g/L untuk mengendalikan gulma. Penggunaan herbisida glifosat sudah dilakukan selama kurang lebih 15 tahun, sehingga diprediksi akan menimbulkan berbagai dampak negatif pada tanah pertanian tersebut serta dapat mengontaminasi hasil panen cabai rawit. Namun, kondisi ini juga meningkatkan potensi penemuan bakteri pendegradasi herbisida glifosat di area tersebut.

Penelitian yang dilakukan Panjaitan *et al.* (2015) memperoleh isolat bakteri rizosfer yang dapat mendegradasi herbisida dari perakaran padi sawah dan tanaman hutan. Penelitian Ratnaningsih *et al.* (2020) juga memperoleh beberapa isolat bakteri dari rizosfer sawit, talas, padi, filosfer talas, filosfer padi, dan serasah sawit yang berpotensi mendegradasi herbisida dan pestisida. Apriliya *et al.* (2020) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa isolat bakteri rizosfer dapat berpotensi mendegradasi herbisida dan pestisida yang diperoleh dari rizosfer pepaya, padi, jambu, bambu, jagung, timun, dan vegetasi hutan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Hadi *et al.* (2023) menunjukkan bahwa beberapa bakteri rhizosfer dari genus *Bacillus* berpotensi sebagai biodegradator pestisida sintetis. Penelitian tentang potensi bakteri rizosfer pendegradasi herbisida glifosat dari rizosfer cabai rawit belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini bertujuan untuk memperoleh dan mengkarakterisasi isolat bakteri rizosfer yang dapat mendegradasi herbisida glifosat dari sampel tanah pertanian cabai rawit.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif observasional yang dilakukan mulai bulan Januari sampai Maret 2023. Pengambilan sampel tanah rizosfer cabai rawit dilakukan di area persawahan Desa Sumberagung, Blitar. Proses isolasi dan karakterisasi bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: sampel tanah dari rizosfer cabai rawit; K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $FeCl_2$, dan *bacto agar* (TM Media lot# B1CA1EU01) untuk pembuatan media MSM (*Mineral Salt Medium*); media NA (*Nutrient Agar*) (Merck cat# 1.05450.0500) untuk purifikasi; media PCA (*Plate Count Agar*) (Merck cat# 1.05463.0500) untuk penghitungan bakteri; herbisida glifosat; NaCl; NaCl 0,85%; kristal violet, iodine, safranin, alkohol 96% untuk uji pewarnaan gram; larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) untuk uji katalase, dan akuades.

Pengambilan sampel dilakukan pada daerah rizosfer tanaman cabai rawit dengan kedalaman 6 cm dari permukaan tanah (Widiatmaka *et al.*, 2014) serta dilakukan pengukuran faktor-faktor lingkungan meliputi pH, kelembapan, dan intensitas cahaya. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* pada 5 titik untuk dikompositkan. Sampel tanah yang dikompositkan adalah tanah yang memiliki karakteristik kesamaan faktor lingkungan seperti pH, kelembapan, dan intensitas cahaya.

Media yang digunakan untuk penapisan dan isolasi bakteri rizosfer adalah media MSM (*Mineral Salt Medium*) dengan komposisi (mg/L): 2,75 K_2HPO_4 ; 2,25 KH_2PO_4 ; 1 $(NH_4)_2SO_4$; 0,2 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$; 0,2 $FeCl_2$; 0,1 NaCl; 0,002 NaCl; akuades; herbisida glifosat. Selanjutnya ditambahkan *bacto agar* sebanyak 20 g (Citrapancayudha dan Soetarto, 2016).

Penghitungan bakteri dilakukan secara TPC (*Total Plate Count*) dengan prosedur awal mengambil 1 mL sampel tanah (setiap seri pengenceran) kemudian dituangkan ke dalam cawan petri steril secara duplo. Pada setiap cawan petri dituangkan media PCA sebanyak 10 mL. Setelah itu media dihomogenkan lalu diinkubasi pada suhu 20°C selama 24-48 jam. Koloni bakteri yang telah tumbuh selanjutnya dianalisis.

