

**PENAPISAN JAMUR ANTAGONIS INDIGENUS RIZOSFIR
KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.) YANG BERPOTENSI
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR *Phytophthora*
palmivora Butler**

SKRIPSI

Oleh

**GILANG ROZALI
1110212005**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**PENAPISAN JAMUR ANTAGONIS INDIGENUS RIZOSFIR
KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.) YANG BERPOTENSI
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR *Phytophthora*
palmivora Butler**

OLEH

**GILANG ROZALI
1110212005**

SKRIPSI

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT
UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**PENAPISAN JAMUR ANTAGONIS INDIGENUS RIZOSFIR
KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.) YANG BERPOTENSI
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR *Phytophthora*
palmivora Butler**

Oleh

GILANG ROZALI
1110212005

MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Mactinus, MS)
NIP. 195905251986032001

Dosen Pembimbing II



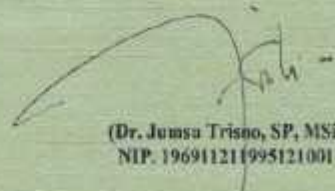
(Prof. Dr. Ir. Novri Nelly, MP)
NIP. 196411211990032001

Deban Fakultas Pertanian
Universitas Andalas





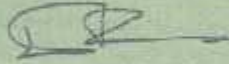


(Prof. Ir. Ardi, MSc)
NIP. 195312161980031004

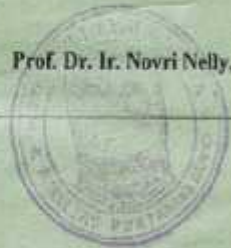
Ketua Prodi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian



(Dr. Jumsa Trisno, SP, MSi)
NIP. 196911211995121001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Tim Pengaji Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 15 Desember 2015

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1	Dr. Ir. Darnetty, MSc		Ketua
2	Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc		Sekretaris
3	Dr. Ir. Nurbailis, MS		Anggota
4	Ir. Martinus, MS		Anggota
5	Prof. Dr. Ir. Novri Nelly, MP		Anggota



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sesungguhnya dibalik kesulitan itu ada kemudahan,
maka apabila kamu telah selesai (dari satu urusan) kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh urusan yang lain
dan hanya kepada Tuhanmulah kamu berharap
(Q.S Al-insyirah 4 - 5)

Setiap yang hidup didunia ini akan menjalani masa - masa yang telah ditentukan oleh Sang Pencipta. Masa yang telah tertulis dalam kitabNya . Segala puji dan syukur atas semua rahmat yang diberikan oleh Allah SWT sehingga setiap untaian waktu yang dijalankan, tetesan keringat yang berjatuhan, tangisan air mata dari orang tua ... kini mulai terobati melalui sebuah karya kecil ini. Salawat bertahatkan salam penulis hadiahkan buat tauladan umat sedunia, Nabi yang agung dan terkenal karena kejujurannya yakni nabi besar Muhammad SAW... Karena beliaulah terang jalan yang telah bisa dilewati, yang membawa umatnya dari alam jahiliyah kealam yang penuh dengan ilmu pengetahuan....

ALHAMDULILLAH YA ALLAH... satu dari sekian do'aku tlah Kau kabulkan. Ditengah semua keterbatasanku Kau beri aku kesempatan hingga mimpiku jadi nyata, meski hayalku tak sampai tuk pikirkan ini, tapi Kau jelmakan mimpiku dan Kau tampakkan bukti dari ikhtiarku. Ini semua tak terlepas dari iringan doamu **Ayahanda dan Ibunda ...**

Ku persembahkan karya ini untuk orang2 yang ter-sayang

Terimakasih tuk semua do'a, kasih sayang, dorongan, perhatian dan pengorbanan

Kedua orang tua : ayahanda { Safrizal, SH} dan Ibunda (Prof.Dr.Ir.Trizelia, Msi).(belum banyak yang bisa anakmu ini berikan, selalu ku pintakan do'amumu tuk mengiringi langkahku dalam mangarungi kehidupan & tujuan dari perjalanan panjangku, maafkan aku yang belum bisa membalas semua pengorbanan kalian. Semoga persembahan kecil ini bisa sedikit membalas itu semua.

adik ku (Niqma Rozalia) dalam hidup ini bagaikan pemahat yang akan memahat sesuai jalur dan hiasan yang telah disuratkan.. sehingga akan membuah hasil karya yang indah, ukir terus prestasimu dan raih cita-cita untuk masuk kuliah di Kedokteran, Sholat jangan ditinggalkan dan buat papa dan mama bangga dan bahagia.

Ibu Ir. Martinius, MS dan Ibu Prof. Dr. Ir. Novri Nelly, MP (terima kasih atas segala dorongan dan masukan dari ibu. Aku tau karya

kecilku ini tak berarti tanpa adanya campur tangan ibu yang begitu besar dalam penyelesaian skripsi ini)

Untuk semua teman-teman ku.. se BKI,SeJurusan dan Se Fakultas pertanian dan adik-adik semuanya (12,13,14) karna bantuan dan dukungan kalian lah kini ku bisa menyelesaikan studi ini dan terimakasih telah menerimaku menjadi bagian dari keluarga ini.

Sahabatku Idris SP, Erick,Ickwan,Chily SP,Tika,Randes,Arif, Fia SP, Edo (terima kasih sob dan cepat nyusul, lasuah pakai baju toga ko), semua Penghuni Labor pengendalian hayati dan bioekologi seranga.

Untuk teman - teman ku di BKI Perlinton, Abg dan kakak senior (bg ade, bg pajri, bg afdal, bg okta,bg okiel, bg farid, bg oyon, kak rita, kak ririn, kak rahil, kak via, dll) kawan-kawan perlinton 11 (zaky, yudha,randes,ara, fala,juju,wilda,fatimah,elin,delci.semuanya) dan adik-adik (fitria, novia,nengsih,aisyah,mila,marito,tiwi,hadi,nofel,rita,nofendra,dll), anak-anak KKN Tematik Nagari Koto Baru makasih banyak atas kebersamaan kalian selama ini

GILANG ROZALI, SP

BIODATA

Penulis dilahirkan di Kota Bogor pada tanggal 05 Mei 1993 sebagai anak pertama dari dua orang bersaudara, dari pasangan Safrizal dan Trizelia. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD Negeri Bojongrangkas 04 (1999-2005). Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Negeri 11 Padang (2005-2008), kemudian dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Kartika 1-5 Padang (2008-2011). Tahun 2011 penulis diterima di Universitas Andalas Fakultas Pertanian Program Studi Agroekoteknologi.

Padang, Desember 2015

G. R

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam disampaikan untuk Nabi besar Muhammad SAW sebagai Uswatun Hasanah bagi seluruh umat Islam sedunia. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dikerjakan di laboratorium dengan judul **Penapisan Jamur Antagonis Indigenus Rizosfir Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) Yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora Palmivora* Butler.**

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada Ibu Ir.Martinius, MS dan Ibu Prof.Dr Ir. Novri Nelly, MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, nasehat dan saran kepada penulis baik dalam studi maupun dalam penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih yang sama penulis ucapkan kepada Bapak Ketua Program Studi Agroekoteknologi, seluruh civitas Fakultas Pertanian khususnya BKI Perlindungan Tanaman yang telah memberikan bantuan moril dan materil selama proses perkuliahan sampai skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan yang sama juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan, atas segala bantuan dan dorongan.

Ucapan teristimewa penulis sampaikan kepada orang tua dan saudara yang telah memberikan doa, semangat dan kasih sayang serta dorongan kepada penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya

Padang, Desember 2015

G. R

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	4
B. Jamur Rizosfir	6
1. <i>Trichoderma</i> sp.....	7
2. <i>Aspergillus</i> sp	8
3. <i>Penicillium</i> sp	9
BAB III METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat.....	10
B. Bahan dan Alat.....	10
C. Metodologi Penelitian.....	10
D. Pelaksanaan Penelitian.....	11
E. Pengamatan	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
1. Kondisi Agroekosistem	18
2. Karakterisasi Koloni Jamur <i>P.palmivora</i> Yang Diisolasi Dari Permukaan Buah	19
3. Karakterisasi Koloni Jamur Rizosfir	19
4. Biakan Ganda	22
5. Jenis Jamur Antagonis	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
A. Kesimpulan	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Halaman</u>
1. Kriteria ketebalan koloni jamur rizosfir.....	15
2. Kriteria pertumbuhan koloni jamur rizosfir.....	16
3. Skala tingkat invasi jamur antagonis terhadap <i>P.palmivora</i>	17
4. Karakterisasi morfologi isolat rizosfir kakao.....	21
5. Uji daya hambat isolat jamur antagonis terhadap jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	22
6. Skala tingkat invasi jamur <i>Trichoderma sp</i> terhadap <i>P. palmivora</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Halaman</u>
1 Uji Patogenesitas Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	13
2 Skema penempatan jamur patogen dan agen hayati.....	13
3 Gejala penyakit busuk buah kakao	15
4 Kondisi Pertanaman Kakao di Nagari Batu Hampa	18
5 Makroskopis dan Mikroskopis Jamur <i>Phytophthora palmivora</i>	19
6 Bentuk koloni isolat jamur rizosfir tanaman kakao berumur 4 hari...	20
7 Bentuk koloni isolat jamur rizosfir tanaman kakao berumur 7 hari...	20
8 Biakan ganda antara 7 isolat jamur rizosfir dengan <i>Phytophthora palmivora</i>	23
9 Antibiosis (zona bening) jamur antagonis rizosfir kakao.....	23
10 Tingkat invasi jamur antagonis (isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1) terhadap jamur <i>P.palmivora</i>	24
11 Mekanisme parasitisme antara jamur antagonis dengan <i>P.palmivora</i> dengan metode slide culture.....	25
12 Makroskopis dan Mikroskopis LH.A.1.1.....	26
13 Makroskopis dan Mikroskopis LH.A.1.2.....	26
14 Makroskopis dan Mikroskopis LH.A.1.3.....	27
15 Makroskopis dan Mikroskopis LH.A.1.4.....	28
16 Makroskopis dan Mikroskopis LH.B.2.1.....	28
17 Makroskopis dan Mikroskopis LH.B.2.2.....	29
18 Makroskopis dan Mikroskopis LH.B.2.3.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<u>Halaman</u>
1 Jadwal penelitian dari Bulan Maret – Juni 2015.....	41
2 Denah peletakan perlakuan di laboratorium berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL).....	42
3 Komposisi dan cara pembuatan media PDA.....	43
4 Komposisi dan cara pembuatan media CMA.....	44
5 Kuisisioner.....	46
6 Jenis Kakao.....	46
7 Daftar Sidik Ragam.....	47

**PENAPISAN JAMUR ANTAGONIS INDIGENUS RIZOSFIR
KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.) YANG BERPOTENSI
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR *Phytophthora
palmivora* Butler**

Abstrak

Penggunaan agens hayati berupa jamur antagonis merupakan salah satu cara pengendalian penyakit busuk buah kakao yang ramah lingkungan dan memiliki prospek untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur rizosfir indigenus yang berpotensi sebagai biokontrol terhadap jamur *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* Linn.). Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas Padang dari bulan Maret -Juni 2015. Metode penelitian berupa pengambilan Sampel Acak Terpilih (*purposive random sampling*), eksplorasi dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Jamur rizosfir diisolasi dengan metode pengenceran seri dan seleksi kemampuan daya hambat dengan metoda biakan ganda (*dual culture*). Parameter yang diamati adalah karakter morfologi jamur rizosfir, kemampuan daya hambat, tingkat invasi, parasitisme dan identifikasi jenis jamur antagonis. Hasil isolasi jamur dari rizosfir tanaman kakao didapat tujuh isolat yang bersifat antagonis dengan karakter morfologi yang bervariasi. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa daya hambat ketujuh isolat berkisar antara 14,995% sampai dengan 41,975%. Isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1 memiliki daya hambat paling tinggi dibandingkan dengan isolat lain. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat dengan daya hambat tertinggi tergolong kedalam genus *Trichoderma* sp (LH.A1.4 dan LH.B.2.1). Tiga isolat genus *Aspergillus* sp, Satu isolat genus *Penicillium* sp serta satu isolat adalah isolate hifa steril.

Kata kunci : *Theobroma cacao*, Jamur rizosfir, *Phytophthora palmivora*.

SCREENING OF INDIGENOUS FUNGAL ANTAGONISTS FROM
RHIZOSPHERE OF COCOA(*Theobroma cacao* Linn.), THAT HAS THE
POTENTIAL TO INHIBIT
THE GROWTH OF FUNGUS *Phytophthora palmivora* Butler

Skripsi S1 by Gilang Rozali, Advisor: 1. Ir. Martinius, MS 2. Prof. Dr. Ir. Novri Nelly, MØ

ABSTRACT

The use of biological agents, fungal antagonists is one of the controlling ways of cocoa black pod disease which is environmentally friendly and has the prospect to be developed. The study aimed to get indigenous rhizosphere fungi potential as a biocontrol against fungal *Phytophthora palmivora* the causal agent of fruit rot disease on cocoa plant. This research was conducted at the Laboratory of Biological Control of Plant Pests and Diseases Department, Faculty of Agriculture, University of Andalas Padang from March to June 2015. Research methods were in the form of the purposive random sampling, the exploration and the use of a completely randomized design. Rhizosphere fungi isolated by serial dilution method and the ability of inhibition selected with dual culture method. The parameters observed were the morphological characters of fungal rhizosphere, the inhibitory ability, the invasion level, the parasitism and the types of fungal antagonists. The results of antagonist test indicated that the inhibition of the seven isolates ranged from 14.995% to 41.975%. Isolates LH.A.1.4 and LH.B.2.1 had the highest inhibition compared with other isolates. The result of identification, two isolates (LH.A.1.4 and LH.B.2.1) were identified as the genus of *Trichoderma*, three isolates as the genus of *Aspergillus*, one as the genus of *Penicillium*, and one isolate as unidentified isolate.

