

PEMANFAATAN BAKTERI KITINOLITIK DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Curvularia* sp. PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN PADA TANAMAN MENTIMUN

Andini Hanif¹, Dwi Suryanto², Isnaini Nurwahyuni²

¹Mahasiswa Sarjana, Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara Jln. Bioteknologi No.1, Kampus USU, Padang Bulan, Medan 20155

²Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara Jln. Bioteknologi No.1, Kampus USU, Padang Bulan, Medan 20155. Email: d.suryanto@lycos.com

Abstract

A study on about the utilization of chitinolytic bacterial isolates to inhibit growth of *Curvularia* sp. causal agent of leaf spot disease of cucumber was done in Laboratory of Pest and Disease, Medan Johor, UPT-Balai Protection Plant and Horticulture I and Laboratory Microbiology Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan. Six chitinolytic isolates were tested *in vitro* to inhibit growth of *Curvularia* sp.. The result showed that *Bacillus* sp. BK13 inhibited more with inhibition zone of 2,75 cm and *Enterobacter* sp. BK15 with inhibition zone of 2,55 cm, whereas *Enterobacter* sp. PB17 showed the lowest inhibition zone of 1,3 cm. Soaking seed treatment in chitinolytic bacterial suspension reduced the percentage of leaf spot. *Enterobacter* sp. BK15 showed more ability (50%) to inhibit leaf spot attack.

Keywords: *Bacillus* sp. BK13, cucumber, *Curvularia* sp., *Enterobacter* sp. BK15, leaf spot

Pendahuluan

Mentimun merupakan salah satu jenis sayur yang cukup diminati karena banyak mengandung mineral seperti kalsium, fosfor, kalium, dan besi, serta vitamin A, B, dan C, dan juga serat (Julisaniah, 2008). Salah satu penyakit yang umum menyerang tanaman adalah serangan bercak daun yang disebabkan oleh fungi patogen. Bercak daun banyak terdapat pada bagian daun dewasa, serangannya tidak menimbulkan kerugian yang berarti, namun pada serangan berat bercak daun akan menurunkan produksi buah hingga 50%. Warna bercak bervariasi mulai dari kuning, coklat, hitam, dan ada yang memiliki lingkaran-lingkaran yang memusat (Semangun, 1996).

Menurut Parinthawong *et al.* (2010), penyakit yang dikelompokkan ke dalam bercak daun terutama disebabkan oleh fungi patogen dari genus *Curvularia*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Cercospora* dan lain-lain. Gejala awal penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. berupa bercak kuning yang menginfeksi tajuk dan helai daun yang lama kelamaan menjadi bercak

kering berwarna coklat abu-abu, sehingga mengkerut dan mati (Daryani, 1995). Menurut Semangun (1996), jamur patogen dapat masuk ke dalam bagian tumbuhan melalui luka, lubang alami, atau dengan langsung menembus permukaan bagian tumbuhan yang utuh. Bila patogen tidak dapat menembus lapisan-lapisan tersebut, patogen masuk melalui luka. Siklus hidup *Curvularia* sp. terutama disebarkan dengan konidiumnya, baik karena terbawa angin maupun karena percikan air hujan dan air siraman, dan juga oleh serangga (Semangun, 2007).

Bakteri kitinolitik menghasilkan enzim kitinase untuk asimilasi kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen (Wu *et al.*, 2001). Bakteri kitinolitik dapat memecah dan mendegradasi kitin penyusun dinding sel fungi sehingga bakteri ini sangat potensial untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen pada tanaman. Beberapa kitinolitik seperti *Streptomyces*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, dan *Vibrio* dilaporkan memiliki aktivitas kitinolitik. (Ferniah *et al.*, 2003).

