

**EFEKTIVITAS BAKTERI *Bacillus* sp. TERHADAP
Pectobacterium carotovorum PENYEBAB PENYAKIT BUSUK
LUNAK PADA TANAMAN SAWI (*Brassica Juncea* L.)**

**The Efficacy of Bacteria *Bacillus* Sp. Against *Pectobacterium Carotovorum*
Causing Soft Rot Disease in Mustard Plants (*Brassica Juncea* L.)**

Naslia¹⁾, Irwan Lakani²⁾

¹⁾Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

²⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738

E-mail: naslialia2018@gmail.com, lakani15@yahoo.com.

Submit: 18 Maret 2024, Revised: 21 Oktober 2024, Accepted: Oktober 2024

DOI : <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v12i5.2116>

ABSTRACT

This study investigated the efficacy of *Bacillus* sp. in controlling *Pectobacterium carotovorum*, a bacterial pathogen causing soft rot in plants. The experiment was conducted at the Disease Laboratory and Academic Screen House, Faculty of Agriculture, Tadulako University, Palu. Analysis of variance approach was employed, followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% significance level. Four treatment groups were tested, corresponding to different concentrations of *Bacillus* sp.: B0 (10^{-3} cfu/ml), B1 (10^{-5} cfu/ml), B2 (10^{-7} cfu/ml), and B3 (10^{-9} cfu/ml). The results indicated that the highest disease severity (11.75%) occurred at the 10^{-9} cfu/ml concentration, whereas the lowest (1.00%) was observed at the 10^{-3} cfu/ml concentration. All treatments demonstrated relatively low disease severity, suggesting that *Bacillus* sp. effectively suppresses *P. carotovorum*. Regarding plant growth, the tallest mustard plants (17.63 cm on average) were observed at the 10^{-3} cfu/ml concentration, while the shortest (11.93 cm on average) was recorded at the 10^{-9} cfu/ml concentration. Additionally, the highest leaf count (5.75 on average) was found in plants treated with 10^{-3} and 10^{-5} cfu/ml, whereas the lowest (4.00 on average) was observed in the 10^{-7} cfu/ml treatment. These findings highlight the potential of *Bacillus* sp. as a biocontrol agent to mitigate *P. carotovorum* infections while promoting mustard plant growth.

Keywords : *Bacillus* sp., Disease Severity and *P. carotovorum*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan Efektifitas *Bacillus* sp. yang tepat untuk mampu mengendalikan bakteri *Pectobacterium Carotovorum*. Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu, dan di Screen House Akademik Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu, Pelaksanakan penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2022 sampai selesai. Desain penelitian yang digunakan yaitu sidik ragam dan dilanjutkan dengan Uji BNT (Beda nyata Terkecil) dengan empat perlakuan konsentrasi *Bacillus* sp.: B0 (10^{-3} cfu/ml), B1 (10^{-5} cfu/ml), B2 (10^{-7} cfu/ml), and B3 (10^{-9} cfu/ml). Keparahan penyakit dengan presentase tertinggi sebesar 11,75% terdapat pada konsentrasi 10^{-9} , sedangkan terendah sebesar 1,00% terdapat pada konsentrasi 10^{-3} cfu/ml. Diketahui bahwa persentase semua jenis perlakuan memiliki keparahan penyakit serangan cukup rendah. Hal ini menandakan bahwa penggunaan konsentrasi *Bacillus* sp. mampu menekan keparahan *P. carotovorum*. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 10^{-3} cfu/ml dengan nilai 17,63 cm,

sedangkan terendah 11,93 cm terdapat pada konsentrasi 10^{-9} cfu/ml. Rata-rata jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan 10^{-3} cfu/ml dan 10^{-5} cfu/ml dengan nilai 5,75, sedangkan jumlah daun paling sedikit terdapat pada perlakuan 10^{-7} cfu/ml dengan nilai 4.00.

Kata Kunci: Keparahan Penyakit, Tinggi Daun, Banyak Daun.

PENDAHULUAN

Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) merupakan tanaman sayuran yang dibudidayakan di iklim sub-tropis, Namun mampu beradaptasi dengan baik pada iklim tropis. Kebutuhan produksi tanaman sawi sering kali mengalami kendala karena banyaknya hama maupun bakteri yang menyerang tanaman sawi saat akan panen maupun pasca panen. Salah satu bakteri yang menyerang tanaman sawi yaitu bakteri *Pectobacterium carotovorum*.

