

**PENGARUH PELAPIS BUAH *SUGAR ESTER BLEND* DAN SUHU SIMPAN
SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN BUAH PEPAYA ‘CALIFORNIA’
TERHADAP JAMUR *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.**

(Skripsi)

Oleh

YUANA ARIYANTI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

EFFECT OF FRUIT COATING *SUGAR ESTER BLEND* AND STORAGE TEMPERATURE AS 'CALIFORNIA' PAPAYA'S CONTROLLING TREATMENTS ON FUNGAL DISEASE *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

By

YUANA ARIYANTI

Papaya 'California' is a climacteric fruit that has a slight skin and contains a lot of water which is easily damaged by mechanical factors and infection of postharvest pathogens. Fruit coating *sugar ester blend* and storage temperature treatments are methods to protect papaya from a fungal disease infection of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

This study was aimed at studying (1) the coating effect of *sugar ester blend* to control fungus *C. gloeosporioides* *in vitro* and *in vivo* condition, (2) the effect of low storage temperature to decrease the growth of fungi *C. gloeosporioides*, and (3) the interaction effects of fruit coating *sugar ester blend* and storage temperature treatments in decreasing the growth of fungus *C. gloeosporioides*.

This research was conducted at the Laboratory of Horticultural Postharvest, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Lampung.

The experiment was conducted in July-September 2015. The research was conducted with two subs, *in vitro* and *in vivo*. Treatments were arranged in a completely randomized design, with six treatment combinations, a combination of fruit coatings *sugar ester blend* (7 and 14%) and storage temperatures (room temperature and low temperatures). The combination of each treatment was repeated 3 times so that the number of units of the experiments was 18 units.

The results showed that (1) *sugar ester blend* treatment did not significantly decrease the growth of fungi *C. gloeosporioides in vitro* and *in vivo*, (2) low storage temperature treatment (16-18°C) significantly decreased the fungal growth *in vitro* by 36,71% and reduce the percentage of the disease *in vivo* by 43,75%, and (3) the interaction of *sugar ester blend* and storage temperature did not significantly decrease the growth of fungi *C. gloeosporioides in vitro* and *in vivo*.

Keyword: *in vitro*, *in vivo*, fungal, papaya, *sugar ester blend*

ABSTRAK

PENGARUH PELAPIS BUAH *SUGAR ESTER BLEND* DAN SUHU SIMPAN SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN BUAH PEPAYA ‘CALIFORNIA’ TERHADAP JAMUR *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

Oleh

YUANA ARIYANTI

Buah pepaya ‘California’ merupakan buah klimakterik yang memiliki kulit tipis dan mengandung banyak air sehingga mudah rusak karena pengaruh faktor mekanis dan gangguan patogen pascapanen. Perlakuan pelapis buah *sugar ester blend* dan suhu simpan merupakan salah satu cara untuk melindungi buah pepaya dari infeksi jamur *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari (1) pengaruh *sugar ester blend* dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada kondisi *in vitro* dan *in vivo*, (2) pengaruh suhu dingin dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dan (3) pengaruh interaksi pelapis buah *sugar ester blend* dan suhu simpan dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian

dilaksanakan pada Juli hingga September 2015. Penelitian dilaksanakan dengan dua sub, yaitu secara *in vitro* dan *in vivo*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan enam kombinasi perlakuan, yaitu kombinasi dari pelapis buah *sugar ester blend* (7 dan 14%) dengan suhu simpan (suhu ruang dan suhu dingin). Kombinasi masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga jumlah satuan percobaannya adalah 18 satuan percobaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) pelapis buah *sugar ester blend* tidak berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletrotrichum gloeosporioides* baik *in vitro* maupun *in vivo*, (2) perlakuan suhu dingin (16-18 °C) nyata menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides in vitro* sebesar 36,71% dan menurunkan keparahan penyakit *in vivo* sebesar 43,75%, dan (3) tidak terdapat interaksi nyata antara *sugar ester blend* dan suhu simpan dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

Kata kunci: *in vitro*, *in vivo*, jamur, pepaya, *sugar ester blend*

**PENGARUH PELAPIS BUAH *SUGAR ESTER BLEND* DAN SUHU SIMPAN
SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN BUAH PEPAYA ‘CALIFORNIA’
TERHADAP JAMUR *Colletrotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.**

Oleh

Yuana Ariyanti

Skripsi

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH PELAPIS BUAH *SUGAR ESTER BLEND* DAN SUHU SIMPAN SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN BUAH PEPAYA 'CALIFORNIA' TERHADAP JAMUR *Colletrotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.**

Nama Mahasiswa : **Yuana Ariyanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214121236

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Soesiladi E. Widodo, M.Sc.
NIP 196005011984031002



Dr. Ir. Suskandini R. Darmawati, M.P.
NIP 196105021987072001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi



Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

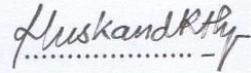
Ketua

: **Prof. Dr. Ir. Soesiladi E. Widodo, M.Sc.**



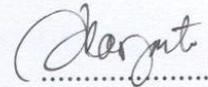
Sekretaris

: **Dr. Ir. Suskandini R. Darmawati, M.P.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 November 2016**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**PENGARUH PELAPIS BUAH *SUGAR ESTER BLEND* DAN SUHU SIMPAN SEBAGAI UPAYA PERLINDUNGAN BUAH PEPAYA 'CALIFORNIA' TERHADAP JAMUR *Colletrotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.**" merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2017

Penulis,

Xuana Ariyanti
NPM 1214121236



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotabumi pada 6 Juni 1994, sebagai anak ke dua dari tiga bersaudara dari bapak Rakhmad Setya Budi Rahardjo dan ibu Warningsih.

