

**POTENSI FUNGI ENDOFIT *Fusarium* sp. DAN *Mucor* sp. SEBAGAI
AGEN ANTAGONIS TERHADAP FUNGI PATOGEN PENYEBAB
BUSUK BATANG TANAMAN BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*)**

SKRIPSI

Oleh :

USWATUN HASANAH

NIM.13620001



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2017**

**POTENSI FUNGI ENDOFIT *Fusarium* sp. DAN *Mucor* sp. SEBAGAI
AGEN ANTAGONIS TERHADAP FUNGI PATOGEN PENYEBAB
BUSUK BATANG TANAMAN BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
USWATUN HASANAH
NIM. 13620001/ S-1**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

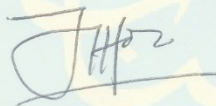
**POTENSI FUNGI ENDOFIT *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. SEBAGAI AGEN
ANTAGONIS TERHADAP FUNGI PATOGEN PENYEBAB BUSUK
BATANG TANAMAN BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*)**

SKRIPSI

**Oleh:
USWATUN HASANAH
NIM. 13620001**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal, 3 November 2017

Pembimbing I



Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si
NIP. 19650509 199903 2 002

Pembimbing II



Mujahidin Ahmad, M. Sc
NIDT. 19860512 201608011 060

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Romadi, M.Si, D.Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

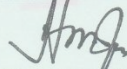
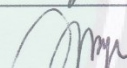
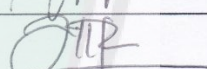
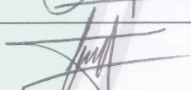
**POTENSI FUNGI ENDOFIT *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. SEBAGAI AGEN
ANTAGONIS TERHADAP FUNGI PATOGEN PENYEBAB BUSUK
BATANG TANAMAN BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*)**

SKRIPSI

Oleh:
USWATUN HASANAH
NIM. 13620001

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal: 24 November 2017

Penguji Utama	Ir. Liliek Harianie AR. M.P	
	NIP. 19620901 199803 2 001	
Ketua Penguji	Nur Kusmiyati, M. Si	
	NIDT. 19890816 20160801 2 061	
Sekretaris Penguji	Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si	
	NIP. 19650509 199903 2 002	
Anggota Penguji	Mujahidin Ahmad, M. Sc	
	NIDT. 19860512 201608011 060	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



Romaidi, M.Si, D.Sc
NIP. 19810201 200901 1 019

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uswatun Hasanah

NIM : 13620001

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Potensi Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. sebagai Agen Antagonis terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 November 2017

Yang membuat pernyataan,



Uswatun Hasanah

NIM. 13620001

MOTTO

MAN JADDA WAJADA

Siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil

MAN SHABARA ZHAFIRA

Siapa yang bersabar pasti beruntung

MAN SARA ALA DARBI WASHALA

Siapa menapakì jalan-Nya akan sampai ke tujuan

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾
فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾

(Qs. Al-Insyirah : 5-7)

Artinya: "Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, puji sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari (sesuatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain".

Lembar Persembahan

Alhamdhuillahirrobbil 'alamin... Tak henti-hentinya puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kesabaran dalam tiap proses yang sedang sy jalani selama melakukan penelitian, disertai dengan doa untuk selalu memoho pertolongan-Nya disetiap keulitan yang sy hadapi. Tak lupa sholawat serta salam semoga selalu terdurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan tuntunan dan pencerahan sejak jaman jahiliyah yang penuh kegelapa hingga jaman yang terang benderang berkat *addiinul islam*. Semoga kelak kita mendapat syafaatnya di hari kiamat. Aamiin..

Tiada kata lain selain maaf dan terimakasih yang dapat saya haturkan selain maaf dan terimakasih kepada orang tua saya, khususnya ibunda Mu'awanah, yang senantiasa mencurahkan doa terindah demi kehidupan, keselamatan, dan masa depan anak-anaknya. Terimakasih untuk ayah Hasan Setijono meskipun saya dapat merasakan kasih sayangnya selama 3 tahun saja, tapi keberhasilan anak-anaknya saat ini tak lepas pula dari didikan dan pengorbanan beliau di masa lampau. Teruntuk para mbak dan mas yang saya sayangi, Mas Hudi meskipun sudah mendahului kita semua, tapi beliau meninggalkan kenangan menjadi teladan bagi adik-adiknya. Terimakasih banyak mas Ipin, mas Nanang, mbak Ning, mas Dir, dan mbak Nunung, yang memiliki caranya masing-masing dalam mencurahkan kasih sayangnya pada si adek ragil ini. terkhusus mbak Ning yang secara tidak langsung selalu memotivasi dan memberi dukungan pada saya,

serta mas Dir yang berperan sebagai pengganti ayah, yang selalu menjadi konsultan akademik, sering saya repoti mulai awal perkuliahan hingga saat ini. Keluarga adalah tempat terbaik untuk pulang.

Terimakasih saya haturkan kepada bapak ibu guru serta bapak ibu dosen yang telah memberikan ilmunya, semoga ilmu yang telah diberikan bermanfaat, nasehat dan motivasi yang diberikan akan menjadi semangat tersendiri dalam diri saya.

Kepada ibu dosen pembimbing saya, Bu Ulfah, terimakasih atas kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan agar tugas akhir ini segera terselesaikan. Motivasi dan doa njenengan menjadi lecutan agar tidak menyerah dalam proses mengerjakannya. Mohon maaf atas kesalahan dan perilaku yang tidak berkenan di hati ibu. Kepada Bu Lilik, Pak Mujahidin, dan Bu Mia, terimakasih atas bimbingan, masukan, dan kritikan membangun yang menyadarkan saya bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna dan membuat saya bertekad untuk terus belajar.

Kepada sahabatku tercinta Mbak Shod, Dek Nada, Kakak Kecil, dan Maya yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta doa selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Terimakasih juga untuk Izatu, Fista, dan Aris yang selalu memberikan support tiada henti kepada saya. Semoga kebaikan kalian menjadi amal baik yang terhitung pahala disisiNya. Aamiin. Terimakasih banyak sudah menyertai saya. Kepada mba Dwi, terimakasih untuk bimbingan dan motivasi yang selalu dicurahkan, pendengar yang baik kala adek galau, manager dan guru kehidupan terbaik yang pernah ada. Terimakasih banyak.

Masku, terimakasih selalu menguatkan dan mendoakan kebaikan sehingga menjadi salah satu penyemangat yang mendorong untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini. Meskipun sering jadi penyebab suasana hati rasa nano-nano, tapi senyumnya selalu menenangkan. Jaga diri baik-baik disana ya.

Terimakasih untuk para laboran, mbak Lil, mas Basyar, dan mas Mail, untuk segala bantuannya selama saya berada di laboratorium. Terimakasih kepada pemilik UD, Naga Jaya Makmur yang bersedia menjadi tempat mendapatkan sampel. Semoga Allah selalu melindungi kita semua.

Serta teman-temanku angkatan 2013 yang telah memberikan kenangan dan warna dalam hidupku yang tak mungkin aku lupakan. Kebersamaan yang kita jalani bersama selama ini semoga akan tetap terjaga sampai nanti. Terus semangat buat teman-temanku. Mereka yang selalu memberikan dukungannya dan membantuku dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih untuk canda tawa yang pernah terukir selama 4 tahun ini. Semoga kita nantinya bisa bertemu dan sukses bersama. Amiiinnnn.....

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Potensi Fungi Endofit *Fusarium* Sp. dan *Mucor* Sp. sebagai Agen Antagonis terhadap Fungi Patogen penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus Costaricensis*)”. Sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terimakasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Romaidi, D. Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan bimbingan, arahan dan waktu untuk membimbing penulis.
5. Bapak/Ibu dosen Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmunya.
6. Laboran Jurusan Biologi dan Staf Administrasi yang telah membantu dan memberikan kemudahan selama pengerjaan skripsi ini, terimakasih atas semua ilmu dan bimbingannya.
7. Semangat hidupku sekaligus permata terindah dalam hidupku yaitu Ayah Hasan Setijono (Alm) dan Ibuku tercinta Mu'awanah, yang selalu

memberikan panjatan doa, semangat serta motivasi kepada penulis yang tidak pernah berhenti sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

8. Teman-teman biologi angkatan 2013 yang senantiasa membantu dan memberi dukungan hingga terselesaikannya proposal skripsi ini.

Semoga senantiasa Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan pemikirannya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Amin Ya Robbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 24 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.5 Batasan Masalah	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Integrasi Sains dan Islam	10
2.2 Buah Naga (<i>Hylocereus costaricensis</i>)	11
2.3 Kandungan Kimia Kulit Buah Naga	14
2.4 Fungi Endofit	16
2.5 Fungi Endofit sebagai Antagonis terhadap Patogen Tanaman	21
2.6 Potensi Fungi Endofit sebagai Antagonis terhadap Fungi Patogen....	25
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Rancangan Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3.1 Alat Penelitian	27
3.3.2 Bahan Penelitian	28
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i>	28
3.4.2 Isolasi Fungi Patogen dari Batang Busuk Tanaman Buah Naga.....	28
3.4.3 Pemurnian Fungi Patogen	29
3.4.4. Pembuatan <i>Stock Culture</i> dan <i>Working Culture</i>	29
3.4.5 Identifikasi Isolat Fungi Patogen	30

3.4.5.1 Pengamatan Mikroskopik	30
3.4.6 Pembiakan Fungi Endofit <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp.	31
3.4.7 Uji Antagonis Fungi Endofit <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp. terhadap Fungi Patogen secara <i>In Vitro</i>	31
3.4.7.1 Uji Antagonis	31
3.4.7.2 Parameter Pengamatan	32
3.5 Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Isolasi dan Identifikasi Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Buah Naga (<i>Hylocereus costaricensis</i>)	35
4.2 Uji Antagonis Fungi Endofit <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp. terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus costaricensis</i>)	43
BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Kandungan Antioksidan Daging Buah Segar dan Kulit Buah Naga Merah Kering	14
Tabel 4.1 Ciri-ciri makroskopis isolat fungi patogen penyebab penyakit busuk batang buah naga	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Antosianin	15
Gambar 2.2 Respon hifa jamur patogen akibat interaksi dengan jamur antagonis dengan mekanisme mikoparasit	23
Gambar 4.1 Isolat P1 (<i>Monosporium</i> sp.)	36
Gambar 4.2 Isolat P2 (<i>Neoscytalidium</i> sp.)	38
Gambar 4.3 Isolat P3 (<i>Fusarium</i> sp.1)	39
Gambar 4.4 Isolat P4 (<i>Fusarium</i> sp.)	42
Gambar 4.5 Hambatan Fungi Endofit <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Mucor</i> sp. terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen pada hari ke-8.	44

ABSTRAK

Hasanah, Uswatun. 2017. **Potensi Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. sebagai Agen Antagonis terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*).** Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si dan Mujahidin Ahmad, M. Sc

Kata Kunci : *Fusarium* sp., *Mucor* sp., Uji Antagonis, Penyakit Busuk Batang, Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Buah naga (*Hylocereus costaricensis*) merupakan tanaman yang berasal dari Meksiko, Amerika Tengah yang telah lama menjadi tanaman budidaya di Indonesia dan buahnya untuk dikonsumsi. Penyakit busuk batang tanaman buah naga memiliki pengaruh pada produktivitas buah naga. Penyakit ini disebabkan oleh fungi patogen yang menginfeksi tanaman sehingga menyebabkan bercak kuning yang semakin lama terjadi pembusukan. Fungi endofit dilaporkan memiliki potensi sebagai agen hayati yang efektif untuk mengendalikan patogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis fungi patogen penyebab busuk batang dan potensi fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. sebagai antagonis terhadap fungi patogen penyebab penyakit busuk batang tanaman tersebut.

Metode yang digunakan adalah eksplorasi dan eksperimen. Penelitian dilakukan dengan cara mengisolasi dan mengidentifikasi fungi patogen dari kulit buah naga yang diperoleh dari perkebunan buah naga UD. Naga Jaya Makmur Bululawang, Malang, selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap fungi patogen yang tumbuh pada media PDA. Kemudian dilakukan uji antagonis fungi endofit *Fusarium* sp. (F) dan *Mucor* sp. (M) terhadap fungi patogen menggunakan *dual culture* secara *in vitro*.

Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 4 isolat fungi patogen berhasil diisolasi dari batang buah naga yang terserang penyakit busuk batang yaitu *Monosporium* sp. (P1), *Neoscytalidium* sp. (P2), *Fusarium* sp.1 (P3), dan *Fusarium* sp.2 (P4). Hasil uji antagonis menunjukkan persentase penghambatan tertinggi ditunjukkan oleh *Mucor* sp. dalam menghambat P4 dengan rata-rata persentase hambatan sebesar 59,31%, diikuti MP1 sebesar 55,42%, dan FP3 sebesar 41,52%. Mekanisme penghambatan oleh isolat *Fusarium* sp. terjadi secara antibiosis yang didifusikan ke dalam media agar sehingga terbentuk zona bening, sedangkan *Mucor* sp. menghambat fungi patogen dengan mekanisme kompetisi dan mikoparasit.

ABSTRACT

Hasanah, Uswatun. 2017. **Posttensions of Fungi Endophyte *Fusarium* sp. and *Mucor* sp. As the Antagonistic Agent of Fungi Pathogen; The Cause of Fungal Infection of Dragon Fruit Plants (*Hylocereus costaricensis*).** *Undergraduate Thesis*. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang.

Advisors: Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si and Mujahidin Ahmad, M. Sc

Keywords: *Fusarium* sp., *Mucor* sp., Antagonistic Test, Fungal Infection, Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis*)

Dragon fruit is a plant which comes from Mexico, Central America. This plant is being a cultivated plant in Indonesia for a long time and its fruit to be consumed. The fungal infection of dragon fruit plants gives impact to the fruits productivity. This disease is caused by *fungi pathogen* which later will infect the plants. It causes yellow pockmarked on the plant which will be decaying them. Fungi endophyte is known as a potential biological agent that can control *pathogen* effectively. The aim of this research is to know the types of fungi pathogen which cause the decaying and the potency of fungi endophyte *fusarium* sp. And *Mucor* sp. Which is the antagonist to fungi pathogen as the cause of fungal infection diseases.

The research methods that is used are exploration and experiment. This research is done by isolating and identifying the fungi pathogen which is taken from the skin of the fruits in dragon fruits park UD. Naga Jaya Makmur, Bululawang, Malang. Then, the researcher will identify fungi pathogen that grows in PDA media and do the antagonist test to fungi endophyte *Fusarium* sp. (F) dan *Mucor* sp. (M) towards fungi pathogen by using *dual culture* in vitro.

The result of this research shows that 4 isolat fungi pathogen is isolated from the infected stem of dragon fruits, those are *Monosporium* sp. (P1), *Neoscytalidium* sp. (P2), *Fusarium* sp.1 (P3), dan *Fusarium* sp.2 (P4). Also, the result of antagonist test shows that the percentage of highest inhibition is *Mucor* sp. in the way of inhibiting P4 with the average percentage of inhibition 59,31%, which is followed by MP1 55,42%, and FP3 41,52%. The mechanism of inhibition which is done by isolat *Fusarium* sp. is proceeded in antibiosis diffusion process into media. Therefore, the clear zone will be formed, while for *Mucor* sp. the inhibition of fungi pathogen will be analysed by using competition and microparasite as the mechanisms.

مستخلص البحث

حسنة، أسوة. ٢٠١٧. فعالية عمل النابوت الداخلي الفيوزاريوم (*Endofit Fusarium SP*) والعفنة (*Mucor sp*) كعميل الخضم على عمل ممرضات النبات في العرق الخبيث لدي فاكهة التنين (*Hylocereus costaricensis*). البحث الجامعي. قسم علم الأحياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج.

المشرف : الدكتور الحاجة ألفى أوتامي الماجستير ومجاهدين أحمد الماجستير.

الكلمات الأساسية : الفيوزاريوم، العفنة، تجرية الخضم، ممرضات النبات في العرق الخبيث، فاكهة التنين (*Hylocereus costaricensis*).

فاكهة التنين (*Hylocereus costaricensis*) هي النبات من مكسيك، أمريكا الوسطي حيث يكون من النبات الزراعية في إندونيسيا وتكمن هذه الفاكهة أن تتناول. إنّ ممرضات نبات فاكهة التنين في العرق الخبيث لها أثر على إنتاجيتها، وهذا بسبب عمل ممرضات النبات الذي يصيب النبات حتى يؤدي إلى وجود النقطة الصفراء تكون خبيثا. ويقال إن عمل النابوت الداخلي له قوة فعالية ليتسلط على ممرضات النبات. وأما أغراض هذا البحث فهي لمعرفة جنس ممرضات النبات في العرق الخبيث وعمل النابوت الداخلي الفيوزاريوم والعفنة كعميل الخضم إلى عمل ممرضات النبات في العرق الخبيث.

وأما الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي استطلاع وتجربة. ويعمل هذا البحث بعزل عمل ممرضات النبات من جلدة فاكهة التنين ومعرفتها التي تناول من مزرعة ناغا جايا معمور بولولوانج، مالانج. ثم يقام التعرف بعمل ممرضات النبات النامي عبر وسائل PDA ثم تقام تجرية الخضم في عمل النابوت الداخلي الفيوزاريوم والعفنة إلى عمل ممرضات النبات باستخدام استنبات المثني بالزجاج.