Proses isolasi dan penapisan bakteri rizosfer diawali dengan penimbangan 5 gram sampel tanah dan dilarutkan ke dalam 45 mL garam fisiologis (NaCl) 0,85% sebagai pengenceran 10^0 . Selanjutnya sampel diencerkan secara bertingkat dari 10^{-1} sampai 10^{-5} dalam 9 mL NaCl 0,85%. Masing-masing hasil pengenceran sebanyak 1 mL dituang (*pour plate*) pada cawan petri. Lalu media MSM (*Mineral Salt Medium*) dengan penambahan konsentrasi herbisida glifosat 25, 50, dan 100 ppm dituangkan ke setiap cawan petri dan dihomogenkan. Hasil inokulasi selanjutnya diinkubasi selama 5-7 hari. Isolat yang dapat tumbuh memiliki potensi dalam mendegradasi herbisida glifosat. Isolat selanjutnya diamati dan dipurifikasi pada media NA (Ratnaningsih *et al.*, 2020).

Isolat yang telah tumbuh pada media MSM dengan penambahan konsentrasi herbisida tertinggi selanjutnya dikarakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan meliputi karakteristik morfologi koloni dan sel, uji motilitas, serta uji katalase. Karakteristik morfologi koloni dilakukan dengan mengamati bentuk, warna, elevasi, tepi, permukaan, dan optik koloni. Karakteristik sel dilakukan dengan pewarnaan Gram, selanjutnya diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400X sampai 1000X. Karakteristik sel yang diamati meliputi bentuk sel, susunan sel, ukuran sel, dan jenis Gram.

Uji motilitas dilakukan dengan pengambilan satu ose jarum inokulan kemudian ditusukkan pada media semi solid NA dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Motilitas bakteri ditunjukkan dengan adanya penyebaran pertumbuhan koloni di sekitar area tusukan, sedangkan pada bakteri nonmotil tumbuh sepanjang tusukan. Uji katalase dilakukan dengan mengoleskan 1 ose isolat bakteri ke kaca objek lalu ditetesi dengan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%. Bakteri yang positif memiliki enzim katalase ditandai dengan adanya gelembung udara yang terbentuk, sedangkan bakteri yang tidak memiliki enzim katalase ditandai dengan tidak adanya gelembung udara. Selanjutnya, analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif terkait isolat bakteri rhizosfer yang berpotensi mendegradasi herbisida glifosat serta karakteristiknya.

HASIL

Hasil pengukuran faktor lingkungan di area pengambilan sampel pada semua titik memiliki hasil dengan rata-rata yang sama yaitu pH 7 (netral), kelembapan normal, dan intensitas cahaya sebesar 663 lux (medium). Jumlah koloni bakteri rizosfer dari sampel tanah pertanian cabai rawit yang dihitung dengan metode TPC (*Total Plate Count*) adalah sebesar $2,2 \times 10^6$ cfu/mL.

Hasil isolasi dan penapisan bakteri rizosfer dari sampel tanah pertanian cabai rawit, memperoleh 14 isolat bakteri, yaitu Cf1, Cf2, Cf3, Cf4, Cf5, Cf6, Cf7, Cf8, Cf9, Cf10, Cf11, Cf12, Cf13, dan Cf14 (Tabel 1). Terdapat 10 isolat bakteri yang tumbuh pada media MSM dengan penambahan 25 ppm herbisida glifosat dan 7 isolat bakteri pada penambahan 50 ppm herbisida glifosat. Namun, pada media MSM dengan penambahan 100 ppm herbisida glifosat tidak terdapat bakteri yang tumbuh.

