

PENGARUH APLIKASI BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* DAN *Bacillus subtilis* TERHADAP MORTALITAS NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne javanica*) DI LABORATORIUM

Isnainy Dinul Mursyalati Yus, Bambang Tri Rahardjo, Toto Himawan

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jln. Veteran, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT

The root knot nematode (*Meloidogyne* sp.) is one of important disease on some plants. The disease could reducing the quantity and quality of tubers and causing significant yield losses. To prevent this damage, we can utilize fungi and bacteria that act as natural enemies of nematode. Several studies reported that some isolates of fungi and bacteria as antagonistic bacteria. The research was conducted in Sub Laboratory of Plant Nematology, Pest and Disease Department, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang. The purpose of this research were to know the ability of *Pseudomonas fluorescens* (UB_Pf1) and *Bacillus subtilis* (UB_Bs1) isolates for being the cause of second juvenile root knot nematode (*Meloidogyne* sp.) mortality and the effect of bacteria colonies density of *P. fluorescens* (UB_Pf1) and *B. subtilis* (UB_Bs1) to mortality of second juvenile root knot nematode (*Meloidogyne* sp.). The application of *P. fluorescens* (UB_Pf1) and *B. subtilis* (UB_Bs1) isolates caused mortality of second juvenile root knot nematode (*M. javanica*). In addition, the effect of three levels of bacteria colonies density of *P. fluorescens* (UB_Pf1) and *B. subtilis* (UB_Bs1) isolates were effective to control second juvenile root knot nematode mortality (*M. javanica*). The highest value of LT_{50} was *P. fluorescens* (UB_Pf1) and *B. subtilis* (UB_Bs1) isolates with colony density 10^{11} cfu/ml are 32,99 and 56,78 hours, respectively.

Keywords: Root knot nematode, *P. fluorescens*, *B. subtilis*, mortality

ABSTRAK

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan salah satu penyakit penting pada berbagai tanaman berekonomi tinggi. Serangan nematoda puru akar menyebabkan kerusakan secara kualitatif maupun kuantitatif. Pemanfaatan musuh alami nematoda yang berasal dari kelompok jamur dan bakteri dapat digunakan sebagai agen hayati. Penelitian ini dilaksanakan di Sub Laboratorium Nematologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri *Pseudomonas fluorescens* (UB_Pf1) dan *Bacillus subtilis* (UB_Bs1) dalam menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.), dan pengaruh kerapatan koloni bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dalam menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) mampu menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Selain itu, pengaruh 3 taraf kerapatan koloni bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dapat mempengaruhi mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Nilai LT_{50} tertinggi pada aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* kerapatan koloni 10^{11} cfu/ml, yaitu 32,99 jam untuk bakteri *P. fluorescens* dan 56,78 jam untuk *B. subtilis*.

Kata kunci: Nematoda puru akar, *P. fluorescens*, *B. subtilis*, mortalitas

PENDAHULUAN

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) merupakan salah satu penyakit penting pada berbagai tanaman berekonomi tinggi. Akibat serangan nematoda puru akar menyebabkan kerusakan secara kualitatif maupun kuantitatif. Menurut Sikora dan Fernandez (2005), kerusakan akibat nematoda puru akar pada berbagai tanaman, baik di daerah tropik maupun subtropik cukup besar sehingga sangat merugikan secara ekonomi.

Penggunaan musuh alami nematoda puru akar ini berasal dari kelompok organisme, seperti jamur dan bakteri. Keduanya bersifat antagonis sehingga dapat digunakan sebagai agens hayati yang sesuai untuk mengendalikan nematoda puru akar. Ditinjau dari segi keamanan lingkungan, pengendalian nematoda dengan menggunakan agens hayati baik jamur ataupun bakteri merupakan alternatif pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan cara konvensional yang menggunakan pestisida kimia. Siddiqui dan Mahmood (1998) menyatakan bahwa kelompok bakteri yang banyak digunakan sebagai agens hayati nematoda puru akar, antara lain *Pasteuria penetrans*, kelompok *Bacillus* dan *Pseudomonas*.

