

Sasiska Rani, Endang Triwahyu Prasetyawati, Herry Nirwanto
Potensi Bakteri *Bacillus* spp. dalam Menghambat *Colletotrichum capsici*
Penyebab Antraknosa Pada Cabai Merah Secara *In Vitro*

POTENSI BAKTERI *Bacillus* spp. DALAM MENGHAMBAT *Colletotrichum capsici* PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA CABAI MERAH SECARA *IN VITRO*

The Potential Bacteria *Bacillus* spp. in Involving *Colletotrichum capsici* Causes of Anthracnose in Red Chillies *In Vitro*

Sasiska Rani*, Endang Triwahyu Prasetyawati, Herry Nirwanto
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN "Veteran" Jawa Timur
*)Email: 17025010115@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Colletotrichum capsici merupakan jamur patogen penting penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan penggunaan agens hayati bakteri *Bacillus* spp.. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi lima isolat bakteri *Bacillus* spp. yaitu Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15, dan Ba-17 dalam menghambat patogen *C. capsici*. Penelitian laboratorium dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 ulangan. Pengujian *in vitro* dilakukan dengan teknik *dual culture* pada media PDA dan *detach fruit test* pada buah cabai. Hasil penelitian menunjukkan efektifitas penghambatan *C. capsici* paling baik pada pengujian *in vitro* media PDA yaitu *Bacillus* sp. isolat Ba-9 dengan penghambatan sebesar 23,04%. Selanjutnya dalam *uji detach fruit*, *Bacillus* sp. isolat Ba-9 mampu menekan pertumbuhan *C. capsici* sebesar 21,25% dibandingkan kontrol.

Kata kunci: agens hayati, antraknosa, *Colletotrichum capsici*, *Bacillus* sp., cabai merah

ABSTRACT

Colletotrichum capsici is an important pathogenic fungus that causes anthracnose in red chili. One of the efforts to resolve this problem is by using biological agents of *Bacillus* spp. bacteria. This study aims to determine the potential of five isolates of *Bacillus* spp. bacteria. there are Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15, and Ba-17 in inhibiting the pathogen *C. capsici*. Laboratory research was conducted using a Completely Randomized Design with 4 replications. In vitro testing was carried out using a *dual culture* technique on PDA media and a *detach fruit* test on chili. The results shows that the best inhibition effectiveness of *C. capsici* by in vitro testing of PDA media, namely *Bacillus* sp. Ba-9 isolate with 23.04% inhibition. Furthermore, in the detachment test, *Bacillus* sp. Ba-9 isolate was able to suppress the growth of *C. capsici* by 21.25% compared to control.

Keywords: biological agent, anthracnose, *Colletotrichum capsici*, *Bacillus* sp., red chili

PENDAHULUAN

Penyakit antraknosa merupakan salah satu penyakit penting tanaman cabai merah yang disebabkan oleh adanya infeksi jamur *Colletotrichum* sp.. Antraknosa termasuk penyakit utama pada cabai yang dapat mengakibatkan produktivitas cabai

merah di Indonesia rendah (Hasyim *et al.*, 2014; Nura *et al.*, 2015; Prasetyo, 2017). Kerugian akibat penyakit antraknosa dilaporkan dapat mencapai lebih dari 50% (Saxena *et al.*, 2016). Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2016), penyakit antraknosa pada tanaman cabai dapat mengakibatkan kehilangan hasil hingga 90% terutama jika terjadi pada saat musim hujan.

Pengendalian antraknosa umumnya masih menggunakan pestisida kimia karena dianggap mudah dan efektif. Penggunaan pestisida kimia dalam jangka yang panjang akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan maupun manusia. Usaha pengendalian secara hayati dapat dilakukan untuk mengurangi residu yang dihasilkan akibat menggunakan pestisida kimia. Penggunaan agensia hayati merupakan cara pengendalian yang aman dan tidak mencemari lingkungan (Agustina *et al.*, 2019).

