

Tingkat Serangan Grayak *Spodoptera litura* Pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Dengan Pemberian Bakteri *Lysinibacillus sphaericus*

Spodoptera litura's Attack Rate On Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens*) With the administration of *Lysinibacillus sphaericus* bacteria

Riza Afifah Cahyamurti dan Hari Purwanto

Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada
Jl. Teknika Selatan, Sendowo, Sinduadi, Kecamatan Mlati,
Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Corresponding Author ; riza.a@mail.ugm.ac.id

Abstract

Indonesia is the fourth largest chili producer in the world. In 2017, chili (*Capsicum frutescens*) was ranked fifth as the largest seasonal vegetable commodity products. The productivity of chili cultivation in Indonesia is hampered by pests and diseases. One of the most common pests that attack chili plants is the armyworm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Lysinibacillus sphaericus* bacteria have the potential as Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) as well as a bio control agent. This study aims to obtain *L. sphaericus* isolates that can increase the growth of chili and to determine the effect of *L. sphaericus* isolates which have the potential for PGPR on the growth of the armyworm feeding on the chili plants. The research method used is experimental research conducted at the Laboratory of Entomology and Sawitsari Research Station, Universitas Gadjah Mada. This study used three replicate by inoculating one millilitre per plant. The results obtained from testing the 105 isolates in the collection of the Faculty of Biology, Universitas Gadjah Mada showed that the isolates that can increase the growth of chili plant indicated with its plant height, were isolates A42, A49, A19, A5, and A38. While the results of plant with the highest number of leaves showed the isolates A49, A42, A19, A38, and A28 were the best among the isolates tested. Some *L. sphaericus* isolates could increase plant growth compared to the control, but not statistically significant. These bacteria by inoculating one millilitre to plant could not be used as a bio control agent in *S. litura* because they did not have a significant different in leaf damage to the control.

Keywords: *Spodoptera litura*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Capsicum frutescens*, PGPR, bio control agent.

Abstrak

Indonesia merupakan negara terbesar keempat di dunia penghasil cabai. Pada tahun 2017, cabai rawit (*Capsicum frutescens*) menduduki peringkat lima terbesar produksi komoditas sayuran semusim. Produktivitas budidaya cabai di Indonesia terganggu dengan adanya hama dan penyakit. Salah satu hama yang banyak menyerang tanaman cabai adalah ulat grayak, *Spodoptera litura* (Lepidoptera:Noctuidae). Bakteri *Lysinibacillus sphaericus* berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sekaligus sebagai agensia biokontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri *L. sphaericus* yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai rawit serta mengetahui pengaruh isolat bakteri *L. sphaericus* yang berpotensi PGPR terhadap pertumbuhan hama ulat grayak yang dipelihara pada tanaman cabai rawit tersebut. Metode penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Entomologi UGM dan Stasiun Penelitian Sawitsari UGM. Penelitian ini menggunakan 3 kali ulangan dengan pemberian bakteri satu mililiter. Hasil yang didapat adalah, dari 105 isolat koleksi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan parameter tinggi tanaman adalah isolat A42, A49, A19, A5, dan A38. Sedangkan hasil pertumbuhan tanaman dengan parameter jumlah daun yang menunjukkan hasil terbaik adalah isolat A49, A42, A19, A38, dan A28. Beberapa isolat bakteri *L. sphaericus* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dibanding kontrol namun tidak tampak signifikan dalam uji statistik. Bakteri dengan pemberian 1 ml pada tanaman cabai, tidak dapat digunakan sebagai agensia biokontrol pada hama *S. litura* karena tidak memiliki perbedaan kerusakan tanaman yang signifikan terhadap kontrol.

Kata Kunci: *Spodoptera litura*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Capsicum frutescens*, PGPR, biocontrol agent.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sayuran dan buah-buahan semusim.

Tercatat pada situs Tridge.com, 2020, Indonesia menduduki peringkat ke-empat peghasil cabai terbesar di dunia setelah China, Meksiko, dan Turki. Pada tahun 2017, cabai rawit (*Capsicum frutescens*) menduduki peringkat lima terbesar produksi komoditas sayuran semusim (BPS, 2018). Cabai rawit merupakan komoditas yang jumlah penggunaan untuk bahan konsumsi cenderung meningkat beberapa tahun terakhir ini (Kementerian Pertanian, 2016) dan komoditas ini andil menyumbang inflasi di Indonesia sebesar 0,07 pada Agustus 2019 (BPS, 2019). Salah satu yang menyebabkan adanya harga tinggi yang berakibat inflasi adalah biaya produksi termasuk pupuk. Meskipun produktivitas cabai rawit meningkat dalam enam tahun terakhir ini (2013-2018) (BPS, 2019). Namun, produktivitas cabai di Indonesia saat ini masih tergolong rendah. Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai Indonesia adalah penanaman kultivar cabai yang tidak tahan terhadap hama serta penyakit (Soelaiman dan Ernawati, 2013).

Produktivitas cabai terganggu dengan adanya hama dan penyakit. Salah satu hama yang banyak menyerang pertanian cabai adalah *Spodoptera litura* (Ulat grayak) yang termasuk dalam Ordo Lepidoptera Famili Noctuidae (Sa'diyah *et al.*, 2013), spesies ini juga setidaknya menyerang lebih dari 120 host plant (Song *et al.*, 2016). Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) pada tahun 2017 menyebutkan bahwa hama *S. litura* ini merupakan penyebab utama tanaman cabai banyak yang mati atau gagal panen.