Keywords: *Theobroma cacao*, Fungal Rhizosphere, *Phytophthora palmivora*

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai nilai ekonomis untuk dikembangkan. Tanaman ini merupakan salah satu komoditas ekspor yang cukup potensial sebagai penghasil devisa negara. Kakao menduduki urutan ke 3 pada sub sektor perkebunan setelah kelapa sawit dan karet. Kakao juga memiliki pasar yang cukup stabil dan harga yang relatif mahal, sehingga peningkatan kualitas hasil selalu dilakukan agar kakao tetap penting sebagai mata dagang non migas. Pada masa yang akan datang, komoditi biji kakao diharapkan menduduki tempat yang sejajar dengan komoditas perkebunan lainnya, seperti kelapa sawit dan karet. Setidaknya perkebunan kakao dapat menyediakan lapangan kerja bagi penduduk di sentra produksi.

Sumatera Barat merupakan salah satu sentra produksi kakao kawasan Indonesia bagian barat. Umumnya tanaman kakao dikelola oleh perkebunan rakyat (smallholder). Pada tahun 2012 produksi kakao Sumatera Barat 45.725 ton dengan produktivitas 897 kg/ha/tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013). Pada tahun 2013 produksi kakao Sumatera Barat meningkat menjadi 56.047 ton dengan produktivitas 912 kg/ha/tahun, sedangkan tahun 2014 produksinya 54.691 ton dengan produktivitas 897 kg/ha/tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Kabupaten Lima Puluh Kota merupakan salah satu sentra penanaman kakao di Sumatera Barat menghasilkan kakao 2.789 ton dengan produktivitas 908 kg/ha/tahun pada tahun 2012 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013), tahun 2013 produksinya 3.529 ton dengan produktivitas 883 kg/ha/ tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Terjadi fluktuasi produktivitas tanaman kakao di Sumatera Barat maupun di Kabupaten Lima Puluh Kota yang cenderung menurun.

Salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas tanaman kakao adalah serangan hama dan penyakit. Penyakit utama pada tanaman kakao di Sumatera Barat adalah penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora* Butler), kanker batang (*Phytophthora palmivora* Butler), antraknose (*Colletotricum gloeosporioides*

Penz.Sacc), Vascular Streak Dieback (*Oncobasidium theobromae* Talbot & Keane), jamur upas (*Corticium salmonicolor* Beck. Et Br), dan jamur akar (*Phellinus lamaoensis* (Murr) Hein, (*Ganoderma pseudeferum* (Wakef) Ov), Et Stein, (*Leptorus lignosus* (Klot) Hein et Pat) (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat, 2011). Penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* Butler merupakan salah satu faktor penghambat produksi tanaman kakao. Selama musim hujan, serangan *P. palmivora* dengan mudah meningkat 50 % kemudian menurun kembali pada musim kemarau. Selain itu, apabila buah-buah busuk tidak diambil, jamur patogen dapat menjangar ke bantalan bunga dan selanjutnya menyebabkan kanker batang (Junianto dan Sukanto, 1992).

P. palmivora merupakan salah satu patogen yang paling serius pada kakao di seluruh dunia, dan di Asia Tenggara. Serangan patogen ini mampu menurunkan produksi kakao hingga 44%. Besarnya kerugian akibat penyakit busuk buah kakao (BBK) karena usaha pengendalian yang dilakukan seringkali memberikan hasil yang tidak menguntungkan. (Rubiyo dan Amaria W, 2013).

Sebagian besar petani dan perkebunan besar masih menggunakan pestisida sintetik sebagai alternatif pertama untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao. Penggunaan pestisida secara terus-menerus dikhawatirkan akan menimbulkan masalah lain yang lebih berat, contoh penggunaan bahan kimia (pestisida) terhadap tanaman tidak seluruhnya dapat dihancurkan oleh mikroorganisme dalam tanah dan dapat menyebabkan polusi terhadap aliran-aliran air dan sungai sehingga dapat mempengaruhi biota air (Pelezar dan Chan, 2006).

Salah satu teknik pengendalian penyakit busuk buah pada kakao yang dapat dikembangkan adalah menggunakan agens hayati berupa jamur antagonis. Berbagai jenis jamur antagonis bisa didapatkan dari rizosfir. Populasi mikroorganisme di rizosfir biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfir. Rizosfir merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman dan berperan sebagai pertahanan luar bagi tanaman terhadap serangan patogen akar (Carlile *et al.* 2001).

Penggunaan agen hayati lokal yang terdapat secara alami dan berasal dari ekosistem yang sama dengan penyakit yang akan dikendalikan menjadi alternatif yang tepat untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao dan akan lebih menjamin keberhasilan pengendalian. Hasil penelitian Aeny *et al* (2011) menunjukkan bahwa tujuh isolat *Trichoderma* yang berasal dari tanah perkebunan kakao di Lampung Timur dapat menghambat pertumbuhan *P. palmivora* dengan presentase hambatan diatas 50% . Jamur *Aspergillus fumigates*, *A .repens* dan *A. niger* yang diisolasi dari rizosfir tanaman kakao berpotensi sebagai jamur antagonis terhadap *P .palmivora*. (Adebola dan Amadi,2010)

Hasil penelitian Agung (2012) menunjukkan bahwa penyakit busuk buah merupakan penyakit yang tertinggi serangannya di Kabupaten 50 kota yaitu 20,88%. Potensi jamur indigenus rizosfir kakao sebagai agens hayati untuk pengendalian jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao perlu diteliti.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis telah melakukan penelitian dengan judul ” **Penapisan Jamur Antagonis Indigenus Rizosfir Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) Yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora Palmivora* Butler.**

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur pada rizosfir kakao yang berpotensi sebagai biokontrol dalam mengendalikan penyakit busuk buah yang disebabkan oleh “*Phytophthora palmivora* Butler”

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jamur *Phytophthora palmivora*

Penyakit busuk buah kakao merupakan penyakit paling penting di seluruh negara penghasil kakao (Semangun 2000). *Phytophthora* termasuk family *Pythiaceae*, ordo *Peronosporales*, kelas *Oomycetes*. *P. palmivora* merupakan jamur heterotalik, tidak menghasilkan stadium seksual dalam medium buatan. Miselium tidak berseptata dan mengandung banyak inti diploid. Hifa tidak berwarna, jamur membentuk sporangium (*Zoosporangium*) berbentuk buah pear dengan ukuran 35-60 x 20-40 μm , mempunyai cabang yang banyak, berdiameter antara 5 - 8 μm . Pada jaringan tanaman, pertumbuhan hifa biasanya interseluler dan membentuk haustorium di dalam sel inang. (Wahab, 2007). Sporangium dapat berkecambah secara langsung dengan membentuk pembuluh kecambah, tetapi dapat berkecambah secara tidak langsung dengan membentuk zoospora atau spora kembar yang dapat berenang. Jamur dapat membentuk klamidospora yang bulat, dengan garis tengah 30-60 μm . Jamur *P. palmivora* adalah jamur tanah yang dapat bertahan lama di dalam tanah. *P. palmivora* dapat menginfeksi bermacam-macam tanaman seperti kakao, durian, pepaya. Jamur ini dapat terbawa oleh percikan air hujan, terbawa angin maupun serangga (Semangun 2000).

Dua puluh isolat *Phytophthora palmivora* telah diisolasi dari berbagai bagian tanaman kakao yang dikumpulkan dari enam propinsi sentra produksi kakao di Indonesia. Diidentifikasi berdasarkan sifat morfologi dan secara molekuler menunjukkan bahwa semua isolat tersebut adalah *P. Palmivora*. Adapun ciri-ciri dari jamur *P. palmivora* hifa hialin, tidak bersekat, sporangium berbentuk buah pear (ovoid), mempunyai papilla yang jelas dengan pedisel berukuran 4-6 μm , bersifat *caduceus* (mudah lepas dari sporangiofor), klamidospora berbentuk bulat. *P. palmivora* dapat tumbuh pada media Corn Meal Agar (CMA), Lima Bean Agar (LBA) dan V8 juice Agar. Sporangia lebih banyak diproduksi pada medium LBA. Koloni *P. palmivora* pada medium PDA berwarna putih. (Umayah dan Purwantara 2006).

Penyakit busuk buah kakao (BBK) yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* Butler adalah penyakit utama pada kakao. Di Indonesia, penyakit ini mengakibatkan kerugian yang besar terutama di daerah yang beriklim basah. Selama musim hujan, serangan *P. palmivora* dengan mudah meningkat sampai 50 % kemudian menurun kembali pada musim kemarau. Selain itu, apabila buah-buah busuk tidak diambil, jamur patogen dapat menyebar ke bantalan bunga dan selanjutnya menyebabkan kanker batang (Junianto dan Sukamto, 1992).

Pada permukaan buah yang memiliki kelembaban cukup tinggi akan terbentuk sporangiofor (tangkai sporangium) dan sporangium. Pembentukan sporangium dipengaruhi oleh cahaya. Pada intensitas cahaya yang tinggi akan terbentuk sporangium yang jumlahnya cukup banyak. Selanjutnya spora tersebut tersebar ketempat lain dan menyebabkan infeksi atau serangan baru (Hislop, 1964).

Penyakit busuk buah merupakan penyakit yang sangat merugikan karena secara langsung menyerang buah, sehingga dapat menurunkan produktivitas dan sekaligus menurunkan kualitas biji yang dihasilkan. Penyakit ini bersifat kosmopolit atau terdapat hampir di seluruh areal perkebunan tanaman kakao, kerugian akan lebih besar oleh serangan penyakit ini kalau kondisi lingkungannya cocok (konduktif) untuk perkembangannya dan penanganan yang dilakukan tidak efektif. (Manti, 2009)

P. palmivora dapat menyerang semua organ atau bagian tanaman, seperti akar, daun, batang, ranting, bantalan bunga, dan buah pada semua tingkatan umur, tetapi serangan pada buah paling merugikan, terutama pada buah yang belum matang. *P. palmivora* dapat menginfeksi seluruh permukaan buah, namun bagian paling rentan adalah pangkal buah. Buah yang telah terinfeksi patogen akan berwarna coklat kehitaman pada permukaannya, menjadi busuk basah, dan selanjutnya gejala menyebar menutupi seluruh permukaan buah. Pada bagian yang menghitam akan muncul lapisan berwarna putih bertepung akan menutupi seluruh permukaan buah. (Opeke and Gorenz, 1974)

Berat ringannya serangan jamur *P. palmivora* ditentukan oleh banyak faktor, antara lain kelembapan udara, curah hujan, cara bercocok tanam, banyaknya buah pada pohon, dan jenis tanaman. Kelembapan yang tinggi akan membantu pembentukan

spora dan meningkatkan infeksi. Infeksi hanya dapat terjadi apabila pada permukaan buah terdapat air. Cara bercocok tanam seperti pemangkasan, kerapatan tanaman, pemberian mulsa, drainase, pemupukan dan pemungutan hasil sangat mempengaruhi penyakit (Semangun, 2000).

Pengendalian jamur *P.palmivora* dengan mengurangi kelembapan kebun dengan memperbaiki drainase, memangkas pohon pelindung secara teratur, mengendalikan gulma. Lapisan mulsa atau serasah di sekitar pangkal batang dapat mengurangi percikan air yang membawa tanah yang terinfeksi jamur (Semangun, 2000).

B. Jamur Rizosfir

Rizosfir merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman dan berperan sebagai pertahanan luar bagi tanaman terhadap serangan patogen akar. Populasi mikroorganisme di rizosfir biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfir (Carlile *et al*, 2001). Soesanto (2008) menjelaskan bahwa mikroorganisme sangat beragam dan banyak dijumpai di daerah rizosfir yang biasanya berbeda dengan mikroorganisme lain. Peran penting rizosfir sangat ditentukan oleh keberadaan akar tanaman. Makin banyak dan padat akar suatu tanaman di dalam tanah, makin kaya bahan organik pada rizosfir, makin padat pula keragaman populasi mikroorganisme tanah. Daerah rizosfir sangat dipengaruhi oleh berbagai pengaruh lingkungan yang berada di dalam tanah.

Istilah rizosfir diperkenalkan pada tahun 1904 oleh Hiltner seorang ilmuwan Jerman untuk menunjukkan bagian tanah yang dipengaruhi oleh perakaran tanaman. Rizosfir dicirikan oleh lebih banyaknya kegiatan mikrobiologis dibandingkan kegiatan di dalam tanah yang jauh dari perakaran tanaman. Tanah rizosfir adalah tanah yang menempel pada perakaran tanaman yang banyak terdapat bakteri, jamur, Actinomycetes dibanding tanah non rizosfir. Banyak kandungan yang terdapat pada tanah tersebut yang merupakan sumber penting sebagai antibiotik (Rao dan Subba, 1994).