Jenjang pendidikan yang pernah ditempuh Penulis adalah Sekolah Dasar (SD) Negeri 04 Madukoro, Karang Tumaritis, Kotabumi Utara, Lampung Utara, diselesaikan tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 11 Kotabumi, Talang Jali, Kotabumi Utara, Lampung Utara, diselesaikan tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Kotabumi, Kotabumi Utara, Lampung Utara, diselesaikan tahun 2012.

Pada tahun 2012 Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) tertulis. Pada tahun 2015 Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) kecamatan Margapunduh, kabupaten Pesawaran, dan pada tahun yang sama pula Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Taman Hortikultura Lampung (*Lampung Hortipark*) kecamatan Tanjung Bintang, kabupaten Lampung Selatan, provinsi Lampung. Pada tahun 2016 Penulis menjadi Asisten Dosen pada praktikum mata kuliah Teknologi Pascapanen untuk Program Studi Agroteknologi.

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan tulus dan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini untuk keluargaku tercinta bapak Rakhmad Setya Budi Rahardjo, ibu Warningsih, kakak Kurnia Anggraini, dan adik Anggun Kusuma Wardani sebagai wujud rasa terimakasih dan baktiku atas doa, pengorbanan, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada Penulis, serta Almamater tercinta Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Sungguh, Tuhanmu (adalah) Allah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, lalu Dia bersemayam di atas 'Arsy. Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat. (Dia menciptakan) matahari, bulan dan bintang-bintang tunduk kepada perintah-Nya. Ingatlah! Segala penciptaan dan urusan menjadi hak-Nya. Mahasuci Allah, Tuhan seluruh alam”

(Q.S. Al-A'raf: 54)

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala*, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai kemudahan yang telah diberikan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Pengaruh Pelapis Buah *Sugar Ester Blend* dan Suhu Simpan Sebagai Upaya Perlindungan Buah Pepaya ‘California’ Terhadap *Colletrotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc” merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama atas fasilitas penelitian, saran, gagasan, bimbingan, dan semangat belajar yang telah diberikan selama penelitian sampai penulisan skripsi ini selesai;
2. Dr. Ir. Suskandini R. Darmawati, M.P., selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas fasilitas, saran, motivasi, dan bimbingan yang diberikan selama penelitian hingga penulisan skripsi;
3. Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan;
4. Yuyun Fitirana, S.P, M.P, Ph. D., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan perhatian, bimbingan, dan saran yang diberikan kepada Penulis.;

5. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
7. Kedua orang tua tercinta bapak Rakhmad Setya Budi Rahardjo, ibu Warningsih, kakak Kurnia Anggraini, S.Pd, adik Anggun Kusuma Wardani yang selalu memberikan doa dan dukungan secara moral dan material;
8. Lutfiana Cahyani, S.P., Maret Lilis Wahyuni, S.P., Nurul Octavia, S.P., Sunarti, S.P., dan Rini Septiani Indra, S.P. sebagai teman satu tim penelitian atas segala saran, bantuan, dukungan dan kerjasama selama Penulis melaksanakan penelitian hingga menyelesaikan skripsi;
9. Sahabat tercinta: Riyama, Laras, Novita, Ucrit, Imas, Umi, Lisa, Irma, Niken, Nely, keluarga KKN Sukajaya Punduh dan Agroteknologi 2012 kelas D atas perhatian, kasih sayang, motivasi, bantuan, dan kebersamaan.
10. Semua pihak yang tidak dapat Penulis Sebutkan satu per satu yang secara langsung telah membantu Penulis baik selama pelaksanaan penelitian maupun dalam proses penyelesaian skripsi ini;

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya, dan Penulis berharap semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Bandar Lampung, April 2017

Penulis,

Yuana Ariyanti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Kerangka Pemikiran.....	5
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Panen dan Pascapanen Buah Pepaya ‘California’.....	9
2.2 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Sacc.....	10
2.3 <i>Sugar ester blend</i> (KD-112)	11
2.4 Suhu	12
III. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat.....	15
3.3 Metode Penelitian	16
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	17

3.4.1 Pengujian kemampuan <i>sugar ester blend</i> dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i>	17
3.4.2 Pengujian keefektifan <i>sugar ester blend</i> dalam menekan keparahan penyakit yang disebabkan oleh jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada buah pepaya secara <i>in vivo</i>	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35
Data editor dan hasil analisis Statistix 8.0 peubah diameter dan keparahan penyakit	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh <i>sugar ester blend</i> dan suhu simpan terhadap pertumbuhan panjang diameter koloni jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i> dan persentase keparahan penyakit pada buah pepaya 'California' secara <i>in vivo</i> pada 12 HSP	23
2. Panjang diameter (cm) koloni jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i> dalam suhu ruang dan suhu dingin ...	35
3. Persentase keparahan penyakit antraknosa pada buah pepaya secara <i>in vivo</i> dalam suhu ruang dan suhu dingin	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Buah pepaya ‘California’ stadium I	16
2.	Inokulum jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Sacc. secara mikroskopis.....	18
3.	Pengukuran diameter koloni jamur yang terpendek dan diameter koloni yang terpanjang dari pertumbuhan koloni jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> di dalam cawan petri	19
4.	Pengaruh <i>sugar ester blend</i> dan suhu simpan terhadap pertumbuhan Jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i> dalam suhu ruang dan suhu dingin.....	24
5.	Perbandingan pengaruh perlakuan <i>sugar ester blend</i> 7% dan kontrol terhadap pertumbuhan jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i> pada 9 HSP	26
6.	Perbandingan pengaruh perlakuan <i>sugar ester blend</i> 7% dan kontrol terhadap pertumbuhan jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i> pada 12 HSP.....	26
7.	Pengaruh <i>sugar ester blend</i> dan suhu simpan terhadap persentase keparahan penyakit pada buah pepaya ‘California’ secara <i>in vivo</i> dalam suhu ruang dan suhu dingin.....	28
8.	Perbandingan pengaruh <i>sugar ester blend</i> dan suhu simpan terhadap persentase keparahan penyakit pada buah pepaya “California” secara <i>in vivo</i>	29

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Buah pepaya (*Carica papaya* L.) adalah salah satu komoditas unggulan hortikultura yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia. Berdasarkan data BPS (2013), produksi pepaya meningkat 0,39% selama dua tahun terakhir dan ekspor pepaya pada tahun 2013 mencapai angka 22.71 ton.

