

POTENSI JAMUR SELULOLITIK DARI KULIT KAKAO (*Theobroma cacao* L) SEBAGAI DEKOMPOSER LIMBAH KULIT KAKAO DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA

**OLEH:
SILVI MARDIYAH**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

POTENSI JAMUR SELULOLITIK DARI KULIT KAKAO (*Theobroma cacao* L) SEBAGAI DEKOMPOSER LIMBAH KULIT KAKAO DI PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA

OLEH

SILVI MARDIYAH

145040201111273

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana Pertanian
Strata 1 (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar diperguruan tinggi manapun dan sepnajng pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Agustus 2018



Silvi Mardiyah



Skripsi ini aku persembahkan untuk
Bapak Tirto dan Ibu Fatila tercinta dan adikku tersayang M. Ragil Ubaidillah.



RINGKASAN

SILVI MARDIYAH 145040201111273. Potensi Jamur Selulolitik dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L) sebagai Dekomposer Limbah Kulit Kakao di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Eko Handayanto , M.Sc. Ph.D sebagai pembimbingan utama. Dr. Ir. Soetanto Abdoellah, SU. sebagai pembimbing kedua.

Setiap tahunnya budidaya kakao semakin meningkat. Produksi buah kakao tahun 2015 yaitu 661.243 ton dan pada tahun 2016 mencapai 760.429 ton. Peningkatan produksi buah kakao tidak diimbangi oleh penanganan limbah kakao yang dihasilkan. Selulosa pada kulit kakao sulit terurai sehingga diperlukan dekomposer untuk mengurainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jamur selulolitik aerob dari limbah kulit kakao di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan efektifitasnya dalam mendekomposisi kulit kakao

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia pada bulan November 2017 sampai bulan Mei 2018. Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan media CMC dan PDA, pengambilan sampel kulit kakao, isolasi jamur selulolitik, uji aktivitas selulolitik jamur, uji antagonis jamur, perbanyakan, dan dekomposisi substrat. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan Split plot dimana terdapat 2 main plot (kulit kakao cacah dan tanpa cacah) dengan sub plot 6 perlakuan perbedaan jenis jamur dan 3 ulangan sehingga terdapat 36 unit percobaan. Dimana parameter yang diamati yaitu laju dekomposisi, kadar selulosa, suhu, pH, C-organik, N-total, rasio C/N dan kondisi fisik substrat. Data yang didapat dianalisis menggunakan analisis ragam dengan taraf 5% dan dilanjutkan dengan Uji Duncan jika terdapat beda nyata.

Hasil isolasi jamur yang dilakukan diperoleh 3 isolat jamur ketiga jamur memiliki zona bening. Ketiga jamur tersebut yaitu *Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp dan *Rhizomucor* spp. Ketiganya memiliki daya hambat yang rendah. Laju dekomposisi substrat kulit kakao dengan perlakuan cacahan memiliki nilai yang lebih tinggi dibanding tidak dicacah dengan nilai laju dekomposisi sebesar 0.19 gram/hari. Jamur *Trichoderma* spp. merupakan jamur yang paling berpotensi dalam menurunkan kadar selulosa substrat dimana penurunan mencapai 19%. *Aspergillus* spp. dapat menurunkan kadar selulosa 17% dan *Rhizomucor* spp. hanya 10% saja. Nilai rerata C-organik paling tinggi terdapat pada perlakuan C1J1 (kulit kakao cacah+ *Trichoderma* spp) yaitu sebesar 20.88% N-total tertinggi terdapat pada perlakuan C1J3 (kulit kakao cacah + *Rhizomucor* spp) yaitu sebesar 2.33 % dan rasio C/N tertinggi terdapat pada perlakuan T1J3 (kulit kakao tanpa cacah + *Rhizomucor* spp) dengan nilai 11.09%. Rerata rasio C/N pada kompos semua perlakuan tidak berbeda nyata namun mampu mendekomposisi limbah kulit kakao dan termasuk kompos matang sehingga dapat diaplikasikan pada tanaman.

Kata kunci: Kulit kakao, Jamur selulolitik, Dekomposisi

SUMMARY

SILVI MARDIYAH 14504020111273. Potential of Cellulolytic Fungus from Cocoa husk (*Theobroma cacao* L) as Decomposer Waste of Cocoa husk in Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute Supervised by Eko Handayanto and Soetanto Abdoellah.

