

Karakteristik Bakteri *Xenorhabdus* dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn.

The Characteristics of Xenorhabdus Bacteria and Their Effects on Rhizoctonia solani Kuhn. Growth

Tili Karenina^{1*)}

¹Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi Daerah Provinsi Sumatera Selatan
Jl. Demang Lebar Daun No. 4864 Palembang, Telp. : (0711) 374456 Fax. (0711) 350077

*Corresponding author: tili_effen@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research was conducted in order to find a biological control agent damping-off disease caused by the *Rhizoctonia solani*. The research objective was to determine the characteristics of the bacteria *Xenorhabdus* and determine the effect of bacteria *Xenorhabdus* application against *R. solani* growth. The research was conducted on Nematologi Laboratory Crop Protection Department of Sriwijaya University. Laboratory trial was carried out by observing. Observations obtained presented in tables and analyzed descriptively and using completely randomized factorial design like growth media, liquid medium volume, and long shaker time. The results showed that 1) the growth media affect the characteristics of the bacteria *Xenorhabdus* which time the phase changes of primary and secondary as well as the number of bacterial colonies growing in a growth medium; and 2) *Xenorhabdus* bacteria can inhibit the growth of fungi *R. solani* in vitro. This research is expected to be used as a basis to conduct research of control fungus *Rhizoctonia solani* by *Xenorhabdus* bacteria in vivo.

Key words: biological agents, characteristics, inhibition, *rhizoctonia solani*, *xenorhabdus* bacteria.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dalam rangka menemukan agent pengendalian hayati penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani*. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik bakteri *Xenorhabdus* dan mengetahui pengaruh aplikasi bakteri *Xenorhabdus* terhadap pertumbuhan *R. Solani*. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Nematologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Sriwijaya. Metode penelitian dilakukan dengan observasi di laboratorium. Hasil pengamatan yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif serta menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri dari 3 faktor perlakuan yaitu lama shaker bakteri, media pertumbuhan, dan volume media cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) media pertumbuhan berpengaruh terhadap karakteristik bakteri *Xenorhabdus* yaitu waktu perubahan fase primer dan sekunder serta jumlah koloni bakteri yang tumbuh di media pertumbuhan; dan 2) bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* secara in vitro. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar untuk melakukan penelitian pengendalian jamur *Rhizoctonia solani* oleh bakteri *Xenorhabdus* secara in vivo.

Kata kunci: Agen hayati, karakteristik, penghambatan, *Rhizoctonia solani*, *Xeorhabdus*

PENDAHULUAN

Bakteri genus *Xenorhabdus* (*Enterobacteriaceae*) merupakan bakteri spesifik simbiosis nematoda patogen serangga famili Steinernematidae. Genus bakteri ini tergolong ke dalam famili *Enterobacteriaceae* (Givaudan & Lanois, 2000). Bentuk bakteri normal yang diisolasi dari simbiosis nematoda stadia infeksi adalah bakteri fase I. Bakteri Fase I menghasilkan beberapa antibiotik, beberapa protein seperti lipase dan protease dan menghasilkan fimbriae dan flagella sedangkan pada fase II tidak ada atau sangat berkurang. Kedua fase ini bersifat patogen terhadap larva serangga, tapi fase I berasosiasi hanya dengan nematoda infeksi yang secara alami memarasit serangga. (Thaler *et al.*, 1998). Selama perbanyakan secara *in vitro* atau produksi massa nematoda, strain bakteri *Xenorhabdus* secara spontan menghasilkan bentuk yang kolonial yang dinamakan bakteri fase II. Kedua fase bakteri *Xenorhabdus* dibedakan oleh beberapa karakteristik, yang ditunjukkan dengan virulensi terhadap serangga atau hubungan dengan nematoda. (Givaudan & Lanois, 2000).