Mikroorganisme yang hidup pada daerah rizosfir biasanya digunakan sebagai agen pengendalian hayati. Keberadaan mikroorganisme antagonis pada daerah rizosfir dapat menghambat penyebaran dan infeksi akar oleh patogen, keadaan ini disebut hambatan alamiah mikroba. Mikroba antagonis sangat potensial dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati. Selain sebagai agens antagonis, mikroorganisme tanah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan memproduksi senyawa-senyawa stimulat pertumbuhan seperti auksin dan fitohormon (Waksman, 1952, *cit* Engla, 2013).

Trichoderma spp., *Penicillium* spp dan *Aspergillus* spp. merupakan jamur yang umum terdapat dalam tanah, tumbuh dengan cepat dan bersifat antagonistik terhadap jamur lain. Mekanisme antagonis jamur tersebut terjadi dengan cara kompetisi, mikoparasitik, dan antibiosis. Biakannya dapat diperoleh dengan cara mengisolasi dari tanah (Abadi dan Latief, 2003).

1. Jamur *Trichoderma*,spp

Trichoderma sp. merupakan jenis jamur yang tersebar luas di tanah, dari Subdivisi Deuteromycotina, Kelas Hyphomycetes, Ordo Moniliaeae. Secara mikroskopis konidiofor jamur tegak, bercabang banyak dan teratur, agak berbentuk kerucut, konidia berbentuk oval, dan dapat membentuk klamidospora. *Trichoderma* mempunyai habitat yang tersebar luas pada berbagai jenis tanah dan substrat organik. Jamur ini terdiri dari berbagai spesies dan strain dengan kriteria yang berbeda-beda. Koloni *Trichoderma* sp dalam media biakan tumbuh dengan cepat, miselium hialin, berseptata dengan banyak percabangan hifa berdinding lembut. Warna koloni ada yang kekuningan, kuning dan hijau. Pada ujung konidiofor terbentuk fialid dengan bentuk seperti botol. Konidia berwarna hijau dan jernih, bentuk konidia sebagian besar bulat (Rifai, 1969; Watanabe, 2002).

Koloni *Trichoderma* pada awal inkubasi akan bewarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Konidiumnya berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$ dan berdinding halus (Soesanto, 2008).

Kemampuan *Trichoderma* dalam mengendalikan berbagai jenis patogen karena memiliki beberapa mekanisme antara lain : menghasilkan enzim, dapat menginduksi ketahanan tanaman, bersifat antagonis (mikoparasit, antibiosis, kompetisi), meningkatkan ketersediaan hara dan menonaktifkan enzim patogen (Harman, 2000).

Lilik *et al.* (2010) menyatakan, bahwa jamur *Trichoderma sp.* merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman. Pengendalian hayati dengan menggunakan agens hayati seperti *Trichoderma sp.* yang terseleksi ini sangatlah diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif dari pemakaian pestisida sintetik yang selama ini masih dipakai untuk pengendalian penyakit tanaman di Indonesia (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

2. Jamur *Aspergillus*, spp

Aspergillus sp adalah salah satu jamur yang termasuk dalam kelas *Ascomycetes*, bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana mana secara alami. *Aspergillus* dapat diisolasi dari tanah, sisa-sisa tanaman lapuk serta di lingkungan udara (Noveriza, 2007). *Aspergillus sp* memiliki konidiofor berbentuk tegak dan tunggal dengan ujung konidiofor yang membengkak berbentuk lonjong. Pada ujung konidiofor bermunculan konidia bersel satu yang berbentuk bola (Jailani, 2013).

Aspergillus sp adalah suatu jamur yang reproduksinya secara aseksual dengan memproduksi spora yang disebut konidia. Tanada & Kaya (1993) menyatakan jamur *Aspergillus* terdiri dari banyak spesies seperti *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. repens*, *A. tamari*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus* dan *A. vesicular*. Jamur ini umumnya sebagai saprofit akan tetapi dapat menginfeksi serangga pada rentangan jenis yang luas. *Aspergillus*, bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana mana secara alami. *Aspergillus* dapat diisolasi dari tanah, sisa-sisa tanaman lapuk serta di lingkungan udara (Noveriza, 2007).

Ciri-ciri spesifik *Aspergillus* adalah hifa septat dan miselium bercabang, sedangkan hifa yang muncul di dalam permukaan umumnya hifa fertil. Koloni jamur berkelompok dengan konidiofor septat atau nonseptat, muncul dari “*foot cell*”,

yakni miselium yang membengkak di bagian pangkal dan berdinding tebal. Konidiofor membengkak menjadi Vesicle pada ujungnya, selanjutnya terbentuk dan tumbuh konidia (Waluyo, 2007).

3. Jamur *Penicillium* sp

Jamur *Penicillium* sp. termasuk ke dalam filum Ascomycota, kelas Euascomycetes, Ordo Eurotiales, famili Eurotiaceae, genus *Penicillium*. *Penicillium* sp. tergolong dalam cendawan yang menghasilkan antibiotik yaitu penicillin. Beberapa spesies *Penicillium* dimanfaatkan manusia dalam perindustrian keju, antibiotik, asam-asam organik seperti asam sitrat, fumarat, oksalat, glukonat, dan sebagainya. Metabolit yang terdapat pada jamur *Penicillium* sp. selain digunakan untuk pencegahan penyakit pada manusia juga dapat digunakan untuk patogen tanaman. Jamur ini dapat ditemukan dimana-mana, terutama pada tanah, tanaman yang roboh dan busuk, timbunan kompos dan buah yang busuk (Dwidjoseputro, D. 1975).

Menurut Barnet dan Hunter (1972) warna koloni *Penicillium spp* pada media PDA (Potato Dextrose Agar) berwarna abu-abu kehijauan. Setelah 7 hari pada suhu mencapai 30 – 42 mm , terlihat seperti beludru atau butiran atau benang wool, kadang menghasilkan sinema pada bagian tepi. Konidia berwarna hijau abu- abu dan kadang menghasilkan eksudat bening .Konidiofor dari beberapa strain ber tumpuk membentuk sinema, khususnya pada bagian tepi koloni. Konidia terbentuk diujung hifa udara, umumnya 2-3 tingkat percabangan dengan sikat licin dan pan ang, rata – rata sikat antara 200-400 μm dan lebar 3,5 – 5 μm . Perkembangbiakan dari jamur *Penicillium spp* hampir sama dengan *Aspergillus spp*, tetapi struktur morfologinya sangat berbeda, memproduksi miselium sederhana dan panjang konidiofor tegak dengan perca bangan dua – tiga menghadap ke ujung, dalam karakteristik simetris atau tidak simetris berbentuk sapu, percabangan konidiofor berakhir, pada kelompok phiallid. Penyebaran konidia dalam rantai mempunyai bentuk yang khusus menyerupai kepala sikat, konidia berbentuk bulat, oval atau bulat panjang.

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dan Pengambilan sampel di Kenagarian Batu Hampar Kecamatan Akabiluru Kabupaten 50 Kota yang telah dimulai pada Maret sampai Juni 2015 (Lampiran 1).

B. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah perakaran tanaman kakao yang sehat, buah yang terserang *Phytophthora palmivora*, medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), medium *Corn Meal Agar* (CMA), *aluminium foil*, akuades, alkohol 70 %, KOH 3 %, kertas saring, NaOCl 1 %, tisu, kertas label, kantong plastik.

Alat-alat yang digunakan adalah cawan petri, botol scoot, gelas ukur, jarum suntik, kotak plastik, pinset, pipet tetes, mikro pipet, spatula, erlenmeyer, *autoclave*, Lemari asam, timbangan analitik, vortex, kompor listrik, batang pengaduk, tabung reaksi, gelas objek, gelas penutup, mikroskop, bunsen, korek api, mortar, jarum ose, pisau, alat dokumentasi dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan dengan metode sampel acak terpilih (*Purposive Random Sampling*). Kriteria lahan yang digunakan adalah dua lahan dengan luas 0,5 ha. Pengambilan sampel tanah dilaksanakan di kebun kakao di Kabupaten 50 kota. Untuk masing-masing jorong diambil satu lahan petani untuk pengambilan sampel. Dalam satu lahan dipilih empat titik sampel yang tanahnya diambil sebagai bahan sampel penelitian. Koleksi jamur dari lapangan menggunakan metode eksplorasi yaitu dengan mengambil sampel dari tanah perakaran kakao. Langkah pertama diisolasi jamur yang terdapat pada tanah rizosfir. Semua isolat diseleksi berdasarkan patogenesitasnya pada buah kakao. Isolat yang nonpatogen selanjutnya dilakukan uji biokontrol terhadap jamur *P. palmivora* penyebab busuk buah kakao dengan metode biakan ganda (*dual culture*) menggunakan Rancangan

Acak Lengkap (RAL) dan dilakukan Uji Lanjut LSD 5% (Lampiran 2). Isolat yang mempunyai kemampuan biokontrol diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis dengan menggunakan buku identifikasi jamur

D. Pelaksanaan

1. Survei Pendahuluan

Kegiatan survei dimulai dengan penetapan lokasi sampel, wawancara dan pengisian kuisisioner untuk melengkapi data penelitian. Lokasi yang diambil adalah salah satu sentra produksi tanaman Kakao di Sumatera Barat yaitu Nagari Batu Hampar Kecamatan Akabiluru, Kabupaten 50 kota.

2. Pengambilan Sampel di Lapangan

Pengambilan sampel di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode Purposive Random Sampling. Sampel diambil dari tanah perakaran tanaman kakao yang tumbuh sehat. Pengambilan sampel tanah yaitu dengan cara menggali tanah pada kedalaman 10–20 cm di sekitar rizosfir. Penggalan tanah menggunakan bor belgi dan diambil sebanyak 500 g. Tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label tanggal pengambilannya. Selanjutnya sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi lebih lanjut.

3. Isolasi dan Identifikasi

a. Isolasi Jamur Rizosfir

Isolasi jamur dilakukan dengan metoda *serial dilution* (pengenceran) (Johnson *et al.*, 1960). Isolasi dilakukan di *laminar air flow* dengan mengambil dari masing-masing sampel tanah sebanyak 10 gram, lalu dilarutkan dalam 100 ml akuadest steril yang telah diberi agristik 0,05% dalam gelas erlenmeyer 250 ml dan divorteks selama 2 menit didapatkan pengenceran 10^{-1} . Kemudian diambil 0,5 ml dari gelas erlemeyer dipindahkan ke tabung reaksi yang telah berisi akuadest 4,5 ml dan dihomogenkan menggunakan vortex dan didapatkan pengenceran 10^{-2} . Dari tabung pengenceran 10^{-2} diambil lagi 0,5 ml dipindahkan ketabung ke dua yang berisi 4,5 ml akuades steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-3} . Pengenceran dilakukan sampai didapatkan suspensi 10^{-4} . Suspensi hasil pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dipindahkan kedalam cawan

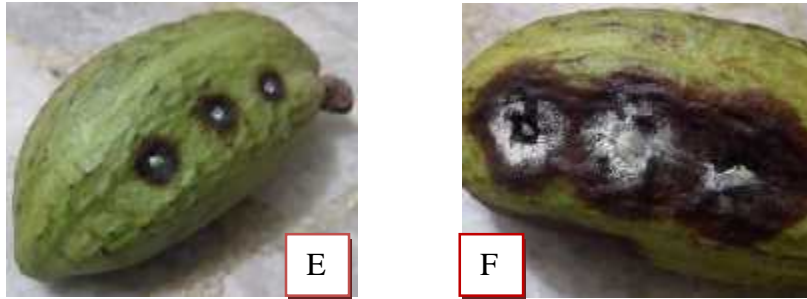
petri berisi medium PDA dan diinkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu kamar. Setiap koloni yang tumbuh dan menunjukkan ciri jamur berbeda, diisolasi ke dalam media PDA yang selanjutnya didapatkan biakan murni. Semua biakan murni yang diperoleh dapat digunakan pada kegiatan selanjutnya. Didapatkan 20 isolat jamur dari rizosfir kakao, semua isolat tersebut diuji patogenesisitasnya pada buah kakao sehat. Tujuh isolat tidak bersifat patogen pada buah kakao, selanjutnya tujuh isolat tersebut yang akan digunakan untuk uji biokontrol.

b. Isolasi Jamur *Phytophthora palmivora* Butler

Isolasi jamur penyebab penyakit dari buah tanaman kakao yang bergejala dilakukan dengan metode tanam langsung di medium CMA dan PDA. Bagian tanaman yang terserang dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm dengan menyertakan jaringan yang sehat. Potongan sampel tersebut kemudian disterilisasi permukaannya dengan cara memasukkan potongan tersebut ke dalam akuades-alkohol 70% - akuades dan dikeringanginkan. Selanjutnya potongan tersebut diletakkan di dalam cawan petri yang telah berisi medium CMA sebanyak 4 potongan/petri dan diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang. Setelah 3 hari inkubasi, jamur yang tumbuh dipindahkan ke medium PDA sampai didapatkan biakan murni dari jamur tersebut, sehingga bisa diamati karakter makroskopis dan mikroskopisnya (Ilma, 2009, Drenth, and Sendall, 2001).