Tingkat kepadatan koloni bakteri yang diaplikasikan untuk mengendalikan nematoda menunjukkan tingkat kematian yang berbeda. Kajian mengenai perbedaan kepadatan koloni bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* perlu dilakukan karena setiap isolat memiliki tingkat virulensi yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dalam menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.), (2)

pengaruh kepadatan koloni bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dalam menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Sub Laboratorium Nematologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang pada bulan April sampai dengan bulan Juli 2014.

Perbanyakkan Isolat Bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1)

Isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) merupakan koleksi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya diperbanyak menggunakan media NB (*Nutrient Broth*). Koloni bakteri yang terbentuk disuspensikan dalam air steril untuk mendapatkan suspensi bakteri dengan kepadatan koloni 10^7 , 10^9 dan 10^{11} cfu/ml. Pengukuran nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer ($OD_{660}=1$).

Perbanyakkan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.)

Meloidogyne sp. diambil dari tanaman tomat yang terserang di lapang. Akar yang terpuru kemudian dibelah untuk diambil nematoda puru akar betina. Nematoda puru akar betina ini kemudian dikumpulkan dalam cawan petri yang berisi aquades. Kemudian nematoda puru akar betina dicuci dengan NaOCl 0,5%, kemudian dibilas dengan aquades. Selanjutnya persiapkan bibit tomat yang berumur 3 minggu dan siramkan pada bibit tanaman tomat.

Tanaman tomat hasil perbanyakan nematoda puru akar ini kemudian diambil kembali dengan cara dan perlakuan yang sama dengan sebelumnya. Setelah dicuci dengan NaOCl 0,5% dan dibilas dengan aquades, kemudian hasil pencucian diletakkan didalam cawan petri yang berisi aquades. Inkubasi selama lebih kurang 5- 7 hari sampai kebutuhan juvenil II nematoda puru akar ini tercukupi. Selama 5-7 hari ini nantinya telur-telur nematoda akan menjadi juvenil II. Juvenil II nematoda puru akar ini kemudian akan dihitung jumlah tiap mililiter (ml) yang akan digunakan didalam penelitian.

Identifikasi Nematoda Puru Akar pada Tanaman Tomat Hasil Perbanyakan

Identifikasi sidik pantat nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) menggunakan nematoda puru akar yang menyerang akar tanaman tomat. Akar tanaman tomat dibelah secara hati-hati dengan menggunakan jarum agar nematoda betina tidak pecah. Selanjutnya pindahkan ke kaca preparat yang kering dan amati dibawah mikroskop stereo.

Tusuk bagian kepala nematoda dengan jarum sehingga seluruh isi tubuh nematoda keluar dari dalam tubuhnya. Setelah nematoda kempis, bagian posterior (pantat) nematoda dipotong dengan menggunakan silet. Pemotongan bagian posterior ini dilakukan dengan memotong 1/3 dari bagian tubuh nematoda. Harus dipastikan bagian tubuh nematoda tersebut dalam keadaan telungkup. Siapkan kaca preparat, kemudian ditutup dengan penutup kaca preparat dan diamati dengan menggunakan mikroskop medan terang. Selanjutnya identifikasi spesies nematoda dengan mengamati struktur morfologi atau sidik pantat nematoda tersebut.

Uji virulensi Isolat Bakteri *P.fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) terhadap Mortalitas Juvenil II Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.)

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali, dengan menggunakan perlakuan kerapatan *P.fluorescens*(UB_Pf1) dan *B. subtilis*(UB_Bs1), yaitu 10^7 cfu/ml, 10^9 cfu/ml dan 10^{11} cfu/ml, serta kontrol. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 35 juvenil II nematoda puru akar kedalam cawan petri yang kemudian ditambah dengan suspensi bakteri (sesuai perlakuan). Selanjutnya pengamatan dilakukan terhadap mortalitas juvenil II nematoda ini setelah 6, 12 dan 24 jam berlangsungnya perlakuan dibawah mikroskop stereoskop.