Pepaya 'Callina' atau 'California' adalah salah satu kultivar buah pepaya yang dibudidayakan di Indonesia. Pepaya 'California' termasuk ke dalam buah klimakterik yang mengalami lonjakan respirasi yang tiba-tiba (*respiration burst*) yang mendahului atau bersamaan dengan proses pemasakan, sehingga cenderung memiliki masa simpan yang pendek. Kecepatan respirasi buah dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan udara. Semakin tinggi suhu di sekitar buah maka semakin cepat laju respirasi buah. Oleh karena itu, dibutuhkan suhu penyimpanan yang rendah untuk menekan laju respirasi buah sehingga dapat memperpanjang masa simpan buah.

Pepaya memiliki kulit yang tipis dan mengandung banyak air sehingga mudah rusak karena pengaruh faktor mekanis dan gangguan patogen pascapanen. Selain itu, kandungan air yang tinggi pada buah pepaya akan memicu timbulnya penyakit

jika terjadi kerusakan secara mekanis. Terdapat beberapa patogen yang dapat menginfeksi buah papaya pascapanen, di antaranya adalah jamur *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc. yang menyebabkan penyakit antraknosa pada buah (Singh *et al.*, 2012).

Antraknosa adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. gloeosporioides*). Infeksi oleh jamur ini akan menyebabkan penurunan mutu buah karena akan timbul bercak coklat kehitaman pada buah yang semakin lama akan melebar sehingga dapat menurunkan harga jual produk. Oleh karena itu, dibutuhkan perlakuan pascapanen untuk melindungi buah papaya dari infeksi penyakit antraknosa.

Hamdayanty *et al.* (2012) melaporkan bahwa pelapisan buah papaya dengan menggunakan kitosan konsentrasi rendah (0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 dan 1%) dapat menekan kejadian dan keparahan penyakit antraknosa hingga 100% selama 6 hari penyimpanan. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian yang dilakukan Sharma (2015) yang menggunakan *coating* gel lidah buah pada papaya yang menunjukkan kejadian penyakit mencapai 62,74% pada 12 HSP. Hal ini mengindikasikan terdapat hubungan antara masa simpan dan kejadian penyakit pada buah, seperti yang diungkapkan Hewajulige dan Wijeratnam (2010) bahwa semakin lama masa simpan yang diikuti peningkatan tingkat kemasakan buah dapat memperbesar kejadian penyakit.

Pengendalian penyakit pascapanen secara kimiawi dapat menimbulkan efek buruk bagi manusia dan lingkungan. Penggunaan fungisida dalam jangka panjang dapat memicu jamur menjadi resisten (Delp, 1980; Spotts dan Cervantes, 1986). Selain itu, penggunaan fungisida akan meningkatkan kontaminasi residu, logam berat dan mikroba (Miskiyah *et al.*, 2010). Oleh karena itu, perlu dipilih teknik penanganan pascapanen buah yang dapat melindungi buah dari infeksi penyakit dan aman bagi konsumen.

KD-112 atau *sugar ester blend* telah banyak digunakan sebagai pelapis buah untuk mempertahankan mutu dan masa simpan buah. Penelitian yang dilakukan oleh Sumnu dan Bayindirli (1997) menunjukkan bahwa pelapisan dengan menggunakan *sucrose polyester* dapat mengurangi respirasi dan memperlambat proses pematangan buah. Sampai saat ini belum terdapat informasi mengenai kemampuan *sugar ester blend* sebagai biopestisida untuk melindungi buah dari infeksi patogen pascapanen. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pelapis buah *sugar ester blend* terhadap pertumbuhan penyakit pascapanen.

Suhu dingin dapat memperlambat aktivitas enzim sehingga kecepatan laju respirasi buah dapat ditekan. Selain itu, perlakuan suhu simpan dapat mengendalikan penyakit buah selama penyimpanan. Hal ini karena setiap mikroorganisme termasuk jamur memiliki kemampuan berbeda dalam beradaptasi dengan suhu. Perkembangan spora jamur akan melambat jika kondisi suhu tidak sesuai dengan kebutuhan jamur (Singh *et al.*, 2012) baik yang berada dalam media

biakan (*in vitro*) maupun yang berada pada buah (*in vivo*). Sejauh ini belum ada penelitian yang dilakukan untuk mengetahui interaksi antara pelapis buah *sugar ester blend* dan suhu simpan sebagai upaya perlindungan buah dari jamur *C. gloeosporioides*. Oleh karena itu, diperlukan informasi mengenai interaksi pelapis buah *sugar ester blend* dan suhu simpan yang dapat menekan perkembangan spora jamur sehingga penyakit dapat dikendalikan.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab berbagai masalah yang dirumuskan sebagai berikut.

1. Apakah *sugar ester blend* dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dalam kondisi *in vitro* dan *in vivo*?
2. Apakah perlakuan suhu dingin dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*?
3. Apakah terdapat interaksi antara *sugar ester blend* dan suhu simpan dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*?