Bakteri *Xenorhabdus* merupakan bakteri gram negatif yang bersifat patogenik tinggi terhadap serangga. Bakteri ini hidup dalam simbiosis dengan nematoda Rhabditidae. Simbiosis bakteri-nematoda mempunyai kisaran inang yang luas dan digunakan untuk pengendalian biologi beberapa Hama Lepidoptera, Diptera dan Coleoptera dari tanaman budidaya (Brown *et al.*, 2005). Berdasarkan studi literatur diketahui bahwa bakteri *Xenorhabdus* juga mampu menyebabkan kematian serangga hama. Menurut Ribeiro *et al.* (2002), bakteri *Xenorhabdus* tumbuh menghambat aktifitas immunosit serangga *Spodoptera littoralis*. Selain itu bakteri *Xenorhabdus nematophila* menyebabkan kematian larva serangga *Galleria mellonella* sebesar 95% dalam waktu 4 hari setelah aplikasi. *Xenorhabdus nematophila* juga menghambat sistem imun *Tribolium castaneum* (Shrestha and Kim, 2010). Bakteri simbiosis *Xenorhabdus nematophilus* efektif dalam mengendalikan *Crocidolomia binotalis* dengan mortalitas sebesar 98,75% pada 120 jam (Subagiya, 2005). Mortalitas serangga maksimum 50% didapat dengan aplikasi bakteri pada konsentrasi 4×10^6 sel/ml (Mahar *et al.*, 2004.).

Selain bersifat patogenik terhadap serangga, bakteri *Xenorhabdus* juga berpotensi dalam mengendalikan mikroorganisme penyebab penyakit tanaman. Potensi bakteri *Xenorhabdus* dalam mengendalikan mikroorganisme patogen tanaman ini dikaitkan dengan kemampuannya dalam menghasilkan antibiotik. Menurut Xiu-fen *et al.* (2001), bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan hifa *Phytophthora infestans* hingga 70 persen. Hal serupa juga dinyatakan oleh Kueen (1991), bahwa aplikasi *X. bovienii* pada permukaan daun kentang yang berumur 4-5 minggu mengurangi hawar daun yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*. Selain itu menurut Anshari *et al.* (2005), bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan konidia dari jamur *Metarhizium anisoplae*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, dan *Paecilomyces fumosoroseus*. Aplikasi bakteri *Xenorhabdus* ke tanah di zona akar tanaman efektif menekan jamur *Aspergillus niger* pada kacang tanah (Vyas *et al.*, 2007). Aplikasi sel bakteri akan lebih efektif pada kelembaban 14% dan temperatur 25 °C. Selain itu inokulasi bakteri *Xenorhabdus nematophila* pada konsentrasi 4×10^7 cell/ml mengurangi insidensi penyakit tomat yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sebesar 40,38 hingga 47,54% dan mengurangi populasi *Fusarium oxysporum* di rizosfer sebesar 97%. Konsentrasi bakteri *Xenorhabdus nematophila* 4×10^5 efektif menghambat pertumbuhan jamur di media agar (Inam *et al.*, 2007).

Potensi bakteri *Xenorhabdus* dalam mengendalikan hama dan pathogen tanaman didukung oleh kemampuan bakteri tersebut dalam menghasilkan metabolit yang membantu pelumpuhan sistem imun serangga serta zat antifungal dan antibakteri untuk mencegah

degradasi atau kolonisasi bangkai serangga saat bakteri dan nematoda bereproduksi (Brown *et al.*, 2004)

Salah satu patogen penting yang sulit dikendalikan dan dapat mengakibatkan kehilangan hasil pada tanaman adalah patogen penyakit rebah kecambah yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* Kuhn. Menurut Jacobsen (2006), kehilangan hasil pada gula bit yang diakibatkan oleh *R. solani* diperkirakan lebih dari 50%. Menurut Saikia *et al.*, (2006), jamur *R. solani* juga menyebabkan kehilangan hasil pada padi berkisar antara 5,2–50%. Menurut Winarsih dan Syafrudin (2001) patogen ini dapat menghancurkan persemaian dalam waktu singkat.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengendalikan jamur tular tanah seperti penggunaan varietas tahan dan pergiliran tanaman, tetapi belum memberikan hasil yang baik. Salah satu pengendalian yang sering dilakukan dan dianggap cukup efektif untuk pengendalian patogen tersebut ialah melalui aplikasi fungisida. Namun penggunaan pestisida yang intensif dan berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif diantaranya dapat meracuni manusia dan hewan domestik, meracuni organisme yang berguna, mencemari lingkungan dengan segala akibatnya, termasuk residu pestisida, menimbulkan strain hama baru yang resisten terhadap pestisida, menimbulkan terjadinya resurgensi hama atau peristiwa meningkatnya populasi hama setelah diperlakukan dengan pestisida tertentu, menyebabkan terjadinya ledakan hama sekunder dan hama potensial, memerlukan biaya yang mahal karena sifat ketergantungan keberhasilan budi daya tanaman pada pestisida. Menurut Said 1994, apabila masuk ke dalam rantai makanan, sifat beracun bahan pestisida dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, mutasi, bayi lahir cacat.