Persentase mortalitas dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{mortalitas} = \frac{\Sigma \text{ nematoda yang mati}}{\Sigma \text{ nematoda uji}} \times 100\%$$

Bila pada kontrol terdapat kematian (tidak lebih dari 20%) maka persentase kematian perlu dikoreksi dengan rumus Abbot (1925), yaitu

$$p = \frac{x - y}{x} \times 100\%$$

Keterangan :

- p : persentase kematian yang terkoreksi
- x : persentase nematoda yang hidup pada kontrol
- y : persentase nematoda yang hidup pada perlakuan

Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dengan taraf kepercayaan 95 %. Bila hasil pengujian diperoleh beda nyata maka

dilanjutkan dengan uji Tukey HSD menggunakan program SPSS Statistik 17.0 (SPSS, 2008). Sedangkan untuk perhitungan LC₅₀ dan LT₅₀ pada persentase mortalitas dianalisis menggunakan analisis probit program Hsin chi (Hsin chi, 1997).

HASIL

Berdasarkan pengamatan ciri-ciri khusus pola sidik pantat yang dimiliki nematoda betina, hasil pengamatan yang dilakukan pada sidik pantat ialah *M. javanica*. Hal ini dikarenakan pada *M. javanica* dicirikan oleh 2 garis lateral yang sangat jelas (Gambar 1a).

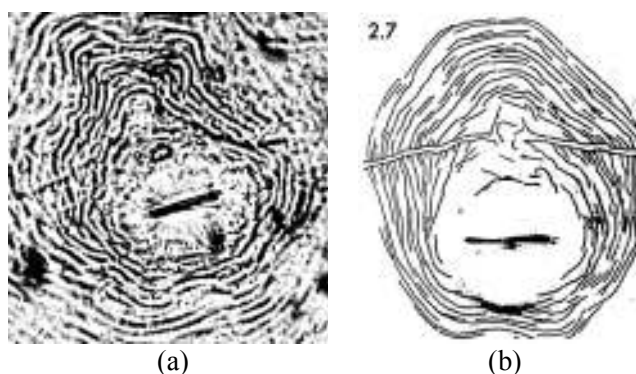
Persentase Mortalitas Juvenil II Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne javanica*)

Berdasarkan analisis ragam terhadap mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) setelah aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*, terlihat bahwa kerapatan koloni bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* 10⁷, 10⁹ dan 10¹¹ cfu/ml pada pengamatan 6, 12 dan 24 jam berpengaruh signifikan terhadap mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) ($p < 0,05$) (Tabel 1).

Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dalam 3 taraf kerapatan koloni bakteri memiliki pengaruh signifikan terhadap mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*).

Mortalitas tertinggi dimasing-masing pengamatan 6, 12 dan 24 jam yaitu pada perlakuan kerapatan kolonibakteri *P. fluorescens* 10¹¹ cfu/ml masing-masing sebesar 16,43 persen; 31,42 persen dan 42,85 persen (Tabel 1). Pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* dengan kerapatan koloni 10⁹ cfu/ml dan 10⁷ cfu/ml pada pengamatan 12 jam terjadi kenaikan mortalitas, yaitu masing-masing 12,14 persen dan 8,57 persen dari 2,85 persen nilai persentase mortalitas pada pengamatan 6 jam. Sedangkan pada pengamatan 24 jam nilai persentase mortalitas pada perlakuan *P. fluorescens* dengan kerapatan koloni 10⁹ dan 10⁷ cfu/ml semakin naik yakni sebesar 16,42 % dan 11,42 %.

Tidak jauh berbeda pada perlakuan bakteri *B. subtilis*. Pada kerapatan koloni bakteri *B. subtilis* 10¹¹ cfu/ml juga menyebabkan mortalitas tertinggi dibanding dengan 2 perlakuan *B. subtilis* lainnya, yaitu pada kerapatan koloni 10⁹ dan 10⁷ cfu/ml. Perlakuan bakteri *B. subtilis* pada kerapatan 10¹¹ cfu/ml, yaitu sebesar 8,57 persen pada pengamatan 6 jam; 13,57 persen pada pengamatan 12 jam dan 29,28 persen pada pengamatan 24 jam. Pada perlakuan kerapatan koloni bakteri *B. subtilis* 10⁹ dan 10⁷ cfu/ml pada pengamatan 12 jam mengalami kenaikan



Gambar 1. Hasil identifikasi nematoda puru akar pada tanaman tomat: (a) adanya garis lateral yang sangat jelas; (b) pola sidik pantat menurut Eisenback *et al.*, (1981).