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dibuat, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui.

1. Pengaruh *sugar ester blend* dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dalam kondisi *in vitro* dan *in vivo*;
2. Pengaruh suhu dingin dalam menghambat perkembangan jamur *C. gloeosporioides*;

3. Pengaruh interaksi *sugar ester blend* dan suhu simpan terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*.

1.2 Kerangka Pemikiran

Buah pepaya merupakan buah yang rentan terhadap penyakit pascapanen. Salah satu masalah pepaya setelah dipanen adalah sifat buah yang mudah rusak oleh pengaruh mekanis. Kandungan air yang tinggi pada buah pepaya memungkinkan adanya aktivitas mikroorganisme pembusuk sehingga buah akan mudah terinfeksi penyakit jika terjadi kerusakan secara mekanis. Sharma (2015) melaporkan beberapa penyakit pascapanen yang menyerang buah pepaya, salah satunya adalah penyakit busuk buah antraknosa yang diakibatkan oleh infeksi jamur *C. gloeosporioides*

Penyakit busuk buah antraknosa merupakan penyebab utama kehilangan hasil pepaya terutama selama buah dalam masa simpan. Gejala penyakit antraknosa tidak terlihat ketika buah dipanen tetapi akan muncul saat buah sudah masak atau dalam proses pemasakan (Hewajulige dan Wijeratnam, 2010). Hal ini dimungkinkan karena buah pepaya yang termasuk ke dalam golongan klimakterik terus mengalami proses metabolisme termasuk penguraian pati menjadi gula sederhana sehingga rasa buah menjadi manis. Kandungan gula pada buah pepaya yang sudah masak dapat menjadi alasan munculnya penyakit antraknosa pada buah karena molekul gula dapat dimanfaatkan oleh jamur sebagai bahan makanan (Srivastava dan Kumar, 2013).

Infeksi jamur *C. gloeosporioides* akan terlihat setelah masa inkubasi jamur selesai dan dapat menyebabkan penurunan mutu buah. Hal ini karena buah yang terinfeksi akan memunculkan gejala penyakit seperti bercak coklat kehitaman yang semakin lama akan melebar dan menyebabkan buah mengalami pembusukan. Gejala penyakit yang timbul pada buah mengakibatkan kerusakan visual buah dan dapat menurunkan harga jual buah. Oleh karena itu, dibutuhkan perlakuan pascapanen yang dapat melindungi buah dari infeksi jamur *C. gloeosporioides*.

Terdapat beberapa perlakuan pascapanen yang mampu melindungi buah dari gangguan mikroorganisme penyebab penyakit. Salah satunya adalah dengan mengaplikasikan pelapis pada buah dan penggunaan suhu simpan yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian Sharma (2015), perlakuan pelapis gel pada buah pepaya mampu mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan buah. Selain itu, perlakuan suhu 10 °C sebagai suhu simpan sangat efektif dalam mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur pada buah pepaya.

Sugar ester blend (KD-112) merupakan bahan pelapis buah yang digunakan untuk memperlambat proses pemasakan buah yang baru dipanen. Jika merujuk pada kandungan *sugar ester blend*, yaitu gula, maka penggunaan *sugar ester blend* sebagai bahan pelapis belum tentu dapat melindungi buah dari infeksi jamur karena gula yang terkandung dapat menjadi nutrisi bagi jamur (Srivastava dan Kumar, 2013; Sidana dan Farooq, 2014) sehingga dapat mempercepat pertumbuhan jamur pada buah.

Hal lain yang perlu dipertimbangkan ialah proses mikrobiologi jamur. Seperti halnya mikroorganisme lain, jamur membutuhkan kondisi lingkungan yang optimal untuk tumbuh dan berkembang. Kandungan nutrisi media tanam, ukuran inokulum, dan masa inkubasi akan mempengaruhi pertumbuhan mikroba dalam isolat (Davis *et al.*, 2005). Oleh karena itu, mengkondisikan lingkungan supaya tidak sesuai dengan syarat hidup jamur menjadi salah satu alternatif untuk menghambat pertumbuhan jamur tersebut.

Suhu simpan merupakan salah satu perlakuan yang dapat digunakan baik untuk tujuan memperpanjang masa simpan buah ataupun sebagai upaya pengendalian penyakit yang menginfeksi buah setelah panen. Hal ini karena penyimpanan pada suhu dingin dapat menurunkan reaksi biokimia yang terjadi pada buah, mengurangi produksi kerja etilen, dan menghambat proses pelunakan sehingga dapat memperpanjang daya simpan buah (Purwoko dan Suryana, 2000; Jawandha *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Sharma (2015) menunjukkan bahwa keterjadian penyakit antraknosa buah pepaya yang disebabkan jamur *C. gloeosporioides* pada musim dingin lebih rendah dibandingkan dengan musim gugur. Hal ini membuktikan bahwa perkembangan penyakit antraknosa dapat ditekan dengan memberikan perlakuan suhu dingin pada buah pepaya.

1.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disusun, dapat diajukan beberapa hipotesis mengenai penelitian yang akan dilaksanakan, sebagai berikut.

1. *Sugar ester blend* tidak berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*;
2. Suhu dingin (16-18°C) mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*;
3. Tidak terdapat interaksi antara *sugar ester blend* dan suhu simpan dalam menghambat pertumbuhan jamur jamur *C. gloeosporioides*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panen dan Pascapanen Buah Pepaya ‘California’

Buah pepaya akan mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia saat proses pematangan (*ripening*). Dalam masa penyimpanan pepaya akan mengalami perubahan fisik dan kimia dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Perubahan fisik yang terjadi meliputi perubahan warna dan tekstur, sedangkan perubahan kimia meliputi perubahan pati menjadi gula dan perubahan kandungan asam dalam buah.