P. carotovorum merupakan salah satu spesies bakteri yang umumnya menyebabkan gejala busuk lunak pada beberapa tanaman hortikultura (Schaad dkk, 2001). Bakteri ini memiliki kisaran inang yang sangat banyak dan dapat menginfeksi tanaman dalam penyimpanan (Goto, 1992). Dampak yang disebabkan oleh bakteri patogen tersebut sangat serius (Semangun, 1991). Bakteri ini merupakan patogen terbawah tanah yang sulit dikendalikan secara kimiawi (Arwiyanto dkk, 1999) dan penyebarannya sangat cepat.

Bakteri ini menyebabkan penyakit busuk lunak pada tanaman sawi. Gejala awal penyakit busuk lunak pada tanaman sawi ditandai dengan beberapa bagian tanaman yang terlihat basah dan membusuk. Semakin lama, bercak basah pada tanaman menjadi berwarna coklat dan kehitaman serta dapat meluas ke bagian dalam jaringan tanaman (Romi, 2016).

Upaya pengendalian yang selama ini banyak dilakukan oleh petani adalah penggunaan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida kimia sintetis dalam jangka Panjang dapat membunuh mikroorganisme non patogen, meracuni manusia karena penggunaan dosis yang tidak tepat, meracuni hewan dan mencemari lingkungan. Oleh

karena itu perlu dicari solusi yang lebih tepat dalam mengendalikan penyakit busuk lunak yaitu dengan menggunakan metode pengendalian hayati.

Pengendalian hayati dengan menggunakan mikroba-mikroba antagonis memiliki beberapa keunggulan antara lain ramah lingkungan, tidak membahayakan makhluk hidup, biaya yang tidak mahal dan dapat diperoleh hasil pertanian yang aman bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Mikroba-mikroba ini dapat mengendalikan patogen penyebab penyakit dengan cara kompetisi, menghasilkan antibiotik mendegradasi dinding sel patogen dan meningkatkan ketahanan tanaman.

Bakteri *Bacillus* sp. ini Salah satu mikroba yang dapat digunakan dalam pengendalian hayati. Bakteri ini merupakan mikroorganisme non-patogen yang dapat mengendalikan penyakit pada tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, mikroorganisme ini bersifat antagonis dalam mengendalikan patogen terutama patogen tular tanah, Sedangkan efek tidak langsung mikroorganisme antagonis ini dapat menginduksi ketahanan tanaman (Habazar, 1993).

Pengaplikasian bakteri *Bacillus* sp. yang efektif bersifat antagonis telah banyak dilakukan dan memberikan harapan yang cukup baik. Agens hayati *Bacillus* sp. mampu mengendalikan beberapa patogen tular tanah. *Bacillus* sp. Mempunyai daya antagonis yang baik dan dapat menurunkan infeksi penyakit layu bakteri oleh *Ralstonia solanacearum* pada tanaman jahe sebesar 80% (Bustanaman, 2006). *Bacillus* sp. Juga mampu memacu pertumbuhan tanaman (Cook dan Baker, 1989).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu, dan di Screen House Akademik Fakultas Pertanian Universitas Tadulako Palu. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2022 sampai Agustus 2023.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *autoclave*, test tube, automatic mixer, shaker, cawan petri berdiameter 9 cm, Erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 500 ml, beaker glass 1000 ml, gelas piala, vorteks, batang pengaduk, pipet tetes, jarum, ose, lampu busen, timbangan analitik, termometer, pinset, *laminar air flow cabinet*, incubator, oven, *polybag* kecil (ukuran 10 × 12 cm), *polybag* besar (ukuran 35 × 40), *handsprayer*, *colony counter*, meteran, alat suntik ukuran 5 ml, korek api, selotip, pisau, catter, gelas ukur dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Isolat *Bacillus* sp, Bakteri *Pectobacterium carotovorum*, aquades, kertas label, kertas wrap, Alkohol 70%, medium *nutrient Agar (NA)* dan bibit sawi varietas tosan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap (RAK) dengan 4 perlakuan terdiri dari:

- B0 = Konsentrasi *Bacillus* sp 10^{-3} cfu/ml
- B1 = Konsentrasi *Bacillus* sp 10^{-5} cfu/ml
- B2 = Konsentrasi *Bacillus* sp 10^{-7} cfu/ml
- B3 = Konsentrasi *Bacillus* sp 10^{-9} cfu/ml

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 16 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Penyiapan Isolat *Bacillus* sp. Isolat *Bacillus* sp. yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian universitas Tadulako direisolasi dengan memindahkan koloni bakteri yang tumbuh pada medium NA yang diperoleh, dengan menggunakan jarum ose yang telah disterilkan terlebih dahulu pada nyala api lampu busen. Proses isolasi dilakukan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* dengan menggunakan metode gores dan isolasi

diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh diisolasi dengan memindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi medium NA sampai diperoleh biakan murni. Selanjutnya disuspensikan dalam aquades steril sesuai dengan konsentrasi yang akan digunakan untuk perlakuan.