Saat ini tuntutan masyarakat akan produk yang bebas residu pestisida semakin meningkat. Pada masa sekarang dan masa mendatang, orang lebih menyukai produk pertanian yang alami dan bebas dari pengaruh pestisida walaupun produk pertanian tersebut di dapat dengan harga yang lebih mahal dari produk pertanian yang menggunakan pestisida (Ton, 1991).

Oleh karena itu harus dicari pengendalian alternatif yang efektif dan cara pengendalian itu aman terhadap lingkungan. Usaha pengendalian yang mulai dikembangkan akhir-akhir ini adalah pengendalian hayati yang berprinsip pada keseimbangan alami. Pengendalian hayati dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan hama dan patogen serta dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat residu toksik dari fungisida yang banyak digunakan sekarang ini (Winarsih dan Syafrudin, 2001).

Berdasarkan literatur diketahui bahwa bakteri *Xenorhabdus* berpotensi menekan pertumbuhan patogen tanaman dan mampu mengendalikan serangga hama. Dilihat dari sifatnya bakteri ini juga dapat dikembangkan sebagai antagonis jamur patogen *R. Solani*. Penelitian mengenai pengendalian bakteri *Xenorhabdus* terutama strain spesifik lokasi di Sumatera Selatan merupakan suatu hal yang baru, oleh karena itu diperlukan observasi untuk mengetahui karakteristik bakteri *Xenorhabdus* dan mengetahui pengaruh aplikasi bakteri *Xenorhabdus* terhadap *R. Solani*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu memecahkan permasalahan petani dalam usaha mengembangkan usaha taninya, khususnya dalam upaya peningkatan produksi tanaman sekaligus sebagai dasar memilih teknik pengendalian hayati alternatif yang tepat dan efisien.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Nematologi jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Inderalaya. Bahan yang digunakan adalah ragi tapai, ragi roti, yeast extract, agensia hayati nematoda *Steinernema*

carpocapsae, isolat jamur *R. solani*. Alat yang dibutuhkan antara lain yaitu Petri Dish, Erlenmeyer, lampu Bunsen, jarum ose, otoklaf, mikroskop, kamera digital, alat tulis, gelas ukur, magnetik stirrer, pipet tetes, orbital shaker.

Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi di laboratorium. Hasil pengamatan yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif serta menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari 3 faktor perlakuan yaitu lama shaker bakteri (A), media pertumbuhan (B), dan volume media cair bakteri (C). Faktor perlakuan lama shaker terdiri dari 24 jam shaker (A1) dan 48 jam shaker (A2) sedangkan faktor perlakuan media pertumbuhan terdiri dari yeast extract (B1), ragi roti (B2), dan ragi tapai (B3) dan faktor volume media cair terdiri dari 50 ml media cair (C1), 100 ml media cair (C2), dan 150 ml media cair (C3). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 ulangan. Pelaksanaan penelitian antara lain :

1. Karakteristik Bakteri *Xenorhabdus*

- Isolasi bakteri *Xenorhabdus* dari nematoda *Steinernema carpocapsae*
- Fase primer dan sekunder bakteri *Xenorhabdus*
- Penentuan konsentrasi bakteri dengan OD (optic density) spektrophotometer
- Pertumbuhan pada media Mac Konkey dan media NA
- Uji fisiologis bakteri *Xenorhabdus* (Pewarnaan gram, pembentukan spora, uji katalis, uji fermentasi bakteri terhadap glukosa)
- Pengaruh media pertumbuhan terhadap karakteristik bakteri *Xenorhabdus* (perubahan fase primer dan sekunder serta jumlah koloni bakteri *Xenorhabdus*)

2. Pengaruh Aplikasi Bakteri *Xenorhabdus* terhadap *Rhizoctonia solani*

- Uji Penghambatan jamur *R. solani* oleh bakteri *Xenorhabdus*
Penghambatan pertumbuhan koloni diekspresikan dalam persentase yang dihitung dengan rumus (Van den Heuvel, 1970):

$$Mi = \frac{Mc - Mt}{Mc} \times 100\%$$

Keterangan :

Mi = Persentase penghambatan.