Bacillus sp. merupakan bakteri antagonis terhadap beberapa patogen tular tanah dan tular udara (Prihatiningsih *et al.*, 2014). *Bacillus* spp. banyak digunakan sebagai agensia hayati karena dapat menghasilkan senyawa yang bersifat antifungi (Susanto *et al.*, 2005). Selain itu, *Bacillus* spp. memiliki kemampuan bersaing untuk mendapatkan nutrisi dan menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti antibiotik dan enzim ekstraseluler (Astuti, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri *Bacillus* sp. asal Kediri yang terdiri dari Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15 dan Ba-17 sebagai agen hayati untuk menghambat jamur patogen *C. capsici* penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai bulan April 2021 di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Alat-Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cawan petri (\emptyset 9 cm dan \emptyset 17 cm), tabung reaksi (20 ml), gelas beaker (1000 ml dan 500 ml), gelas ukur (10 ml dan 25 ml), erlenmeyer, pengaduk kaca, hot plate, *autoclave* (*All American Model*), *vortex*, *Laminar Air Flow* (LAF), mikropipet (*Fisherbrand*), tip mikropipet, mikroskop Olympus, objek glass, *cover glass*, *haemocytometer neubauer*, jarum ose, scalpel, bunsen, rak tabung reaksi, pipet tetes, bunsen, timbangan analitik (ACIS Model AD 6001), penggaris, bolpoin, spidol, dan komputer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Bacillus* spp. asal Kediri isolat Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15 dan Ba-17, koleksi Dra. Endang Triwahyu P., M.Si., isolat *Colletotrichum capsici*, media NA, media PDA, aquades, kapas, plastik, karet, tissue,

kertas merang, kertas label, alkohol 70%, spirtus, aluminium foil, wrap, dan buah cabai sehat.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan total perlakuan ada enam yang terdiri dari kontrol (K), *Bacillus* isolat Ba-6 (B1), *Bacillus* isolat Ba-9 (B2), *Bacillus* isolat Ba-12 (B3), *Bacillus* isolat Ba-15 (B4), *Bacillus* isolat Ba-17 (B5) dengan masing-masing percobaan diulang sebanyak 4 kali.

Isolasi Jamur *C.capsici*

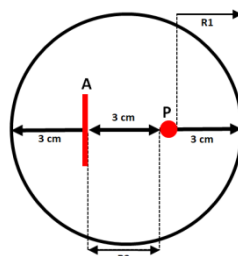
Jamur *C. capsici* diisolasi dari buah cabai merah yang bergejala antraknosa. Permukaan buah cabai merah disterilkan menggunakan aquades steril dan alkohol 70% kemudian diusap dengan *tissue* steril dan dikeringanginkan. Selanjutnya memotong buah cabai pada bagian setengah sehat dan setengah terserang gejala antraknosa. Bagian yang telah dipotong kemudian ditanam pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang hingga jamur *C.capsici* tumbuh (Paramita *et al.*, 2014). Jamur *C. capsici* yang sudah tumbuh kemudian dimurnikan pada media PDA diinkubasi selama 7 hari dan diamati secara makroskopik dan mikroskopik (Rabha *et al.*, 2014).

Peremajaan Isolat *Bacillus* spp.

Peremajaan isolat *Bacillus* spp. dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat *Bacillus* spp. menggunakan metode *streak* pada media NA agar miring dalam tabung reaksi. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 2x24 jam. Semua pekerjaan dilakukan secara aseptis pada *Laminar Air Flow* (LAF).

Uji antagonis pada media Potato Dextrose Agar (PDA)

Uji antagonis dilakukan pada media PDA menggunakan metode *dual culture*. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil isolat *Bacillus* sp. dari medium NA sebanyak 1 jarum ose, menggoreskan ke dalam media PDA sepanjang 3 cm, dan menginkubasi pada suhu ruang selama 1 hari. Hari berikutnya mengambil jamur *C. capsici* dengan diameter 0,5 cm dan meletakkannya di cawan petri dengan jarak 3 cm dari *Bacillus* spp (Gambar 1). Perlakuan kontrol *C. capsici* diinokulasi pada media PDA tanpa *Bacillus* spp. (Wulansari *et al.*, 2017). Setelah itu diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari dan dilakukan pengamatan pengamatan setiap hari.



