



**PENINGKATAN PERAN BAKTERI *Bacillus subtilis* UNTUK
MENGENDALIKAN PENYAKIT ANTRAKNOSA
(*Colletotrichum capsici*) PADA CABAI MERAH
DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember**

Oleh

**Fitri Kamilia Firdausyi
NIM. 001510401085**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN**

Juni 2005

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Cabai Merah.....	4
2.2 Penyakit Antraknosa Pada Cabai Merah.....	4
2.2.1 Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	5
2.2.2 Morfologi dan Biologi <i>C. capsici</i>	5
2.2.3 Daur Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	6
2.2.4 Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	6
2.2.5 Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	7
2.3 Potensi <i>B. subtilis</i> dalam Pengendalian Hayati.....	8
2.4 Potensi Tepung Terhadap Aktivitas <i>B. subtilis</i>	10
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Bahan dan Alat.....	12
3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	12
3.2.1 Pengedaan dan Pebanyakan Isolat <i>C. capsici</i>	12
3.2.2 Perbanyak Isolat <i>B. subtilis</i>	13
3.2.3 Pembuatan Suspensi Tepung.....	13
3.2.4 Uji Antagonisme Secara <i>In vitro</i>	13
3.2.4 Uji Antagonisme Secara <i>In vivo</i>	14
3.2.4.1 Rancangan Penelitian.....	14
3.2.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	15

3.2.4.3 Parameter Pengamatan.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Isolasi Jamur <i>C. capsici</i>	17
4.2 Perbanyakkan Bakteri Antagonis <i>B. subtilis</i>	18
4.3 Pengujian Antagonisme Secara <i>In vitro</i>	18
4.4 Pengujian Antagonisme Secara <i>In vivo</i>	21
4.4.1 Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	21
4.4.2 Masa Inkubasi Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	22
4.4.3 Intensitas Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	23
V. SIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Rata-rata Persentase Penghambatan <i>B. subtilis</i> dengan Penambahan Tepung Terhadap Pertumbuhan Jamur <i>C. capsici</i> Secara <i>In vitro</i>	20
2.	Masa Inkubasi Penyakit Antraknosa.....	22
3.	Rata-rata Intensitas Penyakit Antraknosa pada Pengamatan Hari Ke-3, 6, 9, 12, 15 Hari Setelah Inokulasi.....	23
4.	Pengaruh Bakteri <i>B. subtilis</i> Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa.....	25
5.	Pengaruh Penambahan Tepung Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa.....	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Uji Antagonisme <i>B. subtilis</i> Terhadap <i>C. capsici</i> Secara <i>In vitro</i>	14
2.	Koloni dan Morfologi <i>C. capsici</i>	17
3.	Koloni Bakteri Antagonis <i>B. subtilis</i>	18
4.	Penghambatan <i>B. subtilis</i> Terhadap Pertumbuhan <i>C. capsici</i>	19
5.	Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah.....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Analisis Sidik Ragam Penghambatan <i>B. subtilis</i> Terhadap <i>C. capsici</i> Secara <i>In vitro</i>	31
2.	Analisis Sidik Ragam Intensitas Penyakit Antraknosa Hari Ke-3, 6, 9, 12, 15 his Patogen.....	35
3.	Analisis Sidik Ragam Faktor Tunggal Pengaruh bakteri <i>B. subtilis</i> Terhadap Penyakit Antraknosa.....	40
4.	Analisis Sidik Ragam Faktor Tunggal Pengaruh Penambahan Tepung Terhadap Penyakit Antraknosa.....	43
5.	Perhitungan Konsentrasi <i>B. subtilis</i>	46

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah segar termasuk dalam golongan enam besar dari komoditas sayuran yang diekspor Indonesia akhir-akhir ini, selain bawang merah, tomat, kentang, kubis, dan kol bunga (termasuk didalamnya brocoli) (Prajnanta, 2001). Cabai merah merupakan tanaman perdu dari famili terung-terungan (Solanaceae). Keluarga ini diduga memiliki sekitar 90 genus dan sekitar 2000 spesies yang terdiri dari tumbuhan herba, semak dan tumbuhan kecil lainnya (Setiadi, 1999).