Mc = Pertumbuhan pada kontrol.

Mt = Pertumbuhan yang terhambat.

HASIL

1. Pengaruh Media Pertumbuhan terhadap Karakteristik Bakteri *Xenorhabdus*

Bakteri *Xenorhabdus* diisolasi dari larva *Gallelaria mellonella* yang terinfeksi dengan nematoda *Steinernema glaseri*. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis bakteri *Xenorhabdus* bereaksi dengan menghasilkan koloni berwarna biru di media NBTA. Hasil pengamatan mikroskopis di bawah mikroskop diketahui bahwa bakteri *Xenorhabdus* berbentuk batang. Pertumbuhan bakteri *Xenorhabdus* di media Mac Konkey menghasilkan koloni berwarna merah muda dengan tepi koloni rata. Sedangkan jika ditumbuhkan di media NA menghasilkan koloni berwarna putih dengan tepi rata. Dari hasil penentuan konsentrasi bakteri dengan OD (optic density) spektrophotometer diketahui bahwa bakteri simbion pada pengenceran 10^{-1} memiliki OD 0,41 pada panjang gelombang 378 nm dan menghasilkan 431 koloni. Bakteri simbion fase primer memiliki ciri morfologi koloni dengan warna pusat lebih gelap dengan warna bening di tepi koloni, sedangkan bakteri fase sekunder memiliki warna pusat dan tepi koloni gelap. Hasil pengamatan mikroskopis

bakteri simbion diketahui bahwa bakteri fase primer memiliki bentuk dan ukuran sel yang seragam, sedangkan bakteri fase sekunder memiliki bentuk dan ukuran sel yang beragam.

Dari hasil uji fisiologis diketahui bahwa bakteri simbion merupakan bakteri gram negatif, tidak menghasilkan spora, tidak menghasilkan reaksi katalis, dan dapat memfermentasi glukosa (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji fisiologis bakteri simbion

Uji fisiologis	Reaksi	Hasil uji
- Uji reaksi gram dengan KOH	- Positif	- Gram negatif
- Pewarnaan gram	- Sel menghasilkan warna merah muda	- Gram negatif
- Pembentukan spora	- Tidak terlihat endospora yang berwarna hijau oleh pewarnaan malacite green dan merah muda pada sel vegetatifnya	- Tidak membentuk spora
- Reaksi oksidasi	- Negatif	- Tidak melakukan reaksi oksidasi
- Uji katalis	- Negatif	- Uji katalis negatif
- Uji fermentasi glukosa	- Positif	- Mampu memfermentasi glukosa

Hasil pengamatan diketahui bahwa media pertumbuhan berpengaruh terhadap waktu perubahan fase primer dan sekunder bakteri *Xenorhabdus* dimana waktu perubahan fase bakteri terlama pada media yeast extract yaitu 50% bakteri berubah menjadi fase II pada jam ke- 78,68, sedangkan waktu perubahan tercepat pada media ragi roti yaitu 50% bakteri berubah fase II pada jam ke-69,63 (Tabel 2).

Tabel 2. Waktu perubahan fase bakteri *Xenorhabdus* pada beberapa media pertumbuhan

Media	waktu perubahan fase (jam)	selang kepercayaan (jam)	
		Terendah	Terendah
yeast extract	78,68	77,28	80,08
ragi roti	69,63	57,94	77,83
ragi tapai	74,39	70,93	77,70