Gambar 1. Uji Antagonis Bakteri *Bacillus* spp. terhadap *C. capsici* secara *in vitro*
Keterangan: A = *Bacillus* spp., P = *C. capsici*

Uji *Detach Fruit* pada Buah Cabai Merah

Pengujian dengan metode *detach fruit* dilakukan dengan metode oposisi langsung pada buah cabai merah sehat. Buah cabai merah disterilkan terlebih dahulu dengan mencuci menggunakan aquadest steril, menyemprot alkohol 70%, dan dikering anginkan. Selanjutnya buah cabai merah dilukai pada 4 titik, kemudian ditetesi dengan *Bacillus* sp. sebanyak 0,01 ml pada tiap titik dengan kerapatan *Bacillus* sp. 10^9 cfu/ml. Kemudian buah cabai diinkubasikan di dalam cawan petri (\emptyset 17 cm) steril yang dialasi dengan kertas merang lembab. Perlakuan kontrol dilakukan dengan cara buah cabai merah ditetesi dengan aquadest steril sebanyak 0,01 ml dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu buah cabai tersebut ditetesi dengan suspensi jamur patogen *C. capsici* sebanyak 0,01 ml dengan kerapatan 10^6 konidia/ml (Putro *et al.*, 2014). Selanjutnya buah cabai diinkubasi selama 7 hari dan setiap hari dilakukan pengamatan terhadap gejala yang muncul.

Parameter Pengamatan

Parameter pada uji antagonis yaitu mekanisme antagonis dan persentase penghambatan. Pengamatan mekanisme antagonis dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada zona bening diantara biakan ganda (*dual culture*). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan cara mengambil potongan miselium 1 cm x 1 cm di daerah kontak kedua jamur, kemudian meletakkan pada *objek glass* dan mengamati di bawah mikroskop .

Perhitungan persentase penghambatan pertumbuhan jejari dengan rumus (Wulansari *et al.*, 2017):

$$PP = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan: PP = penghambatan pertumbuhan (%)

R1 = jari- jari koloni patogen yang menjauhi agen antagonis (mm)

R2= jari-jari koloni patogen yang mendekati agen antagonis (mm)

Parameter pengamatan pada uji *detach fruit test* antara lain masa inkubasi dan intensitas penyakit. Masa inkubasi (hari), yaitu waktu yang diperlukan patogen untuk melakukan infeksi dihitung berdasarkan waktu gejala pertama muncul pada buah cabai setelah inokulasi (Syabana, 2015). Intensitas penyakit (%) dihitung dengan rumus (Nurjasmi dan Suryani, 2020) sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum n.v}{N.Z} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas penyakit

n = Jumlah buah tiap kelas bercak (setiap perlakuan 5 buah cabai)
v = nilai skor setiap kelas bercak
N = jumlah buah yang diamati
Z = nilai skor kelas luas bercak yang tertinggi

Skor penyakit yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 0 = Tidak ada kerusakan
- 1 = Bercak seluas 1%-25%
- 2 = Bercak seluas 26%-50%
- 3 = Bercak seluas 51%-75%
- 4 = Bercak seluas 76%-100%

Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari masing-masing perlakuan. Apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan Bakteri *Bacillus* spp.

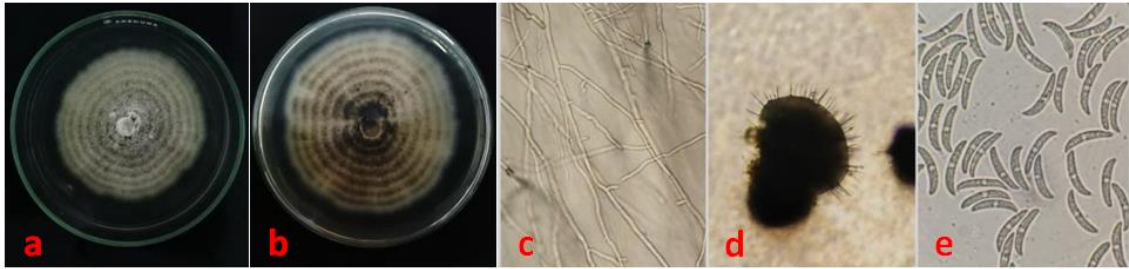
Isolat bakteri *Bacillus* spp. Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15, dan Ba-17 yang telah diremajakan pada media NA dan diinkubasi selama 24 jam menunjukkan koloni yang beragam (Gambar 1). Warna koloni *Bacillus* spp. pada umumnya putih susu sampai kekuningan atau putih suram. Isolat Ba-6, Ba-9, Ba-12, Ba-15, dan Ba-17 memiliki tepi koloni tidak rata dan tidak berlendir. Permukaan koloni isolat Ba-6, Ba-9, Ba-12 dan Ba-17 tidak kasar, sedangkan isolat Ba-15 permukaan koloni kasar. Koloni Bakteri *Bacillus* spp. memiliki ukuran yang besar dan tidak mengkilat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khadim *et al.*, (2014).