PT. Nusantara Tropical Farm merupakan salah satu produsen buah pepaya ‘California’ di Lampung. Panen buah pepaya dilakukan pada saat buah telah berwarna hijau dengan sedikit semburat kuning. Buah kemudian diletakkan pada keranjang dan diletakkan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari. Selanjutnya dengan menggunakan alat bantu buah pepaya dikumpulkan di tempat penampungan. Buah yang telah sampai di tempat penampungan dikeluarkan secara hati-hati kemudian disortir. Pemasangan *net foam* dilakukan untuk melindungi buah dari kontak fisik selama pengiriman. Buah dimasukkan ke dalam box yang terbuat dari kardus dengan kapasitas 8-10 buah.

Buah pepaya memiliki kulit tipis dengan kandungan air yang tinggi sehingga rentan terhadap pengaruh mekanis. Perlakuan pascapanen yang kurang tepat dapat memicu terjadinya kerusakan buah dan mempengaruhi mutu buah. Luka yang diakibatkan kerusakan mekanis dapat memicu tumbuhnya mikroorganisme penyebab penyakit. Hewajulige dan Wijeratnam (2010) melaporkan bahwa penyebab utama penyakit pascapanen pepaya adalah *C. gloeosporioides* yang terjadi selama masa simpan.

2.2 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.

Gautam (2014) menjelaskan *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc. adalah parasit fakultatif dan termasuk ke dalam ordo *Phyllachoraceae*. Jamur ini menghasilkan hialin, bersel satu, bulat telur ke lonjong, kadang-kadang melengkung atau konidia berbentuk lonjong, panjang 10-15 μm dan lebar 5-7 μm . Jamur biasanya menginfeksi jaringan buah yang terluka dan menghasilkan beberapa jenis jaringan khusus, seperti konidia dan appressoria. Konidia jamur dapat tersebar saat hujan atau melalui irigasi. Jamur menggunakan appresorium menembus kutikula dan dinding sel epidermis buah.

Jamur *C. gloeosporioides* membutuhkan lingkungan dengan kelembaban tinggi sebagai syarat hidup agar dapat melakukan infeksi pada inang. Jamur *C. gloeosporioides* menginfeksi buah melalui jaringan buah yang terluka dan memproduksi berbagai struktur khusus selama masa infeksi. Struktur khusus yang diproduksi adalah konidia, *acervulli*, seta, dan apresoria. Seluruh proses infeksi termasuk pembentukan struktur jamur akan menyebabkan jaringan buah

mengalami pembusukan hingga nekrosis. Jaringan buah yang mati akan menjadi sumber inokulum baru yang dapat menyebar dan menginfeksi jaringan buah lain (Gautam, 2014).

Pertumbuhan jamur pada inang yang terinfeksi berhubungan dengan masa inkubasi jamur yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Masa inkubasi dimulai saat jamur melakukan penetrasi hingga timbul gejala khusus pada inang.

Penelitian secara *in vitro* yang dilakukan Morris *et al.* (1996) menunjukkan pertumbuhan isolat jamur mencapai lebih dari 90% setelah 7 hari masa inkubasi.

Durasi masa inkubasi jamur akan berbeda bergantung pada spesies jamur dan faktor lingkungan di sekitar inang, sehingga akan berpengaruh pada waktu pertama muncul gejala penyakit pada inang.

Gejala awal dari pepaya yang terinfeksi antraknosa adalah muncul bulatan kecil berwarna kuning-kecoklatan, terdapat air pada permukaan buah yang masak.

Bulatan dapat menjadi besar hingga 5 cm saat pemasakan buah. Massa konidia merah muda-oranye menutupi pusat bulatan. Infeksi pada jaringan buah menjadi lebih lembut dan bagian yang terinfeksi akhirnya jatuh atau mudah terpisah dari buah (Hewajulige dan Wijeratnam, 2010).

2.3 Sugar ester blend (KD-112)

KD-112 berwarna kuning kecoklatan dengan kandungan air 14-19% .

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Neta *et al.* (2012) gula ester (biosurfaktan) diproduksi dengan menggunakan reaksi esterifikasi. Sintesis

percobaan pada penelitian dilakukan dalam labu *erlenmeyer* dengan menambahkan asam oleat (0,5 mmol), fruktosa, sukrosa atau laktosa (0,5 mmol), lipase imobile (22,5 mg), natrium sulfat anhidrat (0,1 g), etanol 99% (0,6 ml) dan diinkubasi pada suhu 40 °C, 250 rpm selama 72 jam (Neta *et al.*, 2012).

Sugar ester blend didapatkan dari reaksi enzimatik yang merupakan metode manufaktur terbaru untuk aplikasi pada makanan, kosmetik, deterjen dan industri farmasi. Ester yang disintesis tersebut dapat digunakan sebagai anti bakteri pada makanan (Šabeder *et al.*, 2006; Vitisant *et al.*, 2012). Pelapis buah *sugar ester blend* yang digunakan di PT. NTF adalah produk impor dari Singapura dan biasa digunakan oleh produsen nanas di Singapura.

Sumnu dan Bayindirli (1997) melaporkan bahwa pelapisan menggunakan *sucrose polyester* efektif dalam mereduksi respirasi pada buah pear ‘Ankara’. Konsentrasi *sucrose polyester* 1,0 dan 1,5% dilaporkan efektif dalam menekan tingkat respirasi pada buah apricot yang berpengaruh terhadap proses pematangan buah.