Cabai merah dapat ditanam di dataran rendah ataupun di dataran tinggi, tergantung dari varietasnya. Tanah yang cocok untuk tanaman cabai merah adalah tanah yang gembur dan subur. Tanaman cabai merah akan mudah sekali terserang hama dan penyebab penyakit jika tempat penanamannya kurang cocok. Salah satu penyakit yang sangat merugikan adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum capsici* (Pracaya, 1994). Menurut Semangun (2000) antraknosa pada cabai besar tersebar luas di semua daerah penanaman cabai di seluruh dunia.

Penyakit antraknosa sangat ditakuti karena dapat menghancurkan seluruh pertanaman. Pengamatan harus dilakukan setiap hari pada musim hujan. Cabai segar yang disimpan 1-2 hari sebelum dipasarkanpun dapat memperlihatkan gejala serangan penyebab penyakit ini karena antraknosa dapat terbawa, tumbuh, dan bertahan di dalam biji selama 9 bulan. Penyakit ini berkembang pesat sekali pada kondisi kelembaban relatif tinggi (>95%) pada suhu sekitar 32°C dan lingkungan pertanaman yang kurang bersih serta banyak terdapat genangan air (Prajnanta, 2001).

Penyakit antraknosa dapat menyebabkan kerusakan sejak dari persemaian sampai tanaman cabai berbuah, dan merupakan masalah utama pada buah masak, serta berakibat serius terhadap penurunan hasil dan penyebaran penyakit (Syamsudin, 2003). Berdasarkan laporan (Balai Penelitian Hortikultura Lembang 1993 dalam Syamsudin 2003), kehilangan hasil pada pertanaman cabai akibat serangan antraknosa dapat mencapai 50-100% pada saat musim hujan.

Pengendalian penyakit pada umumnya masih menggunakan fungisida, karena masih dianggap dapat mengendalikan penyakit secara cepat dan praktis, meskipun kesadaran dari pengguna akan dampak negatif dari zat kimia cukup tinggi disamping biaya yang dikeluarkan dalam penggunaan fungisida yang sangat mahal. Menurut Syamsudin (2003) upaya pengendalian penyakit antraknosa hingga saat ini masih menggunakan pestisida sintetik sebagai pilihan utama karena dianggap dapat mengendalikan penyakit secara cepat dan praktis. Namun demikian mengingat dampak negatif terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh pemakaian pestisida sintetik, maka saat ini telah dikembangkan perlindungan secara biologi karena dianggap sebagai teknik yang memperhatikan dan menjaga keseimbangan lingkungan. Pengendalian hayati penyakit tanaman didefinisikan sebagai penekanan jumlah inokulum atau aktivitas patogen dengan menggunakan satu atau lebih mikroorganisme (Cook dan Barker, 1983). Salah satu mikrobial antagonis yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit antraknosa adalah *Bacillus subtilis* (Susanti, 2004).

Menurut Damordjati (1993) *B. subtilis* merupakan mikrobial yang memiliki sifat antagonis dan memiliki kisaran aktivitas yang sangat luas. Keunggulan *B. subtilis* dibanding dengan bakteri lain adalah kemampuannya menghasilkan endospora yang tahan terhadap panas atau dingin, juga terhadap pH yang ekstrim, pestisida, pupuk dan waktu penyimpanan. *B. subtilis* merupakan salah satu genus yang sangat penting untuk pengendalian hayati pada permukaan daun disamping untuk penyakit pada perakaran maupun penyakit pasca panen. Bakteri ini sangat berpotensi karena mudah diformulasikan dan relatif dapat mengkolonisasi berbagai spesies tanaman (Bacman, *et al.*, 1997).

Keberadaan nutrisi dilapangan terutama pada permukaan buah tidak sebanyak dalam tanah yang merupakan habitat dari *B. Subtilis* yang dapat mendukung aktivitas *B. subtilis*. Apabila antagonis sudah cocok pada habitatnya tetapi belum berfungsi untuk mengendalikan patogen maka perlu perlakuan yang dapat meningkatkan kemampuan anatagonisnya (Cook dan Barker, 1983). Untuk meningkatkan aktivitas antibiotik *B. subtilis* dalam mengendalikan patogen diatas permukaan buah diperlukan suatu nutrisi. Pada keadaan yang demikian maka

perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan nutrisi berupa tepung terhadap efektifitas *B. subtilis* dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah yang disebabkan oleh jamur *C. capsici*.