4. Uji Patogenesisitas *P. palmivora*

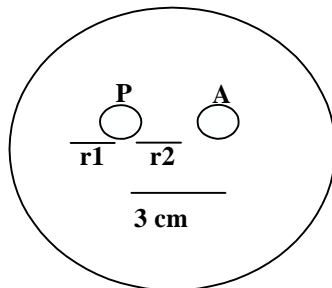
Buah kakao sehat direndam dalam NaOCL 1 % selama 2 menit kemudian dibilas dengan air steril. Selanjutnya buah tersebut dilukai dengan jarum suntik steril sebanyak 3 titik pada permukaan buah. Kemudian diambil miselium jamur *P. palmivora* pada medium PDA dengan menggunakan jarum ose lalu ditempelkan pada luka di permukaan buah tersebut. Buah yang sudah diinokulasi diletakkan pada kotak plastik dan ditutup dengan plastik transparan. Pada kotak diletakkan tisu basah untuk menjaga kelembaban, selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang (Hapsah dan Zuyasna, 2013). Hasil uji patogenesisitas *P. palmivora* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji Patogenesitas Jamur *Phytophthora palmivora* (E, F) (E= 2 hsi, F = 5 hsi)

5. . Uji Biokontrol

Medium yang digunakan untuk uji aktivitas antifungi yaitu media PDA. Uji aktivitas biokontrol dari jamur berasal dari rizosfir tanaman kakao terhadap *Phytophthora palmivora* dilakukan dengan metode *dual culture* (metode biakan ganda) (Gambar 2). Pada metode ini jamur dibiakkan dalam satu cawan petri, kemudian diperhatikan pertumbuhannya dan akan terlihat pertumbuhan jamur mana yang akan lebih berkembang, dari sana dapat disimpulkan apakah jamur rizosfir yang didapatkan dapat menekan pertumbuhan patogen atau tidak.



Gambar 2. Skema penempatan jamur patogen dan agen hayati (Dharmaputra, *et al* 1999)

Keterangan :

P = Koloni jamur patogen

A = Koloni jamur agen hayati

r1 = jari-jari koloni patogen yang menjauhi agen hayati

r_2 = jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni agen hayati

5. Identifikasi

Jamur yang didapat diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati secara makroskopis (warna koloni dan pertumbuhan koloni) dan mikroskopis (percabangan konidiofor, bentuk konidia, dan bentuk lengkap dari jamur antagonis) (Humber, 1997).

Buku yang digunakan untuk mengidentifikasi jamur adalah buku *Soil and Seed Fungi, Morphology of Cultured Fungi and Key to Species* oleh Watanabe (2002) dan *An Illustrated Manual On Identification of some Seed-Borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their Mycotoxins* oleh Singh dan Mathur (1991), *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi (Third edition)* oleh Barnett dan Hunter (1972),

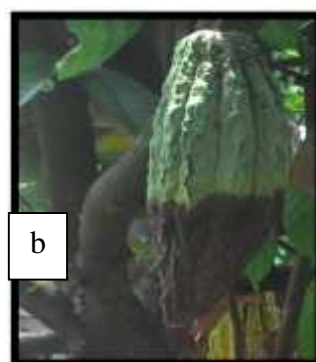
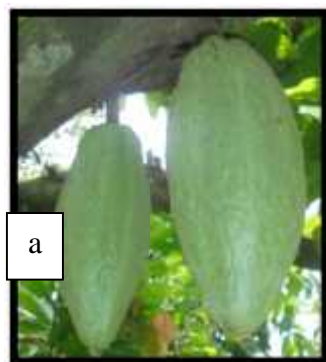
E. Pengamatan

1. Kondisi Agroekosistem

Kondisi areal pertanaman kakao diamati secara langsung dan melakukan wawancara dengan petani di lahan. Pengamatan dilakukan terhadap semua aspek yang berkaitan dengan pengelolaan, pemangkasan, hama dan penyakit serta yang berkaitan dengan budidaya seperti umur tanaman, jenis dan asal bibit, jarak tanam, tanaman pinggir dan lain-lain.

2. Gejala Penyakit Busuk Buah

Pengamatan ini dilakukan sewaktu pengambilan sampel kakao dilapangan dengan cara mengamati gejala tanaman kakao yang terserang oleh *Phytophthora palmivora* Butler penyebab penyakit Busuk buah pada kakao, dan pengamatan gejala dilakukan pada uji patogenesis. Gejala busuk buah ditandai dengan warna cokelat kehitaman. Gejala terserangan penyakit busuk buah kakao dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gejala penyakit busuk buah kakao; a. sehat, b. sakit

3. Karakterisasi Koloni Jamur Rizosfir

3.1 Warna, bentuk dan arah pertumbuhan koloni

Pengamatan dilakukan secara visual terhadap warna koloni, bentuk dan arah pertumbuhan koloni saat biakan jamur rizosfir berumur 7 hari setelah inkubasi dalam media PDA .

3.2 Ketebalan koloni

Ketebalan koloni dari masing-masing isolat jamur rizosfir diamati secara visual pada hari ke 4 setelah inkubasi dengan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria ketebalan koloni jamur rizosfir

No	Kode	Ketebalan koloni
1.	+	Tipis
2.	++	Tebal
3.	+++	Sangat Tebal

3.3 Pertumbuhan koloni

Pengamatan pertumbuhan koloni dari masing-masing isolat jamur rizosfir dilakukan dengan cara mengukur diameter pertumbuhan biakan jamur. Pengukuran koloni dilakukan setelah hari ke 4 dengan kriteria pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria pertumbuhan koloni jamur rizosfir

No	Kode	Pertumbuhan koloni
1.	+	Sangat Lambat
2.	++	Lambat
3.	+++	Cepat

4. Biakan Ganda

4.1 Antibiosis (Zona Bening)

Pengamatan zona bening yang dihasilkan oleh jamur rizosfir kakao terhadap *P.Palmivora* dilakukan mulai dari hari kedua setelah pembuatan biakan ganda sampai jamur pada perlakuan kontrol memenuhi cawan petri. Pengukuran menggunakan kertas grafik millimeter.

4.2 Daya Hambat

Pengamatan terhadap persentase hambatan diukur dari hari pertama setelah ditanam ke media PDA sampai 5 hari, dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

r1

Keterangan :

P : Daya hambat (%)

r1 : Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis

r2 : Jari-jari patogen yang mendekati koloni jamur antagonis

Data diameter penambahan koloni dan persentase hambatan jamur antagonis dianalisa sidik ragam dan apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut LSD taraf 5%.

4.3 Tingkat invasi jamur antagonis

Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya invasi terhadap jamur patogen pada metode biakan ganda sampai 6 hari. Kemampuan antagonisme jamur antagonis terhadap *P.palmivora* ditentukan dengan menggunakan skala tingkat invasi.

Tabel 3. Skala tingkat invasi jamur antagonis terhadap *P.palmivora*

Skala	Tingkat invasi
0	Tidak ada invasi pada permukaan koloni jamur patogen
1	Ada invasi ¼ pada permukaan koloni jamur patogen
2	Invasi ½ pada permukaan koloni jamur patogen
3	Invasi total pada permukaan koloni jamur patogen
4	Invasi total dan terjadi sporulasi pada koloni jamur patogen

Elians dan Acros *cit* Bernal *et al* (2004).

4.4 Mekanisme parasitisme dengan metode slide culture

Pada metode ini dilakukan pengamatan parasitisme dengan melihat adanya penempelan, pelilitan, penetrasi, dan lisis. Pengamatan dilakukan mulai dari hari ke-2 setelah ditumbuhkan pada *slide culture*. Metode ini dilakukan terhadap isolat yang memiliki kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan jamur *P.palmivora*.

5. Jenis Jamur Antagonis

Isolat jamur yang didapatkan diidentifikasi sampai tingkat genus. Identifikasi dilakukan terhadap isolat yang memiliki mekanisme antagonis terhadap jamur *P. palmivora*.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kondisi Agroekosistem

Nagari Batu Hampa, Kecamatan Akabiluru yang dijadikan sebagai daerah sampel memiliki topografi berbukit dan bergelombang dengan ketinggian tempat 540-1100 m dpl. Berdasarkan pengamatan kondisi pertanaman kakao di nagari Batu Hampa, kecamatan Akabiluru, Kabupaten Lima Puluh Kota menunjukkan budidaya yang dilakukan petani kakao belum optimal seperti pengendalian hama dan penyakit, pemupukan, dan sanitasi (Lampiran 5). Pertanaman kakao di daerah ini menggunakan sistem pertanaman polikultur dan monokultur, dimana terdapat tanaman lain seperti kelapa, pinang, pepaya, pisang dan durian (Gambar 4). Tanaman tersebut sangat berguna bagi tanaman kakao sebagai pelindung.

Pertumbuhan tanaman kakao pada kecamatan tersebut rata-rata cukup baik, berumur diatas 15 tahun. Varietas kakao yang dibudidayakan oleh masyarakat adalah varietas *Forastero* dan *Trinitario* (hibrida *criollo* dan *trinitario*). Kedua varietas ini memiliki sifat morfologi yang sangat berbeda (Lampiran 6).



Gambar 4. Kondisi Pertanaman Kakao di Nagari Batu Hampa : A.Lahan 1, B Lahan 2

2. Karakterisasi Koloni Jamur *P. palmivora* yang Diisolasi dari Permukaan Buah

Hasil pengamatan secara makroskopis menunjukkan bahwa koloni *Phytophthora palmivora* berwarna putih. Pada pengamatan ketebalan hifa didapatkan ketebalan hifa *P.Palmivora* tebal dan menyebar rata keseluruh permukaan (Gambar 3). Hifa tidak berwarna, jamur membentuk sporangium (*Zoosporangium*) berbentuk buah pear, Sporangium dapat berkecambah secara langsung dengan membentuk pembuluh kecambah. Jamur dapat membentuk klamidospora yang bulat. Struktur dari jamur *P.palmivora* yang diperoleh sesuai dengan penelitian Umayah dan purwantara, 2006 yang menyatakan umumnya sporangium berbentuk buah pear (ovoid) meskipun ditemukan juga variasi bentuk lainnya, mempunyai papilla yang jelas, bersifat caducous (mudah lepas dari sporangiofor) dengan tangkai pendek.

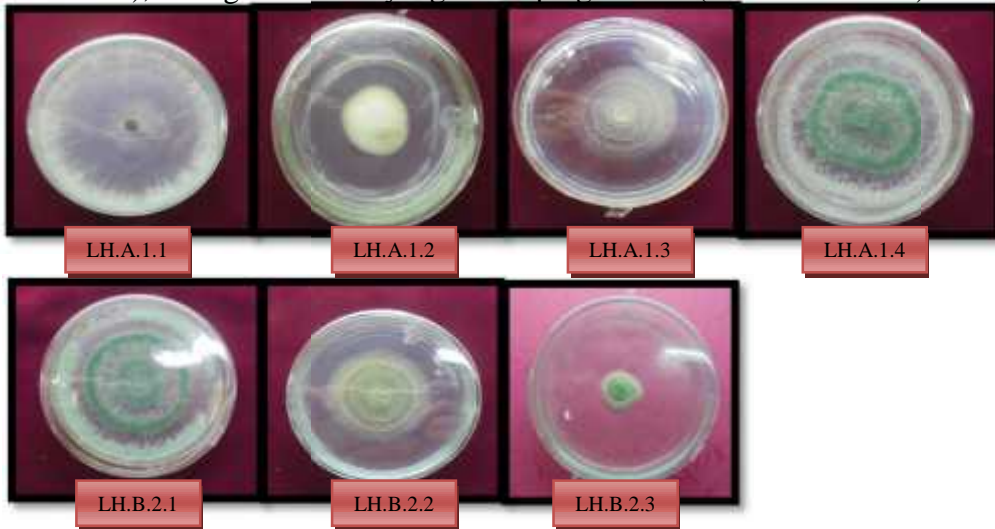


Gambar 5. Makroskopis dan Mikroskopis jamur *Phytophthora palmivora*. Makroskopis (A.Tampak Atas, B.Tampak Bawah), Mikroskopis (C) (400 x) (1. sporangium, 2. klamidospora)