Isolasi Jamur *C. capsici*

Hasil isolasi jamur *C. capsici* dapat dilihat pada Gambar 2. Pengamatan makroskopis *C. capsici* menunjukkan koloni pada media PDA berwarna putih agak



Gambar 1. Isolat Bakteri *Bacillus* spp. Umur 24 Jam



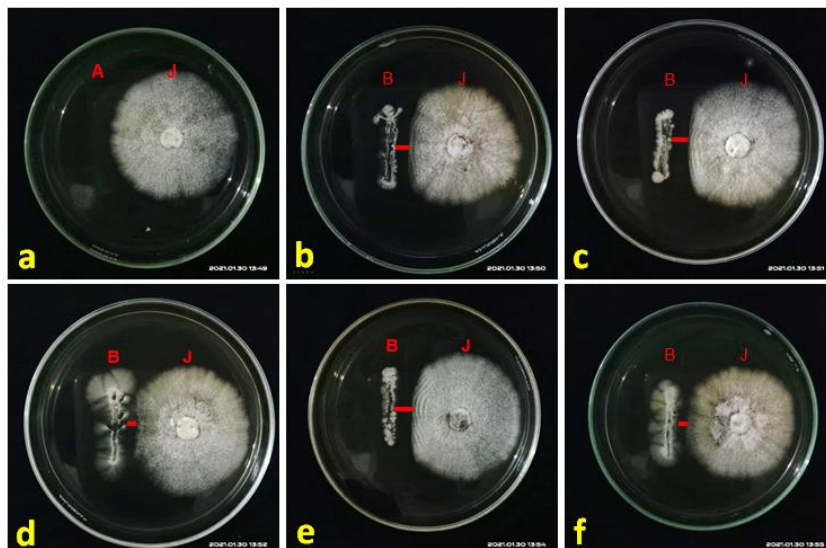
Gambar 2. Isolat jamur *C. capsici* (a) tampak atas dalam media PDA, (b) Tampak bawah dalam Media PDA (c) Hifa (d) Setae (e) Konidia

kekuningan sampai abu-abu gelap. Biakan jamur *C. capsici* memiliki setae dipermukaan biakan yang berbentuk bintik-bintik hitam gelap. Setae merupakan ciri khas yang dimiliki oleh jamur *C. capsici* (Putro *et al.*, 2014).

Pengamatan secara mikroskopis terhadap jamur *C. capsici* menunjukkan miselium bercabang dan bersekat. Aservulus mempunyai setae berbentuk seperti duri, berwarna gelap, dan menyebar. Konidia tumbuh dibawah setae, berbentuk melengkung seperti bulan sabit, dan tidak bersekat. Ciri-ciri jamur tersebut sesuai dengan pendapat Fajjah (2019) bahwa *C. capsici* memiliki bentuk konidia berbentuk melengkung tidak bersekat dan adanya aservulus yang berbentuk seperti duri.

Uji Antagonisme Bakteri *Bacillus* spp. terhadap *C. capsici* pada Media PDA

Pengamatan pada uji antagonis dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi (HSI). Hasil uji antagonisme pada media PDA menunjukkan semua perlakuan isolat *Bacillus* spp. dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. capsici*. Sedangkan kontrol tidak mengalami penghambatan dan terlihat koloni memenuhi cawan petri (Gambar 3).



Gambar 3. Uji Antagonis Jamur *C. capsici* dengan Bakteri *Bacillus* spp. pada Media PDA Umur 7 HSI (a) Kontrol (b) *Bacillus* sp. Isolat Ba-6 (c) *Bacillus* sp. Isolat Ba-9 (d) *Bacillus* sp. Isolat Ba-12 (e) *Bacillus* sp. Isolat Ba-15 (f) *Bacillus* sp. Isolat Ba-17.