Kitinase merupakan hidrolase glikolisis yang mengkatalisis degradasi kitin yaitu senyawa polimer dari N-asetilglukosamin yang membentuk ikatan linier β -1,4. Enzim kitinase banyak dimanfaatkan sebagai agen biokontrol terutama bagi tanaman yang terserang infeksi jamur. Hal ini dikarenakan kitin merupakan komponen utama dinding sel fungi yang dapat didegradasi oleh enzim kitinase (Herdyastuti *et al.*, 2009). Beberapa penelitian tentang pengendalian hayati jamur patogen tanaman dengan menggunakan mikroorganisme kitinolitik telah banyak dilakukan, diantaranya melihat kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium semitectum* pada cabai dan *Ganoderma* pada kelapa sawit (Suryanto, 2011). Pengendalian hayati jamur dengan menggunakan mikroorganisme kitinolitik didasarkan pada kemampuan mikroorganisme menghasilkan kitinase yang mampu melisis dinding sel jamur (El-Katatany *et al.*, 2000). Tulisan ini melaporkan kemampuan bakteri kitinolitik dalam menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp. penyebab penyakit bercak daun pada tanaman mentimun secara *in vitro* dan *in vivo*.

Bahan dan Metode Penelitian

Isolat Bakteri Kitinolitik

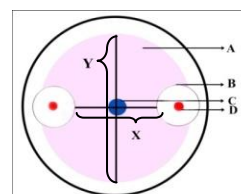
Isolat bakteri kitinolitik (*Bacillus* sp. BK13, *Enterobacter* sp. BK15, *Bacillus* sp. BK17, *Enterobacter* sp. KR05, *Enterobacter cloacae* LK08, dan *Enterobacter* sp. PB17) yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi FMIPA USU.

Isolasi *Curvularia* sp.

Daun mentimun yang memperlihatkan gejala penyakit bercak daun *Curvularia* dipotong. Selanjutnya potongan tanaman tersebut didesinfeksi dengan larutan 2% NaClO kurang lebih selama 10 detik dan dicuci dengan akuades steril sebanyak tiga kali kemudian ditanam pada media *potato dextrose agar* (PDA). Setelah miselium tumbuh diinokulasikan kembali pada media PDA baru untuk mendapatkan biakan murni. Pengamatan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis untuk mengidentifikasi jamur.

Uji Antagonis Isolat Bakteri Kitinolitik Terhadap *Curvularia* sp.

Biakan fungi *Curvularia* sp. diinokulasi di tengah medium garam minimum kitin (MGMK) (0,7 g K_2HPO_4 , 0,3 g KH_2PO_4 , 0,5 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,01 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,001 g $ZnSO_4$, 0,001 g $MnCl_2$, 72,7 ml koloidal kitin 12,5% dalam 1000 ml) + khamir 2% dengan jarak 3,5 cm dari cakram tempat inokulum bakteri, kemudian biakan tersebut diinkubasi selama 72 jam pada suhu 28-30°C. Selanjutnya suspensi bakteri kitinolitik sebanyak 10 μ l dengan konsentrasi $\approx 10^8$ sel/ml (0,5 standart McFarland) diinokulasikan pada cakram berdiameter 0,6 cm dan diletakkan di bagian tepi media, pengulangan dibuat sebanyak dua kali. Akitivitas penghambatan ditentukan berdasarkan zona hambat yang terbentuk di sekitar koloni. Pengamatan dimulai dari hari ke-2 sampai hari ke-7 (Suryanto *et al.*, 2011).



Gambar 1. Metode pengukuran zona hambat bakteri kitinolitik terhadap koloni jamur; A. Koloni jamur, B. Zona hambat bakteri kitinolitik terhadap koloni jamur, C. Titik tengah jamur diletakkan, D. Koloni bakteri kitinolitik, X. Diameter koloni jamur yang terhambat pertumbuhannya, Y. Diameter koloni jamur normal (Suryanto, 2010)

Pengukuran pertumbuhan *Curvularia* sp. dilakukan dengan cara mengukur batas akhir pertumbuhan dari fungi patogen pada sumbu X dan batas akhir pertumbuhan fungi patogen pada sumbu Y (Gambar 1), dilakukan setelah terjadi penghambatan bakteri kitinase terhadap fungi patogen dengan rumus uji antagonis $\left[\frac{Y-X}{2} \right]$ = hasil (Suryanto *et al.*, 2011).