The cocoa cultivation is increasing every year. Production of cocoa in 2015 is 661.243 tons and in 2016 is 760.429 tons. The increase in cocoa pod production is not offset by the processing of its waste. The cellulose on the cocoa husk is difficult to decompose. Therefore, it requires decomposers to disentangle it.. This research was aimed to isolate the aerobic cellulolytic fungus from the waste of cocoa husk in the Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute as well as to see its effectiveness in decomposing the cocoa husk.

This research was conducted in Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute, Jember from November 2017 to Mei 2018. The implementation of this research includes several activities, such as making CMC and PDA media, cocoa husk sampling, isolating cellulolytic fungus, testing the cellulolytic activity of fungi, testing the fungi antagonist, propagating the fungi, and decomposing the substrate. The design of this research was Split Pot design which consisted of 2 main plots (chopping and without chopping cocoa husk). The subplot was 6 treatments of different fungus types and 3 replications. Thus, there were 36 units of experiments. The observed parameters were decomposition rate, cellulose content, temperature, pH, C-organic, N-total, C/N ration and substrate physical condition. The obtained data were analyzed by using analysis of variance with 5% level. If there were any significant differences, Duncan test would be used to find out the difference.

The research result showed that there were three isolates of fungus in which those three had a clear zone. Those three fungi were *Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp, and *Rhizomucor* spp. Those three fungi had low inhibitory power over one another. The rate of cocoa husk substrate decomposition with chopping treatment was higher than without chopping treatment. The rate of the decomposition was 0.19 gram/day. *Trichoderma* spp. was the most potential fungus in decreasing the substrate cellulose level; the decrease was 19%. *Aspergillus* spp could decrease the cellulose level by 17%, while *Rhizomucor* spp. could only decrease by 10%. The highest mean value of C-organic was found in the C1J1 treatment (chopped cocoa husk + *Trichoderma* spp); it was 20.88%. The highest N-total was found in the C1J3 treatment (chopped cocoa husk + *Rhizomucor* spp); it was 2.33%. While the highest C/N ratio was found in the T1J3 (cocoa husk without chopping + *Rhizomucor* spp); it was 11.09%. The average of C/N ratio on compost, all treatments had no significant difference. However, the average of C/N ratio be able to decomposed waste of Cocoa husk and ratio value indicated that Cocoa husk compost could be categorized as mature compost that could be applied to the plant.

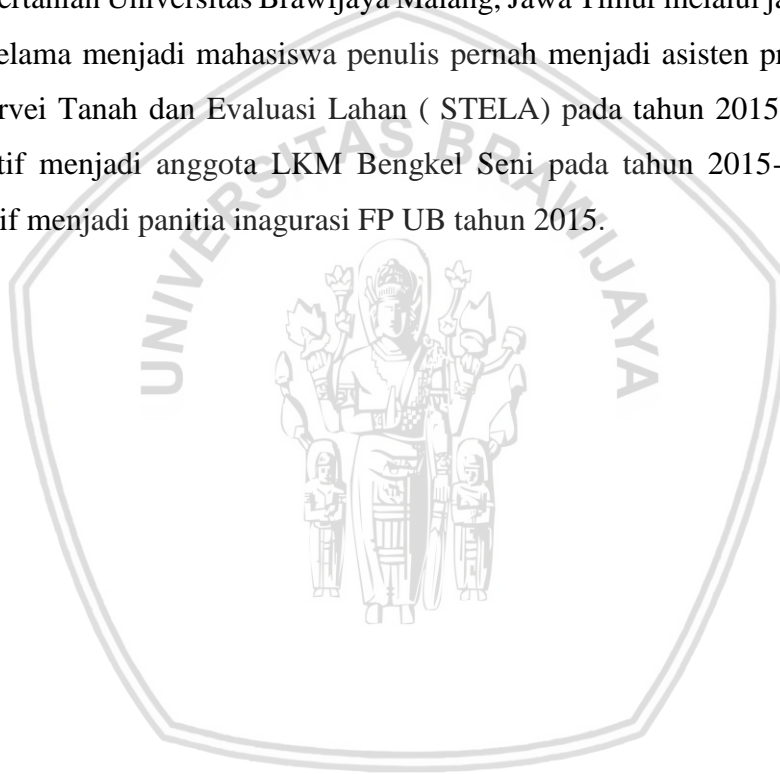
Key words: Cocoa husk, Cellulolytic fungus, Decomposition