1.2 Perumusan Masalah

Penyakit antraknosa adalah salah satu penyakit penting pada cabai merah yang disebabkan oleh *C. capsici*. Patogen ini dapat terbawa dan bertahan di dalam biji, serta dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman sakit. Pengendalian yang sering dilakukan untuk menanggulangi penyakit antraknosa selama ini adalah dengan fungisida, walaupun dampak negatif penggunaan fungisida dalam jangka waktu yang tertentu dapat mengakibatkan resistensi pada patogen dan dapat mencemari lingkungan. Salah satu alternatif pengendalian penyakit antraknosa yang ramah terhadap lingkungan adalah dengan menggunakan bakteri antagonis yaitu *B. subtilis*. *B. subtilis* diketahui dapat menghasilkan antibiotik yang bersifat antifungal dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain dan mampu menghasilkan endospora yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Menurut penelitian terdahulu diketahui bahwa *B. subtilis* mempunyai potensi untuk dikembangkan dan digunakan sebagai pengendali penyakit antraknosa pada cabai merah. Pada pengendalian di atas permukaan buah, *B. subtilis* memerlukan suatu nutrisi salah satunya yaitu tepung dalam meningkatkan aktivitas antibiotiknya.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh penambahan macam tepung terhadap efektifitas *B. Subtilis* dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah.
2. Perbedaan potensi macam tepung dalam meningkatkan aktivitas antibiotik *B. Subtilis* dalam mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai Merah

Cabai merah termasuk tanaman semusim, berdiri tegak, dan berbentuk perdu. Tingginya berkisar antara 0,65-0,75 m. Tanaman dewasa bertajuk lebar berukuran 0,65-1 m. Tanaman ini berumah satu dan dapat melakukan penyerbukan sendiri. Perakarannya dangkal, kedalaman sekitar 45 cm dan penyebarannya 30-45 cm ke arah samping (Nawangsih, dkk, 2001).

Pertumbuhan cabai merah untuk dapat berproduksi secara optimal sesuai yang diharapkan, memerlukan lingkungan yang sesuai baik keadaan tanah, air, iklim. Cabai merah dapat tumbuh pada tanah yang remah, gembur, dan kaya akan bahan organik, serta memiliki pH 6,0-6,5. Pertumbuhan cabai yang baik memerlukan ketersediaan air yang cukup dan bersih dari kontaminasi penyakit. Keadaan iklim seperti intensitas cahaya matahari yang cukup banyak dan keadaan yang tidak terlalu lembab sangat mendukung bagi pertumbuhan cabai merah (Prajnanta, 2001).

2.2 Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

Penyakit antraknosa pada cabai besar tersebar luas di semua daerah penanaman cabai di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Dilaporkan bahwa setiap tahun penyakit yang menyebabkan buah busuk dan rontok ini timbul di Sumatera Barat (Semangun, 2000). Gangguan penyakit antraknosa terhadap tanaman cabai merah merupakan salah satu penyebab rendahnya produksi cabai merah, baik kuantitas maupun kualitas. Antraknosa adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *C. capsici* yang menjadi masalah penting pada pertanian cabai merah di Indonesia, terutama pada pertanaman musim hujan. Di Brebes, Jawa Tengah, kerugian yang disebabkan oleh penyakit ini dilaporkan sebesar 10%-15%, di Sumatera Barat kerugian tercatat 11%-35% (Trimurti, dkk, 1983 dalam Qosim dan Setiamihardja, 1991).

Penyakit antraknosa dapat menyerang sejak dalam persemaian, karena petogen ini dapat masuk ke dalam ruang biji dan menginfeksi biji. Penyakit ini

biasanya menyerang pada bagian biji, batang, daun, dan terutama pada buah. Penyakit antraknosa pada daun dan batang tidak dapat menginfeksi buah (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2004). Serangan menyebabkan cabai menjadi busuk lunak, kering dan mengerut seperti mummi dan akhirnya rontok yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi petani (Prajnanta, 2001).

2.2.1 Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

Penyebab penyakit ini adalah jamur *Colletotrichum capsici*, penyakit ini tersebar luas diseluruh dunia di mana ada tanaman cabai merah (Pracaya, 1994). Menurut Pawana (1996) penyakit antraknosa disebabkan oleh jamur *C. capsici* yang menyebabkan penyakit busuk matang atau ripe root.