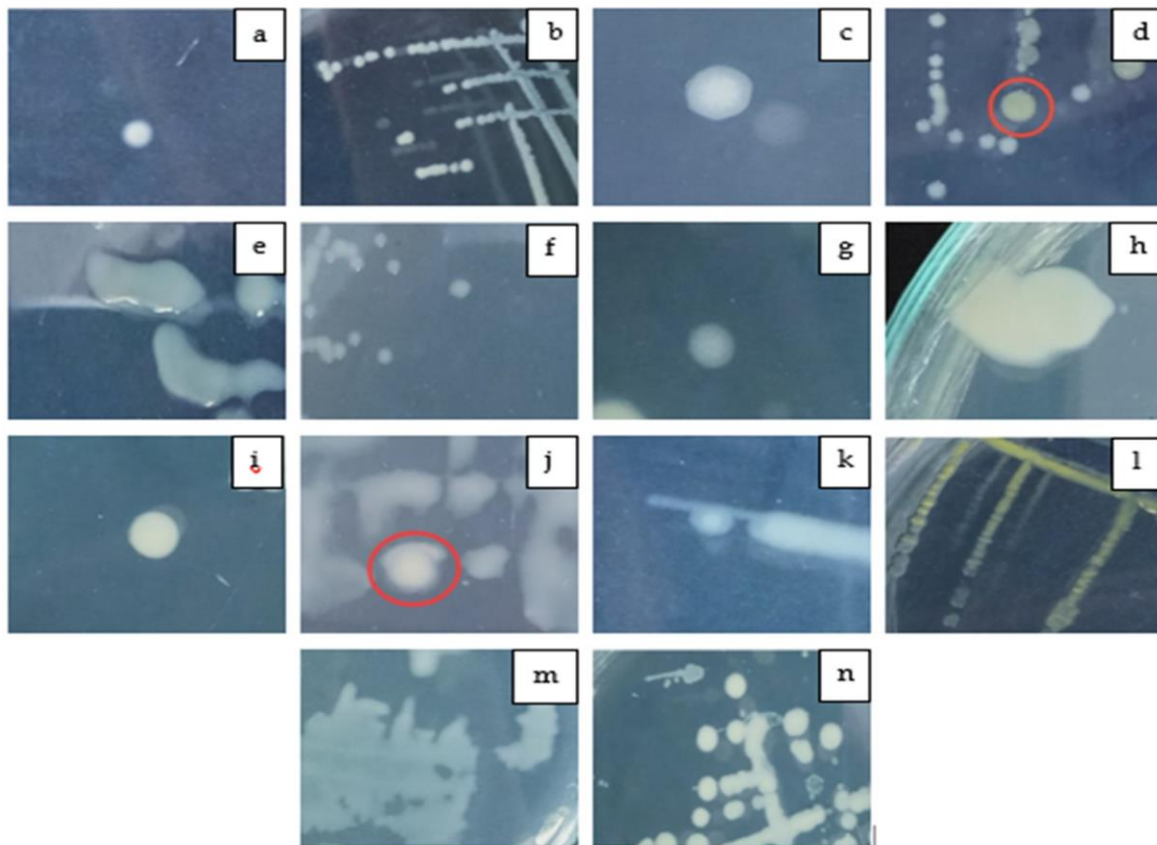
Keempat belas isolat yang telah diisolasi, selanjutnya dilakukan karakterisasi morfologi koloni meliputi bentuk, warna, elevasi, tepi, permukaan, dan optik koloni yang disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 2. Pada Tabel 2 menunjukkan karakteristik morfologi koloni bakteri yang beragam. Bentuk koloni bakteri yang diperoleh yaitu *punctiform*, *irregular*, dan *circular* dengan didominasi elevasi *flat*. Umumnya, isolat memiliki tepi *entire* kecuali isolat Cf5 yang memiliki tepi *undulate*, dan isolat Cf13 memiliki tepi *lobate*. Permukaan isolat bakteri sebagian besar adalah halus, kecuali isolat Cf7 dengan permukaan kasar.

Tabel 1. Hasil Isolasi dan Penapisan Bakteri Rizosfer

Glifosat (ppm)	Isolat	Rata-Rata Jumlah Koloni
25	Cf1	4
	Cf2	11
	Cf3	2

Glifosat (ppm)	Isolat	Rata-Rata Jumlah Koloni	
	Cf4	2	
	Cf5	2	
	Cf6	14	
	Cf7	6	
	Cf8	2	
	Cf9	1	
	Cf10	1	
	50	Cf2	11
		Cf3	1
		Cf6	19
Cf11		11	
Cf12		9	
Cf13		1	
Cf14		5	
100	-	-	

Keterangan: Cf = kode isolat bakteri rizosfer dari singkatan *Capsicum frutescent* L.



Gambar 1. Hasil Pemurnian Isolat Bakteri Rizosfer pada Media NA (*Nutrient Agar*)

a) isolat Cf1; b) isolat Cf2; c) isolat Cf3; d) isolat Cf4; e) isolat Cf5; f) isolat Cf6; g) isolat Cf7; h) isolat Cf8; i) isolat Cf9; j) isolat Cf10; k) isolat Cf11; l) isolat Cf12; m) isolat Cf13; n) isolat Cf14.

Isolat bakteri rizosfer selanjutnya dipilih sebanyak tujuh isolat yang mampu tumbuh pada media MSM dengan penambahan konsentrasi herbisida glifosat 50 ppm karena memiliki potensi degradasi herbisida glifosat yang lebih tinggi. Isolat terpilih selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan morfologi sel, uji motilitas, dan uji katalase (Tabel 3).