تدلّ نتيجة هذا البحث على أنّ أربعة عزلات عمل ممرضات النبات تكون عازلة من عرق فاكهة التين التي تصاب بالمرض في العرق الخبيث فهي أحادية البوغ (P1)، وسكيتال الحديد (P2)، و الفيوزاريوم sp 1 (P3) و الفيوزاريوم SP2 (P4). والنتيجة في تجريبة الخصم تدلّ أعلى نسبة العراقيل وهذا الحال مدلول على العفنة في عراقيل P4 بقدر النسبة ٥٩,٣١% ومتبوع MP1 بقدر النسبة ٥٥,٤٢% و FP3 بقدر النسبة ٤١,٥٢%. وأما كيفية العراقيل بسبب الفيوزاريوم فهي تقع بالمضاد الحيوي الذي ينشر إلى الوسائل حتى تتكون المنطقة النقية، والعفنة تمنع عمل ممرضات النبات بكيفية المسابقة والطفيلي الصغير.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah ﷻ menciptakan beraneka ragam jenis tumbuhan yang tidak terhitung jumlahnya untuk direnungkan dan dipelajari sehingga dapat diambil manfaatnya oleh manusia. Semua tumbuhan tersebut terdapat kebanyakannya yang dapat dimanfaatkan oleh dan untuk manusia. Sebagaimana firman Allah ﷻ dalam Al-Qur'an surat Asy-Syu'ara ayat 7.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

Artinya: *“Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?..”*

Menurut Bahreisy (1994) lafadz *اولم يروا* “Dan apakah mereka tidak memperhatikan” pada ayat di atas menjelaskan bahwa Allah mencela orang-orang yang tidak mau mempergunakan akal pikiran mereka untuk memperhatikan apa yang terjadi di alam ini yang setiap kejadian itu menunjukkan kepada kekuasaan Allah ﷻ. Lafadz *كم انبتنا فيها* “berapakah banyaknya Kami tumbuhkan” dan lafadz *من كل زوج كريم* “pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik” menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam bentuk dan rasanya, masing-masing mempunyai kekhususan sendiri-sendiri mengenai daun, bunga dan buah padahal semuanya tumbuh di tanah yang sejenis dan diairi dengan air yang sama.

Buah naga (*Hylocereus costaricensis*) atau biasa disebut dengan *dragon fruit* merupakan salah satu buah yang populer di kalangan masyarakat. Buah naga sangat digemari oleh masyarakat untuk dikonsumsi karena rasanya yang manis dan segar sehingga membuat para konsumennya ketagihan. Buah naga juga memiliki berbagai khasiat obat yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Buah naga merupakan salah satu buah yang banyak dibudidayakan karena relatif mudah dalam perawatannya. Namun, faktor lingkungan dan iklim menyebabkan timbulnya hama penyakit yang dapat menyerang buah naga. Sehingga menyebabkan penurunan hasil produksi buah naga. Beberapa penyakit yang ditemukan pada tanaman buah naga disebabkan oleh mikroorganisme patogen berdasarkan penelitian Wibowo (2011), diantaranya adalah busuk cokelat (*Fusarium* sp.), antraknosa (*Collectrichum* sp.), kudis (*Pestalotiopsis* sp.), busuk batang (*Erwinia* sp.), puru akar (*Meloidogyne* sp.), busuk hitam dan bercak merah.

Penyakit busuk batang merupakan salah satu penyakit yang dapat mengancam kegiatan produksi buah naga. Penelitian Bathana (2013), menyebutkan bahwa di beberapa negara produsen buah naga dilaporkan adanya beberapa hama dan penyakit berbahaya yang mengancam produksi. Serangan hama kumbang *Protaetia impavida* dan penyakit busuk batang yang disebabkan oleh beberapa mikroba seperti cendawan dari genus *Fusarium*, *Phytophthora*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia*, dan *Pythium*. Hal ini seperti yang dilaporkan oleh Isnaini (2010), bahwa dari tanaman yang bergejala busuk diidentifikasi mikroba dari genus *Phytophthora* dan *Fusarium* sedangkan mikroorganisme yang berasosiasi adalah bakteri dan cendawan genus *Phytium*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia*,

dan *Axremonium*. Seperti halnya yang telah dijelaskan oleh Helvetia (2013), bahwa hasil identifikasi mikroorganisme penyebab penyakit busuk batang adalah jamur dan bakteri dari genus *Fusarium* serta *Xanthomonas*. Sehingga perlu untuk dilakukan upaya untuk mengatasi permasalahan ini.

Upaya pengendalian terhadap hama penyakit pada tumbuhan sampai saat ini masih menggunakan fungisida kimia sintetis. Fungisida sintetis banyak digunakan petani dalam pengendalian hama dan penyakit pada tanaman karena zatnya lebih cepat bereaksi dan memiliki daya racun yang tinggi terhadap hama pengganggu. Namun, penggunaan fungisida sintetis yang berlebihan dapat menimbulkan dampak negatif yang dapat membahayakan kesehatan manusia, matinya beberapa mikroorganisme yang dapat membantu dalam penyuburan tanah dan rusaknya lingkungan karena efek residu yang ditimbulkan. Fungisida yang digunakan pada hama target akan menimbulkan efek residu dan terurai di udara, air permukaan dan tanah (Kardian, 2006).

Penggunaan bahan alami diperlukan guna mengurangi penggunaan fungisida sintetis yang tidak merusak lingkungan dan menimbulkan efek residu bagi lingkungan sekitar. Salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan fungisida sintetis yaitu dengan fungisida nabati. Fungisida nabati merupakan fungisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan seperti daun, batang, akar, dan buah. Tumbuhan banyak mengandung bahan kimia yang digunakan sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu. Bahan kimia yang terkandung biasa disebut sebagai metabolit sekunder yang berupa flavonoid, alkaloid, saponin, tannin, dan terpenoid (Opolot, 2006).

Fungi endofit hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menunjukkan gejala. Potensi fungi endofit cukup besar untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati, karena fungi endofit ini hidup dalam jaringan tanaman sehingga berperan langsung dalam menghambat perkembangan patogen dalam tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Fungi endofit sebagai agen hayati sangat efektif untuk mengendalikan berbagai patogen dalam tanah. Wilia (2012), menyatakan fungi endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme dan mikroparasit. Fungi endofit dalam jaringan tanaman menyebabkan terinduksinya metabolit sekunder yang mampu menghambat fungi lain. Kemampuan ini juga disebut sebagai kemampuan antagonis.

Jamur endofit memiliki potensi yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen pada tanaman. Penelitian Alfizar (2013), tentang evaluasi daya hambat *Trichoderma* sp. asal daun kakao terhadap beberapa cendawan patogen secara in vitro menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. ini dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *C. capsici*, *Fusarium* sp., dan *S. rolfsii* secara in vitro dengan daya hambat paling tinggi terdapat pada patogen *C. Capsici*, diikuti dengan daya hambat terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *S. rolfsii*. Ainy (2015), mengantagoniskan *Trichoderma harzianum* terhadap cendawan patogen penyebab penyakit antraknosa yaitu *C. acutatum* dan *C. capsici* menunjukkan bahwa cendawan *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *C. capsici* dengan persentase penghambatan 28,5% pada metode *dual culture* dan 22,2% pada metode *kultur filtrat*. Sedangkan pada cendawan patogen *C.*

acutatum persentase penghambatan pada metode dual culture sebesar 30,4% dan metode kultur filtrat sebesar 37,5%. Mekanisme penghambatan yang terjadi antara *Trichoderma harzianum* dengan *C. capsici* dan *C. acutatum* berlangsung secara kompetitif dan antibiosis.

Potensi jamur endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. asal daun kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) juga dilaporkan oleh Arifah (2016), memiliki potensi sebagai antagonis terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* penyebab pokahbung pada tebu (*Saccharum officinarum* L.) menggunakan metode *dual culture* dengan rerata persentase hambatan tertinggi adalah F3 (*Mucor* sp.2) sebesar 42,69%, disusul F2 (*Mucor* sp.1) sebesar 35,82%, dan F1 (*Fusarium* sp.) sebesar 33,14%. Penelitian Masrurin (2017) juga menjelaskan bahwa fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. memiliki potensi sebagai antimikroba terhadap *Candida albicans*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Dalam penelitian ini menyebutkan bahwa metabolit sekunder isolat fungi endofit *Mucor* sp. memiliki kemampuan tertinggi dalam menghambat ketiga mikroba tersebut dengan nilai zona hambat masing-masing sebesar $19,42 \pm 3,32$ mm, $9,18 \pm 0,96$ mm, dan $5,58 \pm 1,41$ mm.

Joshi (2013) dalam penelitiannya tentang uji patogenitas dan nonpatogenitas jamur *Fusarium oxysporum* pada tomat menunjukkan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* isolat nomor 40 memiliki aktivitas antagonis paling tinggi untuk menghambat pertumbuhan isolat patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Sehingga dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang menekan serangan penyakit pada tomat.

Berkaitan dengan fenomena antagonisme antara fungi endofit dan fungi patogen secara implisit dapat ditemukan dalam Al-Quran surat Yasin ayat 36, yaitu:

سُبْحَنَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُثْبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا
يَعْلَمُونَ ﴿٣٦﴾

Artinya: “Maha Suci Allah yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui”.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah ﷻ telah menciptakan segala sesuatu berpasang-pasangan. Dalam hal ini termasuk adanya penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh fungi patogen. Keberadaan fungi patogen yang mengganggu dan merugikan dapat diimbangi dengan adanya fungi endofit yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen tersebut. Peristiwa penghambatan ini disebut juga dengan antagonis. Menurut Wahyunita (2015), antagonis adalah peristiwa yang menyebabkan tertekannya aktivitas suatu mikroorganisme jika dua mikroorganisme atau lebih berada pada tempat yang berdekatan

Mekanisme antagonis umumnya adalah kompetisi, antibiosis, lisis dan parasitisme. Beragam agen pengendali hayati telah ditemukan dan menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan penyakit tanaman. Pengembangan antagonis perlu terus dilanjutkan agar dapat tercipta keseimbangan ekosistem, terwujudnya kesehatan manusia, dan terjaganya

kelestarian lingkungan hidup untuk keberlangsungan generasi mendatang (Yulianto, 2014).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, perlu dilakukan uji antagonis untuk mengetahui potensi fungi endofit sebagai agen hayati terhadap jamur patogen penyebab penyakit busuk batang. Hasil penelitian diharapkan dapat dikembangkan dan menurunkan penyakit busuk batang yang merupakan penyakit utama yang menyerang komoditas buah naga Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah yaitu:

1. Apa saja fungi patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*)?
2. Apakah fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. dari kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) mempunyai kemampuan sebagai antagonis terhadap jamur patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman buah naga?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui fungi patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*).

2. Mengetahui kemampuan fungi endofit dari kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) sebagai antagonis terhadap jamur patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman buah naga.

1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan peneliti dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang fungi patogen yang menyebabkan penyakit busuk batang pada buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*).
2. Memberikan informasi di bidang mikrobiologi khususnya dan bidang lainnya umumnya mengenai fungi patogen penyebab busuk batang buah naga dapat dihambat oleh fungi endofit yang mempunyai potensi sebagai agen antagonis.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Fungi endofit yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) asal perkebunan buah naga UD. Naga Jaya Makmur Jalan Koramil No. 76 Bululawang Malang, Jawa Timur.
2. Fungi patogen yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari batang busuk buah naga asal perkebunan buah naga UD. Naga Jaya Makmur Jalan Koramil No. 76 Bululawang Malang, Jawa Timur.
3. Uji antagonis dilakukan secara in vitro terhadap fungi patogen penyebab batang busuk pada tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*).

4. Parameter yang diamati yaitu persentase daerah hambatan (%) dan diameter koloni (cm).



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Integrasi Sains dan Islam

Manusia merupakan salah satu makhluk ciptaan Allah ﷻ yang diciptakan sebagai sebaik-baik makhluk. Dalam mempertahankan hidup, manusia membutuhkan makan dan juga minum. Di alam telah disediakan begitu banyak makanan, seperti daging dari hewan ternak, sayuran, dan juga buah-buahan. Allah ﷻ juga menurunkan hujan agar airnya dimanfaatkan oleh makhluk hidup di bumi untuk bertahan hidup. Allah ﷻ telah berfirman dalam Al-Qur'an surat 'Abasa ayat 24-32:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾ أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا
الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعَيْنًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾
وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَكْهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَّتَعًا لَّكُمْ وَلِيَنْعَمَ عَلَيْكُمْ ﴿٣٢﴾

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit. Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur, dan sayur-sayuran, zaitun, dan pohon kurma, kebun-kebun (yang lebat), dan buah-buahan serta rumput-rumputan untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”(Abasa (80):24-32).

Kalimat “maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya” dalam biologi dapat diartikan sebagai perlu dilakukan observasi, eksperimen atau riset mengenai makanan yang merupakan cara manusia untuk mempertahankan hidup. Dengan riset tersebut diharapkan dapat menggali dan juga menambah wawasan serta pengetahuan yang belum ditemukan sebelumnya.

Eksplorasi dan riset mengenai makanan sangat diperlukan mengingat makanan merupakan kebutuhan primer manusia untuk bertahan hidup. Makanan berfungsi untuk pertumbuhan, meregenerasi sel-sel rusak, menghasilkan tenaga untuk beraktivitas serta menjaga suhu tubuh. Energi yang diperlukan untuk

aktivitas tubuh berasal dari makanan yang mengandung karbohidrat dan lemak. Zat pengatur dan pelindung tubuh terdiri dari mineral, vitamin, dan air. Oleh karena itu, makanan menjadi hal penting bagi kelangsungan hidup manusia.

Firman Allah ﷻ diatas juga memerintahkan hendaknya manusia merenungkan bagaimana Allah menciptakan makanan yang menjadi sebab kehidupan. Kemudian dijelaskan bahwa Allah ﷻ telah menurunkan air dari langit ke bumi dengan ditempatkan air tersebut di dalam bumi dan masuk ke dalam lapisan-lapisan tanah, selanjutnya masuk kedalam biji-bijian yang terdapat didalam bumi sehingga tumbuh tinggi dan tampak di permukaan bumi. Kemudian tumbuh biji-bijian, buah-buahan seperti anggur, berbagai macam sayur-sayuran yang biasanya dimakan dalam keadaan berair (basah) atau dalam keadaan segar, serta ditumbuhkan juga rumput-rumputan yakni sesuatu yang tumbuh dari tanah yang dapat dikonsumsi. Diantara berbagai makanan yang kerap dikonsumsi adalah buah-buahan. Salah satu buah yang saat ini cukup menjadi kegemaran adalah buah naga.

2.2 Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Buah naga super merah memiliki nama latin *Hylocereus costaricensis*. Spesies ini tumbuh dengan cepat. Batangnya berlapis wax berwarna putih. Bagian buah naga secara umum terdiri atas daging buah dan kulit buah. Buahnya berbentuk oval dan daging buahnya berwarna merah tua. Buah berukuran besar dengan panjang 10-15 cm dan berat 250-600 gram (Warisno, 2010). Kulit buah berwarna merah cerah, agak tebal, yaitu sekitar 3 mm – 4 mm. Di sekujur

kulitnya dihiasi dengan jumbai-jumbai menyerupai sisik-sisik ular naga (Cahyono, 2009).

Tanaman buah naga termasuk tanaman tropis dan mudah beradaptasi pada berbagai lingkungan tumbuh dan perubahan cuaca seperti sinar matahari, angin - dan curah hujan. Perkembangan tanaman ini sekitar 60 mm/bulan atau 720 mm/tahun, intensitas matahari sekitar 70-80%. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman buah naga dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran tinggi antara 0-1000 dpl. Suhu udara yang ideal antara 26-36 °C dan kelembaban 70-90%. Tanah harus beraerasi baik dan derajat keasaman (pH) tanah bersifat sedikit alkalis 6,5-7 (Istianingsih, 2010).

Penyakit yang dapat mempengaruhi produktivitas buah naga salah satunya adalah penyakit busuk batang. Batang yang terserang penyakit ini memiliki ciri gejala busuk berair berwarna coklat. Awal gejala bercak berair berwarna coklat kecil. Gejala tersebut kemudian membesar dan menyebar ke seluruh bagian sulur. Tekstur sulur yang terserang sangat berair dan mudah sobek. Bagian busuk lunak bbatang tercium bau tidak enak. Gejala busuk batang dapat muncul di bagian tengah sulur, pangkal sulur, maupun ujung sulur. Sulur yang sudah bergejala lanjut akan lepas dan tertinggal hanya lapisan kayu saja, lapisan lilin dan daging sulur terkelupas. Di pertanaman buah naga, gejala penyakit ini tidak banyak ditemukan. Apabila ada rumpun yang terlihat gejala ini, dalam satu tiang hanya ditemukan 1-3 sulur yang bergejala ini. tidak ditemukan dalam satu rumpun tiag terserang busuk lunak batang seluruhnya (Octaviani, 2012).

Gejala awal penyakit ini berupa busuk kecil yang kemudian membesar. Gejala ini ditemukan pada pertanaman bibit buah naga. Penyakit busuk ini disebabkan oleh *Fusarium* sp. dapat membentuk mikrokonidium dan makrokonidium. Mikrokonidium berbentuk oval, hialin, berdinding tipis. Sedangkan makrokonidium berbentuk agak melengkung seperti bulan sabit, hialin, berdinding tipis, bersekat dua atau lebih. Pada medium PDA koloni jamur berwarna putih keunguan (Wibowo, 2011).

Menurut Saptayanti (2013) berdasarkan hasil survei lapangan yang dilakukan oleh beberapa peneliti Balai Penelitian Tanaman Buah (Balitbu) Tropika pada beberapa kebun buah naga yang terletak di Kecamatan Batang Anai, Kabupaten Padang Pariaman, ditemukan beberapa gejala serangan penyakit seperti busuk batang pada pangkal batang, cabang utama maupun pada cabang produktif serta busuk pada ujung cabang produktif. Di tahun 2012, petani setempat melaporkan banyak tanaman yang mengalami penurunan produksi akibat terserang busuk batang. Luas serangan penyakit di pertanaman buah naga sekitar 28,5 ha di Kecamatan Toapaya, Kabupaten Bintan dan 30 ha di Kecamatan Galang, Kota Batam.

