

## Literatur Review: Siderophore Activity and Campability of Bacillus as Pathogen Controller of Eggplant Plant

M. Rizki Saputra<sup>1\*</sup> & Moralita Chatri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia;

### Article History

Received : July 17<sup>th</sup>, 2024

Revised : July 30<sup>th</sup>, 2024

Accepted : August 14<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author: **M. Rizki Saputra**, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia; Email: [m.rizkiaprilio27@gmail.com](mailto:m.rizkiaprilio27@gmail.com)

**Abstract:** *Solanum melongena* (eggplant) is an important cultivated vegetable crop with a very high consumer level, both in tropical and subtropical regions. Eggplant is widely favored by the public because in addition to having a good taste, it can also be made pickled and candied eggplant, and is good as a source of nutrition in supporting public health. Siderophores are metal-coating agents with low molecular mass (200-2000 Da) produced by microorganisms and plants, especially under Fe-limiting conditions. Antagonistic bacteria generally live colonizing roots and are beneficial, because they are able to increase plant growth and induce systemic resistance. one species of the genus *Bacillus* spp. namely *B. subtilis* is able to produce amylase, protease, pullunase, chitinase, xylanase and lipase enzymes which are secondary metabolites to control pathogens and spur plant growth. This article is sourced from relevant literature studies related to the title. The purpose of writing the article is to determine the benefits of siderophores as pathogen disease control in eggplant plants. Results successfully inhibited the growth of pathogens.

**Keywords:** *Bacillus* spp., eggplant plant, siderophore.

### Pendahuluan

*Solanum melongena* (terung) adalah tanaman sayuran penting yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis dengan tingkat konsumsi yang sangat tinggi (Daunay dan Janick, 2007). Di Indonesia, lebih dari 1.000 spesies terong ditanam sebagai sayuran populer. Tanaman ini tumbuh subur di dataran tinggi maupun dataran rendah. Terong dikenal sebagai tanaman tahunan, tetapi cepat layu dan dapat tumbuh dengan baik di tanah dengan pH 5,5 hingga 6,5. Tahun 2018, produksi terong di Indonesia mencapai 551.552 ton/ha, menurut Badan Pusat Statistik; namun, produksi di Kalimantan Selatan lebih rendah, yakni 7.030 ton/ha (Syukur *et al.*, 2022).

Terong merupakan sumber gizi yang baik bagi kesehatan masyarakat dan dapat dibuat menjadi terong asinan dan manisan, itulah sebabnya terong sangat populer. Di Indonesia, terong dimakan mentah atau dipanggang sebagai sayuran. Terong di Jepang,

biasanya diolah sebagai tempura dan terong panggang, sedangkan di Amerika Serikat, terong biasanya disajikan dengan cara dipanggang bersama keju cheddar, susu, dan tepung. Selain rasanya yang lezat, terong juga mengandung cukup banyak nutrisi seperti fosfor, pati, protein, kalsium, lemak, zat besi, dan vitamin B, C, dan A (Hardiansyah & Briawan, 1990).

Siderofor adalah agen pelapis logam dengan berat molekul rendah (200-2000 Da) yang diproduksi oleh tanaman dan mikroorganisme, terutama saat Fe terbatas. Bentuk kehidupan laut, misalnya fitoplankton dan sianobakteri juga dapat menghasilkan siderofor. Siderofor terutama menyerap Fe, tetapi mereka juga membentuk kompleks dengan unsur-unsur penting lainnya (seperti Mo, Mn, Co, dan Ni) dan membuatnya dapat diakses oleh sel-sel mikroba di lingkungan (Ahmed & Holmström, 2014).

Bakteri antagonis, juga dikenal sebagai PGPR (rhizobakteri pemacu pertumbuhan

tanaman), adalah organisme mikroskopis yang dapat menangani mikroba dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Mikroba antagonis menguntungkan karena dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan memberdayakan hambatan mendasar (Chaudhary dan Johri, 2009). Mereka biasanya hidup dengan menjajah akar. Mikroorganisme antibiotik juga dapat ditemukan di permukaan akar (rhizoplane) atau di jaringan radikular selain menjajah akar (Dawwam *et al.*, 2013).