Salah satu pengembangan pengendalian hama yang dilakukan adalah dengan menggunakan bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), yaitu bakteri menguntungkan yang mengolonisasi akar tanaman serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan melalui berbagai zat pemacu pertumbuhan tanaman serta pupuk hayati (Putrie, 2016; Singh, 2013). Kelompok bakteri yang berpotensi sebagai PGPR adalah *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Mycobacterium*, *Mesorhizobium*, dan *Flavobacterium* (Singh, 2013).

Bakteri *Lysinibacillus sphaericus* merupakan bakteri kelompok bakteri *Lysinibacillus*. Bakteri ini awalnya merupakan anggota genus *Bacillus* yang ditemukan Meyer dan Neide pada tahun 1904 dengan nama awalnya adalah *Bacillus sphaericus*. Ahmed *et al.* (2007) mengusulkan untuk mengubah genus *L. sphaericus*

yang awalnya *Bacillus* menjadi *Lysinibacillus*. Hal ini berdasarkan komposisi kimia yang meliputi asam lemak selular dan lemak polar serta genotipnya.

Bakteri *L. sphaericus* berpotensi mengikat nitrogen dan merupakan bakteri nitrifikasi. Selain itu, bakteri ini juga dapat memproduksi *Indole Acetic Acid* (IAA) (Martínez & Dussán, 2014), meningkatkan pertumbuhan tanaman oleh adanya fitohormon dan produksi siderofor; pelarutan mineral, memproduksi enzim hidrolitik dan metabolit antijamur (Naureen *et al.*, 2017). Penelitian Naureen *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan terhadap biji dan tunas tanaman tomat yang diinokulasikan bakteri *L. sphaericus* ZA9 dibanding dengan kontrol atau tidak diinokulasikan. Naureen *et al.* (2017) menyatakan bahwa bakteri *L. sphaericus* ZA9 dapat meningkatkan pertumbuhan sekaligus dapat digunakan untuk agensia agensia biokontrol terhadap beberapa bakteri patogen tanaman dan dapat melawan jamur. Pada penelitian lain yang menggunakan tanaman *Canavalia ensiformis*, didapatkan hasil bahwa bakteri ini dapat meningkatkan pertumbuhan dengan parameter diantaranya adalah panjang akar, jumlah daun, dan area daun (Martínez & Dussán, 2014). Belum terdapat penelitian yang meneliti tentang efek bakteri *L. sphaericus* sebagai agensia agensia biokontrol terhadap serangga herbivor. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi bakteri *L. sphaericus* terhadap tanaman cabai (*C. frutescens*) dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan agensia agensia biokontrol pada herbivora *S. litura*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan isolat bakteri *L. sphaericus* yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman *C. frutescens* serta mengetahui pengaruh isolat bakteri *L. sphaericus* yang berpotensi PGPR terhadap ketahanan tanaman *C. frutescens* terhadap hama *S. litura*.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah isolat murni bakteri *Lysinibacillus sphaericus* sejumlah 105 isolat dari koleksi Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi UGM yang diisolasi dari kotoran burung, guano, dan tanah. Medium Embrapa, medium NA, dan Pakan buatan untuk ulat grayak sesuai metode Shorey and Hale (1965).

B. Cara Kerja

1. Perbanyak bakteri *L. sphaericus*

Cara kerja dalam penelitian ini adalah bakteri yang sudah ada dari penelitian sebelumnya diisolasi kembali dengan menggunakan medium NA. Perbanyak bakteri dilakukan dengan menggunakan Medium Embrapa. Medium Embrapa, medium ini terdiri dari delapan g/l nutrient broth, satu g/l yeast extract, satu g/l K₂HPO₄ dan sepuluh ml larutan garam (100 mM CaCO₃, 40 mM MgSO₄, 3,6 mM FeSO₄, 3,6 mM MnSO₄, 3,5 mM ZnSO₄) dan ditambahkan akuades sampai satu liter medium. Kemudian medium diatur ke pH tujuh dan disterilkan dengan suhu 121° C selama 15 menit. Perbanyak bakteri dilakukan dalam tabung *conical tube* 50 ml pada media Embrapa cair sebanyak 15 ml. Bakteri digojok dalam inkubator shaker pada putaran 200 rpm dan temperatur 30 °C sampai spora keluar. Bakteri yang bercampur medium Embrapa dapat langsung digunakan untuk pengujian atau disimpan di dalam freezer dengan temperatur -20° C.

2. Penanaman *C.frutescens*

Benih *C. frutescens* Var. CF 291 disipakan sebanyak 105 benih dengan enam kali ulangan dan benih cadangan. Kemudian dilakukan penyemaian dengan media tanam steril dengan komposisi tanah : sekam : pupuk = 1:1:1 (Dinas Pertanian Kabupaten Purbalingga, 2019) selama tujuh hari di *multi tray*. Kemudian benih yang sudah tumbuh menjadi bibit dipindahkan ke *tray* yang berisi 50 kotak.

3. Aplikasi bakteri *L. sphaericus*

Sebanyak 105 isolat bakteri dan satu kontrol diberikan perlakuan pada masing masing tanaman. Aplikasi bakteri dilakukan dengan menyiram bakteri *L. sphaericus* yang tercampur media Embrapa sebanyak dua mililiter ke tanaman pada saat hari ke-tiga setelah tanaman dipindah ke pot *tray* pembesaran. Pada masing masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Tanaman dirawat hingga empat minggu pertumbuhan. Kemudian diukur tinggi tanaman dan banyaknya daun. Lima isolat bakteri yang menunjukkan pertumbuhan tanaman terbaik dan terendah, dilakukan penanaman kembali dengan pemberian bakteri satu ml per tanaman. Pemberian isolat bakteri yang kedua ini dilakukan pada 28 hari setelah tanam (HST).