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jember pada tanggal 10 Juni 1996 sebagai putri pertama dari dua bersaudara dari Bapak Tirto dan Ibu Fatila.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Sumber Bulus 1 Jember pada tahun 2002 sampai 2008, kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Kalisat pada tahun 2009-2011. Pada tahun 2012 sampai 2014 penulis sekolah di SMAN Kalisat Jember. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Survei Tanah dan Evaluasi Lahan (STELA) pada tahun 2015-2016. Penulis pernah aktif menjadi anggota LKM Bengkel Seni pada tahun 2015-2016 dan pernah aktif menjadi panitia inagurasi FP UB tahun 2015.



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian “Potensi Jamur Selulolitik dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L) sebagai Dekomposer Limbah Kulit Kakao di Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia“ Penyusunan laporan ini menerima bantuan dari semua pihak sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayat dan taufik-Nya.
2. Bapak Tirto, Ibu Fatila dan M. Ragil Ubaidillah yang telah memberi dukungan
3. Bapak Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc.Ph.D. selaku pembimbing
4. Bapak Dr. Misnawi selaku direktur Puslitkoka Jember
5. Bapak Dr. Ir. Soetanto Abdoellah, SU dan Ibu Febrilia Nur'aini, SP selaku pembimbing di Puslitkoka Jember
6. Dita yang sudah menemani selama penelitian dan Bapak Wowok yang menyediakan penginapan selama penelitian
7. Erik Febrian Arifianto, Bu Jah, Bu an dan Bu Im yang menemani dan membantu pelaksanaan penelitian
8. Enggis, Dewi, Okta, Nana, Halyta, Herni, Lili, Nia, dan Nely yang sangat membantu dalam penelitian.
9. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Penulis juga menyadari bahwa laporan ini kurang sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun kami harapkan untuk kesempurnaan penyusunan proposal ini kedepannya.

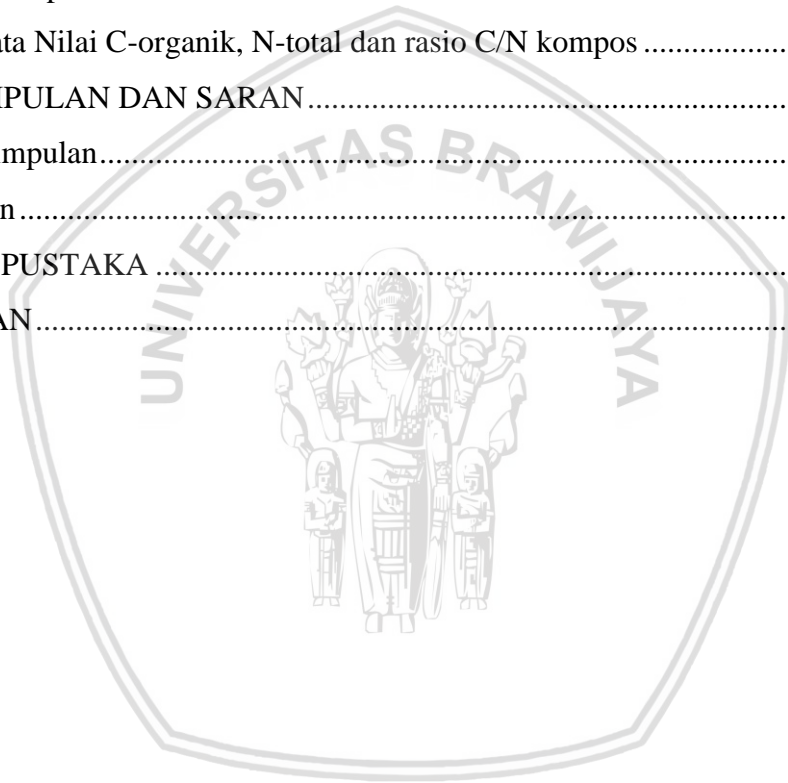
Malang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined. 10
1.1 Latar Belakang	10
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Tujuan Penelitian.....	12
1.4 Manfaat Penelitian.....	12
1.5 Hipotesis	12
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Karakteristik Kulit kakao	13
2.2 Potensi limbah kakao.....	14
2.3 Teknik isolasi	14
2.4 Identifikasi jamur mikroskopis.....	15
2.5 Jamur selulolitik	16
2.6 Dekomposisi.....	17
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	18
3.2 Alat dan bahan.....	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4 Rancangan Penelitian	21
3.5 Parameter Dekomposisi.....	21