2.3 Kandungan Kimia Kulit Buah Naga

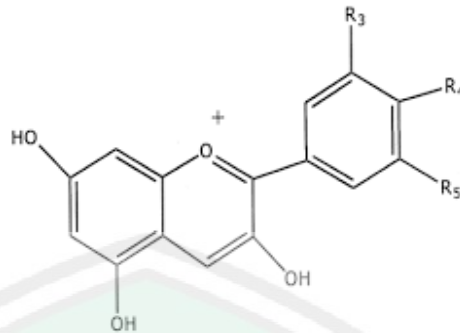
Tabel 2.1 Perbandingan Kandungan Antioksidan Daging Buah Segar dan Kulit Buah Naga Merah Kering

Kandungan	Daging buah/100gr	Kulit buah kering/100gr
Asam galat	42,4 ± 0,04 mg	39,7 ± 5,39 mg
Flavonoid	7,21 ± 0,02 mg	8,33 ± 0,11 mg
Betasianin	10,3 ± 0,22 mg	13,8 ± 0,85 mg
Aktivitas antioksidan berdasarkan DPPH EC50	22,4 ± 0,29 µmol	118 ± 4,12 µmol
Pendekatan ABTS untuk Vit. C	28,3 ± 0,83 µmol	175 ± 15,7 µmol

(Wu *et al.*, 2006)

Kulit buah naga merah mengandung berbagai macam senyawa seperti flavonoid, tiamin, niasin, piridoksin, kobalamin, fenolik, polifenol, karoten dan fitoalbumin (Jaafar *et al.*, 2009), serta betalain (Woo *et al.*, 2011).

Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang umumnya berfungsi sebagai antioksidan primer, chelator dan scavenger terhadap superoksida anion. Antosianin dalam bentuk aglikon lebih aktif dari pada bentuk glikosidanya (Santoso, 2006). Kemampuan antioksidatif antosianin timbul dari reaktifitasnya yang tinggi sebagai pendonor hidrogen atau elektron, dan kemampuan radikal turunan polifenol untuk menstabilkan dan mendelokalisasi elektron tidak berpasangan, serta kemampuannya menghelat ion logam (terminasi reaksi Fenton) (Rice-Evans *et al.*, 1997).



Gambar 2.1 Struktur Antosianin (Jackman dan Smith, 1996).

Antosianin merupakan pigmen yang dapat memberikan warna biru, ungu, violet, magenta, merah dan orange pada bagian tanaman seperti buah, sayuran, bunga, akar, umbi, sereal dan lain-lain. Pigmen ini bersifat larut dalam air dan dapat digunakan sebagai pewarna alami pada pangan (Sari, 2005).

Betalain adalah pigmen kelompok alkaloid yang larut dalam air yang menggantikan antosianin pada sebagian besar famili tanaman ordo Caryophyllales. Betalain merupakan pigmen bersifat polar yang terdiri atas betasianin dan betaxantin (Wybraniec *et al.*, 2006). Betasianin memberikan warna kuning, jingga, merah dan ungu pada bagian daun dan buah. Dimana yang memberikan warna kuning adalah betaxantin (Cai *et al.*, 2005).

Betasianin merupakan derivat tirosin. Enzim yang pertama mengkonversi L-tirosine menjadi intermediat jalur biosintesis betasianin. Warna pada betasianin merupakan hasil absorpsi maksimum (max 534-554 nm) struktur aromatik setelah mengalami kondensasi. Berdasarkan struktur kimianya betasianin

dikelompokkan menjadi empat yaitu grup *betanin*, *amaranthine*, *gomphrenin* dan *2-Descarboxy-betanin* (Mastuti, 2010)

2.4 Fungi Endofit

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tanaman dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan tanaman inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba, salah satunya fungi endofit yang mampu menghasilkan senyawa bioaktif atau metabolit sekunder sebagai akibat transfer genetik dari tanaman inangnya kedalam fungi endofit (Hidayahti, 2010).

Fungi endofit dapat digunakan sebagai agen hayati yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman. Keberadaan fungi endofit di dalam jaringan tumbuhan merupakan anugerah Allah ﷻ yang harus dipelajari dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Karena sekecil apapun makhluk ciptaan Allah tiada yang sia-sia, seperti yang disebutkan dalam bagian akhir surat Ali Imran ayat 190-191, yaitu:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِيلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۚ

Artinya: “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang, terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), ‘Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka.’”.

Menurut tafsir Al-Maraghi juz 4 (1987: 288-292) menafsirkan bahwa dalam tatanan langit dan bumi serta keindahan perkiraan dan keajaiban ciptaan-Nya juga dalam silih bergantinya siang dan malam secara teratur sepanjang tahun yang dapat kita rasakan langsung pengaruhnya pada tubuh kita dan cara berpikir kita karena pengaruh panas matahari, dinginnya malam, dan pengaruhnya yang ada pada dunia flora fauna dan sebagainya merupakan tanda dan bukti yang menunjukkan keesaan Allah ﷻ kesempurnaan pengetahuan dan kekuasaan-Nya. Salah satunya adalah fungi endofit.

Fungi endofit adalah fungi yang terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tumbuhan. Fungi ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika. Fungi endofit dikelompokkan dalam kelompok Ascomycotina dan Deuteromycotina. Keragaman pada jasad ini cukup besar seperti pada Loculoascomycetes, Discomycetes, dan Pyrenomycetes (Lingga, 2009).

Fungi endofit dimasukkan dalam famili Balansiae yang terdiri dari 5 genus yaitu Atkinsonella, Balansiae, Balansiopsis, Epichloe dan Myriogenospora. Genus Balansiopsis umumnya dapat menginfeksi tumbuhan tahunan dan hidup secara simbiosis mutualistik dengan tanaman inangnya. Dalam simbiosis ini, fungi dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis serta melindungi tanaman inang dari serangan penyakit, dan hasil dari fotosintesis dapat digunakan oleh fungi untuk mempertahankan hidupnya (Lingga, 2009).

Asosiasi fungi endofit dengan tumbuhan inangnya digolongkan dalam dua kelompok, yaitu mutualisme konsititif dan induktif. Mutualisme konsititif merupakan asosiasi yang erat antara fungi dengan tumbuhan terutama rumput-rumputan. Pada kelompok ini fungi endofit menginfeksi ovula (benih) inang, dan penyebarannya melalui benih serta organ penyerbukan inang. Mutualisme induktif adalah asosiasi antara fungi dengan tumbuhan inang, yang penyebarannya terjadi secara bebas melalui air dan udara. Jenis ini hanya menginfeksi bagian vegetatif inang dan seringkali berada dalam keadaan metabolisme inaktif pada periode yang cukup lama (Lingga, 2009).

Fungi endofit bersifat simbiosis mutualisme dengan tanaman inangnya. Manfaat yang diperoleh dari tanaman inang yaitu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman inang, tahan terhadap serangan hama, penyakit dan kekeringan. Selain itu, fungi endofit dapat membantu proses penyerapan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis dan hasil fotosintesis dapat digunakan oleh fungi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Hubungan yang erat antara fungi endofit dari tanaman inangnya yaitu transfer materi genetik satu dengan lainnya (Hidayahti, 2010).

Isolasi fungi endofit dapat berasal dari jaringan tanaman yang telah disterilkan permukaan ataupun diekstraksi dari jaringan tanaman. Fungi endofit memiliki beberapa efek yang menguntungkan inangnya dan dapat digunakan sebagai kontrol biologis bagi hama tanaman, dapat mempertinggi karakteristik tanaman seperti meningkatkan ketahanan terhadap kering, panas, efisiensi

nitrogen sebagai bioherbisida dan juga memiliki efek farmakologis (Fatmawati, 2015).

Memanfaatkan benda-benda yang berukuran kecil seperti fungi endofit yang tidak bisa dilihat secara kasat mata agar bermanfaat bagi kehidupan manusia, dimana fungi endofit dapat menghasilkan zat antibiotik yang dapat dimanfaatkan sebagai obat. Sebagaimana sabda Nabi berikut ini :

الْكَمَّاءُ مِنْ الْمَنَّاءِ وَمَاؤُهَا شِفَاءٌ لِلْعَيْنِ

Artinya : “Cendawan termasuk anugerah, dan airnya dapat menyembuhkan (sakit) mata “ (H.R Al-Bukhari, dalam Al-Najjar, 2011: 204).

Menurut Al-Najjar (2010), dari hadits tersebut Rasulullah menyebutkan *Kam'ah* sebagai “*Manna*” mengandung makna bahwa jamur itu tumbuh karena keistimewaan dan *minnah* (anugerah) dari Allah Subhanahu wa Ta'ala karena ia tidak ditanam dan tidak membutuhkan perawatan. Karena itu, *Kam'ah* merupakan *minnah* dari Allah Subhanahu wa Ta'ala yang tidak membutuhkan benih atau penyiraman. Manusia tidak perlu bersusah payah menancapkan benih dan memeliharanya. Manusia hanya perlu mengambil dan mengumpulkannya. Karena itulah Rasulullah ﷺ menyebut *Kam'ah* sebagai “*manna*” atau anugerah.

Berdasarkan hadist di atas jelaslah bahwa cendawan adalah anugerah yang tumbuh dengan karunia dan anugerah dari Allah ﷻ. Dalam kehidupan sehari-hari di jaman Rasulullah jamur tersebut dapat terus digali dan dimanfaatkan dalam berbagai keperluan hidup manusia, salah satu jenis jamur yang mulai banyak diteliti adalah jamur endofit dari tumbuh-tumbuhan. Tanpa ditanam ia dapat tumbuh dengan sendirinya. Selain itu, cendawan tidak butuh bahan makanan

benih atau pengairan. Cendawan juga tidak membutuhkan usaha dan pemeliharaan manusia, kecuali hanya ketika mengumpulkannya. Serta dapat dijadikan sebagai obat. Dari sinilah ia kemudian dianggap sebagai anugerah.

Cendawan *Fusarium* sp mempunyai 3 alat reproduksi, yaitu mikrokonidia (terdiri dari 1-2 sel), makrokonidia (3-5 septa), dan kladospora (pembengkakan pada hifa). Makrokonidia berbentuk melengkung, panjang dengan ujung yang mengecil dan mempunyai satu atau tiga buah sekat. Mikrokonidia merupakan konidia bersel 1 atau 2, dan paling banyak dihasilkan di setiap lingkungan bahkan pada saat patogen berada dalam pembuluh inangnya. Makrokonidia mempunyai bentuk yang khas, melengkung seperti bulan sabit, terdiri dari 3-5 septa, dan biasanya dihasilkan pada permukaan tanaman yang terserang lanjut. Kladospora memiliki dinding tebal, dihasilkan pada ujung miselium yang sudah tua atau didalam makrokonidia, terdiri dari 1-2 septa dan merupakan fase atau spora bertahan pada lingkungan yang kurang baik. Cendawan ini tumbuh dari spora dengan struktur yang menyerupai benang, ada yang mempunyai dinding pemisah dan ada yang tidak. Benang secara individu disebut hifa, dan massa benang yang luas disebut miselium. Miselium adalah struktur yang berpengaruh dalam absorpsi nutrisi secara terus-menerus sehingga cendawan dapat tumbuh dan pada akhirnya menghasilkan hifa yang khusus menghasilkan spora reproduktif (Saragih 2009)

Isolat fungi endofit *Mucor* sp. memiliki bentuk koloni bulat, tepian koloni rata, permukaan koloni berserabut halus seperti kapas tebal, miselium berwarna putih, warna koloni permukaan depan putih, warna permukaan belakang

putih, tidak membentuk lingkaran konsentris. Pertumbuhan miselium semakin tebal setelah tumbuh lebih dari 7 hari. Pada awal pertumbuhan, miselium mula-mula berwarna putih dan setelah spora muncul berubah berwarna hitam (Yuliana, 2016).

Mucor sp memiliki sporangiofor bercabang (simpodial atau monopodial), kolumela berbentuk seperti pir, bulat atau elips. Sporangiospora berbentuk elips sampai semi bulat, dan memiliki diameter 5 – 10 μm . Spesies ini dapat tumbuh hingga melakukan sporulasi pada suhu 5 – 20 °C, namun tidak dapat tumbuh pada suhu 37 °C (Gandjar, 1999).

Menurut Domsch, *et al.* (1980), marga *Mucor*, kelas Zygomycetes berkembang biakannya secara seksual dengan zygospora yakni peleburan dua gametangium dan aseksual dengan spora yang diproduksi oleh sporangium, ordo Mucorales, famili Mucoraceae. Secara makroskopis jamur ini seperti *Rhizopus* sp. yakni miseliumnya seperti kapas tetapi warnanya lebih putih dibandingkan dengan *Rhizopus* sp. dan secara mikroskopis *Mucor* sp. tidak memiliki rhizoid dan sporangiofornya lebih pendek dibanding dengan *Rhizopus*.

2.5 Fungi Endofit sebagai Antagonis terhadap Patogen Tanaman

Fungi endofit merupakan agens hayati yang bersifat antagonistik. Fungi endofit dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit karena menghasilkan alkaloid dan mikotoksin (Kusumawardani et al, 2015).

Fungi endofit sebagai antagonis mempunyai aktivitas yang tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen (Sudantha dan Abadi, 2011). Fungi endofit dan inangnya dapat membentuk

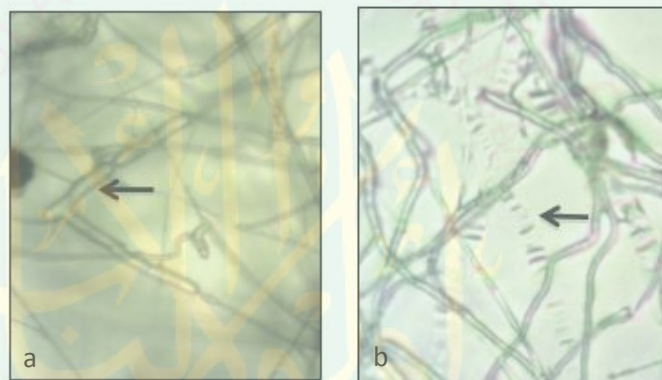
hubungan yang saling menguntungkan. Fungi endofit dapat melindungi tumbuhan inang dari serangan patogen dengan senyawa yang dikeluarkan. Senyawa yang dikeluarkan fungi endofit berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif dan dapat berfungsi untuk membunuh patogen (Prihatiningtias, 2006).

Mikroba endofit mencegah perkembangan penyakit karena memproduksi siderofor. Selain itu mikroba endofit juga menghasilkan senyawa metabolit yang bersifat racun bagi jamur patogen atau terjadinya kompetisi ruang dan nutrisi. Mikroba endofit memiliki kemampuan untuk mereduksi produksi toksin yang dihasilkan oleh patogen sehingga tidak patogenik terhadap tanaman atau menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan patogen (Yulianti, 2012).

Fungi endofit berpenetrasi ke dalam sel tanaman melalui celah alami ataupun lewat luka, lentisel, serangga, kumbang tanduk, dan beberapa binatang yang hidup dan berkembang biak di pohon. Fungi endofit juga dapat masuk ke dalam jaringan tanaman dengan menggunakan enzim hidrolitik seperti cellulase dan pektinase. Selain itu fungi endofit dapat menghasilkan hormon pertumbuhan, zat antibiotik serta metabolik sekunder lain yang bermanfaat dalam bidang pertanian, farmasi maupun industri. Fungi endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme, dan mikoparasit. Fungi endofit ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman sehingga produksi meningkat (Fatmawati, 2015).

Uji antagonis yang dilakukan umumnya menggunakan metode *dual culture*. Mekanisme antagonis dari metode *dual culture* diantaranya adalah:

- a. Mikoparasit: mekanisme ini dapat diketahui dengan pengamatan secara mikroskopis melalui pembuatan preparat yang diambil dari perbatasan antara koloni kapang antagonis dan kapang patogen. Secara umum, Mekanisme mikoparasit pada fungi antagonis meliputi aktivitas hifa fungi antagonis menempel dan melilit hifa fungi patogen serta menembus ke dalam hifa fungi patogen (Rahmawati, 2016)



Gambar 2.2 Respon hifa jamur patogen akibat interaksi dengan jamur antagonis dengan mekanisme mikoparasit: (a) hifa membesar dan (b) lisis (Rahmawati, 2016).

- b. Kompetisi: proses antagonis muncul dikarenakan adanya persaingan yang terjadi antara dua jenis cendawan yang ditumbuhkan berdampingan. Persaingan ini terjadi akibat adanya kebutuhan yang sama dari masing-masing cendawan, yaitu kebutuhan tempat tumbuh dan nutrisi media yang digunakan untuk tumbuh. Disinilah letak mekanisme kompetisi berlangsung (Ara, 2012).
- c. Antibiosis: mekanisme antibiosis terjadi apabila fungi agen antagonis memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan patogen dengan

menghasilkan senyawa aktif biologis secara *in vitro*. Senyawa aktif tersebut meliputi alkaloid, paxilin, lolitrems, dan tetranone steroid. Mekanisme ini biasanya ditandai dengan terbentuknya zona hambat yang membatasi antara miselium fungi antagonis dengan fungi patogen (Sudantha, 2011)

Fungi endofit di kenal memiliki potensi sebagai antagonis terhadap patogen tanaman. Fungi endofit berpenetrasi ke dalam sel tanaman melalui celah alami ataupun lewat luka, lentisel, serangga, kumbang tanduk, dan beberapa binatang yang hidup dan berkembang biak di pohon. Fungi endofit juga dapat masuk ke dalam jaringan tanaman dengan menggunakan enzim hidrolitik seperti selulase dan pektinase. Selain itu fungi endofit dapat menghasilkan zat antibiotik serta metabolik sekunder lain yang bermanfaat dalam bidang pertanian, farmasi maupun industri. Fungi endofit ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman sehingga produksi meningkat (Fatmawati, 2015).

Penelitian Ilmiah *et al.* (2015) mengenai uji antagonis fungi endofit dari tanaman stroberi diketahui mampu menghambat fungi patogen *Alternaria alternata*. Hasil penelitian menunjukkan isolat fungi dengan kemampuan hambatan terbaik yaitu *Penicillium sp.* dengan persentase hambatan sebesar $58,475 \pm 3,30\%$. Kemampuan *Penicillium sp.* sebagai antagonis terhadap fungi patogen yaitu dengan cara mengeluarkan alkaloid seperti *agroklavine* dan *ergometrine* yang bersifat antifungi. Selain itu *Penicillium sp.* juga menghasilkan

enzim kitinase yang dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 antar subunit N-asetilglukosamin pada polimer kitin.