Isolasi Bakteri *Pectobacterium carotovorum*.

Bakteri *P. carotovorum* diisolasi dengan menggunakan metode menanam jaringan (*tissue plating*). Bagian tanaman yang terserang dipotong dengan menggunakan pisau sepanjang 1 cm dengan setengah bagian yang sakit dan setengah bagian yang sehat. Permukaan jaringan selanjutnya disterilkan dengan merendamnya di dalam larutan NA *Hipoklorit* 10% selama 3 menit, kemudian di bilas dengan cara merendamnya ke dalam aquades steril sebanyak 2 kali. Potongan jaringan tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi medium NA steril yang telah padat dan diinkubasi selama 2 hari dalam incubator. Selah bakteri tumbuh dilakukan reisolasi untuk mendapatkan biakan murni yakni dengan mengambil 1 ose dari masa koloni bakteri kemudian digoreskan secara zig-zag pada medium Na steril yang telah padat dan diinkubasi selama 2 hari di dalam incubator sehingga diperoleh biakan murni bakteri *P. carotovorum*.

Uji Patogenesitas *Pectobacterium carotovorum*.

Bakteri *P. carotovorum* yang berasal dari biakan murni diuji patogenesitasnya. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri *P. carotovorum* yang di dapatkan patogen atau tidak. Uji patogenesitasnya tersebut dilakukan di Labolatorium. Isolasi *P. carotovorum* pada medium NA mula-mula disuspensikan dengan melakukan seri pengenceran sampai dengan pengenceran 10^{-5} . Permukaan daun sawi terlebih dahulu disterilkan dengan menggunakan kapas yang diberi larutan Na- Hipoklorat 10% dan dibilas dengan aquades. Selanjutnya suspensi bakteri dengan konsentrasi 10^{-5} cfu disuntikan pada bagian tulang daun di bawah

permukaan daun. Penyuntikan dilakukan pada semua daun yang telah membuka sempurna. Bagian daun yang diinokulasi diberi tanda. Suspensi bakteri juga disemprotkan pada bagian tanaman. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 3 hari hingga terlihat gejala berupa bercak, busuk dan berlendir.

Persiapan Tempat. Persiapan tempat penelitian diawali dengan membersihkan green house dari tanaman liar menggunakan parang.

Persiapan Medium Tanam. Medium tanam yang digunakan adalah tanah lapisan atas yang diambil pada kedalaman 0-20 cm. Tanah diambil dari kebun percobaan Fakultas Pertanian Tadulako. Tanah tersebut dicampur dengan pupuk kandang kambing dengan perbandingan 2:1. Selanjutnya tanah dimasukkan kedalam polybag kecil untuk pembibitan dan ke dalam polybag besar untuk penanaman.

Penyemaian Benih. Persamaan benih dilakukan dengan memakai Polybag kecil yang berukuran 10 ×12 cm. Benih sawi diambil dengan pinset sebanyak 1 butir/polybag dan disemai, kemudian disiram setiap hari dengan menggunakan *handsprayer* untuk menjaga kelembapan tanah. Setelah bibit berumur 2 minggu, bibit siap untuk ditanam polybag besar.

Aplikasi Perlakuan *Bacillus* sp. Aplikasi bakteri *Bacillus* sp. dilakukan dengan cara menyiramkan suspensi sebanyak 3 ml/polybag (sesuai perlakuan) ke permukaan medium tanam secara merata satu minggu sebelum tanam. Suspensi disiapkan dengan cara memperbanyak isolat *Bacillus* sp. Pada medium NA (nutrient agar) kemudian disuspensikan dengan aquades steril dalam Beaker glass berukuran 1.000 ml. Suspensi bakteri *Bacillus* sp. Yang berada dalam Beaker glass diencerkan mulai dari pengenceran 10^{-1} sampai tingkat pengenceran 10^{-9} . Tingkat pengenceran yang digunakan sebagai perlakuan adalah mulai dari pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-9} .

Penanaman. Penanaman dilakukan pada polybag besar ukuran 35×40 cm yang berisi medium tanah yang berisi 1 kg. Penanaman dilakukan pada sore hari untuk mengurangi tingginya laju transpirasi pada bibit. Bibit yang dipilih yang telah berumur 2 minggu, pertumbuhannya seragam dan sehat. Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tanam seukuran polybag kecil, kemudian polybag tersebut dirobek dengan menggunakan cutter. Satu batang bibit dimasukkan dengan hati-hati ke dalam lubang tanam yang telah disiapkan dengan mengikuti semua tanah yang ada dalam polybag kecil, Kemudian dilakukan penyiraman dengan air sehingga medium lembab.