3.6 Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Isolasi Jamur Selulolitik dan Uji Aktifitas Selulolitik Jamur	23
4.2 Uji antagonis jamur	26
4.3 Laju dekomposisi kompos kulit kakao	27
4.4 Kadar selulosa kompos kulit kakao	29
4.5 Suhu pengomposan.....	30
4.6 pH kompos	32
4.7 Rerata Nilai C-organik, N-total dan rasio C/N kompos	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman kakao	13
2.	kenampakan zona bening jamur.....	24
3.	Kenampakan jamur <i>Trichoderma</i> spp.....	25
4.	Kenampakan jamur <i>Aspergillus</i> spp.	25
5.	Kenampakan jamur <i>Rhizomucor</i> spp.	26
6.	Uji antagonis jamur.....	27

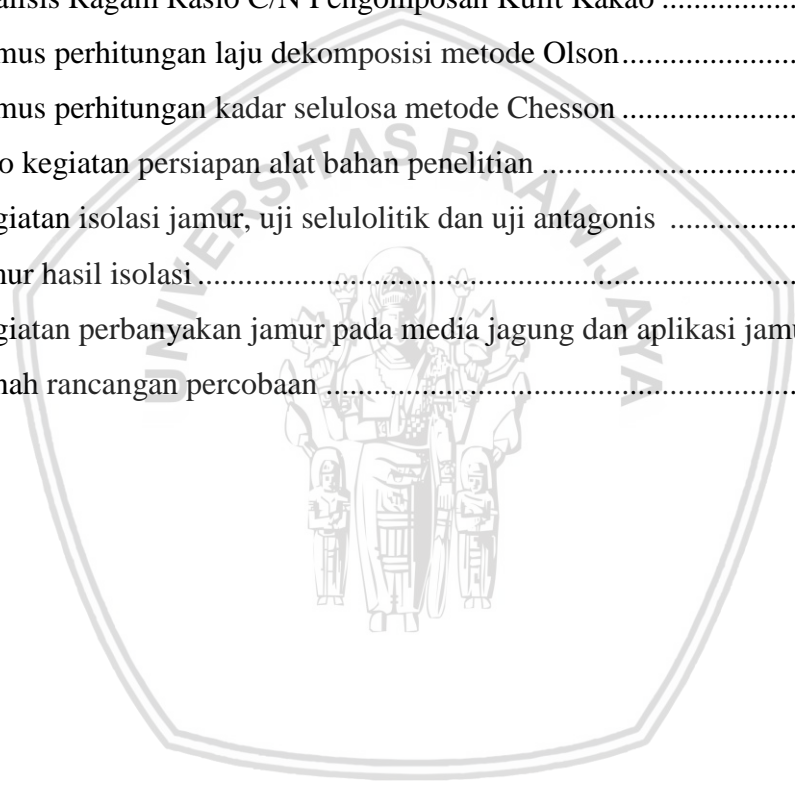


DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Komposisi buah kakao	17
2.	Rancangan penelitian	21
3.	Parameter pengamatan	22
4.	Karakteristik isolat jamur selulolitik secara makroskopik	23
5.	Diameter zona bening isolat hasil isolasi.....	24
6.	Persentase daya hambat jamur	27
7.	Rerata nilai laju dekomposisi kulit kakao.....	28
8.	Rerata nilai kadar selulosa kompos.....	30
9.	Suhu kompos cacah dan tanpa cacah	30
10.	Suhu kompos beda jenis jamur.....	31
11.	Rerata pH pengomposan	32
12.	Rerata rasio C/N kompos kulit kakao	33