4. Pemeliharaan *S. litura*

Pakan merupakan hal paling penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, termasuk serangga. Larva *S. litura* yang diperoleh dari Laboratorium Entomologi Fakultas Biologi. Larva diberi pakan buatan hingga menjadi prepupa. Selanjutnya pupa dimasukkan ke dalam toples yang didalamnya terdapat larutan

madu 50% sebagai pakan imago (Indiati *et al.*, 2013). Toples ditutup dengan kain bekas dan dijaga kandungan air setiap hari. Di bagian dalam kandang dibentangkan kertas buram sebagai tempat imago meletakkan telur. Telur di dalam toples dipindahkan ke cup agar yang dengan menempelkan kertas buram maupun kain bekas menggunakan staples pada tutup cup.

5. Infestasi dan pengamatan *S. litura* pada tanaman

Tanaman *C. frutescens* dipilih yang menunjukkan pertumbuhan terbaik dan terendah masing-masing lima peringkat serta kontrol. Kemudian tanaman dipindah ke *polybag* dengan medium tanam dengan komposisi tanah:sekam:pupuk 1:1:1. Pada setiap tanaman diinfestasikan hama *S. litura* tiga ekor instar satu selama sepuluh hari. Infestasi *S. litura* dilakukan pada 56 HST sampai dengan 66 HST.

S. litura yang telah diinfestasikan pada tanaman *C. frutescens* diamati masa stadium instarnya pada hari ke-sepuluh dan jumlah individu pada tiap tanaman. Tanaman cabai rawit diamati tingkat pertumbuhan dan kerusakannya kemudian dibandingkan antara yang diberi perlakuan dan kontrol

6. Skoring kerusakan tanaman *C. frutescens*

Semua daun yang telah dimakan *S. litura*, kemudian dilakukan skoring untuk menentukan tingkat kerusakan pada daun pada hari ke-tujuh. Skoring dilakukan mengacu pada Ishak (2018). Skoring dilakukan dengan menggunakan *grid line* dengan ukuran kotak 0,1 cm x 0,1 cm. Skoring dilakukan dengan menempelkan daun pada *grid line* yang telah diinfestasikan *S. litura*. Presentase yang dihitung meliputi presentase tingkat kerusakan daun, tanaman, dan populasi tanaman *C. frutescens* yang sudah terpilih pada langkah nomor lima. Perhitungan dilakukan dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} & \% \text{ kerusakan pada daun} \\ & = \frac{\text{Jumlah kotak terjadi kerusakan}}{\text{Jumlah kotak daun seluruhnya}} \times 100\% \\ & \text{Tingkat kerusakan pada 1 tanaman} \\ & = \\ & \frac{\text{Jumlah kerusakan pada masing masing daun}}{\text{Jumlah daun dalam 1 tanaman}} \times 100\% \end{aligned}$$

C. Analisis Data

Pada penelitian ini didapatkan data pertumbuhan tanaman, instar larva pada hari ke-tujuh, jumlah *S. litura* yang tersisa pada setiap tanaman, dan tingkat kerusakan tanaman. Data tersebut dikumpulkan antara tanaman yang diberi perlakuan penyiraman bakteri *L. sphaericus* dan

kontrol, data dicatat dan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis data pada Microsoft Excel 2010 dan SPSS menggunakan metode ANOVA dengan nilai beda nyata 5% ($p \leq 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sporulasi Bakteri *Lysinibacillus sphaericus*

Berdasarkan pengamatan bakteri *L. sphaericus* dengan menggunakan fase kontras dengan perbesaran, didapat morfologi bakteri yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi bakteri *Lysinibacillus sphaericus*. Angka 1 menunjukkan badan bakteri yang sudah tidak ada sporanya, angka 2 menunjukkan spora yang sudah lepas.

Morfologi umum bakteri ini adalah berbentuk batang dengan spora di ujung atau terminal, gram positif, motil, dan aerobik. (Ahmed et al., 2007; Berry, 2017; Berry, 2008, dan Khachatourians, 2019).

Gambar 1 menunjukkan morfologi bakteri yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Lysinibacillus sphaericus*. Pada gambar 1 menunjukkan bakteri yang sudah mengalami sporulasi. Gambar berbentuk bulat dan berwarna putih merupakan spora yang sudah lepas. Gambar berbentuk batang berwarna hitam merupakan batang bakteri yang sudah tidak memiliki spora. Pelepasan spora ini dapat terjadi karena kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk bakteri tumbuh seperti nutrisi (Correa dan Yousten, 1995). Sporulasi diawali dengan terbentuknya dua bentuk asimetri, yaitu *forespore* dan sel induk. Sel induk akan lisis dengan sendirinya karena mekanisme program kematian sel. *Fospore* akan berkembang menjadi dewasa sebagai spora. Mekanisme sporulasi ini hanya terjadi setelah DNA selesai melakukan replikasi untuk memastikan bahwa dua salinan kromosom tersedia pada sel sebelum pembelahan. Setelah terjadi pembelahan asimetri, gen pada *forespore* hanya 1/3 dari keseluruhan, sisanya berada di sel