Pengamatan Struktur Hifa Abnormal

Pengamatan struktur hifa secara mikroskopis dilakukan dengan cara mengamati ujung miselium pada daerah zona hambat fungi patogen. Ujung miselium *Curvularia* sp. yang tumbuh pada permukaan media dipotong dengan bentuk bujur sangkar, kemudian diletakkan pada gelas objek. Abnormalitas pada pertumbuhan miselium fungi patogen seperti, pembengkokan ujung miselium, miselium pecah, miselium berbelah, miselium bercabang, miselium lisis, dan miselium tumbuh

kerdil yang diamati dibawah mikroskop (Lorito *et al.*, 1992).

Uji Potensi Serangan *Curvularia* sp.

Biakan *Curvularia* sp. diremajakan pada cawan petri selama kurang lebih 7 hari. Selanjutnya biakan *Curvularia* sp. tersebut diinokulasikan pada 120 ml media *glucose yeast broth* (GYB) di dalam labu erlenmeyer 250 ml dan diinkubasi pada suhu 28-30°C selama kurang lebih 10 hari. Suspensi biakan *Curvularia* sp. dihitung konidianya dengan menggunakan hemositometer. ($4,3 \times 10^6$ konidia / ml).

Suspensi *Curvularia* sp. sebanyak 120 ml $\approx 4 \times 10^6$ konidia / ml dicampurkan dengan 600 g campuran tanah dan kompos steril (nisbah 3:1) di dalam nampan plastik berukuran 30 cm x 38 cm x 7 cm. Benih mentimun masing-masing 30 benih ditanam kedalam tiap nampan. Benih yang ditanam ke dalam media tanam yang tidak dicampurkan dengan suspensi *Curvularia* sp. digunakan sebagai kontrol. Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali pada perlakuan uji potensi serangan *Curvularia* sp.. Peubah yang diamati adalah tanaman yang terserang bercak daun selama masa persemaian 30 hari. Persentase bercak daun dihitung dari jumlah kecambah yang terserang bercak daun dibagi jumlah seluruh kecambah yang tumbuh (Suryanto *et al.*, 2010)

Reisolasi terhadap *Curvularia* sp. dilakukan dengan memotong jaringan pada bagian daun yang menunjukkan gejala bercak daun. Jaringan tersebut kemudian didesinfeksi dengan menggunakan larutan 2% NaClO selama kurang lebih 10 detik dan dicuci dengan akuades steril sebanyak tiga kali lalu ditanam pada media PDA. Isolat yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan isolat jamur *Curvularia* sp. yang diperoleh pada saat isolasi awal.

Penghambatan Serangan *Curvularia* sp. Pada Benih Mentimun

Suspensi biakan *Curvularia* sp. sebanyak 120 ml dicampurkan dengan 600 g campuran tanah dan kompos steril (nisbah 3:1) ke dalam nampan plastik berukuran 30 cm x 38 cm x 7 cm. Benih mentimun yang telah direndam dengan suspensi bakteri kitinolitik dengan konsentrasi $\approx 10^8$ sel/ml (standart McFarland) selama 30 menit ditanam masing-masing 30 benih ke dalam tiap nampan kemudian ditutup dengan plastik. Benih yang

direndam pada akuades steril yang tidak diinokulasi bakteri kitinolitik digunakan sebagai kontrol kemudian ditanam. Ulangan dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing perlakuan. Parameter yang diamati adalah tanaman yang terserang bercak daun, tinggi tanaman, dan jumlah daun selama persemaian 30 hari. Menurut Suryanto *et al.* (2010), pengurangan persentase bercak daun dihitung dengan rumus pengurangan bercak daun:

$$\frac{\{\text{Kontrol (+)} - \text{Kontrol (-)}\} - \text{Perlakuan}}{\{\text{Kontrol (+)} - \text{Kontrol (-)}\}} \times 100\%$$

Keterangan:

Kontrol (+): Benih mentimun yang ditanam pada tanah steril yang diberi suspensi *Curvularia* sp.

Kontrol (-): Benih mentimun yang ditanam pada tanah steril

Hasil dan Pembahasan

Isolasi *Curvularia* sp.

Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat *Curvularia* sp. yang didapat memiliki karakteristik makroskopis berupa koloni berwarna coklat kehitaman, permukaan koloni seperti beludru atau kapas, miselium teratur, pertumbuhan koloni rata dan tebal sementara tepi koloni tidak rata dan berwarna putih kecoklatan. Karakteristik mikroskopisnya berupa hifa bersekat, konidia tunggal atau lebih yang terdapat pada ujung hifa, bersepta 3, bagian sel konidia kedua lebih besar dan berwarna gelap daripada bagian sel yang lainnya, konidioforanya berwarna coklat tua, tidak bercabang dan bersepta (Gambar 2).

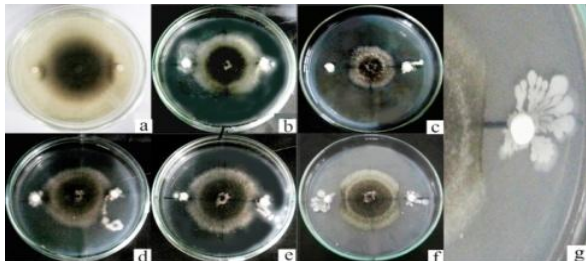


Gambar 2. (a) Koloni *Curvularia* sp. pada media PDA, (b) Hifa dan konidia *Curvularia* sp.

Uji Antagonis Bakteri Kitinolitik Terhadap *Curvularia* sp.

Hasil uji antagonis enam isolat bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK13, *Enterobacter* sp. BK15, *Bacillus* sp. BK17, *Enterobacter* sp. KR05, *Enterobacter cloacae* LK08, dan *Enterobacter* sp. PB17, terhadap *Curvularia* sp. menunjukkan

bahwa enam isolat bakteri tersebut mampu menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp. Hal ini dapat dilihat dari terbentuknya zona hambat pada pertumbuhan *Curvularia* sp. oleh bakteri kitinolitik.



Gambar 3. Hasil uji antagonis *in vitro* antara *Curvularia* sp. dengan isolat bakteri kitinolitik (a) *Enterobacter* sp. KR05, (b) *Enterobacter cloacae* LK08, (c) *Enterobacter* sp. PB17, (d) *Bacillus* sp. BK13, (e) *Enterobacter* sp. BK15 (f) *Bacillus* sp. BK17, (g) Zona hambat (Pengamatan hari ke-3)

Pada hari ketujuh isolat bakteri kitinolitik yang memperlihatkan efektifitas paling tinggi dalam menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp. adalah *Bacillus* sp. BK13 dengan zona hambat 2,75 cm dan *Enterobacter* sp. BK15 dengan zona hambat 2,55 cm. Isolat bakteri kitinolitik yang memperlihatkan efektifitas paling rendah adalah isolat *Enterobacter* sp. PB17 dengan zona hambat 1,3 cm (Tabel 1). Pada penelitian Asril (2011), isolat bakteri kitinolitik yang memiliki efektifitas penghambatan tertinggi dalam menghambat *Fusarium oxysporum* dan *Ganoderma boninense* secara *in vitro* masing-masing adalah *Enterobacter* sp. BK 15 dengan zona hambat sebesar 20,45 mm dan *Bacillus* sp. BK17 dengan zona hambat sebesar 22,74 mm.

Tabel 1. Uji antagonis *in vitro* enam isolat bakteri kitinolitik terhadap *Curvularia* sp.

Isolat Bakteri	Zona Hambat (cm) Hari Ke-					
	2	3	4	5	6	7
BK13	0,8	1,1	1,4	1,95	2,75	2,75
BK15	0,9	1,2	1,5	2,05	2,55	2,55
BK17	0,4	0,85	1,4	2,4	2,3	2,4
LK08	0,65	0,75	1	1,55	1,55	1,7
KR05	0,55	1	0,15	2	2,50	2,55
PB17	0,55	0,35	0,8	0,95	0,95	1,3

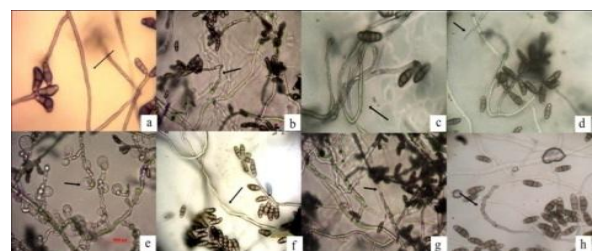
Menurut Suryanto *et al.* (2011), perbedaan efektifitas penghambatan pertumbuhan jamur disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi dinding sel jamur, keberadaan kitin pada miselium jamur, perbedaan laju pertumbuhan bakteri. Zona

hambat pertumbuhan jamur patogen dengan kitinase adalah bukti cara degradasi dinding sel jamur oleh β -(1, 4)-N-asetilglukosamin (Herrera *et al.*, 1999).