Sel bakteri yang diisolasi berbentuk basil dan kokus dengan susunan sel yang beragam (Tabel 3). Isolat bakteri yang diperoleh sebagian besar merupakan jenis Gram positif. Hasil uji motilitas menunjukkan bahwa umumnya isolat bakteri bersifat motil karena menunjukkan penyebaran di sekitar tusukan. Hasil uji katalase diketahui bahwa seluruh isolat mampu menghasilkan enzim

katalase karena dapat menghasilkan gelembung udara setelah ditetesi reagen hidrogen peroksida (H_2O_2).

Tabel 2. Karakteristik Morfologi Koloni Isolat Bakteri Rizosfer

Isolat	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna	Optik	Permukaan
Cf1	<i>Punctiform</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Opaque</i>	Halus
Cf2	<i>Punctiform</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Opaque</i>	Halus
Cf3	<i>Irregular</i>	<i>Convex</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Translucent</i>	Halus
Cf4	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih- kekuningan	<i>Opaque</i>	Halus
Cf5	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih- kekuningan	<i>Opaque</i>	Halus
Cf6	<i>Punctiform</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Transparent</i>	Halus
Cf7	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Opaque</i>	Kasar
Cf8	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih- kekuningan	<i>Opaque</i>	Halus
Cf9	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih- kekuningan	<i>Opaque</i>	Halus
Cf10	<i>Irregular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Putih- kekuningan	<i>Opaque</i>	Halus
Cf11	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Translucent</i>	Halus
Cf12	<i>Circular</i>	<i>Raised</i>	<i>Entire</i>	Kuning	<i>Transparent</i>	Halus
Cf13	<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih	<i>Transparent</i>	Halus
Cf14	<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih	<i>Opaque</i>	Halus

Tabel 3. Karakterisasi Isolat Bakteri Rizosfer Pendegradasi Herbisida Glifosat

Isolat	Karakteristik					
	Bentuk Sel	Susunan Sel	Ukuran Sel (μm)	Gram	Motilitas	Katalase
Cf2	Basil	Diplobasil	2,5	+	Motil	+
Cf3	Basil	Streptobasil	2	-	Motil	+
Cf6	Basil	Streptobasil	2,5	-	Motil	+
Cf11	Kokus	Stapilokokus	1	+	Motil	+
Cf12	Kokus	Diplokokus	1	+	Motil	+
Cf13	Basil	Diplobasil	2,5	+	Tidak Motil	+
Cf14	Kokus	Monokokus	1	+	Motil	+

Keterangan: + = positif; - = negatif

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran faktor lingkungan pada area pengambilan sampel yang diperoleh rata-rata pH 7 (netral), kelembaban normal, dan intensitas cahaya sebesar 663 lux (medium). Menurut Siswanti *et al.* (2018), pH tanah sebesar 7 dan intensitas cahaya berkisar antara 600-700 lux merupakan range parameter lingkungan normal. Menurut Lubis (2021) kelembaban tanah normal untuk cabai rawit berkisar antara 60%-80%. Penghitungan jumlah koloni bakteri dengan metode TPC (*Total Plate Count*) didapatkan hasil sebanyak $2,2 \times 10^6$ cfu/mL. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi tinggi rendahnya jumlah mikroorganisme tanah antara lain material organik tanah, kadar air, tingkat keasaman tanah, serta pengolahan tanah (Wicaksono *et al.*, 2015).

Hasil isolasi dan penapisan bakteri rizosfer memperoleh 14 isolat bakteri yang tumbuh pada media MSM dengan penambahan herbisida glifosat sebanyak 25 dan 50 ppm. Selanjutnya dipilih tujuh isolat bakteri yang mampu tumbuh pada media MSM dengan penambahan herbisida glifosat sebanyak 50 ppm karena memiliki potensi lebih tinggi sebagai pendegradasi herbisida glifosat. Hal ini didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan *et al.* (2015), bahwa isolat yang diduga berpotensi mendegradasi herbisida dipilih berdasarkan kemampuan tumbuh pada media dengan konsentrasi herbisida tertinggi. Kemampuan bakteri dalam beradaptasi dan memetabolisme herbisida berkorelasi positif dengan konsentrasi herbisida. Jika bakteri dapat tumbuh pada media dengan konsentrasi herbisida yang tinggi, maka kemampuannya untuk beradaptasi dan memetabolisme herbisida juga tinggi.