Keterangan: A = akuades steril, B = Bakteri, J = Jamur, - = Daya hambat

Tabel 1. Rata-rata Persentase Penghambatan pada Uji Antagonis *Bacillus* spp. Terhadap Isolat *C. capsici* secara *In Vitro* Umur 7 HIS

Perlakuan	Persentase Penghambatan (%)
Kontrol	0,00 a
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-6	16,85 c
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-9	23,04 c
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-12	4,76 b
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-15	17,14 c
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-17	2,33 ab
BNT 5%	1,05

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5% data yang telah ditransformasi dengan $\sqrt{x + 0,5}$

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan interaksi bakteri *Bacillus* spp. berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur *C. capsici* yang disajikan pada Tabel 1. Rata-rata persentase penghambatan jamur *C. capsici* umur 7 HSI paling rendah adalah perlakuan kontrol yaitu tidak ada penghambatan (0,00%). Rata-rata persentase penghambatan tertinggi yaitu pada perlakuan *Bacillus* sp. isolat Ba-9 dengan rata-rata persentase 23,04%. Perlakuan *Bacillus* sp. isolat Ba-9 tidak berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. isolat Ba-6 dan *Bacillus* sp. isolat Ba-15, hal ini ditunjukkan dengan notasi yang sama pada ketiga perlakuan. Pitasari dan Ali (2018) melaporkan bahwa perbedaan daya hambat yang dihasilkan oleh bakteri dapat terjadi karena metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing isolat berbeda jenis dan jumlahnya. Kemampuan bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen secara *in vitro* membuktikan bahwa bakteri tersebut memiliki potensi sebagai Agensi Pengendali Hayati (APH) (Leiwakabessy *et al.*, 2019).

Gambar 4 menunjukkan morfologi hifa *C. capsici* mengalami kerusakan berupa penebalan dan pembengkakan hifa akibat perlakuan isolat *Bacillus* spp, berbeda dengan kondisi normal atau kontrol. Pembengkakan dan penebalan hifa diperoleh pada seluruh *C. capsici* yang ditumbuhkan pada seluruh perlakuan isolat *Bacillus* spp. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widiyanti *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa bakteri



Gambar 4. Morfologi Hifa *C. capsici* pada seluruh Perlakuan *Bacillus* spp.(a) Menebal dan Membengkak (b) Cabang Banyak (c) Normal



Gambar 5. Gejala Antraknosa pada Buah Cabai Merah Uji *Detach Fruit* Umur 7 HSP

antagonis dapat menyebabkan pembengkakan hifa jamur patogen. Selain itu, hifa pada perlakuan *Bacillus* spp. memiliki percabangan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan kontrol. Pertumbuhan hifa *C. capsici* yang abnormal diduga karena bakteri *Bacillus* spp. menghasilkan senyawa antifungal. Menurut Flori *et al.*, (2020) senyawa antifungal mampu mengakibatkan hifa mengalami pertumbuhan abnormal (malformasi). Sedangkan pada perlakuan kontrol menunjukkan hifa *C. capsici* normal, hifa nampak lurus dan bercabang tanpa kerusakan.

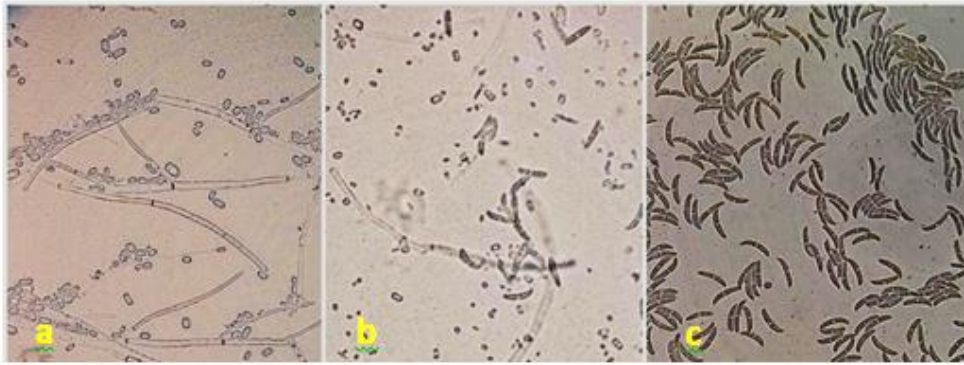
Uji *Detach Fruit* pada Buah cabai merah