Inokulasi *Pectobacterium carotovorum*. Inokulasi *P. carotovorum* dilakukan dengan menyemprotkan suspensi bakteri pada bagian tanaman dengan konsentrasi 10^{-8} cfu/ml sebanyak 1 ml tanaman (Yaganza dkk. 2004). Bakteri ini diinokulasi pada saat tanaman berumur 1 minggu setelah tanam di polybag besar. Suspensi ini diperoleh dari isolat *P. carotovorum* yang telah dimurnikan pada medium NA, dengan cara menambahkan aquades steril sebanyak 10 ml dalam cawan petri lalu digoyang sampai tercampur. Suspensi ini kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 90 ml aquades dan digoyang kembali sampai tercampur rata dan selanjutnya diencerkan beberapa kali hingga diperoleh konsentrasi 10^{-8} cfu/ml.

Penyiraman. Penyiraman dilakukan dengan menyiram tanaman dengan air sebanyak 240 ml/tanaman menggunakan gelas bekas air mineral. Kegiatan penyiraman dilakukan dua kali, yaitu pada pagi dan sore hari. Pada siang hari dilakukan penyemprotan dengan air di sekitar tanaman menggunakan *handsprayer* untuk menjaga kelembapan udara.

Pengendalian Gulma. Pengendalian gulma diantara polybag dan di dalam polybag dilakukan dengan mencabut langsung gulma yang tumbuh.

Pengendalian Hama. Pengendalian hama dilakukan dengan mengambil dan membunuh langsung hama yang menyerang tanaman sawi.

Pengamatan. pengamatan dilakukan sebanyak 5 kali dengan waktu pengamatan 21 HST, 22 HST, 23 HST, 24 HST 25 HST. Dengan variable pengamatan yaitu keparahan,tinggi tanaman, dan banyak daun.

Panen. Tanaman sawi dipanen pada umur 30-40 hari setelah tanam (HST), dengan kriteria apabila daun yang paling bawah sudah mulai menguning. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut tanaman sawi.

Variabel Pengamatan

Intensitas Serangan Penyakit (%). Menghitung intensitas serangan penyakit busuk lunak pada setiap tanaman sawi. Rumus yang digunakan untuk menghitung intensitas penyakit berdasarkan Rownsend dan heibergerd, 1943 *cit.* Sinaga (2003) adalah sebagai berikut :

Keterangan:

I = Intensitas penyakit

ni = Jumlah tanaman dengan skor ke-i

vi = Nilai skala penyakit dari I =0 - 4

N = Jumlah tanaman yang diamati

Z = Skor tertinggi

Untuk mengukur skala serangan bakteri *P. carotovorum* pada tanaman digunakan skor menurut (CIBA-GEIGY, 1997), sebagai berikut :

Tabel 1. Skala Gejala Intensitas Serangan

| Skor | Gejala |
|------|------------------------------|
| 0 | Tidak ada gejala bercak ungu |
| 1 | 0 – 20% daun terserang |
| 2 | 21 – 40% daun terserang |
| 3 | 41 – 60% daun terserang |
| 4 | 61 – 80% daun terserang |
| 5 | 81 – 100% daun terserang |

Tinggi Tanaman Sawi. Diamati setiap hari selama 7 hari pengamatan dari awal inokulasi hingga timbul gejala pertama penyakit bercak ungu untuk melihat pada hari keberapa gejala pertama muncul.

Persentase Jumlah Daun Busuk Tanaman Sawi Yang Terpapar Bakteri *Pectobacterium carotovorum* Dari Keseluruhan Daun. Persentase jumlah daun busuk pada sawi dihitung dengan membandingkan antara jumlah daun busuk tanaman sawi yang terinfeksi bakteri *P. carotovorum* dengan keseluruhan daun sawi yang masih sehat per setiap sampel tanaman, jumlah serangan yang diamati pada 21 HST, 28 HST dan 35 HST.

Analisa Data.

Data yang diperoleh dari setiap pengamatan dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata, maka di lanjutkan dengan uji BNT taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keparahan Penyakit *Pectobacterium carotovorum* Pada Sawi. Berdasarkan pengamatan keparahan penyakit busuk lunak pada tanaman sawi menunjukkan bahwa 48 tanaman yang diamati menunjukkan adanya serangan penyakit busuk lunak pada 21, 22, 23, 24 dan 25 HST. Hasil analisis perbedaan antar perlakuan menyatakan adanya perbedaan dari 5 kali pengamatan.