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam Laju Dekomposisi Kulit Kakao	41
2.	Analisis Ragam Kadar Selulosa Kompos Kulit Kakao.....	41
3.	Analisi Ragam pH Pengomposan Kulit Kakao	41
4.	Analisis Ragam C-organik Pengomposan Kulit Kakao	42
5.	Analisis Ragam N-total Pengomposan Kulit Kakao	42
6.	Analisis Ragam Rasio C/N Pengomposan Kulit Kakao	42
7.	Rumus perhitungan laju dekomposisi metode Olson.....	43
8.	Rumus perhitungan kadar selulosa metode Chesson	43
9.	Foto kegiatan persiapan alat bahan penelitian	43
10.	Kegiatan isolasi jamur, uji selulolitik dan uji antagonis	44
11.	Jamur hasil isolasi.....	45
12.	Kegiatan perbanyakkan jamur pada media jagung dan aplikasi jamur	47
13.	Denah rancangan percobaan	48



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao*, L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang populer di Indonesia dengan menempati negara terbesar ketiga penghasil kakao didunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Kakao berperan penting dalam meningkatkan devisa negara sebagai salah satu negara pengekspor kakao di dunia. Luas kebun kakao di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 1.722.315 hektar dengan produksi sekitar 760.429 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2017). Produksi buah kakao meningkat dibanding tahun 2015 yaitu sekitar 661.243 ton dengan luas lahan 1.724.092 hektar (Direktorat Jendral Perkebunan, 2017). Meningkatnya produksi ini akan meningkatkan perekonomian negara dan juga meningkatkan jumlah limbah kulit kakao.

Penanganan limbah kulit kakao di Indonesia tidak sebanding dengan produksi yang dihasilkan sehingga akan menghasilkan limbah yang besar. Hal ini dikarenakan Kulit kakao mempunyai persentase yang tinggi dibandingkan dengan isi dari kakao itu sendiri yaitu sekitar 75% dari buah segarnya (Wijaya, 2014). Namun, tingginya bahan sisa dari kakao ini belum ditangani dengan baik. Kulit kakao sulit terdekomposisi karena memiliki senyawa lignoselulolitik.

Banyaknya limbah kulit kakao yang dihasilkan memerlukan penanganan limbah yang tepat sehingga waktu dekomposisi limbah kulit kakao tidak begitu lama. Dekomposisi merupakan perubahan fisik maupun secara kimiawi yang sederhana oleh mikroorganisme tanah yang disebut mineralisasi. Dekomposisi pada limbah kulit kakao dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, kimia, dan biologis yang saling beriteraksi (Mulyadi *et al.*, 1991). Hasil dari dekomposisi ini akan menghasilkan kompos buah kulit kakao yang akan digunakan kembali pada tanaman kakao.

Pengomposan yang dilakukan secara sederhana dengan hanya menimbun limbah membutuhkan waktu sekitar 1-2 bulan (Soetanto, 2002). Waktu pengomposan yang cukup lama ini membuat penanganan limbah kulit kakao tidak optimal jika dibanding produksi yang dihasilkan. Optimalisasi pengomposan limbah kulit kakao biasanya ditambahkan beberapa substrat lain yang dapat mempercepat laju dekomposisi bahan. Salah satunya dengan menggunakan

Trichoderma sebagai dekomposer alami. Pengomposan menggunakan *Trichoderma* biasanya membutuhkan waktu 21-45 hari (Cuevas, 1997).

Kandungan pada Kulit kakao yaitu air (12.96%), lemak (1,11%), abu (11.10%), protein (8.75%), karbohidrat (16.27%), lignin (20.11%), selulosa (31.25%), hemiselulosa (48.64%) (Sutardi, 1991). Selulosa pada kulit kakao sulit terurai sehingga diperlukan dekomposer untuk mengurainya. Adanya selulosa pada Kulit kakao memungkinkan adanya jamur selulolitik. Jamur selulolitik pada limbah kulit kakao dapat dimanfaatkan sebagai dekomposer alami yang dapat mempercepat dekomposisi. Jamur selulolitik merupakan jamur yang dapat mendegradasi selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa (Lynd, 2002). Isolasi pada jamur selulolitik dapat dilakukan untuk memperoleh jamur selulolitik yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa yang ada pada kulit kakao. Jamur selulolitik yang memungkinkan ditemukan yaitu *Gliocladium* (2 strain), *Gonatobotryum* (1 strain), *Syncephalastrum* (1 strain), *Paecilomyces* (2 strain), *Penicillium* (4 strain), *Aspergillus* (10 strain), dan *Trichoderma* (10 strain) (Affandi *et al.*, 2001)

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jamur selulolitik aerob dari limbah kulit kakao di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan efektifitasnya dalam mendekomposisi kulit kakao.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah jamur hasil isolasi dari limbah kulit kakao merupakan jamur selulolitik?
2. Apakah jamur hasil isolasi dari limbah kulit kakao mampu mendekomposisi limbah kulit kakao?
3. Apakah laju dekomposisi kulit kakao cacah lebih tinggi dibanding kulit kakao tanpa cacah?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan selulolitik jamur isolasi limbah kulit kakao.
2. Mengetahui kemampuan jamur isolasi limbah kulit kakao dalam mendekomposisi limbah kulit kakao.