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas dan persentase terkoreksi juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) perlakuan kerapatan koloni bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*.

Perlakuan	Mortalitas (%)			Persentase terkoreksi (%)		
	6 jam	12 jam	24 jam	6 jam	12 jam	24 jam
<i>P. fluorescens</i> 10 ¹¹ cfu/ml	16,43b	31,42b	42,85b	16,43b	31,07b	41,54b
<i>P. fluorescens</i> 10 ⁹ cfu/ml	2,85ab	12,14ab	16,42a	2,85ab	11,55ab	14,06a
<i>P. fluorescens</i> 10 ⁷ cfu/ml	2,85ab	8,57a	11,42a	2,85ab	7,93a	8,84a
<i>B. subtilis</i> 10 ¹¹ cfu/ml	8,57ab	13,57ab	29,28ab	8,57ab	12,98ab	27,24ab
<i>B. subtilis</i> 10 ⁹ cfu/ml	2,85ab	7,14a	17,14ab	2,85ab	6,49a	14,60a
<i>B. subtilis</i> 10 ⁷ cfu/ml	2,14a	5a	8,57a	2,14a	4,30a	5,86a
Kontrol	0	0,7	2,85	0	0	0

Keterangan :

*) n = 35

**) Angka-angka yang diikuti oleh huruf berbeda, berarti berbeda nyata pada uji Tukey HSD (p=0,05).

persentase mortalitas, yaitu masing-masing sebesar 7,14 persen dan 5 persen. Selanjutnya dipengamatan 24 jam mengalami kenaikan nilai persentase mortalitas sebesar 17,14 persen pada kerapatan koloni bakteri *B. subtilis* 10⁹ cfu/ml dan 8,57 persen pada kerapatan koloni bakteri *B. subtilis* 10⁷ cfu/ml.

Pada kontrol juga mengalami mortalitas pada juvenil II nematoda puru akar dipengamatan 12 dan 24 jam. Dikarenakan kematian tidak lebih dari 20 persen, maka nilai persentase mortalitas dikoreksi menggunakan rumus abbot (1925). Terlihat bahwa nilai persentase terkoreksi juvenil II nematoda puru akar ini tidak jauh berbeda dengan nilai persentase mortalitas, yakni pada pengamatan 6, 12 dan 24 jam berbeda secara signifikan (p < 0,05).

Lethal Concentration Bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* terhadap Lethal Time Juvenil II Nematoda Puru Akar (*M. javanica*)

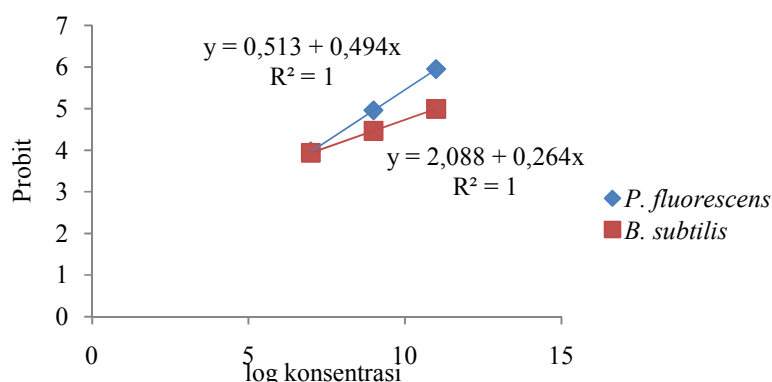
Median Lethal Concentration adalah konsentrasi yang digunakan untuk dapat menyebabkan kematian 50% dari populasi hewan uji. Berdasarkan (Tabel 2.) aplikasi bakteri *P. fluorescens* yang berpotensi menyebabkan kematian 50% pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) pada kerapatan bakteri 1 x 10¹¹ cfu/ml. Persamaan garis regresi $y = 0,513 + 0,494x$ yang

menunjukkan bahwa setiap kenaikan nilai koefisien x (konsentrasi), maka nilai dari koefisien y (probit) akan mengalami kenaikan sebesar 0,513. Sedangkan pada aplikasi bakteri *B. subtilis* yang berpotensi menyebabkan kematian 50% pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) pada kerapatan 1 x 10¹³ cfu/ml. Persamaan garis regresi $y = 2,088 + 0,264x$ yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan nilai koefisien x (konsentrasi), maka nilai koefisien y (probit) akan mengalami kenaikan sebesar 2,088.