Total isolat bakteri hasil penapisan yang dapat tumbuh pada media MSM lebih sedikit dibandingkan total isolat bakteri yang ditumbuhkan pada media PCA. Hal ini sesuai dengan penelitian Widowati *et al.* (2017) bahwa perlakuan penambahan konsentrasi herbisida glifosat pada media menyebabkan jumlah isolat yang mampu tumbuh pada media tersebut semakin sedikit. Selain itu, media MSM merupakan media dengan minimal sumber karbon yang digunakan pada uji potensi bidang bioremediasi. Minimnya sumber karbon menyebabkan bakteri harus menggunakan sumber karbon lain yang sengaja ditambahkan pada media (Fitria dan Zulaika, 2019). Dalam hal ini, isolat bakteri rizosfer yang dapat tumbuh memiliki kemampuan untuk memanfaatkan glifosat sebagai sumber karbon.

Mekanisme degradasi glifosat dilakukan melalui dua jalur yakni sarkosin dan AMPA. Pollegioni *et al.* (2011) menyatakan bahwa jalur yang lebih dominan pada bakteri dengan Gram positif maupun negatif adalah pada jalur AMPA. Melalui jalur AMPA, rantai C-N glifosat pada sisi karboksil mengalami reaksi oksidatif yang dikatalisis dengan glifosat oksidoreduktase (GOX), sehingga menghasilkan bentuk *glyoxylate* dan *aminomethylphosphonic acid* (AMPA). AMPA selanjutnya diuraikan oleh C-P lyase menghasilkan *methylamine* dan *formylphosphonate*. *Methylamine* berfungsi sebagai serapan fosfor, sedangkan *formylphosphonate* akan diuraikan menjadi CO₂ (Singh *et al.*, 2020).

Morfologi koloni bakteri rizosfer yang berpotensi sebagai biodegradator herbisida glifosat menunjukkan bentuk *punctiform*, *circular*, *irregular*; elevasi *flat*, *raised*, *convex*; tepi *entire*, *lobate*; warna putih, putih-kekuningan, kuning; optik *opaque*, *translucent*, *transparent*; dan permukaan halus. Hasil karakterisasi pada penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya terkait karakterisasi morfologi koloni bakteri rizosfer pendegradasi herbisida glifosat dari berbagai jenis tanaman, yaitu koloni berbentuk *irregular*, tepi *entire*, permukaan halus (Panjaitan *et al.*, 2015), koloni berbentuk *circular*, tepi *entire*, warna kuning (Panjaitan *et al.*, 2015), dan koloni berbentuk *circular*, tepi *entire*, warna putih (Ratnaningsih *et al.*, 2020).

Karakterisasi morfologi sel ketujuh isolat bertujuan untuk mengetahui bentuk sel, susunan sel, ukuran sel, serta jenis Gram bakteri yang diamati di bawah mikroskop. Hasil karakterisasi morfologi sel menunjukkan isolat memiliki bentuk sel basil, kokus; susunan sel mono, diplo, strepto, stapilo; dengan ukuran sel 1 µm pada isolat Cf11, Cf12, Cf14, 2µm pada isolat Cf3, dan 2,5 µm pada isolat Cf2, Cf6, Cf13; jenis Gram positif dan negatif. Perbedaan reaksi zat warna pada bakteri Gram positif dan Gram negatif terjadi karena adanya perbedaan struktur dinding sel. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel dengan kandungan peptidoglikan yang lebih tinggi yaitu sebesar 90% sehingga mampu membentuk ikatan kompleks dengan zat pewarna kristal violet dan tidak larut dalam proses dekolonisasi (Ismail *et al.*, 2017). Hal inilah yang menyebabkan bakteri Gram positif tampak berwarna ungu di bawah mikroskop. Berbeda dengan bakteri Gram negatif yang memiliki dinding sel dengan peptidoglikan lebih sedikit yaitu sebesar 5-20% (Ismail *et al.*, 2017) dan jumlah lipid yang tinggi, maka tidak dapat mengikat zat pewarna kristal violet, sehingga tampak berwarna merah di bawah mikroskop karena mengikat zat pewarna safranin (Suarjana *et al.*, 2017).