Menurut Alexopoulos dan Mims (1979) klasifikasi *C. capsici* adalah sebagai berikut:

Divisio	: Mycota
Sub divisio	: Deuteromycota
Klas	: Deuteromycetes
Sub klas	: Coelomycetidae
Ordo	: Melanconiales
Famili	: Nectrioidaceae
Genus	: <i>Colletotrichum</i>
Spesies	: <i>Colletotrichum capsici</i> (Syd.) Butl. Et. Bisby.

2.2.2 Morfologi dan Biologi *C. Capsici*

Jamur *C. capsici* mempunyai banyak aservulus, tersebar, di bawah kutikula atau pada permukaan, garis tengahnya sampai 10 μm , hitam dengan banyak seta. Seta coklat tua, bersekat, kaku, meruncing ke atas, 75-100 x 2-6,2 μm . Konidium hialin, berbentuk tabung (silindris), 18,6-25,0 x 3,5-5,3 μm , ujung-ujungnya tumpul, atau bengkok seperti sabit. Jamur membentuk banyak sklerotium dalam jaringan tanaman sakit atau dalam medium biakan (Semangun, 2000). Koloni pada media PDA saat pertama putih dengan cepat menjadi kelabu.

Pada area miselium berwarna dari terang menjadi abu-abu gelap pada seluruh permukaan koloni, dengan aservulus yang runcing untuk seta gelapnya. Titik-titik spora berwarna pucat kekuning-kuningan seperti salmon (ikan) (Mordue, 1971)

Penyakit ini kurang terdapat pada musim kemarau, di lahan yang mempunyai drainasi baik, dan yang gulmanya terkendali dengan baik. Perkembangan becak paling baik terjadi pada suhu 30° C, sedang sporulasi jamur *C. capsici* pada suhu 30° C. Buah yang muda cenderung lebih rentan dari pada yang setengah masak. Pusposendjojo dan Rasyid (1985) dalam Semangun (2000) menyatakan bahwa perkembangan becak karena *C.capsici* lebih cepat terjadi pada buah yang tua, meskipun buah yang muda lebih cepat gugur karena infeksi ini.

2.2.3. Daur Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

C. capsici dapat bertahan dalam sisa-sisa tanaman sakit. Pada musim kemarau pada lahan yang berdrainase baik perkembangan penyakit kurang baik (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2004). Jamur *C. capsici* pada buah masuk ke dalam ruang biji dan menginfeksi biji. Jamur menyerang daun dan batang, kelak dapat menginfeksi buah-buah. Jamur hanya sedikit sekali mengganggu tanaman yang sedang tumbuh, tetapi memakai tanaman ini untuk bertahan sampai terbentuknya buah hijau. Konidium disebarkan oleh angin dan menurut Nur Imah Sidik dan Pusposendjojo (1985) dalam Semangun (2000) infeksi *C. capsici* hanya terjadi melalui luka-luka.

2.2.4 Gejala Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

Menurut Pracaya (1994) penyakit ini bisa timbul di lapangan ataupun pada buah lombok yang sudah dipanen. Mula-mula pada buah yang sudah masak kelihatan bercak kecil cekung-kebasahan yang berkembang sangat cepat, garis tengah bisa mencapai 3-4 cm pada buah yang besar. Bercak cekung itu berwarna merah-tua sampai coklat-muda dan kelihatan ada jaringan jamur yang berwarna hitam. Buah berubah menjadi busuk-lunak, mula-mula berwarna merah kemudian menjadi coklat-muda seperti jerami.

Pada serangan jamur *C. capsici* mula-mula membentuk becak coklat kehitaman, yang lalu meluas menjadi busuk lunak. Pada tengah becak terdapat kumpulan titik-titik hitam yang terdiri dari kelompok seta dan konidium jamur. Jika cuaca kering jamur hanya membentuk becak kecil yang tidak meluas. Kelak setelah buah dipetik, karena kelembaban udara yang tinggi selama disimpan dan diangkut, jamur akan berkembang dengan cepat (Semangun, 2000). Pada keadaan cuaca yang panas dan lembab akan mempercepat perkembangan penyakit (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2004).