2.4 Suhu

Buah papaya ‘California’ termasuk buah yang mudah rusak dan memiliki masa simpan yang pendek. Salah satu cara untuk memperpanjang umur simpan adalah dengan memberikan perlakuan suhu rendah saat penyimpanan karena dapat menunda pematangan dan menghambat mRNA dan enzim-enzim selulase,

poligalaktronase, dan enzim-enzim dalam sintesis etilen yang sangat berhubungan erat dengan pascapanen buah (Zamorano *et al.*, 1994).

Suhu merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi mutu buah. Suhu dapat menekan laju respirasi buah sehingga memperlambat proses pemsukan (*senesen*). Selain itu, perlakuan suhu yang tepat dapat mengendalikan penyakit pascapanen pada buah. Hasil penelitian Sharma (2015) membuktikan bahwa suhu dingin 10-16 °C dapat menurunkan sporulasi, respirasi dan kapasitas degradasi enzim oleh jamur. Hal ini didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan Singh *et al.* (2012) bahwa pada suhu dingin kemampuan mikroba mendegradasi enzim berkurang.

Suhu dan kelembapan adalah komponen penting yang dapat mempengaruhi sporulasi dan respirasi mikroba. Hasil penelitian Singh *et al.* (2012) menunjukkan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan mikroba adalah antara 17-30 °C dengan kelembapan udara 80%. Singh *et al.* (2012) juga menjelaskan bahwa pada suhu dingin dapat mengurangi respirasi, sporulasi dan kemampuan mikroba dalam mendegradasi enzim. Hasil serupa didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh TeBeest *et al.* (1978), bahwa suhu udara dalam media pertumbuhan jamur dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan penyakit. Kecepatan pertumbuhan jamur paling tinggi didapatkan pada perlakuan suhu 28 °C setelah 5 hari masa inokulasi.

Kemampuan sporulasi jamur *Colletotrichum* spp. pada buah stroberi dilaporkan oleh King *et al.* (1997) sangat dipengaruhi oleh suhu dan masa inkubasi jamur.

Dari penelitian tersebut didapatkan informasi bahwa selama masa sporulasi, spora paling rendah dihasilkan pada suhu 5-10 °C yang menyebabkan masa inkubasi jamur lebih lama. Produksi spora yang paling tinggi terjadi pada perlakuan suhu 15-25 °C dengan masa inkubasi lebih pendek dan menurun diatas suhu 30 °C. Penelitian serupa dilakukan oleh TeBeest *et al.* (1978) yang melaporkan bahwa perlakuan suhu yang fluktuatif dapat menghambat pertumbuhan jamur dibanding perlakuan suhu yang konstan.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-September 2015.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah papaya 'California' stadium I (Gambar 1) dan KD-112 (*sugar ester blend*) yang diperoleh dari PT Nusantara Tropical Farm (PT. NTF) Way Jepara, kabupaten Lampung Timur. KD-112 merupakan produk pelapis buah dari produsen *Pilipinas Kao Inc.*, Makati, Filipina yang diimpor dari Singapura. Selain itu, digunakan inokulum jamur *Colletotrichum gloeosporioides*, media PDA, aquades, NaOCl 0,525%, kertas silikon, dan plastik *wrap*. Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, jarum *ose*, bor gabus, mikroskop, timbangan, erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, pisau, talenan, kompor gas, penyaring, nampan ukuran sedang, kamera dan spidol permanen.



Gambar 1. Buah pepaya 'California' stadium I

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan dua tahap, yaitu secara *in vitro* dan *in vivo*. Pada penelitian secara *in vitro* pengamatan dilakukan pada media PDA mengandung *sugar ester blend* yang telah diberi inokulum jamur *C. gloeosporioides* yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin. Penelitian secara *in vitro* dihentikan saat jamur *C. gloeosporioides* pada media kontrol telah memenuhi cawan petri. Pada penelitian secara *in vivo* pengamatan dilakukan pada buah pepaya yang telah diinfeksi dengan jamur *C. gloeosporioides* yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin. Pengamatan dilakukan dari hari pertama aplikasi hingga buah menunjukkan gejala penurunan mutu seperti timbulnya berak penyakit dari jamur *C. gloeosporioides*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Masing-masing perlakuan terdiri atas dua buah pepaya dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Buah yang telah diberi perlakuan *sugar ester blend* disimpan pada suhu ruang (27-28 °C) dan suhu dingin (16-18 °C). Buah pepaya tanpa perlakuan (kontrol) diamati pada awal penelitian sebagai pembanding.

Rancangan perlakuan disusun secara faktorial 3 x 2. Faktor pertama adalah konsentrasi *sugar ester blend* dengan taraf: 0 (K₀); 7 (K₁), dan 14% (K₂). Faktor kedua adalah suhu penyimpanan dengan taraf suhu ruang: 27-28 °C (T₀) dan suhu dingin 16-18 °C (T₁). Data diolah menggunakan sidik ragam dan selanjutnya nilai tengah antar perlakuan diuji dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan tingkat kepercayaan 5% menggunakan program Statistix 8.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Buah papaya ‘California’ stadium I (Gambar 1) yang diperoleh dari PT Nusantara Tropical Farm (PT. NTF) dibawa ke Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Buah papaya ‘California’ disortir berdasarkan keseragaman ukuran dan tingkat kematangan buah.