Hasil dari uji *detach fruit* disajikan pada Tabel 2. Gejala penyakit antraknosa pada buah cabai merah yakni berupa timbulnya cekungan berwarna coklat tua yang pada bagian tengahnya terdapat kumpulan titik hitam yang merupakan aservulus dan tumbuhnya hifa pada permukaan buah yang semakin hari semakin membesar (Gambar 5). Intensitas penyakit pada uji *detach fruit* diamati dan dihitung pada saat buah cabai merah berumur 7 hari setelah perlakuan (HSP). Intensitas penyakit terendah terdapat pada perlakuan *Bacillus* sp. isolat Ba-9 yaitu sebesar 23,75%. Sedangkan pada perlakuan kontrol intensitas penyakit buah cabai merah sebesar 45,00%. *Bacillus* spp. isolat Ba-9 mampu menekan pertumbuhan *C. capsici* sebesar 21,25% dibandingkan kontrol. Pengamatan mikroskopis (Gambar 6) menunjukkan bahwa pada perlakuan *Bacillus* spp. pertumbuhan patogen *C. capsici* tidak normal. Hifa *C. capsici* patah dan konidia tidak dapat berkembang dengan baik. Hifa patah menunjukkan bahwa isolat

Tabel 2. Hasil Uji *Detach Fruit* Bakteri *Bacillus* spp. terhadap *C. capsici* Umur 7 HSP

Perlakuan	Masa Inkubasi (hari)	Intensitas penyakit (%)
Kontrol	2.35	45,00 b
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-6	2.70	28,75 a
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-9	3.28	23,75 a
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-12	2.80	28,75 a
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-15	2.13	27,50 a
<i>Bacillus</i> sp. isolat Ba-17	2.35	30,00 a
BNT 5%	-	8,44

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%



Gambar 6. Pengamatan Miskroskopis Gejala Antraknosa pada Uji *Detach Fruit* Perbesaran 40x10 (a) Hifa Patah (b) Pertumbuhan Konidia Sedikit (c) Normal

bakteri kitinolitik mampu menghidrolisis dinding sel jamur (Novina *et al.*, 2013). Sedangkan pada perlakuan kontrol menunjukkan hasil pengamatan *C. capsici* memiliki konidia yang sempurna yang ditandai dengan terbentuknya makrokonidia.

Penggunaan agensia hayati bakteri *Bacillus* spp. sebagai biokontrol diduga dapat menekan pertumbuhan patogen di dalam buah cabai merah. Agen biokontrol mampu mengeluarkan enzim ekstraseluler berupa kitinase yang dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 antar sub unit N-asetilglukosamina (NacGlc) pada polimer kitin sebagai salah satu komponen dinding sel hifa pada jamur, sehingga dapat menghambat pertumbuhan hifa dan dapat menekan laju respirasi (Wang *et al.*, 2005). Hal ini juga didukung oleh Zhang (2002) yang menyatakan bakteri *Bacillus* spp. mampu mensekresikan enzim ekstraseluler yaitu protease dan selulase yang dapat mendegradasi dinding sel patogen yang menginfeksi sehingga perkembangan patogennya terganggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa bakteri *Bacillus* spp. memiliki potensi dalam menghambat jamur *C. capsici*. Pengujian *in vitro* antagonis pada media PDA menunjukkan perlakuan terbaik pada *Bacillus* sp. isolat Ba-9 dengan persentase penghambatan sebesar 23,04%. Pengujian *detach fruit* menunjukkan *Bacillus* sp. isolat Ba-9 mampu menekan pertumbuhan *C. capsici* sebesar 21,25% dibandingkan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, D., Triasih, U., Dwiastuti, M. E., dan Wicaksono, C. 2019. Potensi Jamur Antagonis dalam Menghambat Penyebab Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Jeruk. *Agronida*. 5: 1–6.