2.2.5 Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Cabai Merah

Penyakit antraknosa merupakan penyakit yang sangat berbahaya bagi keberhasilan budi daya karena dapat menggagalkan panen buah. Penanggulangan yang biasa dilakukan untuk patogen ini dengan cara perlakuan benih, rotasi tanaman dengan tanaman bukan dari famili Solanaceae, memberantas gulma, sanitasi lingkungan, memperbaiki drainase tanah, dan penggunaan fungisida untuk pencegahan dan pengendalian (Nawangsih, dkk, 2001).

Usaha pengendalian secara terpadu terhadap *C. capsici* yang mencakup kultur teknis, penggunaan varietas tahan, mekanik, hayati, dan kimiawi diharapkan dapat mengendalikan penyakit antraknosa (Santika, 2001).

Upaya pengendalian penyakit antraknosa hingga saat ini masih menggunakan pestisida sintetik sebagai pilihan utama karena dianggap dapat mengendalikan penyakit secara cepat dan praktis. Namun demikian mengingat dampak negatif terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh pemakaian pestisida sintetik, maka saat ini telah dikembangkan perlindungan secara biologi karena dianggap sebagai teknik yang memperhatikan dan menjaga keseimbangan lingkungan (Syamsudin, 2003).

Penggunaan agen hayati untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *C. capsici* belum banyak dilakukan, kemungkinan karena sifat laten dan sistemik dari patogen ini sehingga sangat sulit dikendalikan. Sulitnya pengendalian terhadap patogen ini disebabkan hifa yang menginfeksi terlindung dalam kutikula tanaman inang (Yakoby et. al. 2001). Pengendalian hayati jarang

dapat melenyapkan patogen dari lingkungannya, tetapi sasarannya adalah menekan penyakit dan mengurangi inokulum patogen, mengurangi infeksi tanaman oleh patogen dan mengurangi kemampuan patogen penyebab penyakit (Barker and Cook, 1974). Menurut Janisiewicz dan Roitman (1998) dalam Majid (2002) selain genus *Pseudomonas*, isolat *B. subtilis* dari tanah diketahui dapat menghasilkan antibiotik yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman. Agen hayati yang potensial untuk dikembangkan dalam mengendalikan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. capsici* adalah *B. subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* (Susanti, 2004).

2.3 Potensi *B. subtilis* dalam Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati merupakan salah satu teknik pengendalian terhadap patogen dengan mengedepankan penggunaan organisme non parasitik atau mikrobia antagonis. Pengendalian hayati dapat terjadi secara alami atau melalui manipulasi lingkungan. Pengendalian hayati dengan mikrobia antagonis merupakan alternatif pengendalian yang lebih menguntungkan dibandingkan pengendalian dengan fungisida, karena tidak mempunyai dampak negatif bagi manusia, hewan, dan lingkungan, secara efektif dalam waktu cukup lama (Sudanta, 1994).

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang banyak terdapat di alam yang mempunyai sifat ada yang merugikan, tetapi banyak juga yang menguntungkan karena mempunyai sifat antagonis. Sifat antagonis ini dapat dimanfaatkan dalam upaya pengendalian biologi karena dapat menghambat perkembangan patogen (Sinaga, 1997).

Organisme yang bersifat antagonis terhadap patogen tumbuhan dikatakan ideal apabila organisme tersebut memenuhi kriteria, yaitu a) mampu hidup dan berkembang biak di rizosfer atau di dekat struktur istirahat patogen, b) mampu membentuk antibiotik berspektrum luas, namun tidak menghambat antagonis lain yang tidak menyebabkan kerusakan tanaman, c) agensia antagonis mampu beradaptasi terhadap kondisi untuk dapat diproduksi secara besar-besaran, d) agensia antagonis lebih adaptif daripada patogen terhadap faktor lingkungan, e)

spora antagonis lebih cepat berkecambah daripada patogen (Barker and Cook, 1974).

B. subtilis merupakan salah satu bakteri yang dapat digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan penyakit tular tanah dan dapat mengurangi penyakit rebah kecambah pada beet gula Dunleavy (1955) dalam Erlina (2002). *B. subtilis* berpotensi untuk dikembangkan dalam mengendalikan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. capsici* (Susanti, 2004).