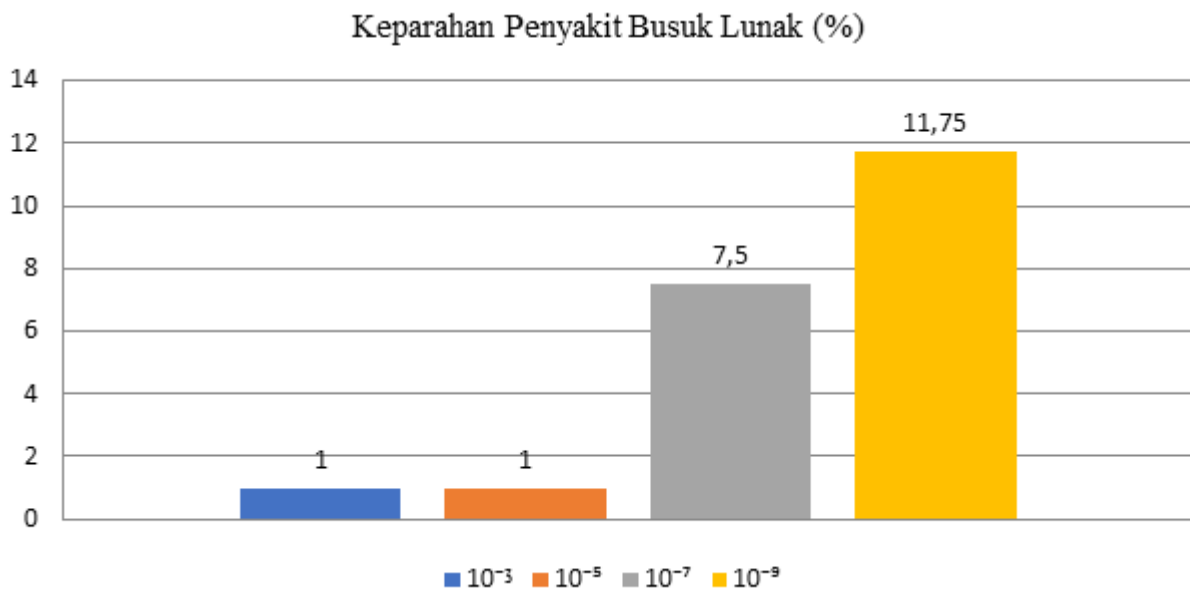
Gambar 1. Menunjukkan persentase keparahan penyakit tertinggi terdapat pada konsentrasi 10^{-9} dengan persentase 11.75%,

Sedangkan keparahan penyakit yang terendah terdapat pada konsentrasi 10^{-3} dan 10^{-5} dengan persentase 1.00%. Diketahui bahwa persentase semua jenis perlakuan memiliki keparahan penyakit serangan cukup rendah. Hal ini menandakan bahwa penggunaan Konsentrasi *Bacillus* sp. Mampu menekan keparahan *P. carotovorum*.

Tinggi Tanaman Sawi Data hasil pengamatan tinggi tanaman pada pengamatan pertama 21 HST perlakuan berpengaruh nyata. Sedangkan 28 HST Menunjukkan perlakuan yang tidak berpengaruh nyata dan pada 35 HST

Menunjukkan perlakuan yang nyata Meskipun perlakuan tidak berpengaruh nyata, tetapi tinggi tanaman dari tiap perlakuan menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan.

Pada Tabel 2 menunjukkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 10^{-3} dengan nilai rata-rata 17.63 cm. Sedangkan nilai rata-rata tinggi tanaman terendah terdapat pada konsentrasi 10^{-9} dengan nilai rata-rata 11.50 cm.



Gambar 1. Menunjukkan persentase keparahan penyakit.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Pada Sawi

| Perlakuan | Waktu Pengamatan | | | |
|-----------|------------------|--------|--------|--------|
| | 21 HST | 28 HST | 35 HST | |
| 10^{-3} | | 4.45b | 10.40 | 17.63b |
| 10^{-5} | | 4.50b | 7.98 | 16.75b |
| 10^{-7} | | 3.00a | 7.73 | 11.50a |
| 10^{-9} | | 2.40a | 9.78 | 11.93a |
| BNT 5% | | 1.30 | tn | 3.08 |