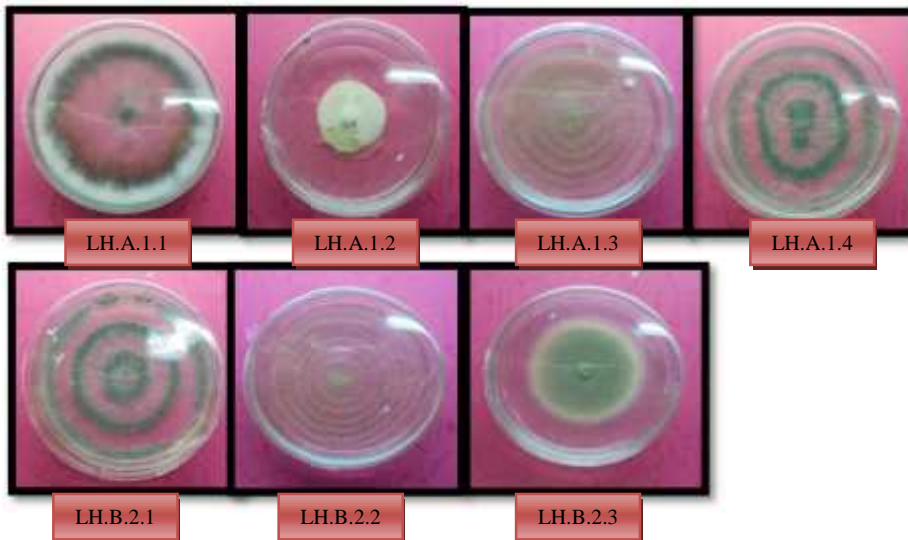
3. Karakterisasi Koloni Jamur Rizosfir

Hasil pengamatan makroskopis dari masing-masing isolat yang bersifat antagonis terhadap jamur *P. palmivora* yang dilihat dari warna, bentuk, arah pertumbuhan dan ketebalan koloni menunjukkan adanya perbedaan antar isolat (Tabel 4, Gambar 6 dan 7). Dari Tabel 4, Gambar 6 dan 7 dapat dijelaskan bahwa isolat yang didapatkan umumnya mempunyai ciri-ciri yang beragam. Pada lahan 1 dengan kode isolat LH.A.1.1 berwarna putih kehitaman, isolat LH.A.1.2 berwarna krem kekuningan, isolat LH.A.1.3 berwarna hijau muda kuning putih, isolat LH.A.1.4 berwarna hijau. Arah pertumbuhan 4 isolat jamur ini berbeda, ada yang kesamping dan ke atas dan ada yang kesamping saja. Isolat LH.A.1.2, LH.A.1.3, LH.A.1.4

bentuk koloninya melingkar, sedangkan koloni yang menyebar yaitu isolat LH.A.1.1. Jamur rizosfir pada lahan 2 kode Isolat LH.B.2.1 hijau tua , isolat LH.B.2.2 hijau muda, isolat LH.B.2.3 hijau muda putih. Arah pertumbuhan 3 isolat jamur ini berbeda ada yang kesamping (Isolat LH.A.1.2, LH.A.1.3, LH.A.1.4 LH.B.2.1, LH.B.2.2, LH.B.2.3),sedangkan koloni yang kesamping ke atas (Isolat LH.A.1.1).



Gambar 6. Bentuk koloni isolat jamur antagonis dari rizosfir tanaman kakao berumur 4 hari.



Gambar 7. Bentuk koloni isolat jamur antagonis dari rizosfir tanaman kakao berumur 7 hari

4. Biakan Ganda

4.1 Uji Daya Hambat

Hasil pengamatan uji daya hambat tujuh isolat jamur rizosfir terhadap *Phytophthora palmivora* memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7). Rata-rata daya hambat masing-masing isolat jamur rizosfir dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji daya hambat isolat jamur antagonis terhadap jamur *phytophthora palmivora*.

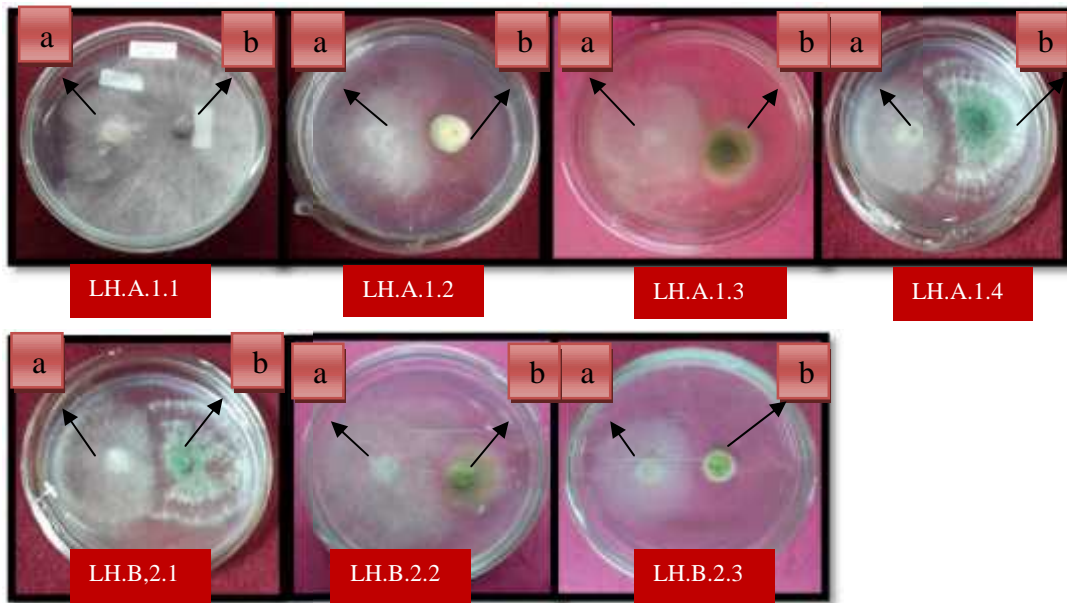
Kode Isolat	Rata-Rata Daya Hambat Terhadap <i>Phytophthora Palmivora</i> (%)	Antibiosis	Rata-rata lebar zona bening(cm)
LH.B.2.1	41.975 a	+	0,7
LH.A.1.4	41.665 a	+	0,6
LH.A.1.1	39.995 a	-	-
LH.A.1.3	26.665 b	-	-
LH.B.2.3	23.380 b	-	-
LH.B.2.2	21.180 b	-	-
LH.A.1.2	14.995 c	-	-

KK=8.77

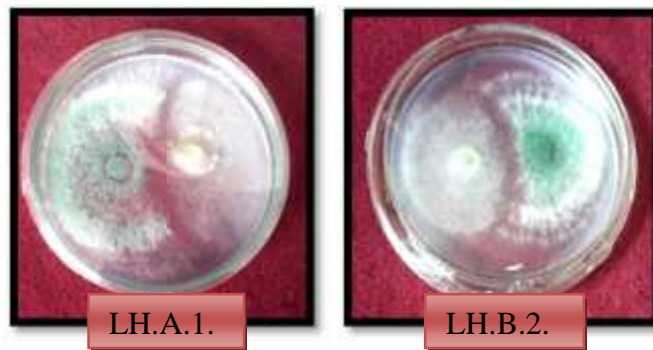
Angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda nyata menurut uji lanjut LSD taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5 isolat LH.B.2.1 memiliki daya hambat tertinggi (41.975%) dibandingkan dengan isolat lain. Daya hambat LH.B.2.1 berbeda tidak nyata dengan isolat LH.A.1.4,LH.A.1.1, tetapi berbeda nyata dengan isolat LH.A.1.3,LH.B.2.3, LH.B.2.2 dan LH.A.1.2. Isolat LH.A.1.2 memiliki daya hambat terendah, yaitu 14.995%. Daya hambat ketujuh isolat dapat dilihat pada (Gambar 8).

Pada Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa dua isolat LH.B.2.1 dan LH.A.1.4 memiliki mekanisme penghambatan berupa antibiosis sedangkan lima isolat tidak memiliki mekanisme penghambatan berupa antibiosis. . Rata-rata hasil pengukuran zona bening pada isolat LH.A.1.4 yaitu 0,6 cm, sedangkan isolat LH.B.2.1 didapatkan hasil yaitu 0,7 cm (Tabel 5 dan Gambar 9).



Gambar 8. Biakan Ganda antara 7 Isolat Jamur rizosfir dengan *Phytophthora palmivora*. Hifa steril (LH.A.1.1) *Penicillium* sp(LH.A.1.2), *Aspergillus* sp(LH.A.1.3), *Trichoderma* sp (LH.A.1.4) *Trichoderma* sp (LH.B.2.1) *Aspergillus* sp (LH.B.2.2) *Aspergillus* sp (LH.B.2.3) (a : *Phytophthora palmivora*, b : Jamur Rizosfir).



Gambar 9. Antibiosis (zona bening) jamur antagonis rizosfir kakao (5 hsi).

4.2 Tingkat invasi jamur antagonis

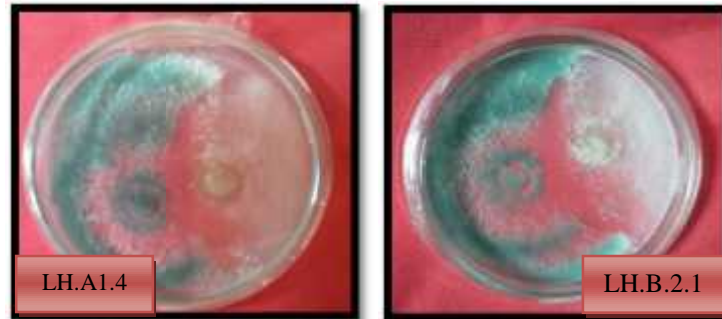
Hasil pengamatan makroskopis terhadap tingkat invasi jamur antagonis terhadap jamur patogen *P. palmivora* pada hari keenam setelah uji antagonis menunjukkan bahwa isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1 mampu menginvasi jamur *P.*

palmivora. Isolat LH.B.2.1 memiliki skala tingkat invasi tertinggi yaitu 2, sedangkan isolat LH.A.1.4 memiliki skala tingkat invasi terendah yaitu 1 (Tabel 6).

Tabel 6. Skala tingkat invasi jamur *Trichoderma* sp terhadap *P.palmivora*

Kode Isolat	Tingkat invasi
LH.A.1.1	-
LH.A.1.2	-
LH.A.1.3	-
LH.A.1.4	1
LH.B.2.1	2
LH.B.2.2	-
LH.B.2.3	-

Isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1 terus tumbuh ke arah koloni jamur *P. palmivora* dan menyebabkan koloni *P. palmivora* tertutup oleh sebagian miselia dan konidia dari isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1 (Gambar 10).



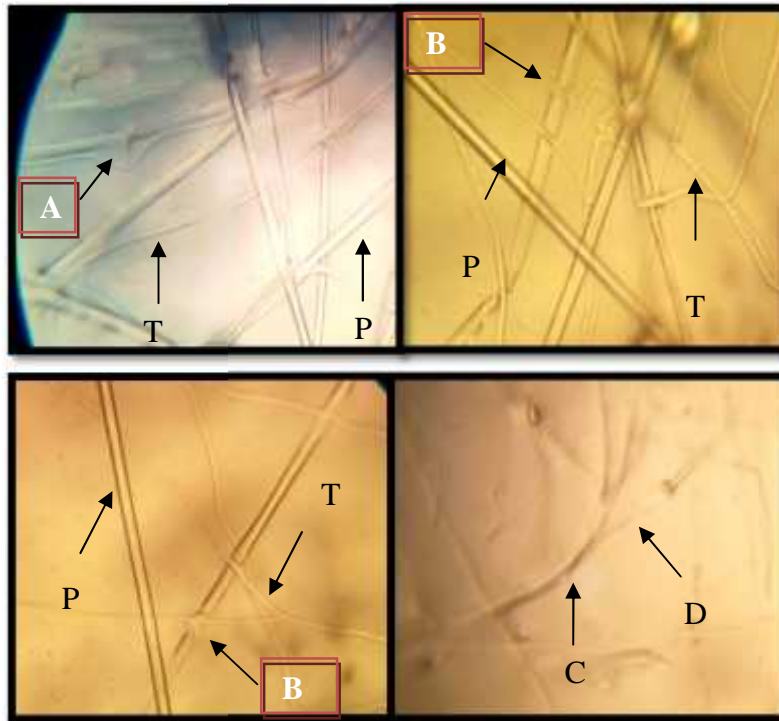
Gambar 10. Tingkat invasi jamur antagonis (isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1) terhadap jamur *P. palmivora* (6 hsi)

4.3 Mekanisme parasitisme dengan metode slide culture

Isolat yang diuji dalam pengamatan mekanisme parasitisme adalah isolat LH.B.2.1, dimana isolat ini terbaik dalam menekan perkembangan *P. palmivora*. Hasil pengamatan terhadap mekanisme penghambatan jamur antagonis terhadap jamur *P. palmivora* menunjukkan bahwa jamur antagonis dapat menghambat perkembangan *P. palmivora* melalui mekanisme mikoparasitisme. Mekanisme

mikoparasitisme ini diawali dengan terjadinya penempelan hifa jamur antagonis dengan jamur patogen. Selanjutnya jamur antagonis melakukan pelilitan dan penetrasi terhadap jamur patogen (Gambar 11)

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan terjadinya pertemuan koloni antara isolat jamur antagonis dengan *P. palmivora* pada tiga hari setelah inokulasi, terlihat adanya mekanisme mikoparasitisme jamur antagonis terhadap jamur patogen *P. palmivora* berupa penempelan, pelilitan dan penetrasi (Gambar 11).



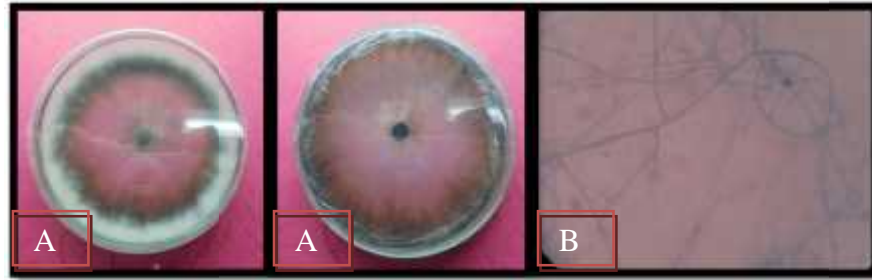
Gambar 11. Mekanisme parasitisme antara jamur antagonis dengan *P. palmivora* dengan metode *slide culture* (A. Penempelan (3 hsi), B. Pelilitan (3 hsi), C. Penetrasi (3 hsi), D. Lisis (3 hsi). Perbesaran 400 X. (T= *Trichoderma* sp, P = *P.palmivora*).