Pada uji motilitas, sebagian besar isolat bakteri bersifat motil kecuali isolat Cf13 yang bersifat nonmotil. Bakteri yang bersifat motil ditunjukkan dengan penyebaran pertumbuhan bakteri di sekitar area tusukan, sedangkan bakteri yang bersifat nonmotil hanya tumbuh di sepanjang bekas tusukan (Apriliya *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Apriliya *et al.* (2020), bakteri rizosfer pendegradasi herbisida dari rizosfer padi, jambu, dan vegetasi hutan menunjukkan sifat nonmotil.

Pada uji katalase diketahui bahwa seluruh isolat positif memiliki enzim katalase. Bakteri yang positif memiliki enzim katalase ditandai dengan adanya gelembung udara yang terbentuk setelah ditetesi dengan larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) 3% (Antriana, 2014). Pada kondisi tertentu, bakteri dapat menghasilkan hidrogen peroksida yang mengganggu metabolisme dan menyebabkan mutasi sel (Pulungan dan Tumangger, 2018). Bakteri yang memiliki enzim katalase dapat menguraikan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Enzim katalase tersebut berfungsi untuk melindungi sel bakteri dari toksisitas senyawa hidrogen peroksida (Untari *et al.*, 2014). Mekanisme penguraian hidrogen peroksida oleh enzim katalase terjadi pada saat respirasi (Murali dan Patel, 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dari sampel tanah pertanian cabai rawit diperoleh tujuh isolat bakteri rizosfer yang memiliki potensi lebih tinggi dalam mendegradasi herbisida glifosat, berdasarkan kemampuan tumbuhnya pada media dengan glifosat 50 ppm. Isolat yang diperoleh menunjukkan morfologi koloni yang didominasi bentuk *circular* dan

irregular, elevasi *flat*, tepi *entire*, warna putih, dan permukaan halus. Karakteristik morfologi sel bakteri rizosfer didominasi jenis Gram positif, bentuk sel basil dan kokus dengan susunan sel beragam, serta ukuran sel antara 1 – 2,5 μm . Hasil uji motilitas menunjukkan sebagian besar isolat bersifat motil. Hasil uji katalase menunjukkan seluruh isolat positif memiliki enzim katalase.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya DR, 2021. Herbisida: Risiko terhadap Lingkungan dan Efek Menguntungkan. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*; 19(1): 6-10.
- Antriana N, 2014. Isolasi Bakteri Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermes* spp.). *Jurnal Saintifika*; 16(1): 18-28.
- Apriliya I, Prasetyo D, dan Selvany R, 2020. Isolasi Bakteri Rizosfer Resisten Pestisida dan Herbisida pada Berbagai Jenis Tutupan Lahan. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*; 5(1): 64-71.
- Badan Pusat Statistik, 2015. Statistik Indonesia. Jakarta. https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data/pub/0000/api/pub/bXNVb1pmZndqUDhKWEIUSjhZRitidz09/da_05/2. Diakses pada tanggal 29 Mei 2022.
- Citrapancayudha DR dan Soetarto ES, 2016. Biodegradasi Residu Wax dari Limbah Industri Batik oleh Bakteri. *Proceeding Biology Education Conference*; 13(1): 800-806.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2020. *Kumpulan Peraturan Pestisida 2020*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Fan J, Yang G, Zhao H, Shi G, Geng Y, Hou T, dan Tao K, 2012. Isolation, Identification and Characterization of a Glyphosate-Degrading Bacterium, *Bacillus cereus* CB4, from Soil. *Journal of Genetic and Applied Microbiology*; 58(4): 263-271.
- Faqihudin MD, Haryadi, dan Purnama wati H, 2014. Penggunaan Herbisida IPA-Glifosat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Residu pada Jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian*; 17(1): 1-17.
- Fauriah R, Muanisah U, dan Hidayah A, 2017. Identifikasi Residu Glifosat pada Lahan Hortikultura di Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pestisida Ramah Lingkungan Mendukung Swasembada Pangan*: 121.
- Fitria AN dan Zulaika E, 2019. Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*; 7(2): 39-41.
- Hadi SN, Widiyati I, Fauzi A, Dewi PS, dan Ahadiyat YR, 2023. Identification of Potential Biofertilizer and Bioremediator Bacteria from Upland Soil Based on 16s rDNA Sequence Analysis. *PLANTA TROPIKA*; 11(2): 133-140.
- Ismail YS, Yulvizar C, dan Putriani P, 2017. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Bioleuser*; 1(2): 45-53.
- Kesuma SD, Hariyadi, dan Anwar S, 2015. Dampak Aplikasi Herbisida IPA Glifosat dalam Sistem Tanpa Olah Tanah (TOT) terhadap Tanah dan Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*; 5(1): 61-61.
- Litbang Pertanian, 2003. Degradasi Tanah Pertanian Indonesia. <http://www.litbang.pertanian.go.id/artikel.php/19/pdf/Degradasi%20Tanah%20Pertanian%20Indonesia.pdf>. Diakses pada tanggal 30 Oktober 2022.
- Lubis Z, 2021. Teknologi Terbaru Perancangan Model Alat Penyiram Tanaman dengan Pengontrolan Otomatis. *JET (Journal of Electrical Technology)*; 6(2): 58-64.
- Murali A dan Patel S, 2017. The Effect of Different Heavy Metal Acetate Solutions on the Inhibition of Catalase Enzyme. *Journal of the South Carolina Academy of Science*; 15(2): 68-74.
- Panjaitan FJ, Adirianto B, dan Bachtiar T, 2015. Isolasi Bakteri Pendegradasi Herbisida dari Rizosfer Tanaman Padi Sawah dan Tanaman Hutan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pollegioni L, Schonburn E, dan Siehl D, 2011. Molecular Basis of Glyphosate Resistance: Different Approaches Through Protein Engineering. *FeBS J*; 278(16): 2753-2766.
- Pulungan ASS dan Tumangger DE, 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase dari Daun Buasbuas (*Premna pubescens* Blume). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*; 5(1): 71-80.
- Ratnaningsih HR, Prameswari DA, dan Taopan RA, 2020. Isolasi Bakteri Pendegradasi Pestisida dan Herbisida. *Science Tech*; 6(1): 17-25.
- Singh S, Kumar V, Gill JPK, Datta S, Singh S, Dhaka V, Kapoor D, Wani AB, Dhanjal DS, Kumar M, Harikumar SL, dan Singh J, 2020. Herbicide Glyphosate: Toxicity and Microbial Degradation. *International journal of environmental research and public health*; 17(20): 7519-7536.
- Siswanti DU, Syahidah A, dan Sudjino, 2018. Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) cv Segreng setelah Aplikasi Sludge Biogas di Lahan Sawah Desa Wukirsari, Cangkringan, Sleman. *Biogenesis*; 6(1): 64-70.
- Suarjana IGK, Besung INK, Mahatmi H, Tono K, 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri. *Modul*. Bali: Universitas Udayana.