Angka yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun pada tanaman sawi

| Perlakuan | Waktu Pengamatan | | |
|------------------|------------------|--------|--------|
| | 21 HST | 28 HST | 35 HST |
| 10 ⁻³ | 3.00 | 4.25a | 5.75b |
| 10 ⁻⁵ | 3.00 | 4.50b | 5.75b |
| 10 ⁻⁷ | 3.75 | 3.75a | 4.00a |
| 10 ⁻⁹ | 2.50 | 4.25a | 5.00ab |
| BNT 5% | tn | 0.56 | 1.02 |

Angka yang diikuti notasi huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Jumlah Daun. Data hasil pengamatan banyak tanaman pada pengamatan pertama 21 HST perlakuan tidak berpengaruh nyata. Sedangkan 28 HST menunjukkan perlakuan yang berpengaruh nyata dan pada 35 HST Menunjukkan perlakuan yang berpengaruh nyata.

Pada Tabel menunjukkan rata-rata jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan 10⁻³ dan 10⁻⁵ dengan nilai rata-rata 5.75. Sedangkan jumlah daun yang paling sedikit menunjukkan nilai rata-rata terdapat pada perlakuan 10⁻⁷ dengan nilai rata-rata 4.00.

Pembahasan

Keparahan Penyakit *Pectobacterium carotovorum*. Berdasarkan hasil pengamatan keparahan penyakit *P. carotovorum* menunjukkan perlakuan tidak berpengaruh nyata tetapi mempunyai rata-rata yang berbeda (Gambar 1). Persentase keparahan penyakit terendah terdapat pada perlakuan 10⁻³ dan 10⁻⁵ dengan memiliki rata-rata 1.00%, untuk perlakuan 10⁻⁷ dengan memiliki rata-rata 7.50% dan untuk perlakuan 10⁻⁹ dengan tingkat persentase tertinggi dengan nilai rata-rata 11.75%.

Persentase keparahan penyakit pada tanaman sawi terendah pada perlakuan 10⁻³ dan 10⁻⁵ hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi *Bacillus* sp. yang diaplikasikan pada tanaman sehingga jumlah koloni akan lebih banyak dengan demikian kemampuan agen hayati tersebut dalam mengendalikan serangan *P. carotovorum* secara tidak langsung akan lebih tinggi dan intensitas penyakit cenderung lebih rendah. *Bacillus*

sp. mengendalikan patogen secara langsung yaitu melalui kemampuannya dalam menginduksi ketahanan tanaman. Hal ini didukung oleh Benhamou dkk. (1996). Yang melaporkan bahwa rhizobakteri termasuk *Bacillus* sp. dapat menginduksi ketahanan fisik dengan cara penebalan dinding sel atau secara kimiawi dengan meningkatkan senyawa fenol dan fittoleksi yang dapat memberikan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen.

Bakteri *Bacillus* sp. memiliki kemampuan antara lain mampu merombak senyawa organik, menghasilkan antibiotik, serta berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi (Suhastyo dkk, 2013). *Bacillus* sp. dapat mengeluarkan senyawa antibiosis yang dapat memberikan sinyal pada tanaman yang terserang penyakit untuk melakukan pertahanan diri (Jatnika dkk, 2013).

Bakteri agens hayati *Bacillus* sp. mampu mengendalikan bakteri patogen *P. carotovorum* dengan menghasilkan senyawa antibiotik sehingga dapat merusak fungsi perlindungan dari membrane sel bakteri *P. carotovorum*. Senyawa antibiotik merupakan hasil dari metabolisme sekunder bakteri. Menurut Supriadi (2006) bakteri agens hayati *Bacillus* sp. ini menghasilkan beberapa senyawa antibiotik seperti basitrasin, basilin, basilomisin B, difisidin, oksidifisidin, lesitinase, dan subtulisin. Menurut Sihombing (2009) bakteri agens hayati *P. fluorescens* memproduksi senyawa antibiotic puloteorin, oomycin, penazine 1-carboxylic acid/2,4 diphloroglucinol. Menurut Olivera dkk.. (2006) dengan kerusakan pada membrane sel sehingga mengakibatkan penyusutan pada sel, sehingga sel bakteri *P. carotovorum*

akan kehilangan air dan mengalami plasmolysis. Hambatan tersebut dapat dilakukan dengan pengaruh senyawa antibiotik tersebut dalam untuk merusak dinding sel bakteri patogen. Sehingga aktifitas metabolisme bakteri patogen menjadi terganggu. Dengan demikian aktifitas metabolisme bakteri patogen terganggu dan menyebabkan sel bakteri patogen akan mati. Pengaruh senyawa antibiotik memiliki peran dalam proses sintesis protein sel. Sintesis protein sel dapat terhambat bila terkena senyawa antibiotik sehingga sel akan rusak dan tidak dapat melakukan sintesa protein.