5. Jenis Jamur Antagonis

Karakteristik makroskopis dan mikroskopis masing-masing isolat jamur yang didapatkan dari rizosfir kakao yang berpotensi menekan *P.palmivora* dapat dilihat pada Gambar 12 sampai Gambar 18.

5.1 Isolat LH.A.1.1

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.A.1.1 memiliki warna koloni tampak atas putih keabu-abuan dan tampak bawah putih kehitaman, bentuk koloni menyebar dan jamur yang tidak membentuk spora (Gambar 12). Jamur ini belum berhasil diidentifikasi sampai tingkat genus (unidentified isolat).



Gambar 12. Makroskopis dan mikroskopis LH.A.1.1 A. bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B. Bentuk mikroskopis (perbesaran 400X)

5.2 Isolat LH.A.1.2

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.A.1.2 memiliki warna koloni tampak atas krem-kekuningan dan tampak bawah kekuningan, bentuk koloni melingkar (Gambar 13A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, konidiofor tegak, dan memiliki fialid pada ujungnya (Gambar 13B).

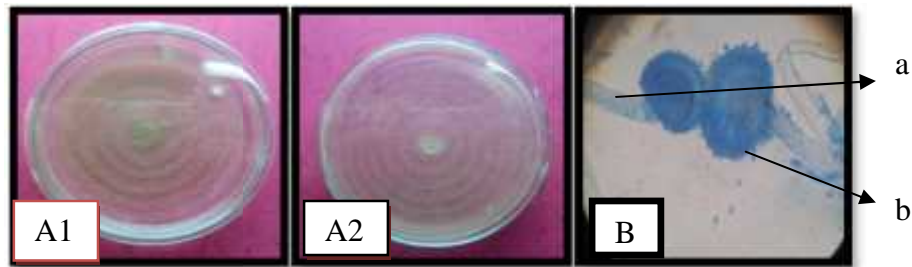


Gambar 13. Makroskopis dan mikroskopis LH.A.1.2 A Bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B. Bentuk mikroskopis (a : konidia, b : fialid,) (perbesaran 400X).

Menurut Barnet & Hunter (1972) di dekat ujung konidiofor terbentuk percabangan seperti sapu pada tempat munculnya konidia yang berakhir sebagai fialid yang mudah lepas dalam keadaan kering. Konidia tidak berwarna, terdiri atas satu sel, umumnya membulat dan terbentuk secara basipetal. Koloni jamur berwarna hijau dan jamur ini bersifat parasit dan saprofit.

5.3 Isolat LH.A.1.3

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.A.1.3 memiliki warna koloni tampak atas hijau muda dan tampak bawah hijau muda, bentuk koloni melingkar (Gambar 14A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, hifa bersekat, konidiofor berkembang baik dan diujungnya terbentuk vesicle (Gambar 14 B).

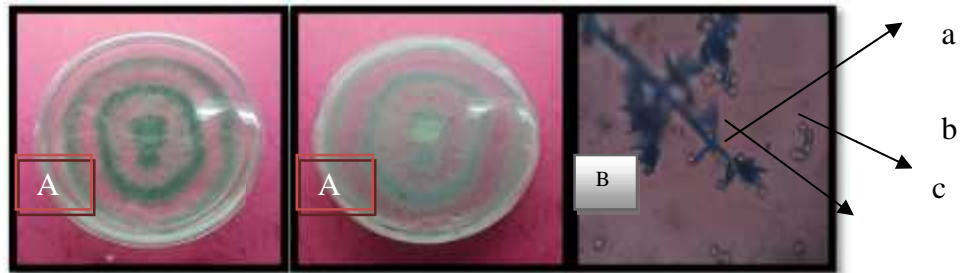


Gambar 14. Makroskopis dan mikroskopis LH.A.1.3 A Bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B. Bentuk mikroskopis (a : konidiofor, b : vesicle) (perbesaran 1000X).

Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat tersebut dapat diidentifikasi sebagai *Aspergillus* sp. Menurut Singh dan Mathur (1991) koloni jamur tumbuh sempurna dalam tujuh hari dengan suhu ruang 25°C . Sementara itu, Barnelt (1960) menyatakan bahwa ciri- ciri jamur *Aspergillus* memiliki koloni berwarna kuning kehijauan dan panjang konidiofor mencapai $300 - 500\mu\text{m}$.

5.4 Isolat LH.A.1.4

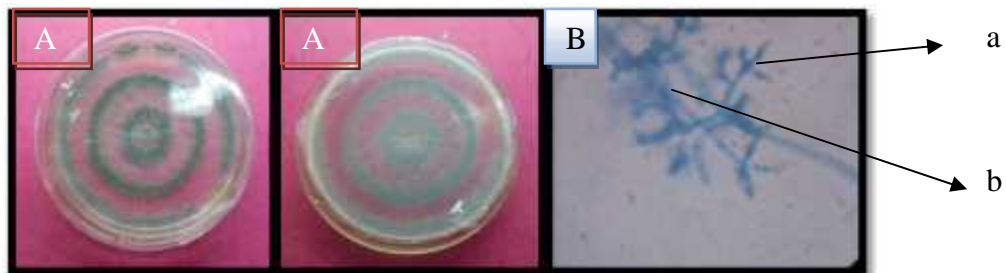
Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.A.1.4 memiliki warna koloni tampak atas hijau tua dan tampak bawah hijau tua, bentuk koloni melingkar (Gambar 15 A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, hifa bersekat, bercabang, mempunyai fialid (Gambar 15 B). Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat tersebut dapat diidentifikasi sebagai *Trichoderma* sp. Menurut Rifai (1996), bahwa warna koloni *Trichoderma* ada yang kekuningan, kuning, putih dan hijau.



Gambar 15. Makroskopis dan mikroskopis LH.A.1.4 A Bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B. Bentuk mikroskopis (a : fialid, b : konidia, c: konidiofor) (perbesaran 1000X).

5.5 Isolat LH.B.2.1

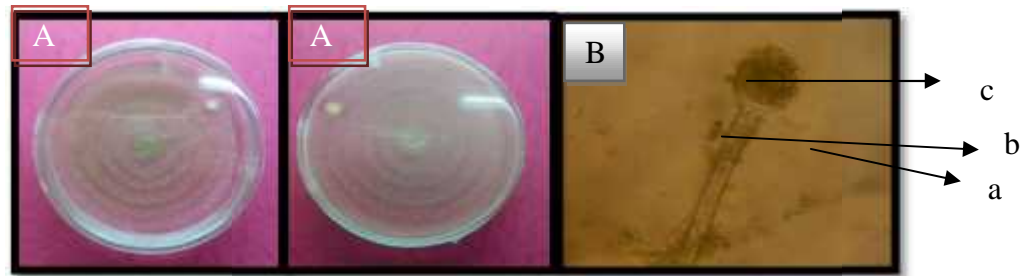
Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.B.2.1 memiliki warna koloni tampak atas hijau tua dan tampak bawah hijau tua, bentuk koloni menyebar (Gambar 16A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, hifa bersekat, bercabang, mempunyai fialid (Gambar 16B). Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat tersebut dapat diidentifikasi sebagai *Trichoderma* sp. Menurut Rifai (1996), bahwa warna koloni *Trichoderma* sp. ada yang kekuningan, kuning, putih dan hijau. Koloni *Trichoderma* pada awal inkubasi akan berwarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Konidiumnya berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$ dan berdinding halus (Soesanto, 2008).



Gambar 16. Makroskopis dan mikroskopis LH.B.2.1 A : Bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B. Bentuk mikroskopis (a : fialid, b : konidiofor) (perbesaran 1000X).

5.6 Isolat LH.B.2.2

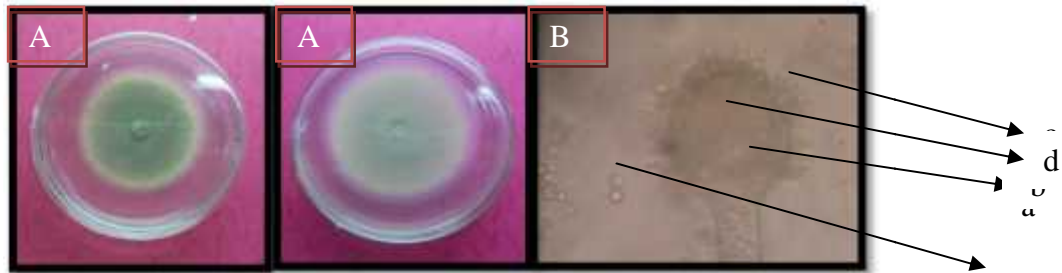
Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.B.2.2 memiliki warna koloni tampak atas hijau muda dan tampak bawah hijau muda, bentuk koloni melingkar (Gambar 17A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, hifa bersekat, konidiofor berkembang baik dan diujungnya terbentuk vesicle (Gambar 17B). Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat tersebut dapat diidentifikasi sebagai *Aspergillus* sp. Menurut Singh dan Mathur (1991) kepala konidia berbentuk bulat, dinding konidiofor tipis berwarna putih atau berwarna kecoklatan. Vesicle berbentuk bulat hingga semi bulat dan berdiameter 50- 100 μm . Fialid terbentuk pada metula dan berukuran 7-9,5 x 3-4 μm .



Gambar 17. Makroskopis dan mikroskopis LH.B.2.2 A : Bentuk makroskopis (7hsi : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B : Bentuk mikroskopis (a : konidia, b : konidiofor, c : vesicle) (perbesaran 400X).

5.7 Isolat LH.B.2.3

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat LH.B.2.3 memiliki warna koloni tampak atas hijau muda dan tampak bawah hijau muda, bentuk koloni melingkar (Gambar 18A). Sedangkan pengamatan secara mikroskopis, hifa bersekat, konidiofor berkembang baik dan diujungnya terbentuk vesicle (Gambar 18B). Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat tersebut dapat diidentifikasi sebagai *Aspergillus* sp. Menurut Singh dan Mathur (1991) konidia berbentuk bulat, dinding konidiofor tipis berwarna putih atau berwarna kecoklatan. Vesikula berbentuk bulat hingga semi bulat dan berdiameter 50- 100 μm . Fialid terbentuk pada metula dan berukuran 7-9,5 x 3-4 μm .



Gambar 18. Makroskopis dan mikroskopis LH.B.2.3. A : Bentuk makroskopis (7hsi) : A1). Tampak atas, A2). Tampak bawah, B : Bentuk mikroskopis (a : konidia, b : konidiofor, c: fialid, d : vesicle) (perbesaran 1000X).

B. Pembahasan

Hasil isolasi jamur dari rizosfir kakao didapatkan 20 isolat jamur. Setelah dilakukan uji patogenisitas terhadap buah kakao sehat, dari 20 isolat tersebut 13 isolat bersifat patogen pada tanaman dan 7 isolat tidak. Hal ini berarti bahwa pada rizosfir atau tanah disekitar akar tanaman kakao bisa ditemukan jamur yang bersifat patogen pada tanaman atau tidak patogen pada tanaman. Masih ditemukannya jamur patogen pada rizosfir kakao disebabkan karena kurangnya kebersihan kebun. Bagian tanaman yang sakit dan sisa tanaman setelah pemangkasan masih dibiarkan berada di kebun. Hal ini menyebabkan patogen tanaman selalu ditemukan dan bertahan di dalam tanah. Menurut Denny (2010) rizosfir merupakan daerah atau tempat terjadinya interaksi kompleks antara akar, eksudat akar dan mikroorganisme yang bersifat patogen atau yang menguntungkan. Sudrajat *et al* (2014) juga mengemukakan bahwa rizosfir merupakan daerah yang ideal bagi tumbuh dan berkembangnya mikroba tanah. Hasil penelitian Purwantisari dan Rini (2009) juga menunjukkan bahwa pada rizosfir tanaman kentang ditemukan isolat jamur yang bersifat patogen dan non patogen yaitu isolat jamur yang termasuk ke dalam genus *Trichoderma* (2 isolat), *Penicillium* (1 isolat), *Phytophthora* (2 isolat), *Mucor* (1 isolat) dan 2 isolat jamur yang belum teridentifikasi sehingga belum diketahui genusnya. Keberadaan mikroorganisme di rizosfir sangat beragam, bahkan dapat mencapai kedalaman di bawah 50 cm di dalam tanah, misalnya untuk jamur patogen *Fusarium* sp. (Domsch *et al.*, 1980).