Terlihat bahwa kerapatan bakteri *P. fluorescens* lebih rendah dibandingkan dengan kerapatan bakteri *B. subtilis* dalam menyebabkan kematian 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Artinya dengan kerapatan 1 x 10¹¹ cfu/ml pada bakteri *P. fluorescens* sudah dapat menyebabkan kematian hingga 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Sedangkan pada bakteri *B. subtilis* membutuhkan kerapatan bakteri yang tinggi yaitu 1 x 10¹³ cfu/ml untuk dapat menyebabkan kematian hingga 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*).

Tabel 2. Nilai Lethal Concentration (LC₅₀) dan Lethal Time (LT₅₀) aplikasi bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* yang diujikan pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*)

Isolat	LC ₅₀ (cfu/ml)	LT ₅₀ (jam)		
		10 ¹¹ cfu/ml	10 ⁹ cfu/ml	10 ⁷ cfu/ml
<i>P. fluorescens</i> (UB_Pf1)	1 x 10 ¹¹	32,99	110,45	239,74
<i>B. subtilis</i> (UB_Bs1)	1 x 10 ¹³	56,78	70,96	278,18



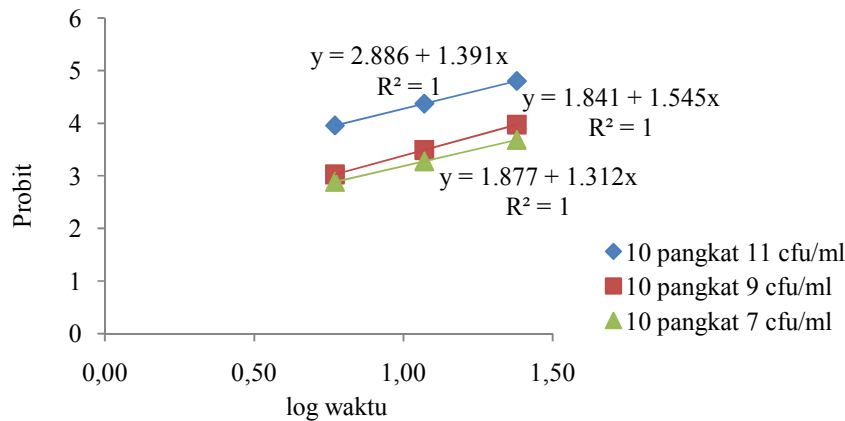
Gambar 2. Grafik LC₅₀ isolat bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*

Median Lethal Time adalah waktu yang dibutuhkan untuk dapat menyebabkan kematian 50% dari populasi hewan uji. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada perlakuan mempunyai nilai LT₅₀ yang berbeda-beda. Dari (Tabel 2.) terlihat bahwa pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dengan kerapatan koloni 10¹¹ cfu/ml yang memiliki nilai LT₅₀ sebesar 32,99 jam dan 56,78 jam, yang artinya setelah 32,99 jam aplikasi bakteri *P. fluorescens* dengan kerapatan 10¹¹ cfu/ml sudah dapat menyebabkan kematian 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Sedangkan pada aplikasi bakteri *B. subtilis* pada kerapatan 10¹¹ cfu/ml, pada 56,78 jam setelah aplikasi menyebabkan kematian 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*).

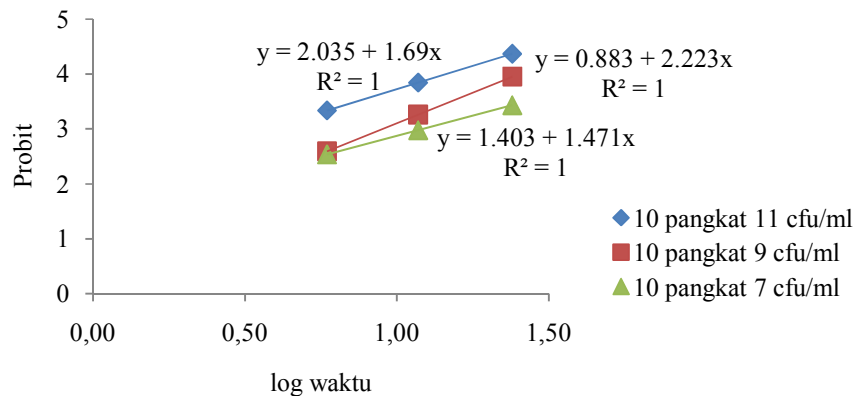
Dari hasil pengujian ketiga kerapatan bakteri dari isolat bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*, kerapatan bakteri 10¹¹ cfu/ml menyebabkan kematian juvenil II nematoda