Hasil analisis keragaman pengaruh media pertumbuhan terhadap populasi koloni bakteri *Xenorhabdus* yang tumbuh diketahui bahwa semua perlakuan berpengaruh nyata terhadap populasi koloni bakteri di media dengan sig. <0,01. Dari hasil pengamatan diperoleh perlakuan terbaik yaitu perlakuan lama shaker 48 jam, media pertumbuhan dengan ragi roti dan volume media cair 100 ml yang menghasilkan populasi koloni bakteri *X. nematophilus* terbanyak yaitu sebesar 687,8 koloni yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama shaker 48 jam, media perbanyak ragi roti dan volume media cair 150 ml yaitu sebanyak 595,8 koloni, tetapi sangat berbeda nyata dari perlakuan lainnya (tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh media pertumbuhan terhadap populasi koloni bakteri *Xenorhabdus*

Lama shaker	Media pertumbuhan		koloni bakteri
	Jenis media pertumbuhan	volume media	
24 jam	yeast extract	50 ml	209.8 de
24 jam	yeast extract	100 ml	147.6 bc
24 jam	yeast extract	150 ml	86 ab
24 jam	ragi roti	50 ml	375.6 ijk
24 jam	ragi roti	100 ml	301 gh

24 jam	ragi roti	150 ml	251 ef
24 jam	ragi tapai	50 ml	456 k
24 jam	ragi tapai	100 ml	321 ij
24 jam	ragi tapai	150 ml	186.4 cd
48 jam	yeast extract	50 ml	322 ij
48 jam	yeast extract	100 ml	334.8 ij
48 jam	yeast extract	150 ml	31.2 a
48 jam	ragi roti	50 ml	434 jk
48 jam	ragi roti	100 ml	687.8 n
48 jam	ragi roti	150 ml	595.8 mn
48 jam	ragi tapai	50 ml	487.2 kl
48 jam	ragi tapai	100 ml	384.4 ijk
48 jam	ragi tapai	150 ml	327.2 ij

Ket: Angka diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata (BNJ 5%)

Hasil pengamatan diketahui bahwa media pertumbuhan berpengaruh terhadap karakteristik bakteri *Xenorhabdus* yaitu waktu perubahan fase primer dan sekunder serta jumlah koloni bakteri yang tumbuh di media pertumbuhan.

2. Pengaruh Bakteri *Xenorhabdus* terhadap jamur *Rhizoctonia solani*

Hasil penelitian dapat diketahui bahwa bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat perkembangan miselia jamur *R. solani*. Hal ini diketahui dengan membandingkan pertumbuhan miselia jamur *R. solani* yang diberi perlakuan bakteri *Xenorhabdus* dibandingkan dengan perlakuan kontrol sehingga di dapat persentase penghambatan jamur *R. solani* oleh bakteri *Xenorhabdus*. Persentase penghambatan jamur *R. Solani* oleh bakteri *Xenorhabdus* tertinggi sebesar 54,1% dan persentase penghambatan terendah sebesar 48,4% (Tabel 4).

Tabel 4. Penghambatan pertumbuhan jamur *Rhizoctonia solani* oleh bakteri *Xenorhabdus*

Perlakuan	Penghambatan (%)	
	Kisaran	Rerata ± SD
NA	27.9-74.2	54.1±19.70
PDA	44.7-55.1	48.4±3.45

Hasil pengujian Minimum Inhibition Concentrate bakteri *Xenorhabdus* terhadap jamur *R. solani* diketahui bahwa pada konsentrasi 0,2 ml suspensi bakteri dari $4,3 \times 10^3$ CFU/ml untuk 100 ml media menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur di media sebesar 65%.

PEMBAHASAN

Bakteri *Xenorhabdus* diisolasi dari larva *G. mellonella* yang terinfeksi dengan nematoda *S. glaseri*. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis bakteri simbiosis yang diisolasi dari larva *G. mellonella* yang telah diinokulasikan dengan nematoda *S. glaseri* bereaksi dengan menghasilkan koloni berwarna biru di media NBTA. Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis di bawah mikroskop diketahui bahwa bakteri simbiosis berbentuk batang. Pertumbuhan bakteri simbiosis di media Mac Konkey menghasilkan