3.4.1 Pengujian kemampuan *sugar ester blend* dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro*

a. Penyiapan media PDA (*Potato's Dextrose Agar*)

Media PDA 1 liter membutuhkan 20 g agar batang yang telah dipotong-potong, 20 g gula, dan 200 g kentang yang dipotong kecil-kecil lalu direbus di dalam 1 liter air sambil diaduk. Setelah itu, dilakukan penyaringan dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer untuk disterilkan dengan *autoklaf* pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm selama ± 30 menit lalu ditambahkan asam laktat 7 µL.

b. Penyiapan inokulum *C. gloeosporioides*

Biakan jamur *C. gloeosporioides* (Gambar 2) dibuat dengan cara memotong jaringan buah pepaya yang sakit berikut jaringan di sebelahnya yang masih menunjukkan jaringan yang sehat berbentuk segi empat berukuran 5-10 mm. Potongan-potongan jaringan tersebut direndam dalam larutan NaOCl 0,525% selama 15 sampai 30 detik lalu dibilas dengan aquades steril dan dikering-anginkan. Potongan pepaya diisolasi ke dalam media PDA dan diinkubasikan selama 7 hari.



Gambar 2. Inokulum jamur *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc. secara mikroskopis

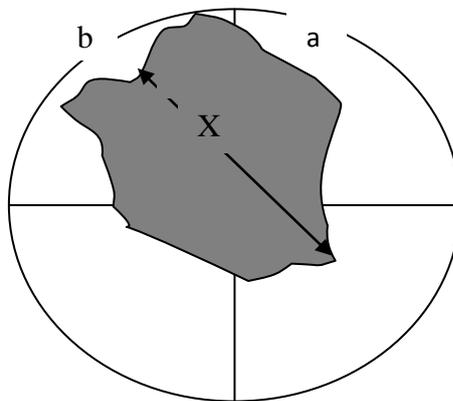
c. Pencampuran ekstrak *sugar ester blend* dalam media PDA

Larutan *sugar ester blend* dibuat dengan cara mencampurkan 70 ml *sugar ester blend* ke dalam 100 ml aquades (7%) dan 140 ml *sugar ester blend* ke dalam 100 ml aquades (14%), kemudian dicampurkan ke dalam media PDA yang telah steril.

d. Uji penghambatan pertumbuhan koloni jamur *C. gloeosporioides*

Uji penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dilakukan dengan menumbuhkan isolat jamur *C. gloeosporioides* (Gambar 2) pada media PDA yang mengandung *sugar ester blend*. Setiap perlakuan konsentrasi *sugar ester blend* terdiri atas tiga ulangan.

Pada bagian dasar cawan petri diberi tanda dua garis horizontal dan vertikal dengan menggunakan *spidol* (Gambar 3). Jamur *C. gloeosporioides* yang telah dimurnikan yang berumur tujuh hari diambil dengan bor gabus yang berukuran 0,9 cm dan diletakkan pada tengah cawan petri. Cawan petri yang telah berisi isolat jamur disimpan pada masing-masing perlakuan suhu simpan, yaitu suhu ruang dan suhu dingin.



Gambar 3. Pengukuran diameter koloni jamur yang terpendek (a) dan diameter koloni yang terpanjang (b) dari pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum gloeosporioides* di dalam cawan petri

Pengamatan keefektifan *sugar ester blend* dilakukan setiap hari dengan mengukur diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dibandingkan dengan kontrol dan dihentikan pada saat biakan jamur *C. gloeosporioides* pada kontrol memenuhi cawan petri. Pertumbuhan *C. gloeosporioides* diamati dengan cara mengukur diameter koloni yang terpanjang dan diameter koloni yang terpendek dari jamur *C. gloeosporioides*.

3.4.2 Pengujian keefektifan *sugar ester blend* dalam menekan keparahan penyakit yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* pada buah pepaya secara *in vivo*

Larutan pelapis buah dibuat dengan cara mencampurkan larutan *sugar ester blend* sebanyak 70 ml untuk konsentrasi 7% dan 140 ml untuk konsentrasi 14% dengan akuades sebanyak 1 L. Buah pepaya yang telah di sortir dicelupkan ke dalam larutan secara merata dan hati-hati, kemudian dibiarkan hingga lapisan *sugar ester blend* mengering. Inokulum *C. gloeosporioides* selanjutnya diinokulasikan ke tiga bagian buah, yaitu ujung, tengah, dan pangkal buah dengan cara menempelkan potongan biakan *C. gloeosporioides* sebesar potongan cakram berukuran 5 mm dan dilekatkan dengan selotip. Selanjutnya buah pepaya diletakkan pada masing-masing perlakuan suhu simpan. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan cara mengukur perkembangan gejala busuk yang muncul pada buah dengan skor. Skor tiap kategori serangan mengikuti ketentuan: 0= tidak bergejala, 1= Bercak ringan pada buah (1-19%), 2= Bercak sedang pada buah (mencapai 20%), 3= Bercak sedang disertai busuk ringan pada buah, 4= Bercak luas dan busuk pada buah (Hamdayanty *et al.*, 2012). Pengukuran tingkat keparahan penyakit (KP) pada buah papaya dihitung dengan rumus:

$$KP = \frac{\sum n.v}{N.V} \times 100\%$$

Keterangan:

KP : Keparahan Penyakit (%)

n : Sampel per kategori

v : Skor Keparahan

N : Jumlah sampel yang diamati

V : Skor tertinggi (Hamdayanty *et al.*, 2012).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pelapis buah *sugar ester blend* tidak berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum gloeosporioides* baik *in vitro* maupun *in vivo*.
2. Perlakuan suhu dingin (16-18 °C) nyata menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides in vitro* sebesar 36,71% dan menurunkan keparahan penyakit *in vivo* sebesar 43,75%.
3. Tidak terdapat interaksi nyata antara *sugar ester blend* dan suhu simpan dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