puru akar (*M. javanica*) lebih cepat dibandingkan dengan kerapatan bakteri 10⁹ dan 10⁷ cfu/ml. Hal ini diduga kerapatan tinggi menghasilkan senyawa toksik yang lebih banyak dibanding dengan kerapatan rendah, sehingga waktu kematian (LT₅₀) pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) lebih cepat dicapai dengan kerapatan koloni bakteri tinggi. Dalam hal ini nilai LT₅₀ lebih kecil atau menyebabkan kematian dengan cepat dibandingkan dengan kerapatan bakteri yang lebih rendah lainnya.

Dari persamaan regresi menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi pada kerapatan koloni bakteri *P. fluorescens* bernilai positif (Gambar 3). Arah koefisien regresi positif menunjukkan bahwa tinggi nilai mortalitas juvenil II nematoda puru akar, maka waktu yang dibutuhkan untuk mematikan juvenil II nematoda puru akar juga naik.



Gambar 3. Grafik hubungan mortalitas dengan waktu pada perlakuan bakteri *P. fluorescens* terhadap juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*)



Gambar 4. Grafik hubungan mortalitas dengan waktu pada perlakuan bakteri *B. subtilis* terhadap juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*).

Tidak berbeda dengan (Gambar 3), bahwa persamaan regresi menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi pada kepadatan koloni bakteri *B. subtilis* bernilai positif (Gambar 4). Arah koefisien regresi positif menunjukkan bahwa nilai mortalitas juvenil II nematoda puru akar tinggi, maka waktu yang dibutuhkan untuk mematikan juvenil II nematoda puru akar juga tinggi.

Dilihat dari grafik pada Gambar 1. dan Gambar 2. bentuk hubungan antara 2 variabel menyatakan korelasi positif. Hubungan positif menyatakan hubungan semakin besar nilai pada variabel x (log waktu) diikuti pula perubahan

dengan semakin besarnya nilai pada variabel y (probit).

PEMBAHASAN

Tanaman tomat yang terinfeksi nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) akan nampak kerdil akibat pertumbuhannya terhambat, daun layu dan menguning. Nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) menyerang pada bagian bawah tanaman, terutama akar dan umbi. Menurut Prasasti (2012), akar yang terserang berat lebih pendek daripada akar yang sehat dengan sedikit akar lateral dan rambut akar. Akibatnya terjadi gangguan pada sistem perakaran yang menyebabkan berkurangnya penyerapan air dan nutrisi dari dalam tanah

sehingga menimbulkan gejala yang tampak seperti kekurangan nutrisi dan air.

Nematoda puru akar ini menyerang sebagian besar tanaman utama. Hal ini mengakibatkan jumlah populasi nematoda puru akar semakin meningkat karena keberadaan inangnya yang semakin luas. Berbagai penelitian telah didapatkan beberapa isolat, baik kelompok bakteri maupun jamur yang bersifat antagonis, yang dapat digunakan sebagai agens hayati. Berdasarkan Siddiqui dan Mahmood (1998) beberapa kelompok bakteri yang sering digunakan sebagai agens hayati pada nematoda puru akar, antara lain *Pasteuria penetrans*, kelompok *Bacillus* dan *Pseudomonas*.

Dari kedua isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dapat menyebabkan mortalitas pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*). Kematian pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) diduga disebabkan oleh metabolit sekunder, enzim kitinase, dan protease yang dihasilkan bakteri *P. fluorescens* dan *B. subtilis*. Enzim ini dapat digunakan langsung oleh bakteri untuk mendegradasi sel patogen (Harni, 2007). Beberapa protease bakteri telah terbukti terlibat dalam proses infeksi terhadap nematoda. Selama bakteri menginfeksi, terjadi degradasi pada semua komponen kutikula nematoda yang menunjukkan keterlibatan enzim hidrolitik (Cox *et al.*, 1981).