2.6 Potensi Fungi Endofit sebagai Antagonis terhadap Fungi Patogen

Mikroorganisme antagonis adalah mikroorganisme yang mempunyai pengaruh yang merugikan terhadap mikroorganisme lain yang tumbuh dan berasosiasi dengannya. Antagonis meliputi (a) kompetisi nutrisi atau sesuatu yang lain dalam jumlah terbatas tetapi tidak diperlukan oleh OPT (organisme pengganggu tanaman), (b) antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang lain oleh mikroorganisme dan berbahaya bagi OPT, dan (c) predasi, hiperparasitisme, dan mikroparasitisme atau bentuk yang lain dari eksploitasi langsung terhadap OPT oleh mikroorganisme yang lain (Gultom, 2008). *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman (Lilik,dkk., 2010).

Penelitian Alfizar (2013) tentang evaluasi daya hambat *Trichoderma* sp. asal daun kakao terhadap beberapa cendawan patogen secara in vitro menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. ini dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *C. capsici*, *Fusarium* sp., dan *S. rolfsii* secara in vitro dengan daya hambat paling tinggi terdapat pada patogen *C. Capsici*, diikuti dengan daya hambat terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *S. rolfsii*. Ainy (2015) mengantagoniskan *Trichoderma harzianum* terhadap cendawan patogen penyebab penyakit antraknosa yaitu *C. acutatum* dan *C. Capsici* menunjukkan bahwa cendawan *T. Harzianum* dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *C.*

Capsici dengan persentase penghambatan 28,5% pada metode *dual culture* dan 22,2% pada metode *kultur filtrat*. Sedangkan pada cendawan patogen *C. acutatum* persentase penghambatan pada metode *dual culture* sebesar 30,4% dan metode *kultur filtrat* sebesar 37,5%. Mekanisme penghambatan yang terjadi antara *Trichoderma harzianum* dengan *C. capsici* dan *C. acutatum* berlangsung secara kompetitif dan antibiosis.

Potensi jamur endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. asal daun kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) juga dilaporkan oleh Arifah (2016) memiliki potensi sebagai antagonis terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* penyebab pokahbung pada tebu (*Saccharum officinarum* L.) menggunakan metode *dual culture* dengan rerata persentase hambatan tertinggi adalah F3 (*Mucor* sp.2) sebesar 42,69%, disusul F2 (*Mucor* sp.1) sebesar 35,82%, dan F1 (*Fusarium* sp.) sebesar 33,14%. Joshi (2013) dalam penelitiannya tentang uji patogenitas dan nonpatogenitas jamur *Fusarium oxysporum* pada tomat menunjukkan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* isolat nomor 40 memiliki aktivitas antagonis paling tinggi untuk menghambat pertumbuhan isolat patogen *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* hingga 45%. Sehingga dapat digunakan sebagai agen biokontrol yang menekan serangan penyakit pada tomat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Penelitian secara deskriptif kualitatif yaitu dengan cara eksplorasi isolasi fungi patogen yang diperoleh dari perkebunan buah naga UD. Naga Jaya Makmur Jalan Koramil No. 76 Bululawang, Malang. Deskriptif kuantitatif berupa uji antagonis fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap fungi patogen yang merupakan fungi penyebab busuk batang pada tanaman buah naga.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Oktober 2017, di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Optik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, hot plate dan stirrer, sentrifus, cawan petri, jarum ose, bunsen, pengaduk kaca, pinset, pisau skalpel setril, botol flakon, stirer, blue tip, tube, gelas ukur, tabung reaksi, erlenmeyer, penggaris, timbangan analitik, beaker glass, lemari pendingin, kompor gas, dan kamera.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang buah naga yang memiliki ciri terinfeksi fungi busuk batang asal kebun buah naga di Bululawang, Malang, fungi endofit lokal *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp., hasil isolasi dari kulit buah naga super merah asal kebun buah naga di Bululawang, Malang, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), kloramfenikol sebagai antibakteri, aquades steril, alkohol 70%, plastik wrap, plastik petromax, karet gelang, kapas, alumunium foil, spirtus, kertas whatman No.1, kain kasa, kertas label, dan tisu.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA digunakan untuk isolasi dan pemurnian fungi patogen, serta untuk uji antagonis. Ditimbang PDA sebanyak 39 gram dan kloramfenikol 0,2 gram kemudian ditambahkan aquades sampai 1 liter. Seluruh bahan tersebut dipanaskan sampai mendidih di atas *hot plate* dan diaduk dengan *strirer* hingga homogen. Media yang telah mendidih selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121⁰C, tekanan 1 atm (Ramadhan, 2011).

3.4.2 Isolasi Fungi Patogen dari Batang Busuk Tanaman Buah Naga

Fungi patogen diambil dari batang buah naga yang memiliki ciri terinfeksi. Sampel dipotong (1x1x1) cm meliputi 50 % bagian sehat dan 50 % bagian gejala fungi patogen. Potongan tanaman dimasukkan dalam 3 gelas berisi aquades; alkohol 70 %; aquades (@ 1 menit), ditumbuhkan pada PDA dengan kloramfenikol 0,2 gr /L, diinkubasi pada suhu 27 °C. Fungi patogen dimurnikan

dengan metode monospora hingga diperoleh genus fungi patogen yang diinginkan (Melysa, 2013). Semua proses sterilisasi hingga proses isolasi dilakukan secara aseptis di dalam *Laminar Air Flow* (Tirtana, *et al*, 2013).

3.4.3 Pemurnian Fungi Patogen

Fungi patogen yang telah tumbuh pada media isolasi PDA, dimurnikan masing-masing yang dianggap berbeda berdasarkan kenampakan morfologi makroskopis meliputi warna dan bentuk koloni pada media PDA baru dengan menggunakan jarum ose. Bila fungi patogen yang tumbuh masih bercampur dengan fungi yang lain maka dipurifikasi kembali. Hal ini berfungsi untuk memperoleh isolat fungi patogen yang murni (Tirtana, 2013). Fungi patogen diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari sesuai dengan pertumbuhannya (Noverita dan Emawati, 2009).

3.4.4 Pembuatan *Stock Culture* dan *Working Culture*

Pembuatan *stock culture* dan *working culture* dilakukan dengan menginokulasi koloni tunggal biakan fungi patogen hasil purifikasi ke dalam 4 tabung reaksi berisi medium PDA miring. Inokulasi biakan fungi dilakukan dengan metode *streak* menggunakan jarum ose tajam. Keempat tabung reaksi yang berisi masing-masing biakan diinkubai pada suhu ruang selama 4-7 hari hingga terjadi sporulasi. Dua tabung biakan digunakan sebagai *working culture* dan disimpan pada suhu ruang, sedangkan dua tabung lainnya digunakan sebagai *stock culture* dan disimpan pada suhu 4°C dalam lemari pendingin (Listiandiani, 2011).

3.4.5 Identifikasi Isolat Fungi Patogen

Fungi patogen yang telah diinkubasi 7 hari pada suhu ruangan, diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis. Pengamatan ciri-ciri makroskopis dengan cara langsung melihat warna permukaan, warna permukaan sebaliknya, bentuk permukaan, dan tepi koloni fungi endofit. Sedangkan pengamatan ciri-ciri mikroskopis dengan cara melihat bentuk konidia, hifa, dan letak konidiofor fungi patogen menggunakan mikroskop komputer.

3.4.5.1 Pengamatan Mikroskopik

Pengamatan secara mikroskopik dilakukan dengan membuat mikrokultur dari masing-masing isolat fungi patogen. Pembuatan preparat dilakukan sebagai berikut (Huda, 2010):

1. Dipotong media PDA dengan ukuran 0,5 x 0,5 cm (potongan blok agar) dari cawan petri dengan pimes steril secara aseptis.
2. Diletakkan potongan blok agar pada obyek glass steril dalam cawan petri yang dilapisi tisu (steril) yang telah dibasahi dengan sedikit aquades steril.
3. Diinokulasikan isolat fungi patogen menggunakan jarum ose pada blok agar, kemudian ditutup dengan *deck glass*.
4. Diinkubasi pada suhu ruang selama 5-7 hari.
5. Diangkat *deck glass* setelah masa inkubasi dengan hati-hati, kemudian diletakkan di atas obyek glass steril yang telah ditetesi larutan *Lactophenol Cotton Blue* sebanyak satu tetes sebagai pewarna.
6. Diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x dan 400x. dan diletakkan pada obyek glass steril.

7. Dikomparasikan hasil pengamatan dengan atlas identifikasi fungi yaitu buku identifikasi fungi karangan Barnett (1972) untuk menentukan fungi tersebut dapat diklasifikasikan dalam genus tertentu.

3.4.6 Pembiakan Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp.

Perbanyakan biakan murni fungi *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. dilakukan di dalam LAF dengan cara menumbuhkan isolat pada media PDA yang telah dituang ke dalam cawan petri steril. Isolat fungi *Fusarium* sp. diambil menggunakan jarum ose sebanyak 1 ose, kemudian diinokulasikan ke dalam media PDA. Isolat diinkubasi dengan inkubator pada suhu 28° C kurang lebih 21-30 hari hingga tumbuh dengan menampakkan konidianya dari media menggunakan *skalpel* steril. Perlakuan sama juga diberikan pada isolat *Mucor* sp.

3.4.7 Uji Antagonis Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap Fungi Patogen secara *in vitro*

3.4.7.1 Uji Antagonis (Agustining, 2012; Ratnasari *et al*, 2014 ; Sundaril, 2014; dan Suryanti, 2013).

Uji antagonis dilakukan dengan metode *dual culture* yaitu potongan miselium isolat fungi endofit dan potongan miselium *Fusarium oxysporum* dengan diameter ± 6 mm umur 7 hari diletakkan di media PDA dalam cawan petri. Jarak antara kedua isolat tersebut 3 cm dan diinkubasi pada suhu ruang. Media yang diinokulasikan isolat fungi patogen tanpa fungi endofit digunakan sebagai kontrol. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Perhitungan persentase hambatan dilakukan pada waktu koloni fungi antagonis belum menutupi seluruh koloni fungi patogen. Perhitungan luas koloni fungi

dimulai dari hari ke-3 atau pada saat miselium mulai tumbuh setelah inokulasi sampai 7 hari.

3.4.7.2 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Diameter Miselium (cm) (Eva *et al*, 2013 ; Kristiana, 2012 ; Suciati, 2014).

Data diperoleh dengan mengamati dan mengukur diameter pertumbuhan koloni patogen dan jamur endofit yang terbentuk setiap hari sampai 7 hari. Parameter diameter miselium ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar diameter miselium dari masing-masing fungi endofit dan patogen dalam satu cawan, apakah pertumbuhan fungi endofit lebih cepat dari fungi patogen atau sebaliknya. Data diameter miselium patogen yang diperoleh kemudian digunakan untuk mengetahui persentase daerah hambatan fungi endofit terhadap patogen.

2. Persentase Hambatan Pertumbuhan (%) (Eva *et al*, 2013 ; Kristiana, 2012 ; Suciati, 2014).

Persentase hambatan pertumbuhan antagonis dapat diketahui melalui pertumbuhan miselium yang dihitung berdasarkan rumus Skidmore & Dickinson (1976) :

$$PI = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

PI = Persentase penghambatan pertumbuhan miselium (%)

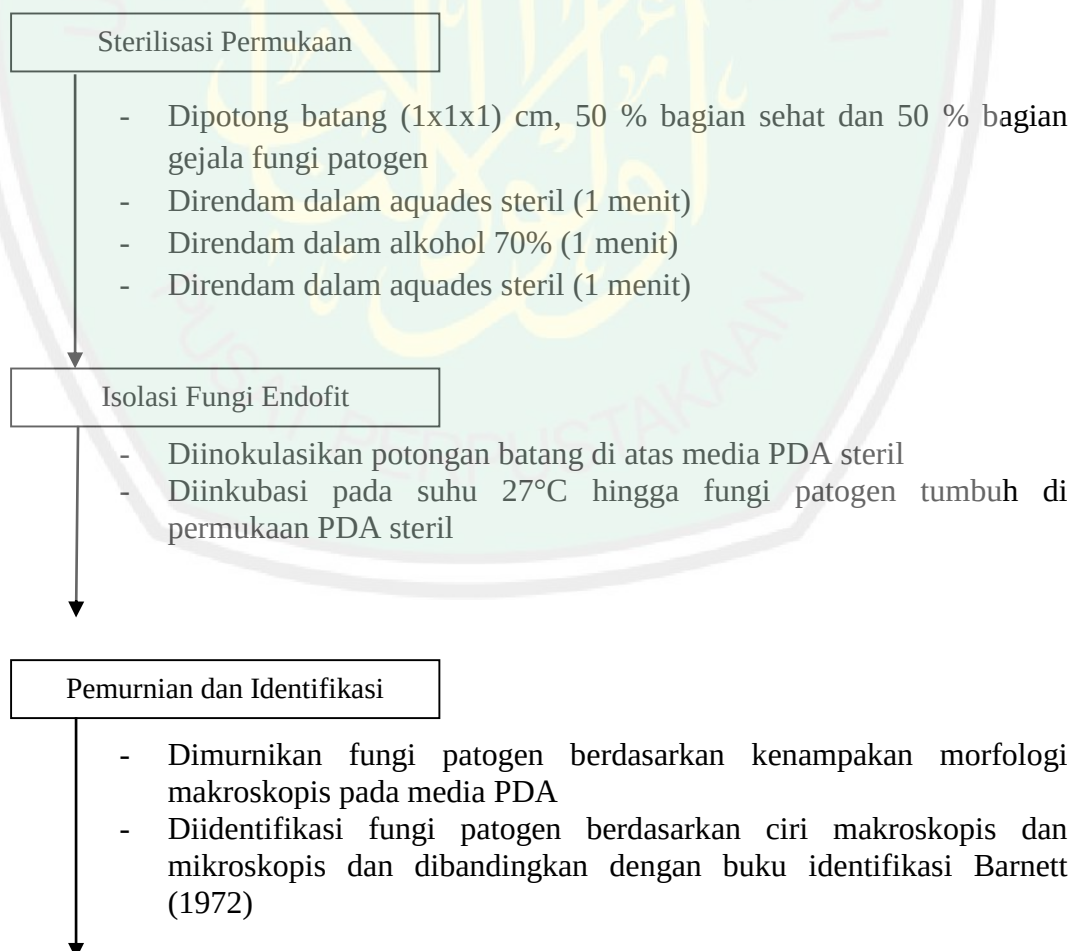
C = Diameter miselium patogen pada cawan petri kontrol (cm)

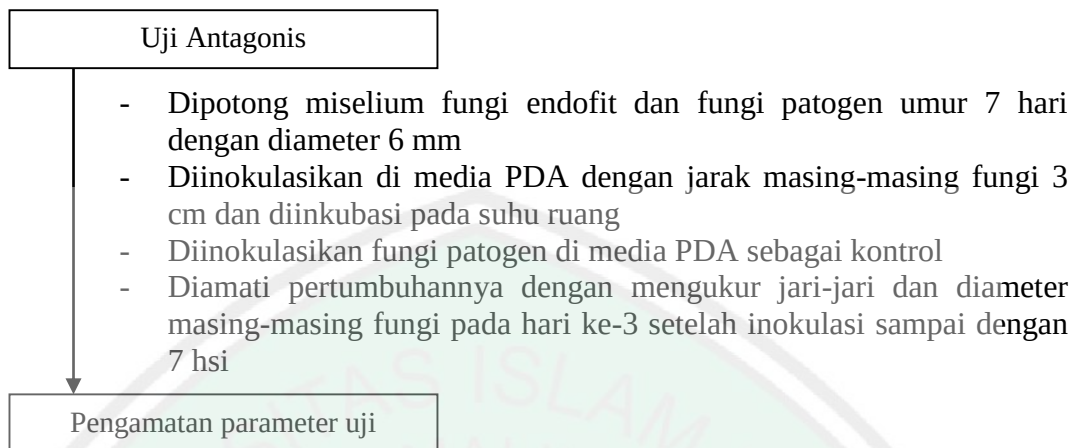
T = Diameter miselium patogen pada cawan petri perlakuan (cm)

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil identifikasi fungi fungi patogen dari batang busuk buah naga (*H. costaricensis*) dianalisa secara deskriptif meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Uji antagonis meliputi diameter miselium (cm) dan persentase daerah hambatan yang terbentuk pada media PDA. Data tersebut kemudian dianalisa secara deskriptif menggunakan analisis statistik *Oneway*-ANOVA sebagai indikator bahwa fungi endofit mampu menghambat pertumbuhan fungi patogen (Wahyunita, 2015).

3.6 Diagram Alir Metode Penelitian





BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi dan Identifikasi Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa isolat fungi patogen dari batang busuk tanaman buah naga yang ditumbuhkan dan dimurnikan di dalam media PDA. Hasil isolasi fungi patogen dari batang busuk tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*) setelah dilakukan tahap pemurnian berdasarkan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis diperoleh empat isolat fungi patogen yang berbeda. Hasil isolasi fungi endofit tersaji pada Lampiran 5.

Empat isolat fungi patogen dari batang busuk buah naga selanjutnya diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis sampai dengan tingkat genus berdasarkan buku identifikasi Barnett (1972). Hasil pengamatan makroskopis isolat fungi patogen penyebab busuk batang buah naga tersaji pada tabel 4.1.