koloni berwarna merah muda dengan tepi koloni rata. Sedangkan jika ditumbuhkan di media NA menghasilkan koloni berwarna putih dengan tepi rata. Dari hasil pewarnaan gram diketahui bahwa bakteri simbion merupakan bakteri gram negatif dan dari hasil pengamatan dalam melihat pembentukan spora bakteri, diketahui bahwa bakteri simbion tidak menghasilkan spora. Dari hasil pengamatan disimpulkan bahwa bakteri simbion berasal dari spesies *X. nematophilus*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dunphy *et al.* (1985), yang menyatakan bahwa bakteri *Xenorhabdus* sp. menyerap bromothymol blue. Mahar (2005) juga mengemukakan bahwa *Xenorhabdus* merupakan bakteri gram negatif yang bersifat fakultatif anaerobik dan tidak membentuk spora. Hal serupa juga dinyatakan oleh Heungens *et al.* (2002), bahwa bakteri *Xenorhabdus* merupakan bakteri gram negatif. Menurut Forst and Kenneth (2002), *Xenorhabdus* merupakan bakteri gram negatif yang berasal dari famili Enterobacteriaceae yang tahan terhadap antibiotik penicillin dan beta-lactam. Koloni bakteri ini berwarna merah jika ditumbuhkan di media selektif Mac Conkey.

Bakteri *X. nematophilus* fase primer (fase I) memiliki ciri morfologi koloni dengan warna pusat dan tepi koloni sama, sedangkan bakteri fase sekunder (fase memiliki warna pusat koloni yang lebih gelap dengan tepi koloni yang lebih terang. Hasil pengamatan mikroskopis bakteri *X. nematophilus* diketahui bahwa bakteri fase primer memiliki bentuk dan ukuran sel yang seragam, sedangkan bakteri fase sekunder memiliki bentuk dan ukuran sel yang beragam. Givaudan & Lanois (2000) mengatakan bahwa bentuk bakteri yang diisolasi dari simbiotik nematoda infeksi juvenil adalah bakteri fase II. Selama perbanyakan secara in vitro, bakteri *Xenorhabdus* secara spontan menghasilkan bentuk yang beragam yang dinamakan bakteri fase II. Kedua fase bakteri ini menunjukkan patogenitasnya terhadap *G. mellonella*, tapi bakteri fase II menunjukkan penurunan virulensinya pada *Manduca sexta*. Selain itu bakteri fase II bersifat nonmotil dan tidak mensintesis flagella. Hasil pengujian terhadap reaksi oksidasi bakteri, diketahui bahwa bakteri *X. nematophilus* tidak melakukan reaksi oksidasi. Hasil uji katalis diketahui bahwa bakteri *X. nematophilus* menunjukkan reaksi negatif terhadap reaksi katalis. Hasil uji fermentasi bakteri *X. nematophilus* terhadap glukosa diketahui bahwa bakteri *X. nematophilus* dapat memfermentasi glukosa.

Hasil pengamatan pengaruh media pertumbuhan, volume media cair dan lama shaker terhadap populasi koloni bakteri *X. nematophilus* diperoleh perlakuan terbaik yaitu perlakuan lama shaker 48 jam, media perbanyakan dengan ragi roti dan volume media cair 100 ml yang menghasilkan populasi koloni bakteri *X. nematophilus* terbanyak yaitu sebesar 687,8 koloni yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama shaker 48 jam, media perbanyakan ragi roti dan volume media cair 150 ml yaitu sebanyak 595,8 koloni, tetapi sangat berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Hasil analisis keragaman pengaruh media pertumbuhan, volume media cair dan lama shaker terhadap mortalitas larva *G. mellonella* diketahui bahwa media pertumbuhan berpengaruh nyata dengan sig. 0,06, sedangkan volume media cair berpengaruh sangat nyata dengan sig. 0,04 dan lama shaker berpengaruh tidak nyata dengan sig. 0,144 terhadap mortalitas larva *G. mellonella*.