induk. Tahapan setelah terjadi pembelahan asimetri adalah penelanan *forespore* oleh sel induk. Setelah selesai penelanan, *forespore* dikelilingi oleh membran dalam dan luarnya, dan protoplas bebas di dalam sitoplasma sel induk. Spora yang utuh terbentuk setelah melewati serangkaian proses. Bentuk spora ini merupakan bentuk kehidupan paling resistan di dunia. Spora dapat melindungi DNA bakteri dari panas, kekeringan, radiasi, dan oksidasi. Pembentukan spora juga merupakan efisien untuk menghindari predasi dari organisme yang lebih tinggi. Setelah kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan vegetatif, spora akan melakukan perkecambahan. Proses ini dipicu oleh adanya nutrisi lingkungan yang dikenali oleh reseptor membran spora tertentu. Dalam beberapa menit, inti spora mengalami rehidrasi, korteks hidrolisis, dan lapisannya terlepas. Replikasi DNA dimulai kembali dan pembelahan sel pertama segera terjadi. Endospora hanya terjadi pada dua kelas anggota Filum Firmicutes, yaitu Kelas Bacilli dan Kelas Clostridia (Hoon et al., 2010).

B. Pertumbuhan Tanaman Cabai rawit (*C. frutescens*) dengan Pemberian Bakteri *L. sphaericus*

Dari pertumbuhan tanaman cabai rawit (*C. frutescens*) dengan pemberian 105 isolat, didapat tanaman dengan pertumbuhan bervariasi. Berikut ini adalah lima tanaman dengan pertumbuhan tertinggi, lima tanaman dengan pertumbuhan terendah, serta kontrol.



a



b

Gambar 2. Pertumbuhan Tanaman pada penanaman yang kedua dengan parameter, a) Perubahan tinggi tanaman, b) Perubahan jumlah daun.

Aplikasi bakteri *L. sphaericus* dapat mempercepat pertumbuhan dengan dibuktikan adanya pertumbuhan tanaman yang lebih besar daripada kontrol. Namun, beberapa isolat bakteri menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat dibanding kontrol.

Dari 105 tanaman yang telah diberikan isolat bakteri, dipilih sepuluh isolat yang memiliki karakteristik pertumbuhannya tertinggi dan pertumbuhan terendah. Kategori ini didasarkan dari perubahan tinggi tanaman setelah pemberian bakteri. Kelompok tanaman yang memiliki pertumbuhan tertinggi pada parameter perubahan tinggi tanaman adalah A19, A5, B25, A13, dan A49. Sedangkan kelompok dengan pertumbuhan terendah adalah A4, A42, A28, A38, dan B12. Pada parameter perubahan jumlah daun, tanaman yang memiliki pertumbuhan paling tinggi adalah A6, A19, B6, A49, dan B11. Sedangkan isolat yang memiliki pertumbuhan terendah pada parameter perubahan jumlah daun adalah B8, A22, A41, A44, dan B12. Korelasi antara pertambahan tinggi tanaman dengan pertumbuhan daun disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Korelasi pertumbuhan tanaman cabai tahap 1 dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah daun

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa tanaman cabai memiliki pertumbuhan positif yang dapat dilihat dari grafik yang bergerak ke atas. Nilai korelasi antara pertambahan tinggi tanaman dengan pertambahan jumlah daun adalah 0,56 dan nilai R kuadrat sebesar 0,31. Hal ini dapat diartikan bahwa pertambahan tinggi tanaman diikuti dengan pertambahan jumlah daun. Semakin banyak pertambahan tinggi tanaman, maka semakin banyak pula pertambahan jumlah daun. Kesepuluh isolat tersebut diatas dilakukan pengujian kembali pada tanaman Cabai rawit dengan pemberian bakteri satu ml pada 28 HST. Kemudian pada 56 HST, diinfestasikan *S. litura* instar satu untuk menguji bakteri *L. sphaericus* sebagai agensia agensia biokontrol. Hasil pertumbuhan dari kesepuluh isolat tersebut disajikan pada Gambar 4.



a



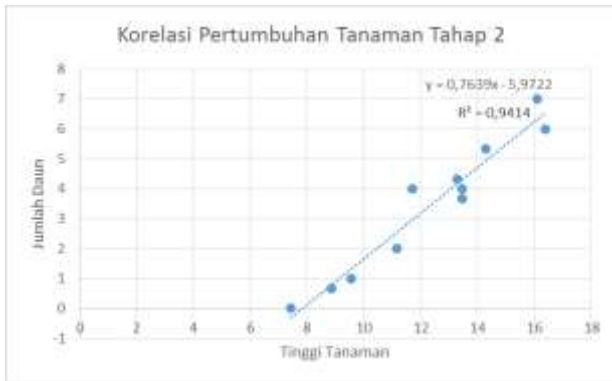
b

Gambar 4. Pertumbuhan Tanaman pada penanaman yang kedua dengan parameter, a) Perubahan tinggi tanaman, b) Perubahan jumlah daun.

Dari Gambar 4a dapat dilihat bahwa Kontrol memiliki rerata perubahan tinggi 13,46 cm.