B. subtilis memiliki ciri-ciri yaitu bakteri dengan bentuk sel basil (batang) kadang monobasil, mempunyai ukuran diameter 0,7 – 0,8 μ m dan panjang 2,0 – 3,0 μ m, suhu untuk pertumbuhan yaitu 5°C-55°C, gram positif, membentuk endospora, respirasi anaerobik, mampu menghidrolisis amilum, protein dan lemak. Koloni putih agak kuning dengan diameter 1-2 mm (Prahaningtyas, 2003).

Menurut Backman *et. al.* (1997) Bacillus memiliki keunggulan dibanding dengan bakteri lain, yaitu mampu menghasilkan endospora yang tahan terhadap panas dan dingin, juga taha terhadap pH yang ekstrim, pestisida, pupuk, dan waktu penyimpanan. Bacillus merupakan salah satu genus yang sangat penting untuk pengendalian hayati pada permukaan daun dan buah, disamping untuk penyakit pada perakaran maupun penyakit pasca panen. Di samping itu bakteri ini sangat berpotensi karena sangat mudah diformulasikan dan relatif dapat mengkolonisasi berbagai spesies tanaman.

Mekanisme penghambatan antagonis *B. subtilis* terhadap mikroorganisme lain disebabkan adanya aktivitas antibiotik yaitu dihasilkannya macam-macam zat antibiotik (Sastrosuwignyo, 1998 dalam Utami, 2001). Menurut Loeffler *et. al.*, (1986) dalam Setiawan (2002), *B. subtilis* dapat menghasilkan antibiotik seperti *baclysin* dan *fengymycillo* yang bersifat antifungal dan beberapa isolat *B. subtilis* memproduksi antibiotik iturin yang memiliki kisaran aktivitas cukup luas, baik terhadap bakteri maupun jamur.

2.4 Potensi Tepung Terhadap Aktivitas *B. subtilis* pada Buah Cabai Merah

B. subtilis di dalam tanah mampu hidup dari sisa-sisa bahan organik dan sangat cepat berkembang. Pengendalian oleh *B. subtilis* pada permukaan buah memerlukan suatu nutrisi dalam meningkatkan aktivitas antibiotiknya dan salah satunya yaitu zat tepung. Zat tepung mempunyai beberapa kandungan yang bermanfaat bagi aktivitas antagonis dari *B. subtilis*.

B. subtilis mampu menghidrolisis amilum, protein dan lemak (Prahaningtyas, 2003), kandungan-kandungan ini dapat diperoleh dari zat tepung. Sesuai dengan pendapat Pelczar *et. al* (1993) dalam Utami (2001) bahwa *B. subtilis* mempunyai enzim amilase yang dapat mendegradasi amilum. Beberapa jenis Bacillus yang diketahui mampu menghasilkan amilase antara lain *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. stearothermophilus*, *B. coagulans*, dan sebagainya. *B. subtilis* dapat memproduksi amilase yang dapat menghidrolisis amilum (pati) (Richana, 1999).

Amilum merupakan kelompok polisakarida dari karbohidrat. Amilum disebut juga pati atau tepung. Macam-macam amilum antara lain amilum beras dari padi, tapioka amilum dari ubi kayu, dan maizena amilum dari jagung (Pikiran Rakyat Cyber Media, 2002). Tepung dapat berguna sebagai stiker atau bahan perekat bagi *B. subtilis* yang diaplikasikan pada permukaan buah cabai merah yang licin. Stiker dapat berfungsi sebagai perekat larutan semprot pada permukaan tanaman, seperti daun dan buah yang licin (Wudianto, 2002).

Tepung tapioka yang berasal dari ubi kayu yang telah diolah mengandung nutrisi yang cukup tinggi dan dengan komposisi yang lengkap. Kandungan nutrisi yang terpenting antara lain karbohidrat, protein, dan lemak. Pada setiap 100 g tepung tapioka mengandung 86,90 g karbohidrat, 8,9 g protein, dan 0,3 g lemak (Rukmana, 1997a). Menurut Utami (2001) tapioka yang mengandung amilum dapat berfungsi sebagai tambahan atau substrat bagi *B. subtilis*, dan mengandung senyawa tertentu yang dapat menghambat infeksi patogen.

Tepung maizena yang berasal dari jagung jika dilihat dari kandungan nutrisinya memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai bahan pangan, sebagai bahan obat-obatan, dan lain-lain. Kandungan utama maizena adalah karbohidrat.