Tinggi Tanaman Sawi. Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman sawi menunjukkan bahwa perlakuan hari pengamatan 21 HST dan 35 HST berpengaruh nyata dan perlakuan hari pengamatan 28 HST tidak berpengaruh nyata, namun tetap menunjukkan rata-rata tinggi tanaman yang berbeda setiap perlakuannya (Tabel 3). Dikarenakan konsentrasi *bacillus* sp. diaplikasikan lebih tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Karena jumlah koloni bakteri *bacillus* sp. pada medium tumbuh semakin banyak, sehingga agens antagonis ini lebih mampu menekan intensitas penyakit (lampiran 8b) dan selain itu tanaman sawi tumbuh disebabkan karena kelompok bakteri menguntungkan yang agresif mengkolonisasi rizosfer (zona perakaran) sering juga disebut sebagai *plant growth promoting rhizobacterial* (PGPR) (Ayu dkk., 2014) yang dihasilkan oleh isolat *bacillus* sp. yang mampu meningkatkan ketahanan tanaman dan pertumbuhannya. Hal ini didukung oleh pernyataan Desmawati (2006). Bahwa *bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (Plant Growth Promoting Rhizobacterial) karena menghasilkan senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan tanaman. Selain itu dapat memacu pertumbuhan dan merangsang pertumbuhan akar serta mampu meningkatkan ketahanan tanaman.

Selain itu, sintesis hormon tumbuhan menghasilkan IAA, giberelin dan sitokinin

(Agustiansyah dkk., 2013) Sehingga tanaman yang diberi PGPR umumnya memiliki pertumbuhan yang lebih baik. kemampuan rizobakteria dalam melarutkan fosfat atau memfiksasi nitrogen atau memproduksi hormon tumbuh merupakan karakteristik rizobakteria yang diharapkan dapat mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hormon pertumbuhan ini dapat merangsang pertumbuhan akar lateral (Vasundeva dkk., 2001). Hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh bakteri ini dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan.

Ketersediaan unsur hara juga sangat penting dimana tanaman memerlukan keseimbangan unsur hara untuk menunjang pertumbuhan dalam hal ini adalah tinggi tanaman. Salah satu ketersediaan unsur hara tersebut dapat diperoleh dari agens hayati seperti *bacillus* sp.

Banyak Daun. Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun tanaman sawi menunjukkan bahwa perlakuan 21 HST tidak berpengaruh nyata dan perlakuan 28 HST dan 35 HST berpengaruh nyata, namun tetap menunjukkan rata-rata jumlah daun yang berbeda setiap perlakuannya (Tabel 4). Perlakuan 10^{-3} memiliki rata-rata jumlah daun tertinggi pada pengamatan 35 HST yaitu 5.75 helai dan perlakuan 10^{-5} memiliki jumlah daun dengan nilai rata-rata pengamatan 35 HST yaitu 5.75, Pada perlakuan 10^{-9} memiliki nilai rata-rata jumlah daun pada pengamatan 35 HST yaitu 5.00 helai. Dan untuk perlakuan 10^{-7} memiliki nilai rata-rata yang paling rendah dengan jumlah daun pada pengamatan 35 HST yaitu 4.00 helai.

Sejalan dengan perlakuan yang sama pada tinggi tanaman, Pengamatan jumlah daun yang terbaik ditunjukkan oleh perlakuan 10^{-3} dan 10^{-5} dengan nilai rata-rata yaitu 5.75 helai. Terjadinya pertumbuhan daun yang optimal berhubungan langsung dengan tinggi tanaman. Semakin tinggi tanaman maka jumlah titik tumbuh daun akan semakin meningkat (Fairhurst dkk, 2007). Menurut Gardner dkk., (1991) menyatakan bahwa batang tanaman tersusun

dari ruas yang merentang diantara buku-buku batang tempat melekatnya daun dimana jumlah buku sama dengan jumlah daun.

Diduga bahwa perlakuan *Bacillus* sp. merupakan kompetitor ruang tumbuh yang sangat baik serta dapat memproduksi zat pengatur tumbuh (ZPT) berupa IAA (Indole Asetic Acid). IAA yang dihasilkan oleh bakteri akan dimanfaatkan oleh tanaman dan akan mengalami proses metabolisme didalam tubuh tanaman sehingga membantu proses pertumbuhan tinggi, diameter batang, jumlah daun tanaman sawi. Menurut Janah (2015) hormon ini yang diyakini mampu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan organ vegetatif tanaman seperti daun dan organ tanaman lain.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi *Bacillus* sp. 10^{-3} dan 10^{-5} cfu/ml efektif dalam mengendalikan penyakit busuk lunak. Kemudian perlakuan konsentrasi *Bacillus* sp. 10^{-3} menunjukkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu dengan nilai rata-rata 17,63 cm. Sedangkan perlakuan konsentrasi *Bacillus* sp. 10^{-3} dan 10^{-5} menunjukkan rata-rata jumlah daun terbanyak yaitu dengan nilai rata-rata 5,75.