Tanaman yang memiliki pertumbuhan dengan parameter perubahan tinggi tanaman dari tertinggi ke terendah yaitu tanaman dengan pemberian isolat A42, A49, A19, A5, A38, A28, B25, B12, A4, dan A13. Dapat dikatakan bahwa 5 isolat awal merupakan kelompok pertumbuhan terbaik, sedangkan 5 isolat akhir merupakan kelompok isolat dengan pertumbuhan terendah. Hal ini sedikit berbeda dengan hasil pada saat penanaman yang pertama. Pada penanaman yang pertama A42 dan A38 merupakan kelompok dengan pertumbuhan terendah. Sedangkan A13 dan B25 merupakan kelompok tertinggi.

Gambar 4b menunjukkan bahwa rerata perubahan jumlah daun pada Kontrol adalah empat daun. Tanaman yang memiliki pertumbuhan dengan parameter perubahan jumlah daun dari tertinggi ke terendah yaitu tanaman dengan pemberian isolat A49, A42, A19, A38, A28, A5, B25, B12, A4, dan A13. Dapat dikatakan bahwa lima isolat awal merupakan kelompok pertumbuhan terbaik, sedangkan lima isolat akhir merupakan kelompok isolat dengan pertumbuhan terendah. Hal ini sedikit berbeda urutan dengan hasil pertumbuhan tanaman perubahan tinggi. Korelasi antara pertumbuhan tinggi tanaman dengan pertumbuhan daun disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Korelasi pertumbuhan tanaman cabai tahap 2 dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah daun

Gambar 5 menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman dengan parameter pertumbuhan tinggi tanaman dan pertumbuhan jumlah daun berkorelasi positif dengan nilai korelasinya adalah 0,97 dan nilai R kuadrat sebesar 0,94.

Perubahan Tinggi

Duncan ^{a,b}	Isolat Bakteri	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
	A13	3	7.4333		
	A4	3	8.8667	8.8667	
	B12	2	9.5500	9.5500	9.5500
	B25	3	11.1667	11.1667	11.1667
	A28	2	11.7000	11.7000	11.7000
	A38	3	13.3000	13.3000	13.3000
	A5	3	13.4667	13.4667	13.4667
	K	3	13.4667	13.4667	13.4667
	A19	3	14.3000	14.3000	14.3000
	A49	3		16.1000	16.1000
	A42	3			16.4000
	Sig.		.066	.054	.067

Gambar 6. Uji ANOVA Perubahan Tinggi Tanaman

Pertumbuhan Daun

Duncan ^{a,b}	Isolat Bakteri	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
	A13	3	.0000	
	A4	3	.6667	
	B12	2	1.0000	1.0000
	B25	3	2.0000	2.0000
	A5	3	3.6667	3.6667
	A28	2	4.0000	4.0000
	K	3	4.0000	4.0000
	A38	3	4.3333	4.3333
	A19	3	5.3333	5.3333
	A42	3	6.0000	6.0000
	A49	3		7.0000
	Sig.		.059	.058

Gambar 7. Uji ANOVA Pertumbuhan Daun

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa pertumbuhan tanaman yang dilihat dari perubahan tinggi daun tidak memiliki beda yang nyata. Pada Gambar 7 pertumbuhan jumlah daun tanaman menunjukkan tidak terdapat beda nyata.

Pemberian *L. sphaericus* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mekanisme bakteri memproduksi siderofor. Keberadaan siderofor dapat mengkelatkan besi, sehingga tanah akan defisiensi zat besi. Akibatnya mikroba patogen yang lain tidak dapat tumbuh (Singh, 2013). Kapasitas bakteri dalam melakukan sintesis metabolit anti fungal seperti antibiotik, enzim yang dapat melisiskan dinding jamur, atau hidrogen sianida (HCN) dapat menekan pertumbuhan patogen jamur. Kemampuan ini membuat bakteri *L. sphaericus* dapat berkompetisi dengan patogen untuk mendapatkan nutrisi atau spesifik niche pada akar (Singh, 2013). Mekanisme ini didukung dengan adanya peran PGPR yaitu dengan melarutkan fosfor (P), unsur kedua yang sangat dibutuhkan oleh tumbuhan

setelah nitrogen. Mekanismenya yaitu dengan pengasaman, baik ekstrusi proton atau asosiasi dengan asimilasi amonium (Mendoza-Mendoza *et al.*, 2017). Bakteri *L. sphaericus* dapat melarutkan unsur P dari biochar sebesar 54% (He *et al.*, 2014).

Bakteri *Lysinibacillus sphaericus* selain memiliki kemampuan diatas, bakteri ini juga dapat memfiksasi nitrogen, nitrifikasi, dan menghasilkan hormon pertumbuhan IAA. Bakteri ini mampu meningkatkan kandungan nitrat dalam tanah (Martinez dan Dussan, 2017). Dalam penelitian ini, beberapa isolat bakteri mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman ditandai dengan adanya penambahan tinggi tanaman dan jumlah daun melebihi perlakuan kontrol.