Senyawa kitin pada yang tersedia pada media uji MGMK menyebabkan produksi enzim kitinase pada enam isolat bakteri kitinolitik makin meningkat, sehingga senyawa kitinase tersebut mempercepat proses degradasi dinding sel *Curvularia* sp.. Menurut Wang *et al.*(2005), polimer kitin yang merupakan salah satu komponen dinding sel hifa fungi dihidrolisis oleh enzim kitinase, sehingga dapat menghambat pertumbuhan hifa fungi patogen.

Pengamatan Struktur Hifa Abnormal

Aktivitas antagonis dari enam isolat bakteri kitinolitik memiliki penghambatan yang hampir sama, menyebabkan hifa *Curvularia* sp. mengalami pertumbuhan hifa yang abnormal diantaranya hifa lisis, hifa patah, hifa bengkok, hifa melilit, hifa menggulung, dan hifa kerdil. Hasil dari pengamatan struktur hifa abnormal *Curvularia* sp. menunjukkan bahwa isolat *Bacillus* sp. BK13 dan *Enterobacter* sp. BK15 lebih banyak menyebabkan pertumbuhan hifa abnormal seperti lisis, patah, kerdil, menggulung, dan melilit. Sementara isolat bakteri kitinolitik lainnya lebih sedikit menyebabkan keadaan hifa abnormal, yaitu berupa hifa menggulung, hifa kerdil, dan hifa melilit (Gambar 4).



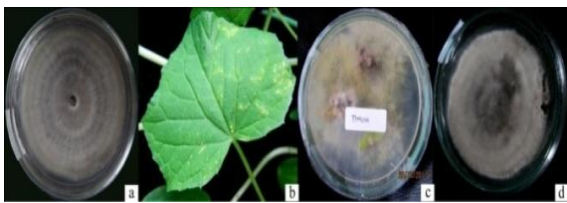
Gambar 4. Hifa *Curvularia* sp. (a) Normal, (b) Lisis dan patah *Enterobacter* sp. BK15, (c) Membengkok *Bacillus* sp. BK13, (d) Kerdil *Enterobacter* sp. BK15, (e) Menggulung *Enterobacter* sp. BK15, (f) Melilit *Bacillus* sp. BK13, (g) Membengkok dan lisis, (h) Keriting *Enterobacter* sp. KR05 (Perbesaran 4x10)

Menurut Wijaya (2002), senyawa kitin yang merupakan homopolimer ikatan β -1,4 dari N-asetilglukosamin adalah komponen terbesar dari struktural dinding sel fungi patogen. Enzim kitinase yang dihasilkan dari bakteri kitinolitik

dapat mengkatalisis hidrolisis ikatan β -1,4 homopolimer N-asetilglukosamin menjadi monomer N-asetilglukosamin, yang menyebabkan lisisnya dinding sel fungi patogen.

Uji Potensi Serangan *Curvularia* sp.

Penyakit bercak daun menyebabkan nekrotik atau klorosis ringan berbentuk lingkaran berwarna terang. Bercak daun yang lama kelamaan semakin membesar akan menyebabkan kerusakan yang signifikan hingga 60% karena hilangnya sebagian besar wilayah fotosintesis tanaman (Akinbode, 2010). Gangguan patogen terhadap proses fotosintesis terlihat dari klorosis yang terjadi pada tumbuhan yang terinfeksi dan luka nekrotik yang dihasilkan oleh patogen pada bagian tumbuhan hijau dan dari menurunnya pertumbuhan dan jumlah buah yang dihasilkan pada tumbuhan yang terinfeksi (Agrios, 1996).