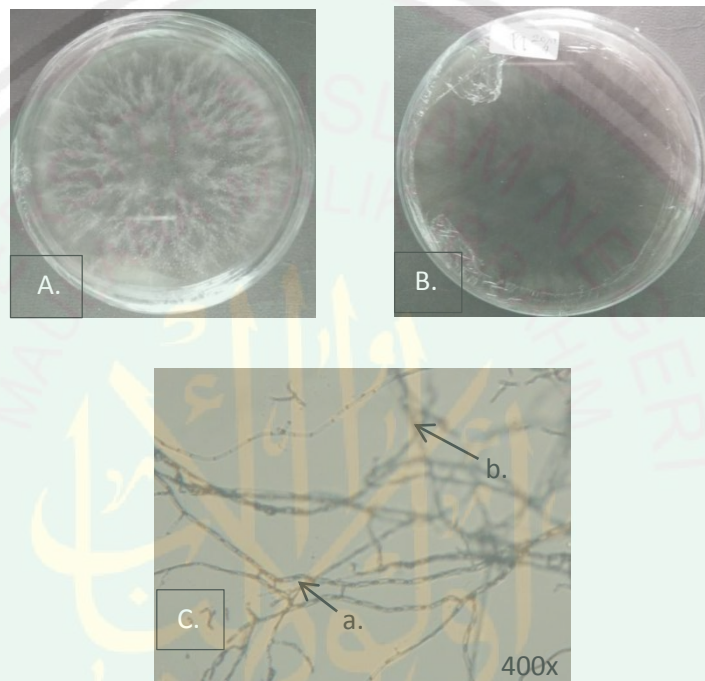
Tabel 4.1 Ciri-ciri makroskopis isolat fungi patogen penyebab penyakit busuk batang buah naga

Isolat	Warna miselium	Bentuk miselium	Tepi	Lingkaran konsentris
P1	Hitam keabu-abuan	Bulat utuh, tebal, dengan serabut halus berdiri tegak	Rata	Tidak terbentuk
P2	Putih kekuningan	Bulat utuh dengan serabut halus seperti kapas pada permukaan	Rata	Tipis
P3	Putih dengan bintik-bintik hitam	Seperti bentuk kristal	Tidak rata	Tidak terbentuk
P4	Keunguan	Bulat utuh dengan serabut halus seperti kapas berwarna putih keunguan di permukaannya	Rata	Tidak terbentuk

Keterangan: P1: fungi patogen 1, P2: fungi patogen 2, P3: fungi patogen 3, P4: fungi patogen 4.

4.1.1 Isolat P1 (*Monosporium* sp.)

Hasil isolasi fungi patogen yang pertama memiliki tampilan tampak atas, tampak bawah, dan mikroskopis sebagai berikut:



Gambar 4.1 Isolat P1 (*Monosporium* sp.)

Keterangan: A. Tampak atas; B. Tampak bawah; C. Pengamatan mikroskopis: a. Hifa bercabang dan bersekat, b. Konidiofor seperti pohon

Identifikasi isolat fungi patogen yang diperoleh dari isolasi dilakukan berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis, dengan mengacu buku petunjuk karangan Barnett (1972). Pengamatan makroskopis meliputi pengamatan warna permukaan depan dan belakang koloni, permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin), ada atau tidak adanya lingkaran konsentris. Pemeriksaan mikroskopis isolat fungi endofit meliputi ada atau tidak adanya septa

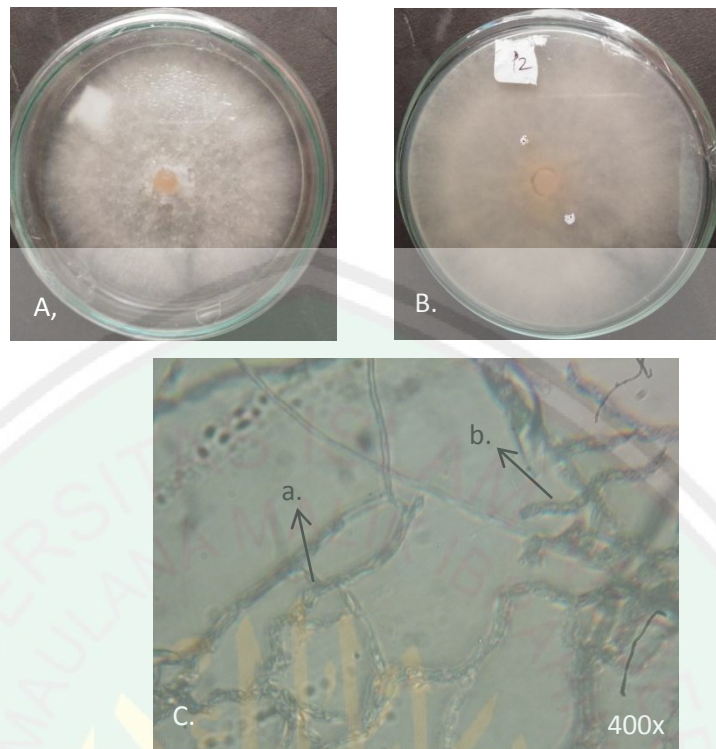
pada hifa, bentuk hifa (seperti spiral, bersekat, atau mempunyai rhizoid), bentuk spora, dan konidia.

Pengamatan makroskopis pada isolat fungi dengan kode P1 memiliki bentuk koloni bulat, tepian utuh, permukaan koloni memiliki serabut yang berdiri tegak, miselium berwarna hitam keabu-abuan, warna tampak depan yaitu abu-abu, warna sebalik koloni hitam keabu-abuan. Pada awal pertumbuhan di media PDA, koloni berwarna putih berserabut halus kemudian berubah menjadi hitam keabu-abuan dan memiliki hifa yang berdiri tegak. Pengamatan secara mikroskopis yang telah dilakukan menunjukkan isolat P1 memiliki hifa bercabang, konidia seperti pepohonan, konidia tunggal, dan selnya jernih.

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis yang telah dijelaskan, dibandingkan dengan pendapat Barnett (1972) yang menyatakan bahwa konidiofor berjenis pohon, berulang kali bercabang, tegak, konidia terletak sendiri-sendiri di puncak cabang, bersel 1, hialin warna tipis dan hidupnya saprofit. Dengan perbandingan tersebut, maka diketahui bahwa isolat P1 termasuk genus *Monosporium* sp.

4.1.2 Isolat P2 (*Neoscytalidium* sp.)

Hasil isolasi fungi patogen yang kedua memiliki tampilan tampak atas, tampak bawah, dan mikroskopis sebagai berikut:



Gambar 4.2 Isolat P2 (*Neoscytalidium* sp.)

Keterangan: A. Tampak atas; B. Tampak bawah; C. Pengamatan mikroskopis: a. Hifa bercabang dan bersekat, b. Arthrokonidia yang berdekatan

Pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa isolat P2 memiliki warna koloni permukaan atas bagian tengah putih kekuningan, bagian tepinya putih, berserabut halus, pertumbuhan koloni rata dan tebal. Sedangkan koloni ini memiliki warna sebalik putih kekuningan, bagian tepi rata, membentuk lingkaran konsentris tipis. Secara mikroskopis, isolat ini memiliki hifa bercabang dan bersekat, serta memiliki arthrokonidia yang berdekatan.

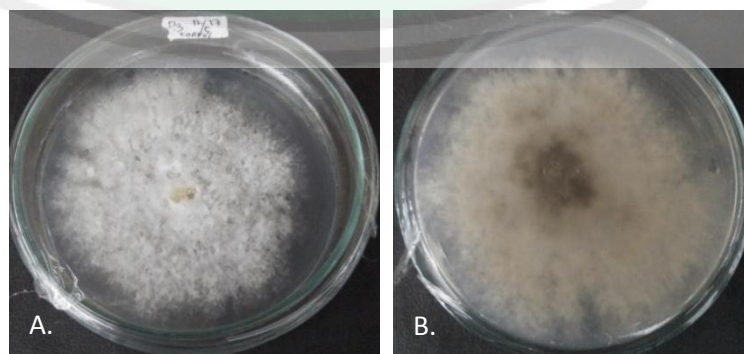
Berdasarkan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis diatas kemudian dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi Barnett (1972) *Neoscytalidium* sp. memiliki ciri-ciri makroskopik dengan koloni lembut, memiliki serat lembut berwarna putih sampai keabu-abuan (atau abu-abu gelap sampai coklat kehitam-hitaman) dengan warna permukaan krem dan memiliki

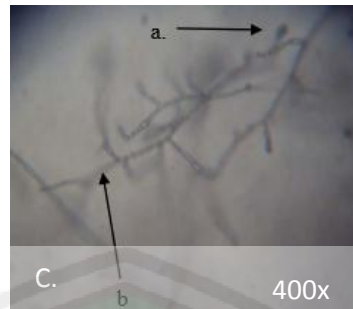
warna sebalik kuning. Sedangkan ciri mikroskopisnya adalah hifa bercabang dan septa tanpa konidiofor, memiliki tepi rata, hifa berbentuk persegi panjang, persegi, dan oval sampai bulat. Hifa yang lebar (6-10 μ m), dan arthroconidia berwarna coklat (melanin) sedangkan sisi sempit hifa cenderung menghasilkan arthroconidia pucat.

Fungi patogen *Neoscytalidium* sp. ditemukan dari hasil isolasi busuk batang buah naga. Salah satu spesies dari genus *Neoscytalidium* juga dikenal sebagai penyebab penyakit kanker batang pada tanaman buah naga. Mohd (2015) menyebutkan bahwa *Neoscytalidium dimiatum* merupakan salah satu penyebab penyakit kanker batang pada tanaman buah naga. Kanker batang merupakan salah satu penyakit yang sangat destruktif di Malaysia. Penyakit ini memiliki ciri infeksi lesi abu-abu pada batang yang semakin lama berubah menjadi warna abu-abu gelap dan mengeras. Selain itu juga terbentuk bintik orange pada permukaan kanker.

4.1.3 Isolat P3 (*Fusarium* sp. 1)

Hasil isolasi fungi patogen yang ketiga memiliki tampilan tampak atas, tampak bawah, dan mikroskopis sebagai berikut:





Gambar 4.3 Isolat P3 (*Fusarium* sp.1)

Keterangan: A. Tampak atas; B. Tampak bawah; C. Pengamatan mikroskopis: a. konidia b. Konodiofor

Pengamatan makroskopis pada isolat ini menunjukkan bahwa bagian tengah koloni ini berwarna kecoklatan, dengan warna koloni permukaan atas atas putih dan melebar. Dan permukaan bawahnya berwarna putih bercampur titik-titik hitam. Sedangkan pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat ini memiliki konidia berbentuk bulat, hifa mempunyai dinding dan bersepta, konidiofor mempunyai cabang dan mikrokonidia membengkok sehingga terlihat seperti bulan sabit.

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis diatas kemudian dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi Barnett (1972) menyebutkan bahwa *Fusarium* spp. memiliki penyebaran miselium yang luas. Miselium memiliki bagian seperti konidiofor yang berbentuk ramping dan sederhana, atau gemuk, pendek, bercabang tidak teratur, tunggal atau dikelompokkan ke dalam spodoshia. Makrokonidia memiliki bentuk sedikit melengkung atau bengkok, dibagian ujungnya runcing, biasanya berbentuk kano. Mikrokonidia bersel 1, memiliki bentuk bulat telur atau lonjong, tunggal atau rantai. Beberapa konidia memiliki 2 atau 3 sel yang berbentuk lonjong atau sedikit

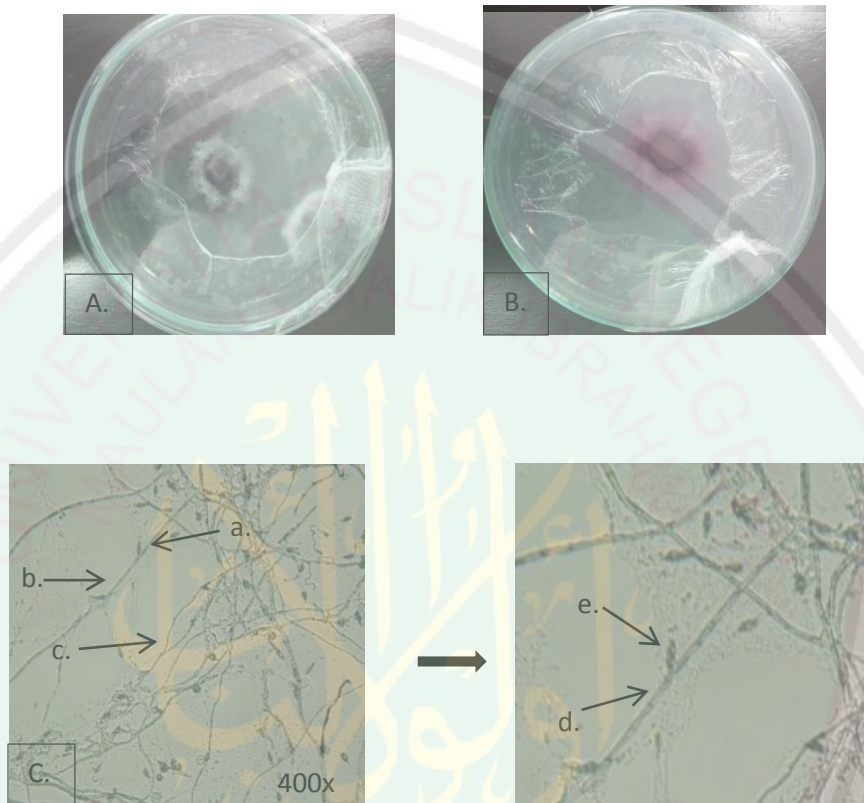
melengkung. *Fusarium* spp. parasit pada tumbuhan tingkat tinggi atau saprofit pada bahan tanaman yang telah membusuk.

Menurut Ellis (2007), *Fusarium* spp. memiliki koloni yang berkembang pesat. Pada hari ke-4 didapatkan panjang 4,5cm. Miselium berwarna putih dan pada permukaan sebaliknya memiliki warna semburat ungu. Konidiofor berbentuk pendek, tunggal, monopodial lateral dalam miselium dan bercabang-cabang. Makrokonidia memiliki bentuk sedikit melengkung, bagian ujungnya runcing, sebagian besar memiliki tiga septa. Makrokonida memiliki ukuran 23-54 x 3-4,5 μm . *Fusarium* spp. memiliki banyak mikrokonidia, tidak bergabung dalam rantai, bersepta. Mikrokonidia berbentuk ellips ke silinder, lurus atau sedikit melengkung dengan ukuran 5-12 x 2,3-3,5 μm . Chlamydospore terletak di terminal hialin, memiliki dinding yang halus atau kasar dengan ukuran 5-13 μm .

Fungi *Fusarium* sp. dikenal pula sebagai penyebab penyakit busuk batang. Mohd (2015) menyebutkan bahwa penyakit busuk batang yang terdeteksi di perkebunan *H. polyrhizus* di Malaysia, dengan gejala muncul lesi cekung, coklat cekung dengan sporodokia orange dan pembentukan miselium putih pada permukaan lesi. Isolasi dari lesi batang yang terinfeksi menunjukkan bahwa total 83 isolat *Fusarium* yang diisolasi dari 20 perkebunan dan secara morfologis diidentifikasi sebagai *F. proliferatum* berdasarkan variabilitas tampilan koloni pigmentasi, laju pertumbuhan, panjang rantai, produksi sklerotia kebiruan, konsentris cincin miselium udara dan sporodokia.

4.1.4 Isolat P4 (*Fusarium* sp. 2)

Hasil isolasi fungi patogen yang keempat memiliki tampilan tampak atas, tampak bawah, dan mikroskopis sebagai berikut:



Gambar 4.4 Isolat P4 (*Fusarium* sp.)

Keterangan: A. Tampak atas; B. Tampak bawah; C. pengamatan mikroskopis: a. Konidiofor, b. Konidia, c. hifa, d. Makrokonidia, e. Mikrokonidia

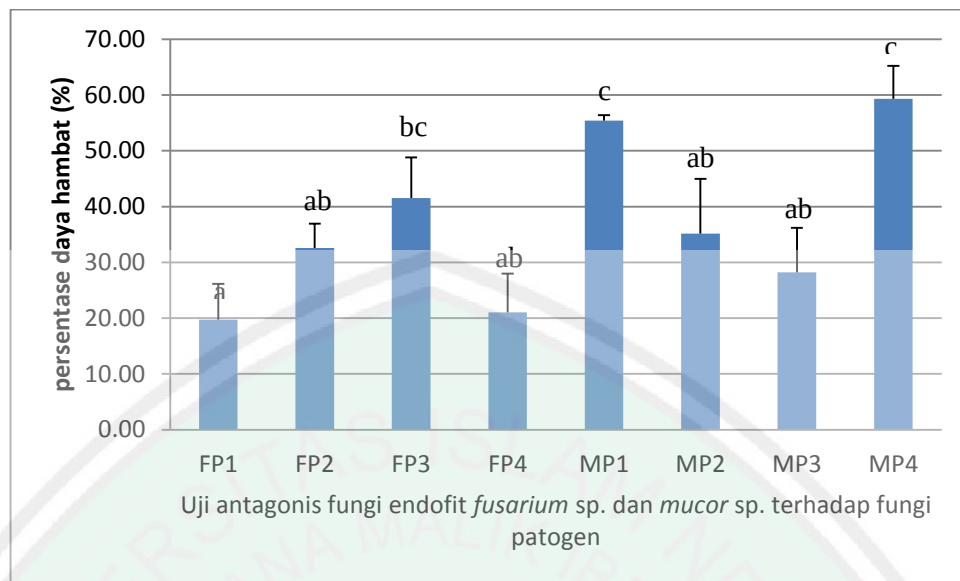
Pengamatan makroskopis pada isolat fungi dengan kode P4 memiliki bentuk koloni bulat, tepian koloni utuh, permukaan koloni berserabut tipis, miselium berwarna putih tipis, bertekstur halus, warna permukaan atas putih dengan semburat pink keunguan dan warna permukaan bawahnya keunguan. Pada awal pertumbuhan di media PDA koloni berwarna putih, setelah 3 hari tampak semburat pink keunguan.

Pengamatan mikroskopis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa isolat P4 memiliki ciri hifa bersekat dan bercabang hialin. Mikrokonidia berbentuk bulat, konidia berbentuk bulat terletak pada ujung cabang, konidiofor pendek dan tidak bercabang.

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis yang telah dipaparkan di atas dan telah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972) bahwa secara makroskopis, *Fusarium* memiliki bentuk miselium seperti kapas. Miseliumnya tumbuh cepat dengan bercak-bercak berwarna abu-abu, merah muda, atau kuning. Di bawah mikroskop, konidiofor tampak bervariasi, bercabang atau tidak bercabang. *Fusarium* memiliki dua bentuk dasar konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. *Fusarium* sp. menurut Rustam (2013) memiliki makrokonidium dan mikrokonidium. Makrokonidium bersekat, mikrokonidium berukuran lebih kecil dari makrokonidium. Hifa bersepta, bercabang-cabang dan hialin.