C. Tingkat Kerusakan Daun pada Tanaman Cabai (*C. frutescens*)

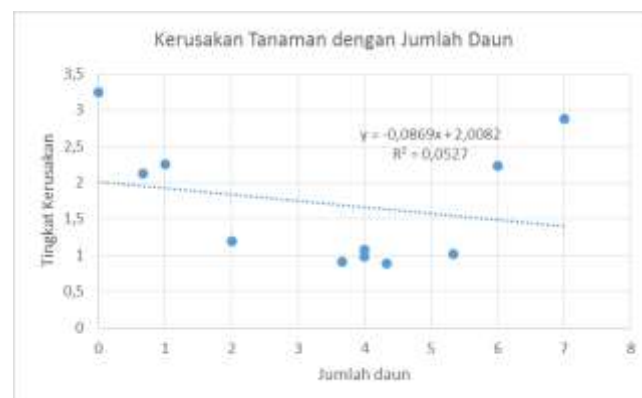
Sepuluh isolat yang telah diujikan pada tanaman cabai rawit dan dicatat pertumbuhannya serta dilakukan infestasi *S. litura* selanjutnya diamati tingkat kerusakannya. Kerusakan akibat infestasi *S. litura* diukur dengan milimeter block dan dicatat kerusakannya. Grafik kerusakan pada daun dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kerusakan pada Tanaman dengan sepuluh Perlakuan dan Kontrol

Kerusakan pada daun yang diakumulasikan pada setiap tanaman memiliki beragam tingkat kerusakan. Tanaman yang tingkat kerusakan paling rendah adalah tanaman dengan pemberian isolat A38 dengan tingkat kerusakan yaitu 0,89%. Sedangkan nilai kerusakan tertinggi pada tanaman yang diinokulasikan bakteri *L. sphaericus* isolat A13 dengan tingkat kerusakan yaitu 3,24%. Rata kerusakan daun adalah 1,86%. Apabila dikonservasikan dalam bentuk skor menurut Funiko *et al.*, (2004), skor kerusakan pada skor 1. Kerusakan terendah terdapat pada tanaman dengan pemberian isolat A49, A42, A19, A38, dan A28.

Sedangkan kerusakan tertinggi pada tanaman dengan pemberian isolat A13, A4, B12, B25, dan A5. Nilai korelasi antara kerusakan daun dan jumlah daun adalah disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik korelasi antara jumlah daun dengan kerusakan tanaman

Kerusakan tanaman dan jumlah daun saling berkorelasi negatif dengan nilai korelasinya yaitu -0,23 dan nilai R kuadrat sebesar 0,052. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin pertumbuhan tanaman (dengan parameter jumlah daun) meningkat, maka kerusakan daun semakin sedikit.



Gambar 10. Grafik korelasi antara tinggi tanaman dengan kerusakan tanaman

Kerusakan tanaman dan tinggi tanaman saling berkorelasi negatif dengan nilai korelasinya yaitu -0,27 dan nilai R kuadrat sebesar 0,071. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah daun, maka kerusakan daun semakin sedikit. Dari Gambar 9 dan 10 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah daun dan semakin tinggi tanaman, maka kerusakan semakin sedikit. Hal ini diduga efek dari aplikasi bakteri pada tanaman. Pada pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan tanaman yang tidak dijumpai kerusakan akibat

larva *S. litura*, yaitu tanaman dengan pemberian isolat A5.2. Namun, pada tanaman ini dijumpai Kutu kebul (*Bemisia tabaci*). *B. tabaci* ini merupakan anggota Ordo Homoptera Famili Aleyrodidae. Menurut Wang *et al.* (2011), daun yang terinfestasi oleh *B. tabaci* memiliki penolakan terhadap larva *S. litura* yang baru menetas. Larva *S. litura* memiliki perilaku anti-makan yang signifikan pada daun yang terinfestasi *B. tabaci*.



Gambar 11. Tanaman cabai rawit dengan pemberian bakteri *L. sphaericus* A5.2 yang terserang oleh kutu kebul (*Bemisia tabaci*).

Kerusakan Tanaman			
Isolat Bakteri	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan ^{a,b}			
A38	3		.8900
A5	3		.9133
A28	2		.9800
A19	3		1.0100
K	3		1.0800
B25	3		1.1967
A4	3		2.1267
A42	3		2.2300
B12	2		2.2500
A49	3		2.8733
A13	3		3.2400
Sig.			.103

Gambar 12. Uji ANOVA Kerusakan Tanaman

Uji Analisis Variansi digunakan untuk melihat signifikansi perbedaan kerusakan tanaman yang disebabkan oleh perbedaan perlakuan yang diberikan. Gambar 12 menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak memiliki beda nyata.



Gambar 13. Perbandingan kerusakan daun akibar *S. litura* pada hari ke-tujuh setelah pemberian bakteri, a) Kontrol ulangan 2, dan b.) Perlakuan dengan pemberian isolat A4.3.

Dari Gambar 13 diatas, menunjukkan bahwa pada hari ke-tujuh, kerusakan daun pada K2 lebih kecil daripada kerusakan daun pada perlakuan pemberian bakteri isolat A4.2. Terlihat bahwa lubang pada kontrol cenderung kecil dan berjarak jauh, sedangkan pada perlakuan bakteri dengan isolat A4.2 terlihat bahwa lubang besar dan jarak yang tidak terlalu jauh. Dari gambar ini juga dapat dilihat bahwa warna daun pada K2 lebih terang dibanding warna daun pada perlakuan dengan bakteri isolate A4.2 menunjukkan bahwa fotosintesis lebih efektif pada A4.2 daripada perlakuan dengan bakteri isolat K2.