Hasil pengamatan uji daya hambat tujuh isolat jamur rizosfir terhadap *Phytophthora palmivora*. yang telah dilakukan di laboratorium menunjukkan bahwa ketujuh isolat mampu menghambat perkembangan jamur patogen dengan daya hambat berkisar antara 14.995-41.975%. Adanya perbedaan daya hambat ketujuh isolat yang diuji disebabkan karena adanya perbedaan kecepatan tumbuh dari masing-masing isolat dan kemampuannya berkompetisi dalam mendapatkan nutrisi dari media tumbuh. Menurut Melysa *et al.*, (2013) sifat antagonis muncul dikarenakan adanya persaingan yang terjadi antara dua jenis jamur yang ditumbuhkan berdampingan. Persaingan ini terjadi akibat adanya kebutuhan yang sama dari masing-masing jamur, yaitu kebutuhan tempat tumbuh dan nutrisi dari media yang digunakan untuk tumbuh. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Mpika *et al* (2009) dan Husain *et al* (2012) bahwa ada perbedaan daya hambat isolat jamur antagonis terhadap jamur patogen *P. palmivora*.

Mekanisme penghambatan jamur antagonis selain kompetisi, juga dapat berupa antibiosis yang ditunjukkan dengan adanya zona bening. Dari tujuh isolat yang diuji hanya dua isolat yang bersifat antibiosis, sedangkan lima isolat tidak bersifat antibiosis. Terbentuknya zona bening ini diduga karena adanya senyawa metabolit yang dihasilkan jamur antagonis dan bersifat antifungal. Menurut Yoza dan Sunarwati, (2010) menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* mampu memproduksi antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan hifa jamur patogen. Misalnya *Trichoderma viride* menghasilkan antibiotik gliotoksin dan viridin dan *Trichoderma harzianum* dapat memproduksi enzim β -1, 3 glukonase dan kitinase yang dapat melisis hifa patogen. Enzim yang dihasilkan dapat merusak dinding sel jamur patogen dan akhirnya akan menyebabkan kematian sel. Aeny *et al.* (2011) melaporkan bahwa keberadaan jamur patogen akan merangsang *Trichoderma viride* untuk menghasilkan senyawa antibiotik viridin, yang ditunjukkan oleh adanya pigmen berwarna kuning kecoklatan. Adanya antibiotik ini menyebabkan hifa dan sporangium *P. palmivora* yang bersentuhan dengan koloni *T. viride* mengalami lisis.

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa kedua isolat ini juga menunjukkan kemampuannya dapat tumbuh menimpa atau di atas koloni jamur *P.*

palmivora (invasi) yang mengindikasikan terjadinya mekanisme mikoparasitisme. Dari Gambar 10, dapat dilihat bahwa pada hari ke-6 dua isolat (LH A1.4 dan LH B2.1) menginvasi koloni jamur *P. palmivora*. Hasil pengamatan mikoparasitisme jamur *P. palmivora* oleh jamur antagonis (Gambar 11) memperlihatkan terjadinya penempelan, pelilitan, penetrasi, lisis. Nurbailis (2008) melaporkan adanya mekanisme parasitisme jamur *Trichoderma* terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* (*Foc*) ditunjukkan dengan kemampuan jamur *Trichoderma* melakukan penetrasi dan masuk ke dalam hifa *Foc*, kemudian tumbuh, berkembang dan membentuk konidia di dalam sel hifa patogen. Marlina dan Susanti (2013) menyatakan bahwa ketika mikoparasit itu mencapai inangnya, hifanya kemudian membelit atau menghimpit hifa inang tersebut dengan membentuk struktur seperti kait (*hook-like structure*), mikoparasit ini juga terkadang menembusi miselium inang dengan mendegradasi sebagian dinding sel inang.

Hasil identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis menunjukkan bahwa dari ketujuh isolat yang bersifat antagonis terhadap jamur *P. palmivora*, dua isolat tergolong ke dalam genus *Trichoderma*, tiga isolat tergolong ke dalam genus *Aspergillus*, satu isolat tergolong ke dalam genus *Penicillium* dan satu isolat tergolong hifa steril.

Jamur *Trichoderma* spp. merupakan salah satu jamur saprofit tanah yang hidup bebas, dan memiliki interaksi yang tinggi dalam sistem perakaran, tanah dan di filosfir. *Trichoderma* spp. dilaporkan sebagai agens hayati yang mampu mengendalikan penyakit tanaman karena memiliki beberapa mekanisme antagonisme seperti kompetisi, mikoparasitisme, dan antibiosis. Selain itu, *Trichoderma* spp. juga dapat menghasilkan toksin, enzim, serta mampu menghambat atau mendegradasi enzim yang sangat penting bagi jamur patogen tanaman (Harman *et al.*, 2004). Kemampuan *Trichoderma* dalam menghambat perkembangan jamur *P. palmivora* juga dilaporkan oleh Aeny *et al.* (2011). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa isolat *Trichoderma* yang diuji menunjukkan potensi penghambatan yang cukup baik terhadap pertumbuhan secara *in vitro* *P. palmivora* dengan daya hambat 44.5-63.2% tergantung pada sumber isolat. Berdasarkan klasifikasi

antagonismenya, dari tujuh isolat *Trichoderma* yang diuji, lima isolat tergolong dalam antagonis Kelas 1 yaitu *Trichoderma* tumbuh baik dan menimpa koloni jamur patogen serta menutupi seluruh permukaan media. Dua isolat yang lain tergolong dalam antagonis Kelas 2, yaitu *Trichoderma* tumbuh menutupi 75% permukaan media. Selain dapat menghambat pertumbuhan, jamur antagonis *Trichoderma spp* mampu menguasai ruang dan nutrisi bahkan ada beberapa isolat yang mampu tumbuh diatas koloni *Foc* sehingga patogen tidak dapat berkembang (Nurbailis, 2008). Juliati (2007) yang menyatakan bahwa *T.virens* pada hari ke-6 sudah mulai menginvasi dan kemampuan menginvasi semakin meningkat pada hari ke-10 bahkan terjadi pertumbuhan konidia *T.virens* pada koloni *S.rolfsi*.

Jamur *Aspergillus* umumnya sebagai saprofit, bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana-mana secara alami. *Aspergillus* dapat diisolasi dari tanah, sisa-sisa tanaman lapuk serta di lingkungan udara (Noveriza, 2007). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus* mampu menghambat perkembangan jamur *P. palmivora* dengan daya hambat 21-27%. Hasil penelitian Husain *et al* juga menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus* mampu menghambat perkembangan jamur *P. palmivora* baik secara *in vitro* (pada media PDA) maupun *in vivo* (pada buah kakao).

Penicillium sp merupakan jamur antagonis yang berpotensi mengendalikan jamur patogen *P. palmivora*. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa daya hambat jamur ini terhadap *P. palmivora* adalah 14.995%. Hasil penelitian Adebola dan Amadi (2010) menunjukkan bahwa jamur *Penicillium digitatum* mampu menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* secara *in vitro* dengan daya hambat mencapai 74%. Menurut Alexander (1930, cit Purwantisari dan Rini, 2009) jamur *Penicillium sp* adalah jamur saprofit yang paling umum dijumpai dalam tanah. Jamur ini dapat melindungi tanaman terhadap patogen tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Hasil isolasi jamur dari rizosfir tanaman kakao didapat tujuh isolat yang bersifat antagonis dengan karakter morfologi yang bervariasi.
2. Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa daya hambat ketujuh isolat berkisar antara 14,995% sampai dengan 41,975%. Isolat LH.A.1.4 dan LH.B.2.1 memiliki daya hambat paling tinggi dibandingkan dengan isolat lain.
3. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat dengan daya hambat tertinggi tergolong kedalam genus *Trichoderma* (LH.A.1.4 dan LH.B.2.1). Tiga isolat tergolong kedalam genus *Aspergillus*. Satu isolat tergolong kedalam genus *Penicillium* dan satu isolat belum teridentifikasi (unidentified isolate).

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih lanjut tentang karakter jamur antagonis yang bersifat biokontrol terhadap *Phytophthora palmivora* secara genetik dan diidentifikasi lanjut sampai tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi dan Latief ,A. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayumedia Publishing, Malang.
- Adebola, M.O and Amadi, J.E.2010. Screening three *Aspergillus* spesies for antagonistic activities against the cocoa black pod organism (*phytophthora palmivora*). Agric.Biol.J.N.1(3) : 362-365.
- Aeny,T.N. Juariyah.S.dan Maryono.T.2011. Potensi antagonis beberapa isolate Trichoderma terhadap *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah kakao.Prosiding seminar nasional sains dan teknologi IV.Bandar Lampung 24-30 November 2011. 521-533
- Agung,P.2012. Inventarisasi Hama dan Penyakit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) Serta Tingkat Serangannya Di Kabupaten Lima Puluh Kota. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat. 2011. Teknologi Budidaya Tanaman Kakao di Areal Kebun Kelapa <http://www.sumbar.litbang.deptan.go.id> [13 Juli 2014]
- Barnet, H.L. & Hunter, B.B. (1972).Illustrated Genera Of Imperfect Fungi (Third Edition) . Minneapolis, Minnesota : Burgess Publishing Company.
- Bernal A, Andreu CM, Moya MM, Gonzalez, and Fernandez O. 2004. Use of *Trichoderma* spp–like alternative ecologica for the control of *Fusarium oxysporum schlecht* f.sp *cubense* (E.F. SMITH) SNYD & HANS. Farming research center and faculty of farming sciences. Central University of the Villas.
- Budiarti, Lina dan Nurhayati.2014. Kelimpahan Cendawan Antagonis pada Rhizosfer Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk.) di Lahan Kering Indralaya Sumatera Selatan Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang 26 -27September 2014
- Carlile M.J, Watkinson S.C, Goodday GW. 2001. The Fungi 2nd. New York, London. Academy Press. d/index.[11 September 20014].
- Cook, R. J. and Baker, K.F. 1993. Biological Control of Plant Pathogen. San Fransisco. Freeman & Co.,v
- Denny, J.Bruck.2010. Fungal Entomopathogen in The Rhizosphere. Biocontrol 55 : 103-112

- Dharmaputra, O.S., A.W. Gunawan, R. Wulandari, T. Basuki. 1999. Cendawan Kontaminan Dominan pada Bedengan Jamur Merang dan Interaksinya dengan Jamur Merang secara In-Vitro. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 4(1): 14-18.
- Direktorat Jendral Bina Produksi Pertanian. 2004. Laporan Penyebaran Tanaman Kakao di Indonesia. Departemen Pertanian.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Statistik Perkebunan Kakao di Indonesia. Jakarta
-----2014. Statistik Perkebunan Kakao di Indonesia. Jakarta
- Domsch K.H., Gams.W, Anderson.T-H 1980. *Compendium Of Soil Fungi*. Volume 1. Academic Press. London.
- Drenth A and Sendall B. 2001. Practical guide to detection and identification of *Phytophthora*. CRC for Tropical Plant Protection Brisbane. Australia (1): 5-41
- Dwidjoseputro, D. 1975. Pengantar Mikologi. Bandung Penerbit Alumni..
- Engla Y. L. 2013. Eksplorasi Jamur Rizosfir yang Berpotensi Sebagai Biokontrol Terhadap Jamur *Fusarium Oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Krisan (*Chrysanthemum sp.*) [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas.
- Hafsah,S dan Zuyasna. 2013. Uji Patogenisitas Beberapa Isolat Penyakit Busuk Buah Kakao Asal Aceh dan Evaluasi Efektivitas Metode Inokulasi. *Jurnal Agrista* 17(1) : 42-48
- Harman G.E., Howell R. C., Viterbo A., Chet I., Lorito M. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent, plant symbionts. *Nature reviews, Microbiology*. 2 : 43-56.
- Harman, G. E. 2000. Changes in Perceptions Derived from Research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant disease* 84(4) : 377-295. Hislop, E. C. 1964. Black Pod Disease. *Cacao Grower Bulletin*.
- Hislop, E. C. 1964. Black Pod Disease. *Cacao Grower Bulletin*.
- Humber, R.A. 1997. Fungi : Identification In Lacey, I. A. (Ed). *Biological Techniques. Manual of Techniques in Insect Pathology*. Academy Press. 153-185 .
- Husain, F, Umrah dan Alwi M, 2012. Skrining *Aspergillus* Antagonis Terhadap *Phytophthora palmivora* Butler. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao di Sulawesi Tengah. *Universitas Tadulako. Biocelbes*. 6 (2) : 56-65

- Jailani, H. 2013. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen Pada Rizosfir Berbagai Tanaman Sayuran. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Padang. Universitas Andalas
- Johnson ER, Vidyadaran MK. 1960. An evaluation of different sites for measuring fat thickness in the beef carcass to determine carcass fatness. Aust. J. Agric. Res. 32:999-1007.
- Juliati, Y, 2007. Uji Antagonisme Jamur *Trichoderma virens* Terhadap *Sclerotium rolfsii* Sacc. Dan Kemampuannya Dalam Pengendalian Penyakit Rebah Kecambah Pada Bibit Cabai. [Skripsi] Fakultas Pertanian. Padang. Universitas Andalas.
- Junianto, Y.D., Sukamto, S. 1992. Efektivitas H₃PO₃ Terhadap Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora* Butler). Pusat Penelitian Perkebunan Jember. Pelita Perkebunan, 7 (4)
- 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 30 April 2015.
- Lukito, A. M., Mulyono, Tetty, Y., Iswanto, H.2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao. PT. Agromedia Pustaka. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Manti, I. 2009. Jenis dan Tingkat Serangan Penyakit Busuk Buah Kakao di Kabupaten Padang Pariaman. <http://sumbar.litbang.deptan.go.id/in>
- Marlina A dan Susanti, F, 2013, Kemampuan Antagonis *Trichoderma Sp.* Terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh. J. Floratek 8: 45-51
- Melysa, Nur Fajrin, Suharjono, Mutia Erti Dwi Astuti. Potensi *Trichoderma sp.* Sebagai Agen Pengendali *Fusarium sp.* Patogen Tanaman *Strawberry* (*Fragaria Sp.*) Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Kota Batu 2013.
- Mpika, I. B. Kébé, A. E. Issali, F.K. N'Guessan, S. Druzhinina, M. Komon-Zélazowska, C. P. Kubicek and S. Aké. (2009). Antagonist potential of *Trichoderma* indigenous isolates for biological control of *Phytophthora palmivora* the causative agent of black pod disease on cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Côte d'Ivoire. African Journal of Biotechnology 8 (20), 5280-5293.
- Noveriza, R. 2007. Kontaminasi Cendawan dan Mikotoksin pada Tumbuhan Obat. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Bogor.