- Astuti RP, 2008. Rhizobakteria *Bacillus* sp. asal tanah rizosfer kedelai yang berpotensi memicu pertumbuhan tanaman. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2016. Pengendalian Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai. <http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/2630/>. (Diakses tanggal 14 November 2020).
- Faijah, Inayatul. 2019. Potensi Jamur Endofit dalam Menekan Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum capsici* dan Perkembangan Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.
- Flori, F., Mukarlina, Rahmawati. 2020. Antagonistic Potential of *Bacillus* Spp. Bacteria Isolate From Pepper Plant (*Piper nigrum* L.) Rhizosphere As Controlling Agent of *Fusarium* sp. *Jdf Fungus. Jurnal Biologi Makasar*. 5 (1) : 111-120.
- Hasyim, A., W. Setiawati and R. Sutarya. 2014. Screening for resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* in chili pepper (*Capsicum annum* L.) in Kediri, East Java. *AAB Bioflux*, 6(2): 104 – 118.
- Khadim, M., P.A. Mihardjo dan A. Majid. 2014. Efektivitas Beberapa Isolat *Bacillus* spp. untuk Mengendalikan Patogen Jamur *Rhizoctonia Solani* pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 10(10): 1-10.
- Leiwakabessy, C. H., Yatni, C. Uruilal, R. E. ririhena, F. J. Rumalatu. 2019. Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit Asal Tanaman Sagu (*Metroxylon* spp.) Dalam Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Kuhn. Secara *In Vitro*. *Agrimal*. 7 (2) : 48-52.
- Novina, D., Suryanto, D. dan Elimasni, D., 2013. Uji Potensi Bakteri Kitinolitik dalam Menghambat Pertumbuhan *Rhizoctonia Solani* Penyebab Rebah Kecambah pada Kentang Varietas Granola. *Saintia Biologi*, 1(1), pp.26-32.
- Nura, M. Syukur, N. Khumaida dan Widodo. 2015. Radiosensitivitas dan heritabilitas ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada tiga populasi cabai yang diinduksi iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(3): 201 – 206.
- Nurjasmii, R. dan Suryani, S., 2020. Uji Antagonis Actinomycetes terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(1).1-12.
- Paramita, N. R., C. Sumardiyono, dan Sudarmadi. 2014. Pengendalian kimia dan ketahanan *Colletotrichum* spp. terhadap fungisida simoksanil pada cabai merah. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 18(1): 41-46.
- Pitasari, A. dan M. Ali. 2018. Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Endofit dari Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Jamur *Alternaria porri* Ellis Cif. *JOM Faperta*. 5 (1) : 1-12.
- Prasetyo A. 2017. Pemanfaatan kitosan untuk pengendalian penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada cabai (*Capsicum annum* L.) *Skripsi*. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Prihatiningsih, N., T. Arwiyanto, B. Hadisutrisno dan J. Widada. 2014. Seleksi mutan antibiosis *Bacillus subtilis* B315 untuk pengendalian *Ralstonia solanacearum* Pr7. *Jurnal Agrin*, 18(1): 67 – 79.
- Putro, N.S., Aini, L.Q. and Abadi, A.L., 2014. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(4):44-53.
- Rabha, A. J., Gauri, D. S., Vijay. V., Ashok, N., dan Hemant, K. G. 2014. *In Vitro Evaluation of Antagonism of Endophytic Colletotrichum gloeosporioides Against Potent Fungal Pathogens of Camellia sinensis*. *Indian J Microbiol.* 54(3):302–309.
- Saxena, A., R. Raghuwanshi, V. K. Gupta, and H. B. Singh. 2016. Chilli Anthracnose: The Epidemiology and Management. *Frontiers in Microbiology*.
- Susanto A, Sudharto PS, dan Purba RY. 2005. *Enhancing biological kontrol of basal stem rot disease (Ganoderma boninense) in oil palm plantations*. *Journal of Mycopathologia*. 159:153 – 157.
- Syabana, Mohamad Ana. Saylendra, Andree. Dan Ramadhani, Deri. 2015. Aktivitas Anti Cendawan Ekstrak Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai (*Capsicum annum*) secara *In Vitro* dan *In Vivo*: *Agrologia*, 4(1):21-27.
- Wang, S., Wu, J., Rau, P., Ng TB., Ye X. 2005. A Chitinase with Antifungal Activity From the Mung Bean. *Biological Control in the Tropics*. University Pertanian Malaysia.
- Widiantini, F., E. Yulia, dan C. Nasahi. 2018. Potensi Antagonisme Senyawa Metabolit Sekunder Asal Bakteri Endofit dengan Pelarut Metanol terhadap Jamur *G. boninense* Pat. *Jurnal Agrikultura*. 29 (1) : 55-60.
- Wulansari, N.K., N. Prihatiningsih, dan H.A. Djatmiko. 2017. Mekanisme Antagonis Lima Isolat *Bacillus Subtilis* Terhadap *Colletotrichum capsici* dan *C. Gloeosporioides* *In Vitro*. *Agrin*. 21(2):127-139.
- Zhang, S., Reddy, M.S., dan Klooper, J.W. 2002. Development of Assay for Assessing Induced Systemic Resistance by Plant Growth-promoting. Winnipeg, Canada: Departement of Plant Science, University of Manila.