4.2 Uji Antagonis Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*)

Hasil uji antagonis fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap fungi patogen penyebab busuk batang tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*) tersaji pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.5 Hambatan Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap Pertumbuhan Fungi Patogen pada hari ke-8. Persentase yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata analisis *oneway*-ANOVA taraf sig. 0,05. F: *Fusarium* sp., M: *Mucor* sp., P: Patogen

Hasil pengamatan diketahui bahwa uji antagonis fungi endofit terhadap fungi patogen memberikan pengaruh terhadap parameter diameter koloni fungi endofit dan fungi patogen. Rerata diameter koloni fungi endofit dan fungi patogen tersaji pada tabel Lampiran 3.

Berdasarkan tabel diameter tersebut, diketahui rerata diameter miselium fungi endofit yang lebih besar dibandingkan diameter miselium fungi patogen didominasi oleh *Mucor* sp. sedangkan fungi endofit *Fusarium* sp, memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan diameter fungi patogen hanya pada perlakuan F vs P3, yaitu 5,28 cm untuk diameter miselium fungi endofit, dan 3,83 cm untuk diameter miselium fungi patogen. Rerata diameter miselium fungi endofit tertinggi adalah perlakuan M vs P4, dimana rerata diameter fungi endofit

(*Mucor* sp.) adalah 7,35 cm dan rerata diameter fungi patogen (P4) adalah 2,64 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan miselium fungi *Mucor* sp. lebih cepat daripada fungi patogen P4. Sehingga dapat dikatakan bahwa fungi endofit *Mucor* sp. mampu menghambat pertumbuhan fungi patogen.

Hasil pengamatan miselium fungi endofit dan patogen menunjukkan bahwa fungi endofit *Mucor* sp. memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan fungi endofit *Fusarium* sp. Hal ini terlihat dari hasil uji antagonis yang menunjukkan bahwa uji antagonis fungi endofit *Mucor* sp. diujikan dengan keempat fungi patogen. Dari semua uji, fungi *Mucor* sp. memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan fungi patogen. Berbeda dengan fungi endofit *Fusarium* sp. fungi ini memiliki diameter yang lebih besar hanya pada perlakuan F vs P3. Fungi dengan kecepatan tumbuh yang tinggi dapat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen. Menurut Herawati (2015), fungi yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya dapat menekan pertumbuhan fungi patogen. Kurnia (2014) juga menambahkan bahwa jenis agen hayati yang banyak dikembangkan adalah mikroba alami, baik yang hidup sebagai saprofit tanah, air, dan bahan organik, maupun yang hidup dalam jaringan tanaman (endofit) memiliki sifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran.

Hasil pengamatan rerata diameter miselium fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap keempat fungi patogen menunjukkan kemampuan fungi endofit dalam menekan pertumbuhan fungi patogen tersebut. Hal ini dapat dilihat secara signifikan dengan mengetahui persentase hambatan fungi endofit terhadap

pertumbuhan fungi patogen. Persentase hambatan pertumbuhan diketahui dengan rumus Skidmore & Dicknison (1976), cara perhitungan terdapat pada Lampiran 4.

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui rata-rata persentase hambatan fungi endofit *Fusarium* sp. terhadap keempat fungi patogen memiliki rata-rata terbesar pada perlakuan F vs P3 dan rata-rata hambatan terkecil yaitu pada perlakuan F vs P1. Sedangkan pada uji antagonis fungi endofit *Mucor* sp. terhadap keempat fungi patogen menunjukkan rata-rata tertinggi pada perlakuan M vs P4 dan rata-rata terendah pada perlakuan M vs P3. Sedangkan secara keseluruhan diketahui bahwa fungi endofit *Mucor* sp. lebih berpotensi untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen karena memiliki persentase daya hambat lebih dari 40%. Menurut Kurnia (2014), persentase daerah hambatan di bawah 40% dinyatakan kurang unggul karena pertumbuhan koloni patogen lebih cepat daripada pertumbuhan jamur endofit.

Analisis data dilakukan dengan analisis statistik *Oneway*-ANOVA. Uji normalitas data yang didapatkan menunjukkan hasil normal. Sedangkan uji homogenitasnya juga menunjukkan bahwa data uji antagonis yang diperoleh homogen. Hasil signifikan dari data tersebut adalah 0,004. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari perlakuan fungi endofit sebagai agen antagonis terhadap fungi patogen penyebab penyakit busuk batang tanaman buah naga.

Uji lanjut dilakukan berdasarkan normalitas dan homogenitas data yang diperoleh. Adapun uji lanjut yang dilakukan adalah uji Duncan untuk mengetahui pengaruh dari uji antagonis fungi endofit terhadap fungi penyebab busuk batang tanaman buah naga. Hasil uji lanjut Duncan dapat dilihat pada lampiran 7.

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa fungi endofit yang memiliki pengaruh paling rendah ada pada perlakuan F vs P1 yaitu 7,5633%, sedangkan perlakuan yang memiliki pengaruh paling besar ada pada perlakuan M vs P1 sebesar 54,6067% dan M vs P4 sebesar 55,9067%. Angka tersebut menunjukkan bahwa fungi endofit memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan fungi patogen penyebab busuk batang pada tanaman buah naga.

Sudantha (2007) dalam identifikasi dan mekanisme antagonis fungi endofit terhadap *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* pada tanaman vanili diketahui terdapat lima isolat fungi endofit yaitu *Trichoderma* spp., *Rhizoctonia* spp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* spp., dan *Cladosporium* spp. Masing-masing persentase daerah hambatan terbesar berturut-turut yaitu isolat *Trichoderma* spp. dengan kisaran 43,28-45,22%, disusul dengan *Rhizoctonia* spp. sebesar 41,59%, *Penicillium* sp. sebesar 13,55%, *Aspergillus* spp. dengan kisaran nilai 5,33-6,72%, dan *Cladosporium* spp. dengan kisaran nilai 1,33-2,67%.

Uji antagonis dengan menggunakan fungi endofit dari cabai terhadap *F. oxysporum* f. sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara *in vitro* yang dilakukan oleh Kurnia *et al.* (2014) menunjukkan persentase daerah hambatan tertinggi fungi endofit dalam menghambat *F. oxysporum* f. sp. *capsici* adalah fungi endofit dengan kode isolat E6 dengan persentase penghambatan 56,89%. Persentase daerah hambatan tertinggi fungi endofit dalam menghambat *Alternaria solani* adalah fungi endofit dengan kode isolat E7 dengan persentase penghambatan 38,34%. Dengan demikian, maka diketahui bahwa *Mucor* sp. memiliki potensi yang baik dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen.

Berdasarkan hasil uji antagonis yang telah dilakukan, diperoleh fungi endofit dari kulit buah naga yang paling baik dalam menghambat fungi patogen adalah *Mucor* sp. Menurut Budi (2012) dan Chadha (2015), *Mucor* sp. dapat memproduksi hidrokksida sianida (HCN) dalam menghambat pertumbuhan patogen. Menurut Eva (2013), *Mucor* sp. menggunakan mekanisme kompetisi dan mikoparasit dengan tumbuh secara cepat dan berkompetisi bahan makanan sehingga mendesak pertumbuhan patogen.

Pengamatan uji antagonis menunjukkan bahwa *Mucor* sp. memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan dapat mendesak pertumbuhan fungi patogen. Sriyanti (2015) menjelaskan bahwa agen hayati biasanya mampu tumbuh lebih cepat dari patogen untuk mendominasi ruang yang tersedia, sehingga tidak memungkinkan patogen untuk berkembang. Kemampuan agen hayati dalam menekan patogen melibatkan satu atau beberapa mekanisme penghambatan, baik itu sebagai penghasil antibiotik, toksin, enzim, kompetisi ruang dan nutrisi, penghasil siderofor dan HCN. HCN dapat menghambat patogen dengan menguraikan dinding sel fungi. HCN merupakan suatu inhibitor potensial terhadap sitokrom c oksidase dan beberapa metaloenzim yang lainnya. Sehingga patogen dapat mengalami kematian akibat efek merusak dari HCN.

Indikasi adanya penghambatan pertumbuhan fungi patogen oleh fungi endofit ditandai dengan ketidakmampuan koloni fungi untuk tumbuh dengan baik pada seluruh bagian media ketika ditumbuhkan bersama dengan fungi endofit. Pada pengamatan hari ketiga hingga kelima, baik fungi endofit maupun fungi patogen belum memenuhi cawan uji. Hal ini diduga disebabkan adanya

persaingan ruang tumbuh dan nutrisi, dimana hal ini terjadi apabila terdapat dua mikroorganisme atau lebih yang secara langsung memerlukan sumber nutrisi yang sama dalam satu ruang yang sama pula. Mukarlinah (2010) menjelaskan bahwa persaingan yang terlihat di ruang uji antagonis antara agen antagonis dan patogen disebabkan adanya kebutuhan fungi tersebut akan nutrisi yang terkandung di dalam media uji antagonis untuk keberlangsungan hidupnya, seperti karbohidrat, protein, asam amino esensial, mineral dan elemen-elemen mikro misalnya fosfor (P), magnesium (Mg), kalium (K), vitamin C, dan beberapa vitamin B (tiamin, niasin, vitamin B6). Karbohidrat dan gula memiliki peran sebagai sumber karbon untuk menghasilkan energi dan untuk biosintesis senyawa-senyawa karbon.

Penghambatan yang terjadi pada fungi patogen yang dilakukan oleh fungi endofit diduga disebabkan oleh fungi endofit yang merebut nutrisi dari patogen sehingga pertumbuhan patogen terhambat dan semakin terdesak oleh koloni fungi endofit. Menurut Kurnia (2014), salah satu sifat mikroba antagonis adalah pertumbuhannya yang lebih cepat dibandingkan dengan patogen dan atau menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan mekanisme antara fungi endofit dalam menghambat fungi patogen. Fungi endofit *Fusarium* sp. menunjukkan penghambatan terhadap fungi patogen dengan cara antibiosis. Pengamatan yang dilakukan pada hari terakhir menunjukkan terbentuknya zona bening yang cukup jelas antara fungi endofit dan fungi patogen. Terbentuknya zona bening antara fungi endofit dan fungi patogen ini

diduga karena adanya senyawa aktif yang dihasilkan oleh fungi endofit. Menurut Sriyanti (2015) menyebutkan bahwa terbentuknya zona bening menandakan adanya suatu mekanisme penghambatan akibat senyawa antifungi yang dihasilkan oleh fungi antagonis dan berdifusi dalam media. Sehingga menghambat pertumbuhan patogen. Antibiosis merupakan mekanisme yang umum terjadi pada fungi antagonis akibat senyawa antibiotik yang dihasilkannya, sehingga memblokir zona tumbuh fungi patogen. Wulandari (2012) menambahkan terbentuknya daerah hambatan menandakan bahwa fungi endofit mengandung antibiotik. Antibiotik merupakan substansi yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang lain dalam konsentrasi rendah dapat menghambat atau membunuh mikroorganisme lain.

Fusarium sp. merupakan fungi yang termasuk dalam kelas Ascomycota. Amaria (2013) menyatakan bahwa beberapa golongan fungi dari kelas Ascomycota menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen. Fungi tersebut juga dapat memproduksi *1,4 β -glucanase* pada media selulosa yang berfungsi sebagai dekomposer.

Menurut Sriyanti (2015), terhambatnya patogen disebabkan adanya aktifitas antibiosis fungi antagonis. Senyawa yang dihasilkan secara umum mengakibatkan terjadinya pertumbuhan yang abnormal pada hifa (malformasi) yang ditunjukkan dengan pembengkakan dan pemendekan hifa. Pembengkakan yang ditunjukkan oleh hifa fungi tersebut karena senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh fungi masuk ke dalam sel patogen dan menyebabkan *protoplasmic dissolution*.

Mikroba yang memiliki kemampuan antibiosis biasanya memiliki senyawa yang dapat mengganggu pertumbuhan morfologis maupun fisiologis fungi patogen. Penghambatan fungi patogen oleh mikroba yaitu dengan menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat mendegradasi komponen struktural fungi patogen. Senyawa tersebut mendegradasi dinding sel dan mempengaruhi permeabilitas membran sel fungi, sehingga mengganggu transportasi zat-zat yang diperlukan untuk metabolisme. Mikroba juga dapat menghasilkan senyawa yang berfungsi sebagai inhibitor terhadap suatu enzim yang dihasilkan oleh fungi. Senyawa yang dihasilkan mikroba mampu menekan sintesis protein, sehingga menyebabkan fungi patogen kekurangan protein dan pertumbuhannya menjadi terganggu.

Mekanisme penghambatan yang terjadi pada fungi endofit kedua, *Mucor* sp., berbeda dengan mekanisme penghambatan oleh fungi endofit *Fusarium* sp. Hifa fungi endofit *Mucor* sp. tampak memiliki laju pertumbuhan yang relatif cepat dibandingkan fungi patogen. Tidak nampak adanya zona bening yang membatasi miselium fungi endofit dan patogen. Hifa fungi endofit *Mucor* sp. tampak berinteraksi secara langsung dengan hifa fungi patogen hingga hifa fungi endofit tertutupi oleh hifa fungi endofit. Mekanisme ini disebut sebagai mekanisme mikoparasit. Menurut Budi (2012), mekanisme mikoparasitisme yaitu dengan cara membelit hifa dari fungi lain. Berlian (2013) menambahkan mikoparasitisme merupakan mekanisme antagonis yang utama dan biasanya mekanisme ini bersamaan dengan mekanisme yang lain yaitu kompetisi dan antibiosis. Mikoparasitik diawali dengan memanjangnya hifa fungi antagonis, kemudian membelit dan mempenetrasi hifa patogen, sehingga hifa patogen mengalami lisis

dan akhirnya hancur. Proses penetrasi ke dalam dinding sel patogen yaitu dengan bantuan enzim pendegradasi dinding sel seperti kitinase, glukonase, dan protease. Selanjutnya menggunakan isi hifa patogen sebagai sumber makanan. Pada saat melilit dan menghasilkan enzim untuk menembus dinding sel, fungi antagonis menghasilkan antibiotik.

Allah ﷻ telah menganugerahkan ke pada manusia akal pikiran untuk berfikir dan merenungkan semua yang telah diciptakan di alam semesta ini. semua yang Allah ﷻ ciptakan tentunya memiliki rahasia bahkan manfaat bagi kehidupan manusia itu sendiri. Salah satunya adalah adanya fungi endofit yang dapat menghambat pertumbuhan fungi patogen penyebab penyakit dengan uji antagonis.

Mekanisme penghambatan terhadap mikroorganisme yang terjadi pada uji antagonis dapat disebabkan oleh senyawa antimikrobal dengan beberapa faktor diantaranya; penghambatan terhadap sintesis penyusun dinding sel, peningkatan permeabilitas membran sel yang dapat menyebabkan kehilangan komponen penyusun sel, penghambatan terhadap sintesis protein (misalnya, penghambatan translasi dan transkripsi material genetik) dan penghambatan terhadap sintesis asam nukleat (Brooks, 2005). Sebagaimana makna tersebut secara implisit disebutkan dalam Al-Quran Surat Al-Furqon ayat 1-2:

تَبَارَكَ الَّذِي نَزَّلَ الْفُرْقَانَ عَلَى عَبْدِهِ لِيَكُونَ لِلْعَالَمِينَ نَذِيرًا ۝ الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ۝

Artinya: “Mahasuci Allah yang telah menurunkan Al-Furqan (Al-Quran) kepada hamba-Nya, agar dia menjadi pemberi peringatan kepada seluruh alam., Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” (Q.S. Al-Furqon:1-2)

Menurut tafsir Al-Maraghi Juz 18 (1985: 264-266) menafsirkan bahwa Allah mempunyai 4 sifat kebesaran, yaitu Allah mempunyai keperkasaan dan kekuasaan yang sempurna terhadap langit dan bumi serta segala isinya. Allah tidak mempunyai anak dan Allah ﷻ tidak mempunyai sekutu dalam kerajaan dan kekuasaan-Nya, serta segala sesuatu yang diciptakan Allah ﷻ sudah sesuai dengan tuntutan kehendak-Nya yang didasarkan atas hikmah yang sempurna. Maka, Allah ﷻ mempersiapkan manusia untuk dapat memahami, memikirkan urusan dunia dan akhirat, memanfaatkan apa yang terdapat di permukaan serta di dalam perut bumi.

Menurut tafsir Ibnu Katsir jilid 6 (1994: 1-2) menafsirkan sebagai berikut:

“Allah menyifatkan diri-Nya, bahwa kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, tidak mempunyai anak dan tidak pula mempunyai sekutu dan kerajaan dan kekuasaan-Nya itu dan Dia Yang Maha Kuasa telah menciptakan segala sesuatu yang diberinya perlengkapan-perengkapan dan persiapan-persiapan sesuai dengan naluri sifat-sifat dan fungsinya masing-masing makhluk itu”.

Berdasarkan penafsiran dari kedua tafsir, dapat diketahui bahwa kedua tafsir memiliki makna yang tidak jauh berbeda. Tafsir dari Al-Maraghi lebih detail dalam menjelaskan ke 4 sifat Kebesaran Allah ﷻ. Sedangkan tafsir Ibnu Katsir lebih singkat dalam menjelaskannya. Tetapi inti dari kedua tafsir itu sama, bahwa Allah ﷻ telah mempersiapkan segala sesuatu yang diciptakan-Nya sesuai dengan

manfaat dan kemampuannya. Seperti contoh manusia yang dapat memahami, memikirkan urusan dunia dan akhirat, menemukan berbagai industri, dan memanfaatkan semua yang ada di permukaan dan di dalam perut bumi.

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah Maha Kuasa yang telah menciptakan segala sesuatu yang diberi-Nya kemampuan, sifat, dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Begitu pula dengan endofit yang tumbuh dalam kulit tanaman buah naga. Di dalamnya terdapat manfaat tertentu sesuai dengan kandungan senyawanya.

Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya, merupakan peluang fungi untuk memproduksi metabolit sekunder dari tanaman inangnya tersebut (Radji, 2005). Penelitian di atas membuktikan bahwa fungi endofit asal kulit buah naga memiliki potensi untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen penyebab batang busuk tanaman buah naga. Hal ini menunjukkan banyaknya kekayaan alam yang telah Allah ﷻ ciptakan yang seharusnya dapat bermanfaat bagi kemaslahatan manusia. Makna tersebut secara implisit terdapat dalam firman Allah ﷻ dalam Q.S. Al-Hijr ayat 19-20:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوْسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ﴿١٩﴾
وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعِيشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ﴿٢٠﴾

Artinya: “Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberu rezki kepadanya” (Q.S. Al-Hijr: 19-20).

Menurut tafsir Al-Maraghi juz 14 (1987:20-22) menfasirkan bahwa hamparan bumi dimaksudkan agar bisa dimanfaatkan secara maksimal. Sesungguhnya setiap tumbuh-tumbuhan berbeda dengan unsur tumbuh-tumbuhan lain. Perbedaan ini dibatasi oleh kelopak-kelopak rambut yang terdapat pada kulit akar. Lubang setiap tumbuh-tumbuhan hanya cukup memuat unsur yang telah ditetapkan baginya. Ia telah dibuat dalam bentuk tertentu, sehingga tidak semua adalah dari Allah ﷻ, sebagai manusia hanya mengambil manfaat darinya.

Ayat diatas menjelaskan bahwa semua kekayaan alam yang ada di bumi diciptakan Allah ﷻ untuk kemaslahatan hidup manusia. Karena semuanya yang ada di alam baik yang hidup maupun yang mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing. Telah dijelaskan pula bahwa Allah telah menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan menurut timbangan dan ukuran masing-masing, maka tidak ada sesuatu yang tidak terukur unsur-unsur yang tidak mengandung faedah. Semua tumbuhan mempunyai hikmah dan maslahat walaupun itu tidak diketahui oleh banyak manusia (As-Shiddieqy, 2000). Salah satu tanaman yang bermanfaat bagi kesehatan khususnya sebagai agen antagonis fungi patogen adalah bagian dari tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*).

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan sumber daya alam dengan sebaik mungkin tanpa harus menggunakan secara berlebihan dan tidak merusak habitatnya. Karena di dalam sumber daya terdapat mikroorganisme yang tumbuh. Sehingga sumber daya alam

yang berada disekitar tidak punah dan tetap memberikan manfaat bagi kemaslahatan manusia.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Fungi patogen penyebab penyakit busuk batang pada tanaman buah naga (*Hylocereus costaricensis*) yang berhasil diisolasi adalah *Monosporium* sp., *Neoscytalidium* sp., *Fusarium* sp .1 dan *Fusarium* sp.2.
2. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa fungi endofit *Mucor* sp. memiliki kemampuan tertinggi dalam menghambat fungi patogen P4 yakni dengan rata-rata persentase penghambatan sebesar 59,31%, sedangkan kemampuan fungi endofit *Fusarium* sp. yang unggul tampak pada penghambatan terhadap fungi patogen P3 dengan persentase hambatan sebesar 41,51%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji antagonis secara *in vivo* untuk mengetahui potensi fungi endofit di lapangan.
2. Perlu dilakukan uji patogenitas untuk memastikan fungi patogen yang berhasil diisolasi dapat menginfeksi tanaman buah naga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, Erny Qurotul, Restiyani Ratnayani, Lela Susilawati. 2105. Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma harzianum* 11035 terhadap *Colletotrichum capsici* TCKR2 dan *Colletotrichum acutatum* TCK1 Penyebab Antraknosa pada Tanaman Cabai. *Uji Aktivitas Antagonis Trichoderma harzianum* 11035
- Alcamo, I. E. 1984. *Fundamental of Microbiology*. USA : Addison Wesley Publishing Company, Inc. Hal. 310-313, 326. Woo, K, Wong, F. F., & Chua, H. C. 2011. Stability of the Spray-Dried Pigment of Red Dragon Fruit [*Hylocereus polyrhizus*(Weber) Britton and Rose] as a Function of Organic Acid Additives and Storage Conditions. *Philipp Agric Scientist* 94(3) : 264-269.
- Alfizar., Marlina., dan Fitri, S. 2011. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Jamur Patogen *In Vitro*. *J. Floratek*. 8: 45-51
- Al-Maraghi, Ahmad Mustofa. 1989. *Tafsir Al-Maraghi Juz 4, Juz 14, Juz 18, Juz* (Penerjemah: Bahrin Abu Bakar, Lc., Hery Noer Aly dan K. Anshori Umar Sitanggal). Semarang : Toha Putra Semarang.
- Al-Najjar, Zaghlul. 2011. *Sains dalam Hadist: Mengungkapkan Fakta Ilmiah dari Kemukjizatan Nabi*. Jakarta: Amzah.
- Andoko A, Nurrasyid H. 2012. *Jurus Sukses Hasilkan Buah Naga Kualitas Prima*. Solo: Agromedia.
- Arifah, Hizbiyah Rizanti. 2016. Potensi Fungi Endofit Asal Daun Kenikir (*Cosmos sulphureus* Cav.) sebagai Antagonis Terhadap *Fusarium oxysporum* Penyebab Pokahbung pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Bahreisy, H.S., dan Bahreisy, H.S. 1994. *Terjemah Singkat Tafsir Ibnu Katsier*. Jilid 6. Kuala Lumpur : Victory Agencie
- Bathana, Dina, Nasril Nasir, Jumjunidang. 2013. Deskripsi Gejala dan Tingkat Serangan Penyakit Busuk Kuning pada Batang Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* L) di Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. Volume 2. No. 3
- Bellec FL, Vaillant F, Imbert E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new crop, a market with future. *Fruits* 61: 237-250.

- Cahyono, B. 2009. *Buku Terlengkap Sukses Bertanam Buah Naga*. Jakarta : Pustaka Mina.
- Cai,Y.Z., Sun, M. And Corke, H. 2005. Characterization and Application of Betalain Pigment From Plants of Amaranthaceae. *Trends in Food Scienceand Technology* ,16: 370-376. Crane JH, Balerdi CF. 2005. Pitaya growing in the Florida home landscape. *IFAS Extention*, HS1068: 1-9.
- Daniel, R. S., Osfar, S., dan Irfan, H. D. 2014. *Kajian Kandungan Zat Makanan dan Pigmen Antosianin Tiga Jenis Kulit Buah Naga (Hylocereus sp.) Sebagai Bahan Pakan Ternak*. *Jurnal Peternakan*. Malang : Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
- Djide, N dan Sartini. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Farmasi Cetakan I*. Lembaga penerbitan Unhas. Makassar. Hal. 30.
- Domsch K. H., W. Gams., T-H Anderson. 1980. *Compendium Of Soil Fungi*. Volume1. Academic Press :London.
- Eng L. 2012. Disease management of pitaya. Department of Agriculture Sarawak. [Diunduh 2016 Desember 30]. Tersedia pada: <http://www.doa.sarawak.gov.my/modules/web/page.php?id=454>.
- Eva, L. M., Riajeng, K., dan Ferry, F. 2013. Skrining Dan Mekanisme Hambatan Kapang Rhizosfer Pada Lahan Pertanian Organik Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Skripsi*. Jakarta Selatan: Fakultas TMIPA Universitas Indraprasta
- Fatmawati. 2015. Keanekaragaman Cendawan Endofit Pada Tanaman Kakao (*Theobromacacao* L.) di Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Makassar: Program Studi Agroteknologi, Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2012. Fruit of Vietnam. FAO Corporate Document Repository. [diunduh 2012 Maret 30]. Tersedia pada: <http://www.fao.org/docrep/008/ad523e/ad523e05.htm>
- Freitas STD, Nham NT, Mitcham JE. 2011. Pitaya (pitahaya, dragon fruit) recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Plant Sciences, University of California. [diunduh 2012 Maret 30]. Tersedia pada: <http://postharvest.ucdavis.edu>
- Gandjar, I.,R.A. Samson., K. Van den Tweel-Vermeulen., A. Oetari dan I. Santoso.1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.Gunasena HPM, Pushpakumara DKNG, Kariyawasam M. 2007. Dragon fruit *Hylocerus undatus* Haw. Britton and Rose. In:

- Pushpakumara, D.K.N.G., Gunasena, H.P.M. and Singh, V.P. Underutilized fruit trees in Sri Lanka. New Delhi: World Agroforestry Centre, South Asia Office. p. 110-142. http://worldagroforestry.org/our_products/publications/advancedresults
- Gultom, Jontar M. 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jamur Antagonis dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi untuk Menekan Perkembangan Jamur *Pythium* sp. Penyebab Rebah Kecambah pada Tanaman Tembakau (*Nicotina tabaccum* L.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara
- Helvetia, Resti., Nasril Nasir, Jumjunidang. 2013. Deskripsi Gejala dan Tingkat Serangan Penyakit Busuk Hitam pada Batang Tanaman Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*, L.) di Padang Pariaman, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 2(3): 214-221
- Hidayahti, N. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Umbi Bawang Putih (*Allium sativum*) Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus mutans* dan *Escherichia coli*. Skripsi. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi
- Huda, M. 2010. Pengendalian Layu Fusarium pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara Kultur Teknis dan Hayati. Skripsi. Bogor: Fakultas Pertanian IPB
- Ilmiyah, Zumrotul., Mahanani Tri Asri, dan Evie Ratnasari. 2015. Uji antagonis Jamur Endofit tanaman stroberi terhadap *Alternaria alternata* jamur penyebab bercak daun (leaf spot) pada tanaman stroberi secara in vitro. *Jurnal Penelitian Biologi*.
- Isnaini, Mulat, Irwan Muthahanas, I Komang Damar Jaya. 2010. Studi Pendahuluan tentang Penyakit Busuk Batang pada Tanaman Buah Naga di Kabupaten Lombok Utara. *Fakultas Pertanian Universitas Mataram*
- Istianingsih, T. 2010. Pengaruh Perbedaan Umur Panen dan Suhu Simpan Terhadap Umur Simpan Buah Naga Super Red (*Hylocereus costaricensis*). Skripsi. Bogor : IPB Bogor.
- Jaafar, R. A., Ridhwan, A., & Mahmud, N. Z. 2009. Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyhizus*). *American Journal of Applied Sciences* 6 (7),1341-1346. Jaya IKD. 2010. Morphology and physiology of Pitahaya and it future prospects in Indonesia. *Crop Agro*. 3:44-50.
- Jackman, R.L.dan Smith,J.L. 1996. *Anthocyanins and Betalains*. London: Chapman and Hall.

- Joshi, Mamta., Rashmi Srivastava, A.K. Sharma, dan Anil Prakash. 2013. Isolation and characterization of *Fusarium oxysporum*, a wilt causing fungus, for its pathogenic and non-pathogenic nature in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Applied and Natural Science* 5(1):108117
- Kardinan, A. 2006. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya. Kristanto D. 2014. Buah Naga : Pembudidayaan di Pot dan di Kebun. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kristanto, Daniel. 2014. Berkebun Buah Naga. Jakarta: Penebar Swadaya
- Kristiana, R. 2012. Isolasi, Identifikasi, Skrining dan Penghambatan Kapang Rizosfer terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Tesis. Depok: Program Studi Biologi
- Kusumawardani, Yuricha., Liliek Sulistyowati, dan Abdul Cholil. 2015. Potensi Antagonis Jamur Endofit pada Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) terhadap Jamur *Phytophthora capsici* Leonian Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang. *Jurnal HPT. Volume 3. Nomor 1*
- Lilik, R., Wibowo, B.S., Irwan, C., 2010. Pemanfaatan Agens Antagonis dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://www.bbopt.litbang.deptan.go.id> akses 14 Januari 2017
- Lingga, Rahmad. 2009. Uji Nematoid Jamur Endofit Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). Skripsi. Medan: Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Listiandiani, K. 2011. Identifikasi Kapang Endofit ES1, ES2, ES3, dan ES4 dari *Broussonetia papyrifera* Vent. Dan Pengujian Aktivitas Antimikroba. Skripsi. Depok: Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Luders L, McMahon G. 2006. The Pitaya or Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). Agnote Northern Territory Government. No D42.
- Mastuti. 2010. Identifikasi Pigmen Betasianin Pada Beberapa Jenis Inflorescence celosia. *Jurnal Biologi. UGM*
- McMahon G. 2003. Pitaya (Dragon Fruit). Northern Territory Government. FF12: 1-2. (FF12pitaya)
- Melysa, Nur Fajrin, Suharjono, Mutia Erti Dwiastuti. 2013. POTENSI Trichoderma sp. SEBAGAI AGEN PENGENDALI *Fusarium* sp. PATOGEN TANAMAN STRAWBERRY (*Fragaria* sp.). *Jurnal Biotropika | Vol. 1 No. 4*

- Merten S. 2003. A review of *Hylocereus* production in the United States. *Journal PACD* [Internet]. 5:98-105. [diunduh 2011 April 22]. Tersedia pada: <http://www.jpacd.org/downloads/Vol5/V5P98-105.pdf>
- Mizrahi Y, Nerd A. 1999. Climbing and columnar cacti: New arid land fruit crops. In: Janick J, Simon. (ed). *Perspective on new crops and uses*. ASHS Press, Amer. Soc. Hort. Sci. Alexandria, Virginia: pp. 358-366
- Noverita., D, F., dan Ernawati, S. 2009. Isolasi dan Uji Aktivasi Antibakteri Jamur Endofit dari Daun dan Rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia*. Vol. 4. No. 4 : 171-176
- Octaviani, Riska Dwi. 2012. Hama dan Penyakit Tanaman Buah Naga (*Hylocereus* sp.) serta Budidayanya di Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Opolot, H.N., A. Agona, S. Kyamanywa, G.M. Mbata, and E. Adipala. 2006. Integrated field management of cowpea pests using selected synthetic and botanical pesticides. *Crop Prot*. 25(11): 1145-1152
- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: UI Press
- Prihartiningsih, W. 2006. Senyawa bioaktif Fungi Endofit Akar Kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miers) Sebagai Senyawa Antimikroba. Tesis. Sekolah Pascasarjana. UGM. Fatmawati 2015
- Ramadhan, M. G. 2011. skrining dan Uji Aktivitas Penghambatan α -Glukosidase dari Kapang Endofit Daun Johar (*Cassia siamea* Lamk.). *Skripsi*. Jakarta: Farmasi Universitas Indonesia
- Renasari N. 2010. Budidaya tanaman buah naga super red di Wana Bakti Handayani [skripsi]. Purwokerto: Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Rice-Evans, C. NJ Miller & G, paganga. 1997. Antioxidant Properties of Phenolic Compounds . *Trends in Plant Science*. 2. 152-159.
- Saati, E. A. 2009. Identifikasi dan Uji Kualitas Pigmen Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) pada Beberapa Umur simpan dengan Perbedaan Jenis Pelarut. (Online), https://www.academia.edu/6295259/identifikasi_dan_uji_kualitas_pigmen_kulit_buah_naga_merah_hylocereus_costaricensis_pada_beberapa_umur_simpan_dengan_perbedaan_jenis_pelarut, diakses 01 Mei 2016).

- Santoso,U. 2006. Antioksidan. Yogyakarta :Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada
- Rice-Evans, C. NJ Miller & G, paganga. 1997.Antioxidant Properties of Phenolic Compounds . *Trends in Plant Science*. 2. 152-159.
- Saptayanti, Nelly. 2013. Menyimak Kasus Busuk Batang Buah Naga di Kepulauan Riau 2012. <http://ditlin.hortikultura.pertanian.go.id/> diakses 5 Maret 2017
- Sari, Puspita, Fitriyah Agustina, Mukhamad Komar, Unus, Mukhamad Fauzi, Triana Lindriawati. 2005. Ekstraksi dan Stabilitas Antosianin dari Kulit Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *Vol.XVI. No.2*.
- Semangun (2001). Pengaruh Pemberian Dolomit terhadap Serangan Cendawan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Pisang Varietas Ambon Kuning di Rumah Kaca. *Prosiding Seminar Nasional. Seminar IV Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) Komisariat Daerah Jateng dan DIY: 157. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Saragih, Saud Daniel. 2009. Jenis-jenis Fungi pada Beberapa Tingkat Kematangan Gambut. *Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara*.
- Singh, P. K. dan Vijay K. 2011. Biological Control of *Fusarium* wilt of *Chrysanthemum* with *Trichoderma* and Botanicals. *Journal of Agricultural Technology* Vol. 7(6)
- Soetopo MG. 2010. *Budidaya buah naga*. Yogyakarta: Sabila Farm.
- Suciatmih., Antonius, S., Hidayat, I., et al. 2014. Isolasi, Identifikasi Dan Evaluasi Antagonisme Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) Secara In Vitro Dari Jamur Endofit Tanaman Pisang. *Berita Biologi*. 13 (1). Bogor: LIPI
- Sudanta, I Made dan Abdul Latief Abadi. 2015. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Jamur Endofit *Trichoderma* spp. Isolat Lokal NTB terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Bibit Vanili. *Jurnal Crop Agro*. Vol. 4. No. 2
- Tirtana, Z.Y.G., Liliek S., dan Abdul C. 2013 Eksplorasi Jamur Endofit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) serta Potensi Antagonismenya terhadap *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barry Penyebab Penyakit Hawar Daun Secara In Vitro. *Jurnal HPT*. Vol. 1. No. 3

- Pushpakumara DKNG, Gunasena HPM, Karyawasam M. 2005. Flowering and fruiting phenology, pollination vector and breeding system of dragon fruit (*Hylocereus* spp.). *Sri Lankan J. Agric. Sci.* 42:81-91.
- Wahyunita, R. 2015. Uji Patogenitas *Fusarium* yang Diambil dari Jaringan Tanaman Kakao pada Tomat dan Pemanfaatan Mikroorganisme Endofit terhadap Pengendalian Isolat Kakao. *Skripsi*. Makassar: Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian
- Warisno, Kres Dahana. 2010. Buku Pintar Bertanam Buah Naga Di Kebun, Pekarangan dan Dalam Pot. Jakarta : Pt. Gramedia Pustaka Utama.
- Istianingsih, T. 2010. Pengaruh Perbedaan Umur Panen dan Suhu Simpan Terhadap Umur Simpan Buah Naga Super Red (*Hylocereus costaricensis*). *Skripsi*. Bogor : IPB Bogor.
- Wibowo, Arif, Ani Widiastuti, dan Wahyu Agustina. 2011. Penyakit-Penyakit Penting Buah Naga di Tiga Sentra Pertanaman di Jawa Tengah
- Wilia, W., Islah, H., dan Dwi, R. 2012. Eksplorasi Cendawan Endofit Dari Tanaman Padi Sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *ISSN: 2302-6472*. Vol. 1. No. 4
- Winarsih, S. 2011. *Reproduksi dan Pertumbuhan Mikroorganisme*. Palangkaraya: Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Palangkaraya. hal. 36-41.
- Woo, K, Wong, F. F., & Chua, H. C. 2011. Stability of the Spray-Dried Pigment of Red Dragon Fruit [*Hylocereus polyrhizus*(Weber) Britton and Rose] as a Function of Organic Acid Additives and Storage Conditions. *Philipp Agric Scientist* 94(3) : 264-269.
- Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu, C.C., Lin, Y.I. & Ho, J.A. 2006. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red Pitaya. *Food Chemistry*, 95: 319-327.
- Wybraniec, S and Mizrahi Y. 2002. Fruit Flesh Betacyanin Pigments in *Hylocereus cacti*. *J. Agric. Food Chem.*50(21): 6086-6089.
- Cai, Y.Z., Sun, M. And Corke, H. 2005. Characterization and Application of Betalain Pigment From Plants of Amaranthaceae. *Trends in Food Science and Technology* ,16: 370-376
- Yuliana, Anik Karimatu. 2016. Potensi Fungi Endofit pada Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Yulianti, Titiek. 2012. Menggali Potensi Endofit Untuk Meningkatkan Kesehatan Tanaman Tebu Mendukung Peningkatan Produksi Gula. *Jurnal Perspektif*. 11 : (2).
- Yulianto, E. 2014. Evaluasi Potensi Beberapa Jamur Agen Antagonis Dalam Menghambat Patogen *Fusarium sp.* Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Bengkulu: Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu
- Zee F, Yen CR, Nishina M. 2004. Pitaya (dragon fruit, strawberry pear). *Fruit and Nuts*. F&N-9: 1-3.