Gambar 5. (a) Koloni *Curvularia* sp. pada media PDA, (b) Bercak daun mentimun pada perlakuan potensi serangan *Curvularia* sp., (c) Reisolasi bercak daun pada potensi serangan *Curvularia* sp., (d) Biakan murni *Curvularia* sp. dari reisolasi

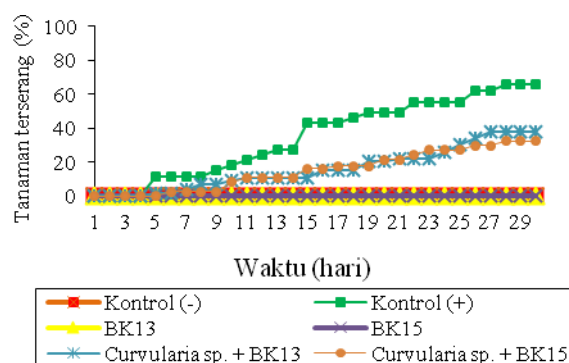
Serangan *Curvularia* sp. terhadap benih mentimun dari hasil uji potensi serangan menimbulkan penyakit bercak daun dengan persentase serangan sebesar 66,02%. Hal ini menunjukkan bahwa *Curvularia* sp. bersifat patogen dan menyebabkan penyakit bercak daun, meskipun tidak menyebabkan kematian. Reisolasi dari bagian daun mentimun yang terserang bercak daun menunjukkan bahwa serangan bercak daun pada mentimun disebabkan oleh jamur patogen *Curvularia* sp.

Penghambatan Serangan *Curvularia* sp. Pada Benih Mentimun

Konidia *Curvularia* sp. menginfeksi jaringan daun inang masuk melalui stomata daun dan berkembangbiak di jaringan daun seperti epidermis atau palisade, sehingga menyebabkan bercak pada daun. Kebanyakan konidia dalam kondisi basah setelah satu sampai dua hari menginfeksi bagian daun. Produksi konidia terjadi

pada bagian jaringan daun yang hidup. Spora tersebar ke daun yang sehat melalui angin, dan percikan air.

Dari hasil uji antagonis *in vitro* didapatkan hasil persentase bercak daun tertinggi yaitu pada kontrol (+) mencapai 66,02% dari total kecambah yang tumbuh, sedangkan kontrol (-) tidak terserang bercak daun. Perlakuan benih yang direndam dengan suspensi bakteri kitinolitik lalu ditanam pada media tanam yang telah diberi suspensi *Curvularia* sp. persentase serangan bercak daun yaitu untuk *Bacillus* sp. BK13 sebesar 38,2% dari total kecambah yang tumbuh, sedangkan untuk *Enterobacter* sp. BK15 persentase serangan bercak daun sebesar 32,34% dari total kecambah yang tumbuh. Dari persentase serangan bercak daun dapat diketahui bahwa pengurangan persentase bercak daun dengan perlakuan bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK13 ialah 43,75%, sedangkan dengan perlakuan bakteri *Enterobacter* sp. BK15 ialah 50% (Gambar 6). Pada penelitian Asril (2011), isolat bakteri kitinolitik yang memiliki kemampuan tertinggi dalam pengahambatan serangan rebah kecambah pada benih cabai dengan perlakuan *Enterobacter* sp. BK15, yang memiliki kemampuan menurunkan rebah kecambah sampai 66,66%.



Gambar 6. Persentase bercak daun yang telah diinokulasikan *Curvularia* sp. dengan perlakuan bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK13 dan *Enterobacter* sp. BK15