Kesepuluh isolat yang memiliki pertumbuhan terbaik dan terendah dengan parameter tinggi tanaman yang diujikan kembali pada tanaman cabai dengan pemberian bakteri satu ml dan infestasi *S. litura* didapat, disajikan pada Gambar 14:

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Perubahan Tinggi	Between Groups	242.210	10	24.2210	1.871	.112
	Within Groups	258.898	20	12.9449		
	Total	501.108	30			
Pertumbuhan Daun	Between Groups	149.076	10	14.9076	1.610	.174
	Within Groups	184.887	20	9.2443		
	Total	333.963	30			
Kerusakan Tanaman	Between Groups	27.436	10	2.7436	1.100	.400
	Within Groups	36.801	20	1.8401		
	Total	64.237	30			

Gambar 14. Hasil analisis menggunakan ANOVA

Dari ANOVA dengan signifikansi 0.05 dapat dilihat bahwa Perubahan Tinggi Tanaman, Pertumbuhan Daun dan Kerusakan Tanaman nilai signifikansinya lebih dari 0.05 sehingga tidak terdapat parameter yang memiliki hasil yang berbeda nyata.

Tabel 1. Perbedaan karakter yang diamati

No	Kode Isolat	Taraf Signifikansi 5%			Keterangan
		Perubahan Tinggi	Pertumbuhan Daun	Kerusakan Tanaman	
1	A5	13,47±1,77 ^{ab}	3,67±1,33 ^{ab}	0,91±0,49 ^a	tn
2	A38	13,30±0,67 ^{ab}	4,33±0,33 ^{ab}	0,89±0,42 ^a	tn
3	B25	11,67±1,93 ^{ab}	2,00±2,31 ^{ab}	1,20±0,49 ^a	tn
4	A49	16,10±1,93 ^{cd}	7,00±0,57 ^b	2,87±0,73 ^a	tn
5	A42	16,40±3,01 ^c	6,00±2,65 ^{ab}	2,23±0,64 ^a	tn
6	A4	8,87±2,20 ^{ab}	0,67±2,33 ^a	2,13±0,75 ^a	tn
7	A19	14,30±2,55 ^{ab}	5,33±2,67 ^{ab}	1,01±0,26 ^a	tn
8	A13	7,43±2,51 ^a	0,00±2,08 ^a	3,24±2,02 ^a	tn
9	A28	11,70±0,30 ^{ab}	4,00±1,00 ^{ab}	0,98±0,35 ^a	tn
10	B12	9,55±0,75 ^{ab}	1,00±2,00 ^{ab}	2,25±0,33 ^a	tn
11	Kontrol	13,47±2,27 ^{ab}	4,00±1,53 ^{ab}	1,10±0,32 ^a	tn

Keterangan: tn= tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0.05%.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak terdapat parameter yang memiliki pengaruh berbeda nyata. Adapun parameter pada perubahan tinggi, A13 berbeda nyata dengan A49 dan A42, A4 berbeda nyata dengan A42. Pada parameter Pertumbuhan daun, A13 dan A4 berbeda nyata dengan A49.

KESIMPULAN

Pada penanaman tahap 1, lima isolat yang memberikan pengaruh meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan parameter tinggi tanaman adalah A19, A5, B25, A13, dan A49. Sedangkan pada penanaman yang kedua, isolat yang memberikan pengaruh peningkatan pertumbuhan tanaman dengan parameter tinggi tanaman tertinggi adalah A42, A49, A19, A5, dan A38.

Beberapa isolat bakteri *L. sphaericus* dapat digunakan sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) ditandai dengan adanya isolat yang menunjukkan pertumbuhan signifikan dibanding kontrol. Namun isolat bakteri tersebut tidak dapat digunakan sebagai agensia agensia biokontrol terhadap *S. litura*.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, I, Akira Yokota, Atsushi Yamazoe, dan Toru Fujiwara. 2007. Proposal of *Lysinibacillus borotolerans* gen. nov. sp. nov., and transfer of *Bacillus fusiformis* to *Lysinibacillus fusiformis* comb. nov. and *Bacillus sphaericus* to *Lysinibacillus sphaericus* comb. nov. *International Journal of Systemtic and Evolutionary Microbiology* (2007) 57. p. 1117-1125.

BPPT. 2017. Ini Dia Solusi Agar Tanaman Cabai Tidak Rusak oleh Hama. *Berita Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

Diakses dari:

<https://www.bppt.go.id/teknologi-agroindustri-dan-bioteknologi/2833-ini-dia-solusi-agar-tanaman-cabai-tidak-rusak-oleh-hama>. Diakses pada: 20 Januari 2020.

Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia 2017*. Badan Pusat Statistik. Katalog 5205009.

Badan Pusat Statistik. 2019. Perkembangan Indeks Harga Konsumen/Inflasi. *Berita Resmi Statistik*. Badan Pusat Statistik. No. 69/09/Th. XXII, 02 September 2019.

Berry, Collin. 2008. *Bacillus sphaericus*. In: Capinera, John L (ed). *Encyclopedia of Entomology (Second edition)*. Springer Reference. p. 344-348.

Berry, C., and Crickmore N. 2017. Structural classification of insecticidal proteins – Towards an in silico characterisation of novel toxins, *Journal of Invertebrate Pathology*, 142 (2017): 16–22.

Brambila, Julieta. 2013. Identification notes for *Spodoptera litura* and *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and some native *Spodoptera* moths. *Handout*. USDA-APHIS-PPQ.

Correa, M. and Yousten, A. A. 1995. *Bacillus sphaericus* Spore Germination and Recycling in Mosquito Larval Cadavers. *Journal of Invertebrate Pathology*. Academic Press, 66(1), pp. 76–81. DOI: 10.1006/JIPA.1995.1064.