Lampiran 1. Analisis Statistik Oneway-ANOVA dengan Taraf sig. 0,05.

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
persentase daya hambat	24	30,0654	20,04607	,71	73,96

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		persentase daya hambat
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	30,0654
	Std. Deviation	20,04607
	Absolute	,159
Most Extreme Differences	Positive	,159
	Negative	-,094
Kolmogorov-Smirnov Z		,779
Asymp. Sig. (2-tailed)		,578

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Oneway

Descriptives

persentase daya hambat

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
FP1	3	7,5633	8,46091	4,88491	-13,4547	28,5814	,71	17,02
FP2	3	27,3333	23,11565	13,34583	-30,0891	84,7558	13,00	54,00
FP3	3	34,8133	9,25381	5,34269	11,8256	57,8011	24,44	42,22
FP4	3	22,2233	17,93496	10,35475	-22,3296	66,7762	2,08	36,46
MP1	3	54,6067	6,18390	3,57028	39,2450	69,9683	50,35	61,70
MP2	3	17,3333	6,80686	3,92994	,4242	34,2425	12,00	25,00

MP3	3	20,7433	8,03570	4,63941	,7816	40,7051	15,56	30,00
MP4	3	55,9067	16,83760	9,72119	14,0798	97,7336	40,63	73,96
Total	24	30,0654	20,04607	4,09189	21,6007	38,5301	,71	73,96

Test of Homogeneity of Variances

persentase daya hambat

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,444	7	16	,066

ANOVA

persentase daya hambat

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6350,698	7	907,243	5,020	,004
Within Groups	2891,734	16	180,733		
Total	9242,432	23			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

persentase daya hambat

Duncan

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
FP1	3	7,5633 ^a		
MP2	3	17,3333 ^{ab}	17,3333 ^{ab}	
MP3	3	20,7433 ^{ab}	20,7433 ^{ab}	
FP4	3	22,2233 ^{ab}	22,2233 ^{ab}	
FP2	3	27,3333 ^{ab}	27,3333 ^{ab}	
FP3	3		34,8133 ^{bc}	34,8133 ^{bc}
MP1	3			54,6067 ^c
MP4	3			55,9067 ^c
Sig.		,122	,169	,086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

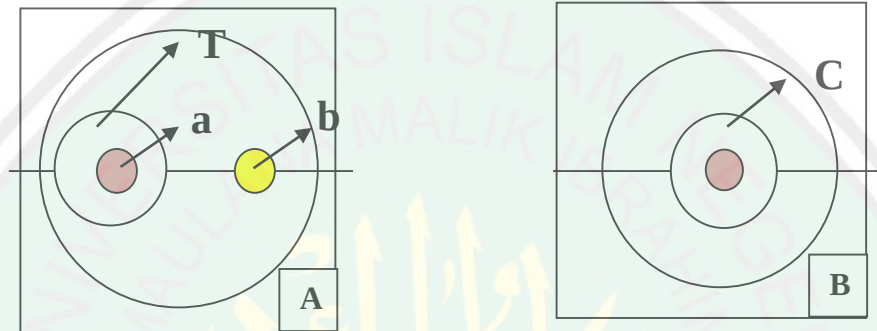
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 2. Diameter Koloni Fungi Endofit dan Fungi Patogen

Perlakuan	Ulangan	Diameter Koloni (cm) pada hari ke-						Σ ulangan	Rata - Rata ulangan (cm)	Σ keseluruhan	Rata- rata keseluruhan (cm)
		3	4	5	6	7	8				
F vs P1	I	7,00	7,05	7,05	7,10	7,15	7,30	42,65	7,1	20,43	6,81
	II	6,70	6,80	6,80	6,90	6,90	6,95	41,05	6,84		
	III	5,85	6,45	6,50	6,70	6,71	6,75	38,96	6,49		
	Kontrol	7,05	8,20	9,00	9,00	9,00	9,00	-	-	51,25	8,54
F vs P2	I	4,35	5,05	5,50	6,00	6,20	6,35	33,45	5,57	14,15	4,7
	II	4,25	5,20	5,60	5,80	5,90	6,00	32,75	5,45		
	III	2,30	3,15	3,65	4,60	4,80	4,90	18,8	3,13		
	Kontrol	5	6,45	6,85	8,5	9	9	-	-	44,8	7,5
F vs P3	I	2,80	3,30	3,60	3,75	3,95	4,40	21,8	3,63	11,48	3,83
	II	2,60	3,10	3,25	3,35	3,85	4,50	20,65	3,44		
	III	3,40	3,80	4,25	4,80	4,90	5,35	26,5	4,41		
	Kontrol	4,5	5	6,1	7,85	8,25	8,6	-	-	40,3	6,71
F vs P4	I	3,05	3,85	4,40	4,80	5,10	5,50	26,7	4,45	15,59	5,2
	II	4,70	5,25	5,95	6,50	6,60	6,80	35,8	5,97		
	III	3,45	4,55	4,95	5,85	5,90	6,30	31	5,17		
	Kontrol	4,80	5,25	6	6,95	8	9	-	-	40	6,67

Perlakuan	Ulangan	Diameter Koloni (cm) pada hari ke-						Σ ulangan	Rata - Rata ulangan (cm)	Σ keseluruhan	Rata-rata keseluruhan (cm)
		3	4	5	6	7	8				
M vs P1	I	3,50	3,63	3,75	3,80	3,85	3,90	22,43	3,74	11,42	3,81
	II	2,70	3,30	3,83	4,05	4,05	4,10	22,03	3,67		
	III	3,40	3,80	4,10	4,20	4,25	4,30	24,05	4,01		
	Kontrol	7,05	8,20	9,00	9,00	9,00	9,00	-	-	51,25	8,54
M vs P2	I	3,75	4,40	4,70	5,10	5,25	5,30	28,5	4,75	14,14	4,71
	II	4,25	4,60	5,15	5,75	5,75	5,80	31,3	5,21		
	III	4,40	3,85	3,95	4,15	4,30	4,40	25,05	4,175		
	Kontrol	5	6,45	6,85	8,5	9	9	-	-	44,8	7,5
M vs P3	I	3,75	4,30	4,75	4,95	4,98	5,10	27,83	4,63	14,13	4,71
	II	3,15	3,50	4,40	5,05	5,06	5,80	26,96	4,5		
	III	3,80	4,20	5,10	5,30	5,70	5,90	30	5		
	Kontrol	4,5	5	6,1	7,85	8,25	8,6	-	-	40,3	6,71
M vs P4	I	2,85	3,60	4,15	4,45	4,05	4,55	23,65	3,9	7,58	2,53
	II	2,25	2,35	2,30	2,35	2,50	2,65	14,4	2,4		
	III	1,25	1,55	1,60	1,60	1,68	1,75	7,68	1,28		
	Kontrol	4,80	5,25	6	6,95	8	9	-	-	40	6,67

Lampiran 3. Cara Perhitungan Persentase Daerah Hambatan Fungi Endofit terhadap Fungi Patogen



Keterangan: A. Cawan Perlakuan, B. Cawan Kontrol

a. Koloni patogen, b. Koloni fungi endofit, T. Diameter miselium patogen pada cawan petri perlakuan, C. Diameter miselium patogen pada cawan petri kontrol

Cara Perhitungan:

- Rumus :

$$PI = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

PI = Persentase penghambatan pertumbuhan miselium (%)

C = Diameter miselium patogen pada cawan petri kontrol (cm)

T = Diameter miselium patogen pada cawan petri perlakuan (cm)

- F vs P1= 4,80 – 3,05

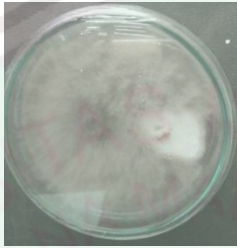
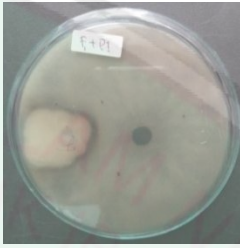
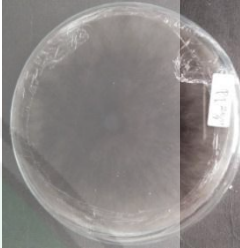
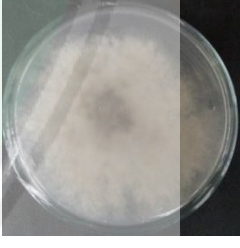
$$P I = \frac{\quad}{4,80} \times 100\% = 0,71\% \text{ (Hasil dapat dilihat pada tabel 1. Perlakuan F vs P1, ulangan I hari ke-3)}$$

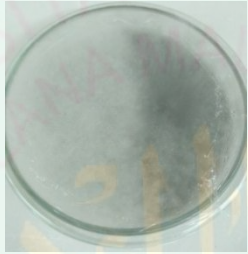
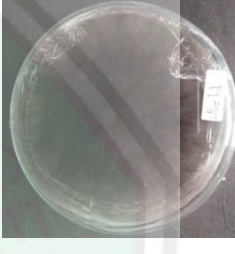
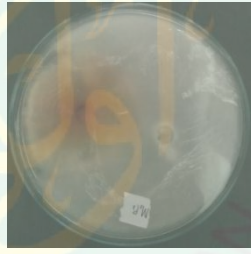
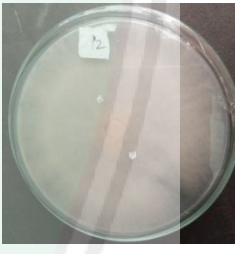
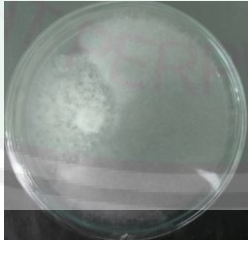
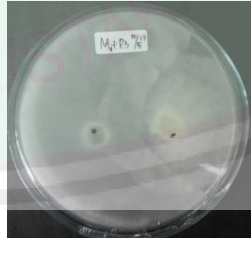
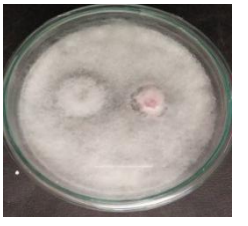
Lampiran 4. Persentase Daerah Hambatan (%) Fungi Endofit *Fusarium* sp. terhadap P1, P2, P3, dan P4

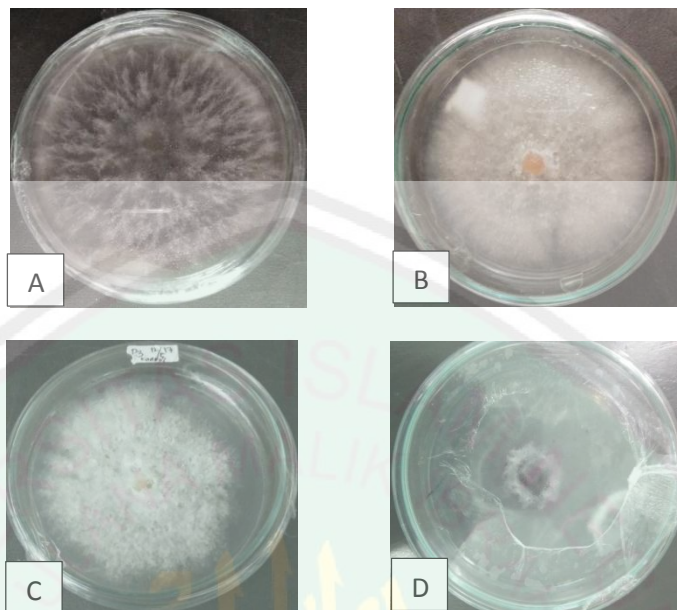
[illegible]

[illegible]

Lampiran 6. Pengamatan uji antagonis fungi endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. terhadap fungi patogen penyebab penyakit busuk batang buah naga (*Hylocereus costaricensis*)

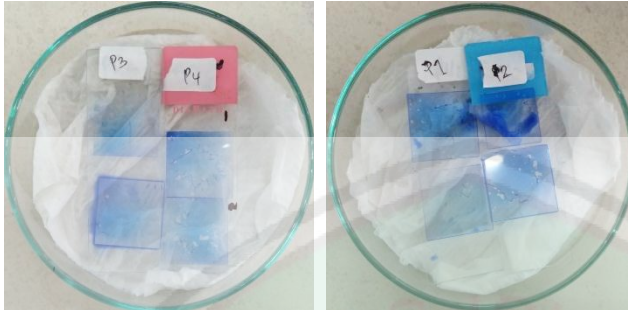
No.	Perlakuan	Gambar Tampak Depan	Gambar Tampak Belakang	Kontrol
1.	<i>Fusarium</i> sp. vs <i>Monosporium</i> sp.			
2.	<i>Fusarium</i> sp. vs <i>Neoscytalidium</i> sp.			
3.	<i>Fusarium</i> sp. vs <i>Fusarium</i> sp. 1			

4.	<i>Fusarium</i> sp. vs <i>Fusarium</i> sp. 2			
5.	<i>Mucor</i> sp. vs <i>Monosporium</i> sp.			
6.	<i>Mucor</i> sp. vs <i>Neoscytalidium</i> sp.			
7.	<i>Mucor</i> sp. vs <i>Fusarium</i> sp. 1			
8.	<i>Mucor</i> sp. vs <i>Fusarium</i> sp. 2			

Lampiran 7. Dokumentasi Hasil Isolasi Fungi Patogen

Keterangan : (A) P1 pada media PDA, (B) P2 pada media PDA, (C) P3 pada media PDA, (D) P4 pada media PDA

Lampiran 8. Pewarnaan Isolat Fungi Patogen untuk Identifikasi



Keterangan : (A) Isolat P1, (B) Isolat P2, (C) Isolat P3, (D) Isolat P4

Lampiran 9. Sampel Batang Busuk Tanaman Buah Naga



Gambar 1. Sampel Batang Busuk Tanaman Buah Naga dari UD. Naga Jaya
Makmur Jalan Koramil No. 76 Bululawang,, Malang





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
 Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : USWATUN HASANAH
 NIM : 13620001
 Program Studi : S1 Biologi
 Semester : Ganjil/ Genap TA
 Pembimbing : Dr. Hj. Ulfah Utami, M. Si
 Judul Skripsi : POTENSI FUNGI ENDOFIT *Fusarium* Sp. dan *Mucor* Sp.
 SEBAGAI AGEN ANTAGONIS TERHADAP FUNGI PATOGEN
 PENYEBAB BUSUK BATANG TANAMAN BUAH NAGA
 (*Hylocereus Costaricensis*)

NO	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	02-02-2017	ACC Judul Skripsi	1. <i>[Signature]</i>
2.	20-02-2017	Revisi Judul Skripsi	2. <i>[Signature]</i>
3.	28-02-2017	Konsultasi BAB I	3. <i>[Signature]</i>
4.	06-03-2017	Konsultasi BAB I dan BAB II	4. <i>[Signature]</i>
5.	09-03-2017	Konsultasi BAB I, II dan III	5. <i>[Signature]</i>
6.	06-04-2017	Revisi BAB I, II dan III	6. <i>[Signature]</i>
7.	11-04-2017	ACC BAB I, II dan III	7. <i>[Signature]</i>
8.	14-08-2017	Konsultasi Hasil Data Pengamatan	8. <i>[Signature]</i>
9.	21-08-2017	Konsultasi Analisis Data	9. <i>[Signature]</i>
10.	23-08-2017	Konsultasi Analisis Data	10. <i>[Signature]</i>
11.	04-09-2017	Konsultasi BAB IV	11. <i>[Signature]</i>
12.	07-09-2017	Revisi BAB IV	12. <i>[Signature]</i>
13.	11-09-2017	Revisi BAB IV	13. <i>[Signature]</i>
14.	18-09-2017	Revisi BAB IV	14. <i>[Signature]</i>
15.	26-09-2017	ACC BAB IV	15. <i>[Signature]</i>
16.	04-10-2017	Konsultasi BAB V	16. <i>[Signature]</i>
17.	22-10-2017	ACC Skripsi	17. <i>[Signature]</i>

Malang, 24 November 2017

Pembimbing Skripsi,

Dr. Hj. Ulfah Utami, M. Si
 NIP. 19650509 199903 2 002



Ketua Jurusan

Romaidi, M. Si, D. Sc
 NIP. 19810201 200901 1 019