Mekanisme utama dari biokontrol *P. fluorescens* ialah memproduksi antibiotik seperti 2,4-diacetylphloroglucinol (PHL), pyoluteorin (PLT), pyrrolnitrin dan phenazine-1-carboxylate (Thomashow dan Weller, 1995). Seperti yang diungkapkan Lindberg (1981), bahwa kelompok *Bacillus* diduga menghasilkan volatile nematisida dan utamanya ditandai dengan benzeneacetaldehyde, 2-nonanone, decanal, 2-undecanone dan dimethyl disulphide yang aktif terhadap juvenil *M. incognita*.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa semakin tinggi kerapatan isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) yang digunakan maka nilai persentase mortalitas juga semakin tinggi. Pada suspensi bakteri dengan kerapatan tinggi,

jumlah koloni bakteri juga semakin banyak. Semakin banyak koloni bakteri yang tumbuh inilah yang memungkinkan senyawa toksik yang dihasilkan bakteri menyebabkan kematian pada juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) semakin meningkat. Inilah yang menyebabkan persentase mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) pada tingkat kerapatan koloni bakteri tinggi menyebabkan nilai mortalitas juga tinggi. Oleh sebab itu, isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) dapat digunakan sebagai salah satu pengendalian biologi terhadap nematoda puru akar (*M. javanica*).

KESIMPULAN

1. Perlakuan isolat bakteri *Pseudomonas fluorescens* (UB_Pf1) dan *Bacillus subtilis* (UB_Bs1) dapat menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*).
2. Perlakuan isolat bakteri *P. fluorescens* (UB_Pf1) dan *B. subtilis* (UB_Bs1) pada kerapatan koloni 10^{11} cfu/ml lebih tinggi menyebabkan mortalitas juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) dibanding kerapatan koloni 10^9 dan 10^7 cfu/ml.
3. Perlakuan isolat bakteri *P. fluorescens* memiliki nilai LC_{50} dengan kerapatan bakteri 1×10^{11} cfu/ml sudah dapat menyebabkan mortalitas 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) dan Lethal Time (LT_{50}) 32,99 jam. Sedangkan perlakuan bakteri *B. subtilis* memiliki nilai LC_{50} 1×10^{13} cfu/ml untuk dapat menyebabkan kematian 50% juvenil II nematoda puru akar (*M. javanica*) 56,78 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. S. 1925. A Method of Comparing The Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Cox, G. N., Kush M and Edgar R. S. 1981. Cuticle of *Caenorhabditis elegans*. Its isolation and partial

- characterization. *Journal of Cell Biology* 90: 7-17.
- Eisenback, J. D., H. Hirschmann., J. N. Sasser and A. C. Triantaphyllou. 1981. A Guide to the Four Most Common Species of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) With a Pictorial Key. The Department of Plant Pathology and Genetics North Carolina State University.
- Harni, R., A. Munif., Supramana and E. Mustika. 2007. Potensi Bakteri Endofit Pengendali Nematoda Peluca akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada Nilam. *Jurnal of Bioscience*. pp 7-12.
- Lindberg, G. S. 1981. An Antibiotic Lethal to Fungi. *Plant Disease* 65: 680-683.
- Hsin chi. 1997. Probit Analysis. National Chung Hsing University. Taichung:
- Prasasti, W. D. 2012. Strategi Pengendalian Penyakit Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). Program Studi Pemuliaan Tanaman, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Sikora, R. A. and E. Fernandez. 2005. Nematoda Parasites of Vegetables. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. 2nd edition. CABI publishing. pp 319-392.
- SPSS. 2008. SPSS Statistic 17.0. IBM Statistics.
- Thomashow, L. S. and D. M. Weller. 1995. Current Concepts in the Use of Introduced Bacteria for Biological Disease Control. In: Stacey, G., Keen, N. (Eds.), *Plant-microbe interactions*, vol. 1. Chapman & Hall. New York. pp. 187-235.