5.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk memberikan perlakuan fungisida pada buah papaya sebelum dilakukan *coating* untuk menghindari infeksi patogen pascapanen.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2013. Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2013. Badan Pusat Statistik Jakarta. Katalog BPS: 5205010 hlm. 27-34.
- Davis, K. E. R., S. J. Joseph, dan P. H. Janssen. 2005. Effects of growth medium, inoculums size, and incubation time on culturability and isolation of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 71(2): 826-834.
- Delp, C. J. 1980. Coping with resistance to plant disease. *Plant Disease* 64(7): 652-657.
- Fuadi, A. M., H. Abdillah, A. Achmad, Danang E. P., dan A. Setiawan. 2015. Pengaruh kadar glukosa dan waktu inokulasi pada optimasi pembuatan enzim selulase dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger* dan substrat kertas. Simposium Nasional RAPI XIV- 2015 FT UMS. Hlm. K186-K192.
- Gautam, A. K. 2014. *Colletotrichum gloeosporioides*: biology, pathogenicity and management in India. *Journal Plant Physiology and Pathology* 2(2): 1-11.
- Hamdayanty, R. Yunita, N. N. Amin, dan T. A. Damayanty. 2012. Pemanfaatan kitosan untuk mengendalikan antraknosa pada pepaya (*Colletotrichum gloeosporioides*) dan meningkatkan daya simpan buah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 8(4): 97-102.
- Hewajulige, I. G. N., dan S.W. Wijeratnam. 2010. Alternative postharvest treatments to control anthracnose disease in papaya during storage. *Fresh Produce* 4(1): 15-20.
- Jawandha, S. K., M. S. Gill, N. Singh, P. P. S. Gill, dan N. Singh. 2012. Effect of post-harvest treatments of putrescine on storage of Mango cv. Langra. *African Journal of Agriculture Research* 7(48): 6432-6436.
- Kementrian Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. Pedoman teknis budidaya kakao yang baik (Good agriculture practice)/ GAP on cocoa. Nomor 48/Permentan/OT.140/2014. Hlm. 75.

- King, W. T., L. V. Madden, M. A. Ellis, dan L. L. Wilson. 1997. Effects of temperature on sporulation and latent period of *Colletotrichum* spp. infecting strawberry fruit. *Plant Disease* 81: 77-84.
- Miskiyah, C. Winarti, dan W. Broto. 2010. Kontaminasi mikotoksin pada buah segar dan produk olahannya serta penanggulangannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 29(3): 79-85.
- Morris, A. J., T. C. Byrne, J. F. Madden, dan L. B. Reller. 1996. Duration of incubation of fungal cultures. *Journal of Clinical Microbiology* 34(6): 1583-1585.
- Neta, N. A. S., J. C. S. dos Santos, S. O. Sancho, S. Rodrigues, L. R. B. Gonçalves, L. R. Rodrigues, dan J. A. Teixeira. 2012. Enzymatic synthesis of sugar esters and their potential as surface-active stabilizers of coconut milk emulsions. *Food Hydrocolloids* 27: 324-331.
- Purwoko, B. S. dan K. Suryana. 2000. Efek suhu simpan dan pelapis terhadap perubahan kualitas buah pisang Cavendish. *Buletin Agronomi* 28(3): 77-84.
- Prusky, D., H. D. Ohr, N. Grech, S. Camphell, I. Kobiler, G. Zauberman, dan Y. Fuchs. 1995. Evaluation of antioxidants butylate hydroxyanisole and fungicide prochloraz for control of post-harvest antracnose of avocado fruit during storage. *Plant Disease* 79(8): 797-800.
- Šabeder, S., M. Habulin, dan Z. Knez. 2006. Lipase-catalyzed synthesis of fatty acid fructose esters. *Journal of Food Engineering* 77: 880-886.
- Sharma, V. 2015. Evaluation of incidence and alternative management of post harvest fungal diseases of papaya fruits (*Carica papaya* L.) in Western U.P. *International Journal of Theoretical & Applied Sciences* 7(1): 6-12.
- Sidana, A., dan U. Farooq. 2014. Sugarcane bagasse: a potential medium for fungal cultures. *Chinese Journal of Biology*. Pp. 1-5.
- Singh, P., A. K. Mishra, dan N. N. Tripathi. 2012. Assessment of mycoflora associated with postharvest losses of papaya fruits. *Journal of Agricultural Technology* 8(3): 961-968.
- Spotts, R. A., dan L. A. Cervantes. 1986. Populations, pathogenicity, and benomyl resistance of *Botrytis* spp., *Penicillium* spp. and *Mucor piriformis* in packinghouses. *Plant Disease* 7(2): 106-108.
- Srivastava, A., dan S. Kumar. 2013. Biochemical changes in postharvested *Allium cepa* (onion) and *Capsicum annuum* (capsicum) under the influence of pathogens. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 5(4): 18-21.

Sumnu, G., dan L. Bayindirli. 1997. A review of presevation of fruits by sucrose polyester coatings. *GIDA* 22(3): 227-232.

TeBeest, D. O., G. E. Templeton, dan R. J. Smith, Jr. 1978. Temperature and moisture requirements for development of antracnose on Northern Jointvetch. *Phytopathology* 68: 389-393.

Vitisant, T., W. Chulalaksananukul, R. Piumthongkum, N. Sinbuathong, P. Mekthong, dan S. Chulalaksananukul. 2012. Synthesis of sugar ester by local yeast lipase in solvent free system. *International Journal of Science and Technology* 2(11): 773-776.

Zamorano, J. P., B. Dapico, A. L. Lowe, I. D. Wilson, D. Grierson, dan C. Merodio. 1994. Effect of low temperature storage and ethylene removal on ripening and gene expression changes ini avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 4: 331-342.