Mengekspresikan protein tertentu, mikroorganisme yang menghasilkan siderofor mampu mengikat dan mengangkut kompleks siderofor-besi saat zat besi langka (Nudel *et al.*, 2001). Karena mereka mampu menekan patogen, kelompok bakteri yang mampu menghasilkan siderofor menguntungkan bagi tanaman. Zat besi merupakan komponen mendasar dalam pembentukan protein yang membantu perlindungan tanaman dari mikroba. Saat ini, ada dua jenis siderofor, khususnya katekolat dan hidrosamat (Neilands dan Nakamura, 1991). Salah satu metode untuk mengendalikan hama pada tanaman adalah dengan menggunakan bakteri yang bersifat antagonis (OPT). Manfaat pengendalian dengan menggunakan mikroba yang agresif adalah kemampuannya untuk berkembang dan bertahan lama di lapangan.

Inti dari varietas *Bacillus* spp. adalah antibiosis, dengan cara menghasilkan zat anti mikroba bulbiformin yang bersifat racun bagi berbagai mikroorganisme tanaman (Mehrotra, 1980 dalam Mugiastuti, 2012). *Bacillus* spp. sebagaimana yang dijelaskan Suryaningsih (2008) dalam Mugiastuti (2012) juga mampu menghasilkan senyawa fitohormon seperti auksin, sitokinin, etilena, giberelin, dan asam absisat, yang semuanya dapat memacu pertumbuhan dan hasil. Protein amilase, protease, pulmonase, kitinase, xilanase, dan lipase merupakan metabolit sekunder yang diproduksi oleh salah satu jenis genus *Bacillus* spp., *B. subtilis*. Protein-protein ini digunakan untuk mengendalikan mikroba dan mendorong pertumbuhan tanaman (Morikawa, 2006).

## Bahan dan Metode

Metode penelitian adalah literatur review dengan menggunakan dua jurnal database yang

diambil di Google scholar. Metode penelusuran tersebut menggunakan kata kunci yang relevan terkait judul artikel. Penelitian ini menggunakan inklusi yang sesuai berupa artikel dan jurnal yang memuat informasi tentang aktivitas dan kemampuan siderofor *Bacillus* sebagai pengendali patogen pada tanaman terung. Kriteria jurnal ataupun artikel yang digunakan yaitu jurnal maupun artikel dengan penerbitan 7 tahun terakhir, dipublikasi dalam bentuk dalam Bahasa Indonesia.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil studi literatur

Mikroorganisme *Bacillus* merupakan organisme mikroskopis berbentuk batang dan disebut Gram positif. Karena karakteristik fisik dan kapasitasnya untuk menghasilkan enzim, antibiotik, dan metabolit lainnya, spesies *Bacillus* dimanfaatkan secara luas dalam industri, pertanian, perawatan kesehatan, dan farmasi. Media Nutrient Agar (NA), berbagai bakteri *Bacillus* menunjukkan berbagai variasi koloni. Sebagai aturan, warna koloni adalah putih hingga putih kusam hingga kekuningan. Tepi koloni *Bacillus* umumnya akan miring dan berubah, memiliki permukaan yang kasar dan tidak busuk. Enzim ekstraseluler yang mampu memecah protein kompleks dan polisakarida dapat diproduksi oleh beberapa spesies *Bacillus* (Mauliya, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syukur *et al.*, pada tahun 2022, isolasi *Bacillus* spp. dapat menekan perkembangan organisme *Fusarium* spp yang menyebabkan penyakit layu pada terong.

Hasil studi literatur bahwa isolat *Bacillus* spp. dengan daya hambat paling besar diidentifikasi sebagai BGTP 1 (isolat dari akar cabai dari Gunung Manggis), sedangkan KBPsS (isolat dari akar Pakistan dari daerah Sukamar) memiliki daya hambat paling rendah (Tabel 1). Persaingan untuk mendapatkan nutrisi dan keberadaan metabolit sekunder bakteri turut berperan dalam penghambatan tersebut. Menurut Mugiastuti (2019) dalam *Bacillus* spp. terdapat beberapa metabolit opsional, seperti antitoksin, siderofor, bakteriosin, kitinase dan zat kimia ekstraseluler yang diketahui memiliki kemampuan untuk melumpuhkan mikroorganisme. Senyawa kitinase ini akan merusak kitin pada dinding sel parasit sehingga pertumbuhannya akan mengalami lisis (Rahayuniati, 2012).