- Syaikh SS, Wani SJ, dan Sayyed RZ, 2018. Impact of Interactions Between Rhizosphere and Rhizobacteria: A Review. *J Bacteriol Mycol*; 5(1): 1058-1066.
- Untari EK, Wahdaningsih S, dan Damayanti A, 2014. Efek Fraksi *n*-Heksana Kulit *Hylocereus polyrhizus* Terhadap Aktivitas Katalase Tikus Stres Oksidatif. *Pharmaceutical Sciences and Research*; 1(3): 141-152.
- Wicaksono T, Sagiman S, dan Umran I, 2015. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Beberapa Cara Penggunaan Lahan di Desa Pal IX Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kuburaya. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*; 4(1).
- Widiatmaka, Darlan NH, Hidayat Y, dan Djajakirana G, 2014. Sifat-Sifat Tanah dan Konsentrasi Herbisida Glifosat pada Beberapa Kedalaman dan Waktu Setelah Aplikasi pada Tanah Latosol dari Darmaga, Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Pengarusutamaan Lingkungan dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam: Tantangan dalam Pembangunan Nasional*: 147-158.
- Widowati T, Ginting RCB, Widyastuti U, Nugraha A, dan Ardiwinata A, 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Resisten Herbisida Glifosat dan Paraquat dari Rizosfer Tanaman Padi. *Biopropal Industri*; 8(2): 63-70.

Article History:

Received: 06 Juli 2023

Revised: 3 Oktober 2023

Available online: 18 Oktober 2023

Published: 31 Januari 2024

Authors:

Alvi Lailatun Nikmah, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: alvilaila.0902@gmail.com

Lisa Lisdiana, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: lisalisdiana@unesa.ac.id

How to cite this article:

Nikmah AL dan Lisdiana L, 2024. Penapisan Bakteri Rizosfer Pendegradasi Herbisida Glifosat dari Tanah Pertanian Cabai Rawit (*Capsicum frutescent* L.). *LenteraBio*; 13(1): 24-31.