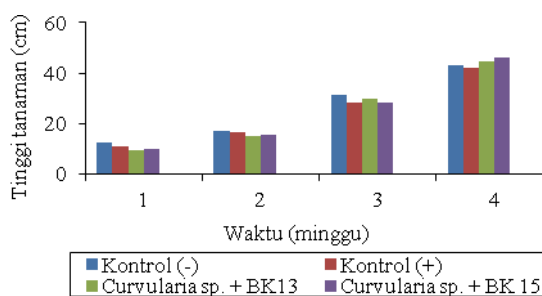
Kitinase atau β -1,4 homopolimer N-asetilglukosamin, merupakan enzim yang mendegradasi kitin menjadi monomer-monomernya yaitu N-asetilglukosamin. Enzim kitinase memutuskan ikatan β -1,4-asetamido-2-deoksi-D-glikosida. Menurut Oku (1994), peranan kitinase dalam ketahanan tanaman terhadap

serangan patogen melalui dua cara yaitu menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan cara langsung menghidrolisis dinding sel jamur dan melalui pelepasan elisitor endogen oleh aktivitas kitinase yang memicu ketahanan sistemik pada inang. Menurut Graham (1994), aktifitas kitinase yang umumnya rendah pada jaringan tanaman sehat dapat diinduksi, sehingga aktifitasnya menjadi tinggi dengan adanya infeksi jamur patogen.

Parameter yang diukur adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pada pengamatan tinggi tanaman tidak terlihat perbedaan rata-rata tinggi tanaman antara masing-masing perlakuan. Serangan *Curvularia* sp. pada jaringan daun menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, sehingga luas permukaan fotosintesis daun akan berkurang, sementara pada jaringan pengangkut tidak terganggu, sehingga tidak terjadi gangguan pertumbuhan tanaman (Gambar 7).



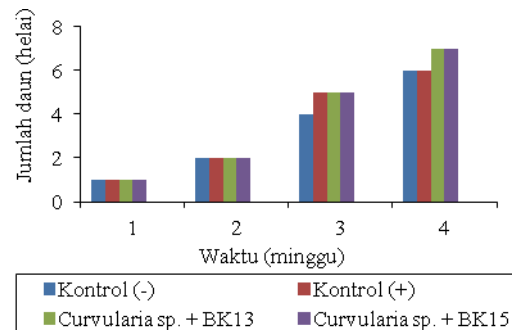
Gambar 8. Perbedaan tinggi tanaman mentimun (a) control (+), (b) kontrol, (c) perlakuan *Bacillus* sp. BK 13, (d) perlakuan *Enterobacter* sp. BK 15



Gambar 9. Perbedaan rata-rata tinggi tanaman mentimun yang telah diinokulasi *Curvularia* sp. dengan perlakuan bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK13 dan *Enterobacter* BK15

Pada pengamatan minggu ke-4 (Gambar 9) diperoleh bahwa rata-rata tinggi tanaman yang paling tinggi adalah pada perlakuan bakteri *Enterobacter* sp. BK15 dengan rata-rata tinggi tanaman mencapai 46,06 cm, sedangkan rata-rata tinggi tanaman yang terendah adalah pada kontrol (+) dengan rata-rata tinggi tanaman 42,00 cm.

Parameter jumlah daun dihitung setiap minggu selama empat minggu. Sama halnya dengan pengamatan tinggi tanaman, pada pengamatan jumlah daun juga tidak terdapat perbedaan rata-rata jumlah daun hal ini dapat dilihat pada Gambar 10, rata-rata jumlah daun pada setiap perlakuan mencapai 6 sampai 7 helai daun pada minggu ke-4.



Gambar 10. Perbedaan rata-rata jumlah daun mentimun yang telah diinokulasi *Curvularia* sp. dengan perlakuan bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK 13 dan *Enterobacter* BK 15

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan yaitu isolat bakteri kitinolitik yang memiliki efektifitas tertinggi dalam menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp. secara *in vitro* ialah isolat *Bacillus* sp. BK13 dan *Enterobacter* sp. BK15, sementara isolat dengan efektifitas penghambatan terendah adalah isolat *Enterobacter* sp. PB17. Isolat bakteri kitinolitik *Bacillus* sp. BK13 dan *Enterobacter* sp. BK15 mampu menghambat serangan *Curvularia* sp. penyebab bercak daun mentimun secara *in vivo* dengan penurunan serangan bercak daun mencapai 50% untuk *Enterobacter* sp. BK15, sedangkan untuk isolat *Bacillus* sp. BK13 turun hingga 43,75%.