**Tabel 1.** Bakteri *Bacillus* sebagai pencegah patogen

No	Nama Bakteri	Perlakuan	Zona hambat (%)	Peneliti
1	Bacillus spp.	- KBBP (Isolat akar Bambu dari daerah Palembang)	11,39	Syukur, et al (2022)
		- KBPsS (Isolat akar Pakis dari daerah Sukamara)	7,77	
		- BGTP 1 (Isolat akar cabai dari daerah Guntung Manggis)	70	
		- BSKM 1 (Isolat akar cabai dari daerah Sukamara)	42,53	
		- FK (Kontrol)	-	
2	Bacillus spp.	- IBK (Isolat Bacillus Kurnia)	28,32	Ihsanudin, et al (2019)
		- IBS (Isolat Bacillus Sukamara)	32,42	
		- IBGM (Isolat Bacillus Guntung Manggis)	24,52	
		- IBGK (Isolat Bacillus Gunung Kupang)	18,39	
		- FK (Fusarium Kontrol)	-	
3	<i>Bacillus Subtilis</i>	- B46	33,3	Prihatiningsih, et al (2017)
		- B209	44,4	
		- B211	45,7	
		- B298	55,4	
		- B315	51,5	

Hasil penelitian Ihsanudin *et al.*, (2019), menunjukkan tingkat penghambatan *Bacillus* spp. terhadap Mikroba berkisar antara 18,39% - 32,42%. Isolat *Bacillus* spp. yang memiliki daya hambat paling besar pada penelitian ini terdapat di Kecamatan Sukamara (IBS). Sedangkan isolat *Bacillus* spp. yang memiliki daya hambat paling kecil berasal dari Kecamatan Guntung Manggis (IBGM). Ada beberapa campuran antibiotik seperti Tirothricin, Bacitration dan Polymyxin yang dapat menghambat pertumbuhan atau mikroorganisme melalui antibiotika, resistensi suplemen atau parasitisme (Ernawati, 2003).

Hasil penelitian Prihatiningsih *et al.*, (2017), bahwa daya hambat *B. subtilis* B298 terhadap patogen sangat baik, dengan daya hambat sebesar 55,4% dan mempunyai nilai paling tinggi, sedangkan *B. subtilis* B46 terhadap patogen paling lemah, dengan daya hambat sebesar 33,3%. Selain itu, terbukti bahwa mekanisme kerja dari *B. subtilis* B298 adalah antibiosis, yaitu menghasilkan siderofor, enzim, dan antibiotik. Menandakan bahwa karakter *B. subtilis* B298 dapat menjadi musuh utama mikroorganisme tanaman. Galur *B. subtilis* AI01 dan AI03 dari tanaman terong mampu menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides* masing-masing sebesar 74,4 dan 58,1% (Saha *et al.*, 2012). *B. subtilis* BCC 6327 yang diperoleh dari “National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) Thailand mampu

mengirimkan kitinase, protease dan b-1,3-glukanase yang merupakan metabolit opsional dan memiliki jangkauan luas sebagai gerakan anti-mikroba untuk menekan perkembangan beberapa organisme patogen (Thakaew & Niamsup, 2013).

Siderofor yang dibuat oleh mikroorganisme, misalnya *Bacillus* pada umumnya adalah jenis hidroksamat, katekolat, dan karboksilat. Kemampuan mikroorganisme untuk menghasilkan siderofor merupakan bagian penting dalam PGPR, mengingat siderofor dapat mengikat zat besi (Fe<sup>3+</sup>) ke dalam ikatan siderofor-zat besi yang dapat diakses oleh tanaman. Selain itu, zat besi berperan penting dalam perkembangan penyakit. Karena siderofor mengikat zat besi, patogen cenderung tidak menginfeksi manusia, sehingga mencegah perkembangan penyakit. Pada pH 7, *B. subtilis* menghasilkan jenis siderofor terbaik (Prihatiningsih *et al.*, 2017).

## Kesimpulan

Siderofor yang dihasilkan oleh isolat *Bacillus* dapat menghambat patogen dengan penghambatan yang bervariasi. Bakteri *Bacillus* dapat menghasilkan zat antimikroba, enzim kitinase, serta antibioik yang mampu berkompetisi dan mampu menekan patogen.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis sampaikan terima kasih kepada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan artikel ini.