Dinas Pertanian Kabupaten Purbalingga. 2019. Penanaman Cabai dalam Polybag. Diakses dari: <https://dinpertan.purbalinggakab.go.id/penanaman-cabai-dalam-polybag/>. Diakses pada: 20 September 2020.

He, Hui, Ting-Ting Qian, Wu-Jun Liu, Hong Jiang, dan Han-Qing Yu. 2014. Biological and chemical phosphorus solubilization from pyrolytical biochar in aqueous solution. *Chemosphere*. p.175-181.

Hoon, Michiel JL de, Patrick Eichenberger, dan Dennis Vitkup. 2010. Hierarchical evolution of the bacterial sporulation network. *Curr Biol*, 20(17): R735-R745. doi: 10.1016/j.cub.2010.06.031

Indiati, S.W, Suharsono, dan Bedjo. 2013. Pengaruh Aplikasi Serbuk Biji Mimba *Spodoptera litura* Nuclear Polyhedrosis Virus dan Varietas Tahan terhadap Perkembangan Ulat grayak pada Kedelai. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* Vol.32 No 1

2013. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Ishak, Muhammad Alif. 2018. Deteksi Gen Ketahanan terhadap Penyakit Jamur Tepung pada Melon (*Curcumis melo* L. 'MELONI') Berdasarkan *Sequence Characterized Amplified Region*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Jakarta: P.T. Ichtar Baru. p. 327.
- Khachatourians, George G. 2019. Insecticides, Microbial. *Abstrak*. Reference Modul in Life Science. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.13066-3>.
- PenaMartinez, Sergio A dan Jenny Dussan-G. 2017. *Lysinibacillus sphaericus* plant growth promoter bacteria ad lead phytoremediation enhancer with *Canavalia ensiformis*. *Environmental Progress & Sustainable Energy* 37 (1) June 2017. DOI: 10.1002/ep.12668.
- Mendoza-Mendoza, Artemio, Guillermo Nogueira-López, Fabiola Padilla Arizmendi, Natalia Cripps-Guazzone, María Fernanda Nieto-Jacobo, Robert Lawry, Diwakar Kandula, Fatima Berenice Salazar-Badillo, Silvia Salas-Muñoz, Jorge Armando Mauricio-Castillo, Robert Hill, Alison Stewart dan Johanna Steyaert. 2017. Mechanisms of Growth Promotion by Members of the Rhizosphere Fungal Genus *Trichoderma*. In. Harikesh B Singh, Birinchi K. Sarma, dan Chetan Keswani (eds). *Advances in PGPR Research*. CABI. p. 1-15.
- Naureen, Zakira, Najeeb Ur Rehman, Hidayat Hussain, Javid Hussain, Syed A. Gilani, Saif K. Al Housni, Faizal Mabood, Abdul L. Khan, Saima Farooq, Ghulam Abbas, dan Ahmed A. Harrasi. 2017. Exploring the Potentials of *Lysinibacillus sphaericus* ZA9 for Plant Growth Promotion and Biocontrol Activities against Phytopathogenic Fungi. *Frontiers in Microbiology*. Volume 8 Agustus 2017.
- Nelly, Novri, Yunisman, dan Yulia Rahmawati. 2011. Pengaruh Instar Larva Inang *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) terhadap Keberhasilan Hidup Parasitoid *Eriborus argenteopilosus* Cameron (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Entomol. Indon.*, April 2011, Vol. 8, No. 1, 36-44.
- Putrie, Rahayu Fitriani Wangsa. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Penghasil Eksopolisakarida Sebagai Inokulan Area Pertanian Lahan Kering. *BioTrends*. Vol.7 No.1 Tahun 2016.
- Sa'diyah, Nur Alindatus, Kristanti Indah Purwani, dan Lucky Wijayawati. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Perkembangan Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) *Jurnal Sains dan Semi POMITS*. Vol. 2. No 2. p. 111-115.
- soSingh, Jay Shankar. 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Potential Microbes for Sustainable Agriculture. *Resonance*. March 2013. p. 275-281.
- Soelaiman, Verdy dan Andri Ernawati. 2013. Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.) secara In Vitro pada beberapa Konsentrasi BAP dan IAA. *Bul. Agrohorti* 1 (1) : 62 - 66 (2013).
- Song, Feifei, Chen Chen, Songqing Wu, Ensi Shao, Mengnan Li, Xiong Guan, dan Zhipeng Huang. 2016. Transcriptional profiling analysis of *Spodoptera litura* larvae challenged with Vip#aa toxing and possible involvement of trypsin in the toxin activation. *Sci Rep*. Macmillan Publishers Limited. DOI: [10.1038/srep23861](https://doi.org/10.1038/srep23861).
- Straten, Marja J. van der, Jean-François Germain, dan Bart T.L.H. van de Vossenbergh. 2015. PM 7/124 (1) *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*. *Buletin OEPP EPPPO Standards*.
- Tengkanoo, Wedanimbi dan Suharsono. 2005. Ulat grayak *Spodoptera Litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai Dan Pengendaliannya. *Bul. Palawija* No. 10: 43-52 (2005).
- Tridge. 2020. Chili Pepper. Diakses dari: <https://www.tridge.com/intelligences/other-chili-pepper/production>. Diakses pada: 22 September 2020.
- Wang, Hong-Tao, Ming Xue, Hui-Na Chen, dan Fang-Yuan Zhou. 2011. Adult oviposition and larvae feeding behavior of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) on tobacco plants after infested by B-biotype *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *The Journal of Applied Ecology*, 22(5),1302-1308.