Hasil penelitian dapat diketahui bahwa bakteri *X. nematophilus* dapat menghambat perkembangan miselia jamur *R. solani*. Hal ini diketahui dengan membandingkan pertumbuhan miselia jamur *R. solani* yang diberi perlakuan bakteri *X. nematophilus* dibandingkan dengan perlakuan kontrol sehingga di dapat persentase penghambatan jamur *R. solani* oleh bakteri *X. nematophilus*. Persentase penghambatan jamur *R. Solani* oleh bakteri *Xenorhabdus* sp. tertinggi sebesar 54,1% dan persentase penghambatan terendah sebesar 48,4%. Dari hasil pengujian Minimum Inhibition Concentrate bakteri *X. nematophilus* terhadap jamur *R. solani* diketahui bahwa pada konsentrasi 0,2 ml suspensi

bakteri dari $4,3 \times 10^3$ CFU/ml untuk 100 ml media menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur di media sebesar 65%.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa bakteri *X. nematophilus* dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. solani*. Diduga penghambatan ini terjadi karena aktifitas antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri *X. nematophilus* yang dapat menghambat pertumbuhan miselia jamur *R. solani*. Menurut Hazir *et al.* (2003), bakteri *Xenorhabdus* menghasilkan antibiotik yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme lainnya seperti bakteri, jamur dan nematoda. Menurut Anshari *et al.* (2005) bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan konidia dari jamur *Metarhizium anisoplaea*, *Beauveria bassiana*, *Beuveria brongniartii* dan *Paecilomyces fumosoroseus*. Menurut Xiu-fen (2001), bahwa bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan hifa jamur *Phytophthora infestans* hingga 70% pada konsentrasi $1,5-3 \text{ mL.L}^{-1}$. Menurut Inam *et al.* (2007) bahwa bakteri *Xenorhabdus* sp. mampu menekan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp., *lycopersici* dan bakteri *Flavimonas oryzihabitans* di percobaan dalam pot di rumah kaca. Antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri *Xenorhabdus* yaitu Xenorhabdins, Xenocoumacins dan indols (Forst and Kenneth, 2002).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Media pertumbuhan berpengaruh terhadap karakteristik bakteri *Xenorhabdus* yaitu waktu perubahan fase dan jumlah koloni bakteri yang tumbuh di media pertumbuhan.
2. Bakteri *Xenorhabdus* dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* secara in vitro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc dan Bapak Dr. Ir. Arinafril Phil Ing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian penelitian serta penyelesaian tugas akhir magister. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Erman Aminullah yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian makalah ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari MA, Tirry L, dan Moens M. 2005. Antagonism between Entomopathogenic Fungi and Bacterial Symbionts of Entomopathogenic Nematodes. *Biomedical and Life Sciences and Earth and Environmental Science* 50(3):465-475.
- Brown SE, Cao AT, Hines ER, Akhurst RJ, East PD. 2004. A Novel Secreted Protein Toxin from the Insect Pathogenic Bacterium *Xenorhabdus nematophila*. *The Journal of Biological Chemistry* 279: 14595-14601.
- Brown SE, Cao AT, Dobson P, Hines ER, Akhurst RJ, and East PD. 2005. Txp40, a Ubiquitous Insecticidal Toxin Protein from *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* Bacteria. *The Journal of Biological Chemistry* 72(2): 1653-1662.
- Dunphy GB, Rutherford TA, Webster JM. 1985. Growth and Virulence of *Steinernema glaseri* Influenced by Different Subspecies of *Xenorhabdus nematophilus*. *Journal of Nematology* 17(4): 476-482.
- Forst S and Nealson K. 1996. Molecular Biology of the Symbiotic-Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus* spp. And *Photorhabdus* spp. *Microbiological reviews* 60(1): 21-43.