Daftar Pustaka

- Agrios, G. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. hlm. 148-149
- Akinbode, O. A. 2010. Evaluation of Antifungal Efficacy of Some Plant Extracts on *Curvularia Lunata* the Causal Organism Of Maize Leaf Spot. *Afr J of Environ Sci Technol* 4(11): 797-800

- Asril, M. 2011. Kemampuan Bakteri Tanah dalam Menghambat Pertumbuhan *Ganoderma boninense* dan *Fusarium oxysporum* Secara *In Vitro* dan Uji Penghambatan Penyakit Layu *Fusarium* pada Benih Cabai Merah. *Skripsi*. Medan. USU
- Daryani, A. 1995. Uji Kisaran Inang Cendawan *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn dan *Rhizoctonia Solani* Kuhn Asal Rumput Bermuda Pada Berbagai Jenis Rumput Padang Golf. *Laporan Makalah Khusus*
- Julisaniah, N., L. Sulistyowati & A. Sugiharto. 2008. Analisis Kekerabatan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) menggunakan Metode RAPD-PCR dan Isozim. *Biodiversitas* 9(2): 99-102
- El-Katatny, M.H., W. Somitsch., K.H. Robra., M.S. El-Katatny & G.M. Gilbitz. 2000. Production of Chitinase and β 1,3 - glucanase by *Trichoderma harzianum* for Control of the Phytopathogenic Fungus *Sclerotium rolfsii*. *Food Technol Biotechnol* 38: 173–180.
- Ferniah, R.S., S. Purwantisari & S. Pujiyanto. 2003. Uji Potensi Bakteri Kitinolitik Sebagai Pengendali Hayati Patogen Kapang Penyebab Penyakit Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*). Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro. Semarang
- Graham, L. S. & M. B. Sticlen. 1994. Plant Chitinases. *Can J Bot* 72: 1057-1083.
- Herdyastuti, N., J.T. Raharjo., Mudasir & S. Matsjeh. 2009. Kitinase dan Mikroorganisme Kitinolitik: Isolasi, Karakterisasi dan Manfaatnya. *Indo J Chem* 9(1): 37-38.
- Herrera, A & I. Chet. 1999. Chitinases in Biological Control. *Chitin and Chitinases* 171-181
- Lorito, M. G., E. Harman ., C. K. Hayes., R.M. Broadway., S.L. Tronsmo ., Woo & A. Di Pietro. 1992. Chitinolytic Enzymes Produced by *Trichoderma harzianum*: Antifungal Activity or Purified Endochitinase and Chitobiosidase *Phytopathol* 83:302- 307.
- Oku, H. 1994. Plant pathogenesis and disease control. London : Lewis Pulb.
- Parinthawong, N., P. Tansian & C. Youngnit. 2010. Effects of Three Plant Crude Extracts on Fungal Spore Germination and Hyphal Growth of *Curvularia* sp. *Asian Agricultural Symposium and international symposium on agricultural technology*. Faculty of Agricultural Technology. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Thailand
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah mada University Press, Yogyakarta. hlm. 109 & 160
- _____, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah mada University Press, Yogyakarta. hlm. 227 & 656
- Suryanto, D., N. Irawati & E. Munir. 2011. Isolation and Characterization of Chitinolytic Bacteria and Their Potential to Inhibit Plant Pathogenic Fungi. *Microbiol Indones* 5(2): 144-148
- Suryanto, D., S. Patonah & E. Munir. 2010. Control of Fusarium Wilt of Chili With Chitinolytic Bacteria. *Hayati J Biosci* 17 (1) : 5-8.
- Wang, S., J. Wu, P. Rao, T.B. Ng & X. Ye. 2005. A chitinase with antifungal activity from the mung bean. *Protein Expr Puff* 40: 230-236.
- Wijaya, S. 2002. Isolasi Kitinase dari *Scleroderma Columnare* dan *Thricoderma Harzianum*. *Jurnal Ilmu Dasar*. 3: 30-35
- Wu, M.L., Y. C. Chuang, J. P. Chen, C. S. Chen & M. C. Chang. 2001. Identification & characterization of Three Chitin-Binding Domains Within the Multidomain Chitinase Chi92 from *Aeromonas hydrophilla* jp 101. *Appl Environ Microbiol*. 67: 5100-5106