## Referensi

- Ahmed, E., & Holmström, S. J. (2014). Siderophores in environmental research: roles and applications. *Microbial biotechnology*, 7(3), 196-208. 10.1111/1751-7915.12117
- Aidawati, N., & Liestiany, E. (2019). Uji Antagonis *Pseudomonas* berfluorescens dan *Bacillus* spp Dalam Menghambat Perkembangan Cendawan *Fusarium oxysporum* Penyebab Layu Pada Tanaman Terong (*Solanum melongena* L). *JURNAL PROTEKSI TANAMAN TROPIKA*, 2(2), 118-122. <https://jtam.ulm.ac.id/index.php/jpt/article/view/201>
- Choudhary, D. K., & Johri, B. N. (2009). Interactions of *Bacillus* spp. and plants— with special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiological research*, 164(5), 493-513. 10.1016/j.micres.2008.08.007
- Daunay, M. C., & Janick, J. (2007). History and iconography of eggplant. *Chronica Horticulturae*, 47(3), 16-22.
- Dawwam, G. E., Elbeltagy, A., Emara, H. M., Abbas, I. H., & Hassan, M. M. (2013). Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2013.07.007>
- Ernawati. (2003). Potensi Mikroorganisme Tanah Sebagai Agent Biokontrol. Program Penelitian Pasca Sarjana/S3 IPB. Bogor.
- Martianto, D., Briawan, D., Ariani, M., & Yulianis, N. (2009). Percepatan Diversifikasi Konsumsi Pangan Berbasis Pangan Lokal: Perspektif Pejabat Daerah dan Strategi Pencapaiannya. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 4(3), 123-131. <https://doi.org/10.25182/jgp.2009.4.3.123-131>
- Mauliya, V. (2023). *Pengaruh variasi pH terhadap aktivitas enzim amilase dari bakteri Bacillus sp* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Mugiastuti, E., R. F. Rahayuniati, dan P. Sulistyanto. (2012). Pemanfaatan *Bacillus* Sp. Dan *Pseudomonas Fluorescens* Untuk Mengendalikan Penyakit Layu Tomat Akibat Sinergi *R. Solanacaerum* dan *Meloidogyne* Sp. *Prosiding Seminar Nasional*. 72-77.
- Mugiastuti, E., Manan, A., Rahayuniati, R. F., & Soesanto, L. (2019). Aplikasi *Bacillus* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. *Jurnal Agro*, 6(2), 144-152.
- Morikawa M. (2006). Beneficial biofilm formation by industrial bacteria *Bacillus subtilis* and related species. *J. Biosci. Bioeng.* 101(1): 1–8. 10.1263/jbb.101.1.
- Neilands, J. B., & Nakamura, K. (2017). Detection, determination, isolation, characterization and regulation of microbial iron chelates. *Handbook of Microbial Iron Chelates (1991)*, 1-14.
- Nudel C, Gonzalez R, Castaneda N, Mahler G, Actis LA. 2001. Influence of Iron on growth, production of siderophore compound, membrane protein, and lipase activity in acinetobacter calcoaceticus BD 413. *Microbiol. Res.* 155(4): 263–269. 10.1016/s0944-5013(01)80003-3
- Prihatiningsih, N., Djatmiko, H. A., & Lestari, P. (2017). Aktivitas siderofor *Bacillus subtilis* sebagai pemacu pertumbuhan dan pengendali patogen tanaman terung. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(2), 170-178. <https://jhpttropika.fp.unila.ac.id/index.php/jhpttropika/article/view/420>
- Rahayuniati, R. F., & Mugiastuti, E. (2012). Keefektifan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* mengendalikan *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* dan *Meloidogyne* sp. penyebab penyakit layu pada tomat secara in vitro. *Pembangunan Pedesaan*, 12(1).
- Saha D, Purkayastha GD, Ghosh A, Isha M, & Saha A. (2012). Isolation and characterization of two new *Bacillus subtilis* strains from the rhizosphere of

- eggplant as potential biocontrol agents. *J. Plant Pathol.* 94 (1): 109–118.
- Syukur, A., Aidawati, N., & Rosa, H. O. (2022). Kemampuan *Pseudomonas* Kelompok *fluorescens* dan *Bacillus* spp. Menghambat Perkembangan *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu Tanaman Terung. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 5(1), 429-435. <https://doi.org/10.20527/jppt.v5i1.1031>
- Thakaew R & Niamsup H. (2013). Inhibitory activity of *Bacillus subtilis* BCC 6327 metabolites against growth of aflatoxigenic fungi isolated from bird chili powder. *Int. J. Biosci. Biochem. Bioinforma.* 3(1): 27–31. 10.7763/IJBBB.2013.V3.157