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan bahwa penelitian selanjutnya menggunakan konsentrasi lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiansyah, A., Ilyas, S., Sudarsono, S., & Macmud, M. 2003. *Karakterisasi Rizobakteri yang Perpotensi Mengendalikan Bakteri Xanthomonas oryzae dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi*. Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. 13 (1):42-51.
- Arwiyanto, T dan I. Hartana. 1999. *Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau. Percobaan di Rumah Kaca*. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 5(1):44-60.
- Ayu, G., Sutariati, K., Rakian, T.C, Sopacuan, N., & Mudi, L.A. 2014. *Kajian Potensi Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman yang Diisolasi dari Rizosfer Padi Sehat*. Agroteknos. 4(2):71-77.
- Benhamou, N., JW Kloepper, A.Q., Hallmann, S. Tuzun. 1996. *Introduction of Defence Related Ultrastructural Modification in Pea Root Tissues Inoculated with Endophytic Bacterial*. Plant Physiology. 35 (4):1044-1051.
- Bustaman, H. 2006. *Seleksi Mikroba Rizosfer Antagonis Terhadap Bakteri Ralstonia solanacearum Penyebab Penyakit Layu Bakteri pada Tanaman Jahe di Lahan Tertindas*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 8 (1):12-18.
- CIBA-GEIGY. 1997. *Field Trial Manual Basle*. Switzerland.
- Cook, R.J. and K.F. Baker 1989. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul Minnesota. 505 pp.
- Desmawati. 2006. *Pemanfaatan Plant Growth Promoting Rhizobacterial (PGPR) Prospek yang Menjadikan dalam Berusaha Tani Tanaman Hortikultura*. Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, Jakarta. Diakses Tanggal 16 Januari 2021.
- Fairhurst, T.H.C. Witt, R.J. Buresh, and A. Dobermann. 2007. *Rice: A Practical Guide to Nutrient Management*, Manila (PH): International Rice Research Institute, 2nd Edition, 48p.

- Goto. M. 1992. *Fundamentals of Bacterial plant pathology*. Acad.pres.Inc., Tokyo, Japan. 2(8):342-345.
- Habazar, T. 1993. *Bioteknologi Dalam Menunjang Program Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu*. Penelitian Bidang Bioteknologi. Depdikbud Dikti. Cisarua. Bogor. 15-18 November.
- Jannah. D. C. 2005. *Aplikasi Lama Perendaman PGPR dan Pemangkasan Pupuk Terhadap Produksi Mentimun (curcumis sativus L)*. Skripsi Fakultas pertanian. Universitas Tadulako.
- Olivera, F C., R. C. Geruza, S. M. Amanda, A.S Andre, dan B. Adriano. 2006. *Bacteriocinlike Substance Inhibits Potato Soft Rot Caused by Pectobacterium Carotovorum*. Canadia journal of microbiology.77(5): 533-539.
- Romi dan Wahyudin (2016) *Studi Kondisi Sanitasi dengan Kualitas Bakteriologis Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Panakukkukang Kota Makassar*, Jurnal penelitian. 2 (2): 43-41.
- Semangun, H. 1994. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sihombing, D. 2009. *Biopestisida Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Hias*. Warta Penelitian dan Pengembangan pertanian. 31(3):25-45.
- Suhastyo, AS., Iswandi A., Dwi Andreas S., dan Yulin Lestari. 2013. *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (System of Rice Intensification)*. Saindeka. 10(2) : 30 – 40.
- Supriadi. 2006. *Analisis Resiko Agens Hayati Untuk Pengendalian Patogen Pada Tanaman*. Jurnal Litbang Pertanian. 25(3):23-29.
- Vasundevan P., M.S. Reddy., S Kavitha., P. velusamy., and R.S.D paulraj.2002. *Role of Biological Preperation in Enhancement of Rice Seeding growth and grain yield*. Curr.sci.8(3): 40-43.
- Yaganza, E.S., D. Rioux and M. Simard. 2004. *Ultrastructural Altterations of Pectobacterium Carotovorum subsp. Atroseptical Caused by Treatment with Aluminium Chloride and Sodium Metabisulfite*. Americans Society for Microbiology. 70(11):68-88.