- Nurbailis. 2008. Karakteristisasi Mekanisme *Trichoderma* spp. dalam Pengendalian *Fusarium oxysporum* f.sp cubense Penyebab Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Pisang [Disertasi]. Padang. Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. 102 hal.
- Nurhayati ,H, 2001. Pengaruh pemberian trichoderma sp terhadap daya infeksi dan ketahanan hidup sclerotium roflsii pada akar bibit cabai.Skripsi fakultas pertanian untad, palu
- Nuryatiningsih,SP.2013. Efektivitas Jamur *Penicillium* Spp Untuk Pengendalian Hama *Lepidiota Stigma* Pada Tanaman Tebu.Jakarta. Akses 29 Juni 2015
- Opeke Lk, Gorenz Am. 1974. *Phytophthora* pod rot ;symptoms and and economic importance. In: Gregory PH ed. *Phytophthora* disease of cocoa. Longman: London, pp 117-24
- Pawirosoemardjo,S and Purwantara,A.1992. Laju infeksi dan intensitas serangan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao dan batang pada beberapa varietas kakao.Menara Perkebunan,60(2),67-72
- Pelezar, M.J. and Chan, E.C.S. 2006. Dasar - Dasar Mikrobiologi Jilid 2. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Poinar Jr, G.O and Thomas, G.M. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. New York Plenum Press.
- Purwantisari, S dan Rini, B.H. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenus Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. Universitas Diponegoro. Jurnal BIOMA, 11(2) : 45-53 .
- Raka, I G, 2006, Eksplorasi dan Cara Aplikasi Agensia Hayati *Trichoderma* sp. Sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Dinas Pertanian Tanaman Pangan, UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Holtikultura, Bali.
- Rao dan Subba, N.S (1994), Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan. Jakarta UI Press,
- Rifai. 1969. A Revision of Genus *Trichoderma*. Mycological Papers, No.116.
- Rizky,M.2013. Inventarisasi dan tingkat serangan hama dan penyakit tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) di kabupaten pesisir selatan. [Skripsi]. Padang. Universitas Andalas.
- Rubiyo Dan Amaria W, 2013. Ketahanan Tanaman Kakao Terhadap Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora Palmivora* Butl.) Resistance Of Cocoa To Black Pod Disease (*Phytophthora Palmivora* Butl.). Perspektif 12(1) : 23-36

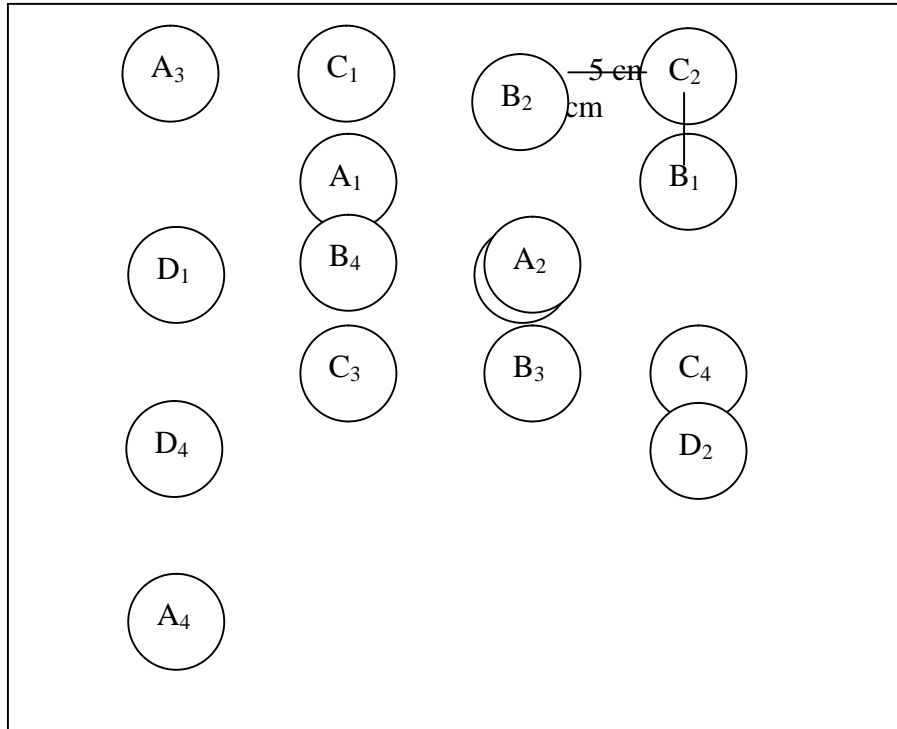
- Salma, S dan L. Gunarto. 1999. Enzim Selulase dari *Trichoderma spp.* Buletin AgriBio Vol. (2) No. 2. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Bogor.
- Semangun, H., 2000. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University. Yogyakarta. Press.
- Soesanto, L, 2008, Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman, Rajawali Pers, Jakarta
- Sudrajat D, Nana Mulyana dan Arief Adhari. 2014 . Seleksi Mikroba Rizosfer Lokal Untuk Bahan Bioaktif pada Inokulan Berbasis Kompos Iradiasi Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN.23-34
- Sukamto, S. 2008. Pengendalian Penyakit. pp. 154-169. In: Wahyudi, T., Panggabean, T.R., & Pujiyanto, Editor. Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Suryani,D dan Zulfebriansyah, 2007. Komoditas Kakao: Potret Dan Peluang Pembiayaan. Economic Review No. 210 Desember 2007 <http://www.bni.co.id/Portals/0/Document/Komoditas%20Kakao.pdf>.
- Suwahyono, U, 2000, 'Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Mikrobiologis: Menuju Komunitas Berkelanjutan', NEED: Lingkungan Manajemen Ilmiah, 2(8) :7-18
- Tanada Y. & H. K. Kaya, 1993. Insect Pathology. Academic Press Inc, London.
- Tandion, H., 2008. Pengaruh Jamur Antagonis *Trichoderma harzianum* dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Patogen Tular Tanah *Sclerotium roflsii Sacc.* Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) di Rumah Kasa. <http://repository.usu.ac.id.pdf> Akses 29 Juni 2015
- Thorold, C. A. 1975. Disease of Cocoa. Clarendon Press, Oxford. 423 p.
- Umayah A dan Purwantara,A . 2006. Identifikasi isolat *Phytophthora* asal kakao. Jurnal Menara Perkebunan , 74(2), 76-85
- Wahab, A.2007. Pengenalan Dan Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora Palmipora*). Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara (31-39)
- Wahyudi, T, Panggabean T.R, Pujiyanto. 2008. Panduan Lengkap Kakao, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Jakarta.
- Waluyo. L. 2007. Mikrobiologi Umum . UMM Press. Malang

- Wijaya, S, 2002, 'Isolasi *Kitinase* dari *Scleroderma columnare* dan *Trichoderma harzianum*' Ilmu Dasar, 3(1) : 30-35
- Winarsih, S., dan Syafrudin, 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma viridae* dan Sekam Padi terhadap Penyakit Rebah Kecambah di Persemaian Cabai. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 3 (1): 37-55.
- Watanabe, T. 2002. Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Second Edition. New York.CRC Press.
- Wulandari, V.S. 2011. Karakterisasi Morfologi an Fisiologi Isolat Cendawan *Metarhizium spp* dari Beberapa Rhizosfer Tanaman [Skripsi]. Padang. Universitas Andalas.
- Yoza R dan Sunarwati, D. 2010. Kemampuan *Trichoderma* Dan *Penicillium* Dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*phytophthora palmipora*). Secara In Vitro. Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara. Jl. Raya Solok-Aripan Km 8 Solok Sumatera Barat 27301 Balai penelitian tanaman buah tropika solok.(176-189)

Lampiran 1. Jadwal penelitian dari Bulan Maret-Juni 2015

Kegiatan	Bulan / Minggu Ke-													
	Maret				April				Mei				Juni	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Pengambilan sampel	■	■												
Isolasi jamur rizosfir			■	■	■	■								
Identifikasi			■	■	■	■								
Uji Daya Hambat							■	■	■	■				
Pengolahan data											■	■	■	

Lampiran 2. Denah Peletakan Perlakuan di Laboratorium Berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL)



Lampiran 3. Komposisi dan Cara Pembuatan Media PDA

A. Bahan dan Alat

Pada pembuatan media PDA membutuhkan bahan-bahan seperti, kentang 250 gr, dekstrosa 20 gr, aquadest 1 liter, agar-agar 2 bungkus dan kloramfenikol 2 tablet. Alat-alat yang digunakan yaitu gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk dan autoklaf.

B. Cara Pembuatan

Kentang dibersihkan dan dipotong dadu berukuran ± 2 cm kemudian direbus dengan akuades secukupnya sampai airnya berubah menjadi keruh. Air rebusan kentang disaring dan ditambahkan dengan dekstrosa, agar dan kloramfenikol dan akuades sampai volumenya menjadi 1 liter lalu direbus lagi sampai mendidih. Setelah

itu media yang telah mendidih dituang kedalam botol scot ukuran 250 ml (diperoleh 4 botol) dan botol-botol yang telah berisi media tersebut disterilkan dengan autoklaf.

Lampiran 4. Komposisi dan Cara Pembuatan Media CMA

A. Bahan dan Alat :

Pada pembuatan media CMA membutuhkan bahan-bahan seperti, Jagung 250 gr, dekstrosa 20 gr, aquadest 1 liter, agar-agar 2 bungkus dan kloramfenikol 2 tablet. Alat-alat yang digunakan yaitu gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk dan autoklaf.

B. Cara Pembuatan :

Jagung 250 gr dibersihkan, kemudian direbus dengan menggunakan akuades secukupnya sampai air berubah menjadi keruh. Air rebusan jagung disaring dan ditambahkan dengan *dextrose* 20 gr, agar 2 bungkus, *Chloramphenicol* 2 kapsul dan akuades sampai volumenya menjadi 1 liter lalu direbus lagi sampai mendidih dan disterilkan dalam autoklaf.

Lampiran 5. Kuisioner

	Kecamatan Akabihunu Nagan Batu Hampa	Lahan 2
	Lahan 1	
Nama Petani	Syahmal Efendi	Nasrul H
Varietas	Forastero	Tribitario
Umur Tanaman	18 Tahun	20 Tahun
Tanaman Sebelumnya	Pepaya, kelapa, talas	Pepaya, pisang
Tanaman selain kakao	Pepaya, kelapa, duman, pisang	Kelapa, pisang, pinang, talas
Pemangkas	Dilakukan	Dilakukan
Pemupukan	Dilakukan 1x6 bulan dengan pupuk kandang	Tidak dilakukan
Jarak tanam	3x3 m dan 3x4 m	3x3 m dan 3x4 m
Kondisi iklim mikro	Sedang	Sedang
Hama	Helopeltis spp, Tikus, tupai	PBK, Helopeltis spp
Penyakit	Busuk buah	Busuk buah, antraknose
Pengendalian hama dan Penyakit	Pengendalian secara fisik dan mekanis dengan membuang bagian tanaman yang terserang dan pengendalian secara kimia	Pengendalian secara fisik dan mekanis dengan membuang bagian tanaman yang terserang dan pengendalian secara kimia
Frekuensi panen	1x3 bulan	1x6 bulan
Sisa Panen	Dibuang	Dibuang
Sanitasi	Dilakukan dengan pembersihan lahan sekitar pertanaman kakao	Dilakukan pembersihan dan pemangkasan

Lampiran 6. Jenis kakao

1. *Forastero*(kakao lindak-bulk)



Ciri-Cirinya :

- Permukaan Kulit Buah Relatif Halus
- Pertumbuhan Kuat dan cepat
- Relatif Tahan terhadap serangan hama dan penyakit

2. *Trinitario*(hibrida *criollo* dan *trinitario*)



Ciri-Cirinya :

- Jenis ini merupakan hibrida dari jenis criollo dengan forester secara alami
- Dalam tata niaga termasuk ke dalam kakao mulia dan lindak
- Sifat morfologi sangat beragam

. Lampiran 7. Daftar Sidik Ragam

a. Persentase hambatan jamur antagonis terhadap *P.palmivora*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tab 5%
Perlakuan	6	1150.428043	191.738007	21.20*)	2.29
Galat	7	63.306050	9.043721		
		1213.734093			
Total	13				
KK = 8.77					

Ket : *)Berbeda nyata pada taraf 5%