- Gaugler, R. dan Kaya, H.K. 1990. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press. Boca raton, Ann Arbor, Boaton. pp. 365.
- Givaudan A and Lanois A. 2000. *flhDC*, the Flagellar Master Operon of *Xenorhabdus nematophilus*: Requirement for Motility, Lipolysis, Extracellular Hemolysis, and Full Virulence in Insects. *Journal of Bacteriology* 182 (1): 107-115.
- Hazir S, Kaya HK, Patricia SS dan Keskin N. 2003. Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for Biological Control of Soil Pest. *Turk J.Biol.* 27:181-202.
- Heungens K, Charles EC and Heldi GB. 2002. Identification of *Xenorhabdus nematophila* genes required for Mutualistic Colonization of *Steinernema carpocapsae* Nematodes. Department of Bacteriology, University of Wisconsin-Madison. USA. *Molecular Microbiology* 45(5):1337-1353.
- Inam M Ul-Haq, Gowen SR, Janed N, Shahina F, Izhar M Ul-Haq, Humayoon N, Pembroke B. 2007. Antagonistic potential of bacterial isolates Associated with entomopathogenic nematodes Against tomato wilt caused by *Fusarium oxysporum* F.sp., *lycopersici* under greenhouse conditions. *Pak. J. Bot.*, 39(1): 279-283.
- Jacobsen BJ. 2006. Root rot diseases of sugar beet. *Plant Sciences and Plant Pathology*. 110, 9-19.
- Kueen K.Ng. 1991. The Efficacy and Phytotoxicity of *Xenorhabdus bovienii* A2 Metabolites as Agricultural Fungicides. Simon Fraser University. Malaysia [Tesis].
- Leach, L. D., & Garber, R. H. (1970). Control of *Rhizoctonia solani*. In I. R. Jr. Parameter, (Eds.) *Rhizoctonia solani, Biology and Pathology*, (pp. 189-198). Berkeley: University of California Press.
- Mahar AN, Munir M, Elawad S, Gowen SR, Hague NGM. 2004. Pathogenicity of bacterium, *Xenorhabdus nematophila* isolated from entomopathogenic nematode (*Steinernema carpocapsae*) and its secretion against *Galleria mellonella* larvae. *J Zhejiang Univ SCI* 2005 6B(6):457-463
- Ogoshi, A. & Ui, T. (1983). Diversity of clones within an anastomosis group of *Rhizoctonia solani* Kuhn in a field. *Annual Review of the Japan phytopathological Society* 49, 239-245.
- Ribeiro C, Vignes M, Brehelin M. 2002. *Xenorhabdus nematophila* (Enterobacteriaceae) Secretes a Cation-selective Calcium-independent Porin Which Causes Vacuolation of the Rough Endoplasmic Reticulum and Cell Lysis. *The Journal of Biological Chemistry*, 278:3030-3039.
- Rukmana, R. 1996. Usaha Tani Cabai Hibrida Sistem Mulsa Plastik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. pp. 17-18.
- Sa'id, E.G., 1994. Dampak Negatif Pestisida, Sebuah Catatan bagi Kita Semua. Agrotek, Vol. 2(1). IPB, Bogor, hal 71-72.
- Saikia R, Kumar R, Arora DK, Gogoi DK, Azad P. 2006. *Pseudomonas aeruginosa* Indicing Rice Resistance Againts *Rhizoctonia solani* : Production of Salicylic Acid and Peroxidases. *Folia Microbiol.* 51(5):375-380.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. pp. 62-63.
- Shrestha S and Kim Y. 2010.** Differential pathogenicity of two entomopathogenic bacteria, *Photorhabdus temperata* subsp. *temperata* and *Xenorhabdus nematophila* against the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 13(3):209-213
- Sneh, B. (1996). Non pathogenic isolates of *Rhizoctonia* spp. (np-R) and their role in biological control. In B. Sneh, S. Jabaji-Hare, S. Neate, & G. Dijst, (Eds.)

- Rhizoctonia species: Taxonomy, Molecular Biology, Pathology and Disease control*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Thaler, J.O., Bernard, D., Alain, G and Noel, B. 1998. Isolation and Entomotoxic Properties of the *Xenorhabdus nematophilus* F1 Lechitinase. *Applied and Environmental Microbiology*. pp. 2367-2373.
- Ton, S.W., 1991. Environmental Considerations With Use of Pesticides in Agriculture. Paper pada Lustrum ke-VIII Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Vyas RV, Patel B, Maghodia A, Patel DJ. 2007. Significance of Metabolites of Native *Xenorhabdus*, a Bacterial Symbiont of *Steinernema*, for Suppression of Collar root and root knot diseases of Groundnut. *Indian Journal of biotechnology* 7:371-377.
- Winarsih, S dan Syafrudin. 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma viridae* dan Sekam Padi terhadap Penyakit Rebah Kecambah di Persemaian Cabai. *Jurnal Ilmu- Ilmu Pertanian Indonesia* 3(1):49-55.
- Xiu-fen Y, Zhang Z, Yang H and Jian H. 2001. Inhibition of Metabolites from *Xenorhabdus nematophilus* against *Phytophthora infestans*. *Journal of Agricultural University of Hebei* 435(32):1-5