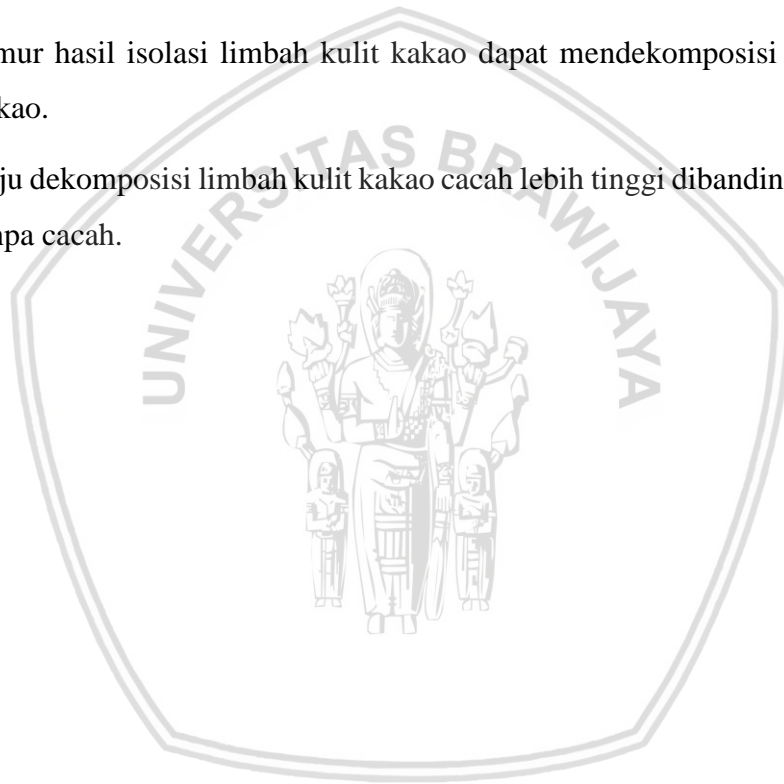
3. Mengetahui kecepatan laju dekomposisi kulit kakao cacah dan tanpa cacah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh jamur selulolitik dari limbah kulit kakao yang dapat digunakan dalam mendekomposisi limbah kulit kakao serta mengetahui laju dekomposisinya dalam mendekomposisi limbah kulit kakao cacah dan tanpa cacah.

1.5 Hipotesis

1. Jamur hasil isolasi dari limbah kulit kakao merupakan jamur selulolitik.
2. Jamur hasil isolasi limbah kulit kakao dapat mendekomposisi limbah kulit kakao.
3. Laju dekomposisi limbah kulit kakao cacah lebih tinggi dibanding kulit kakao tanpa cacah.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Kulit kakao

Kulit kakao merupakan salah satu bagian dari buah kakao yang sudah tidak terpakai. Tanaman ini banyak ditemukan di Indonesia yang tersebar di wilayah Jawa, Sulawesi, Sumatra, Kalimantan dan Papua. Kakao secara umum merupakan tanaman menyerbuk silang dan memiliki sistem incompabilitas sendiri. Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Pada tipe criollo dan trinitario alur kelihatan jelas, kulit buahnya tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Sebaliknya, pada tipe forastero, permukaan kulit halus; tipis, tetapi liat (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2010).

Kulit kakao biasanya hanya dibuang begitu saja, padahal menurut beberapa penelitian banyak sekali manfaat dari Kulit kakao. Kulit kakao dapat dijadikan absorben zat warna *Rhodamin B* (Purnawati dan Budi, 2014), bahan baku produksi pangan (Wijaya, 2014), pakan alternatif ternak ruminansia (Puastuti dan Susana, 2014), dan dapat dimanfaatkan sebagai kompos (Sriwati *et al.*, 2013).

Klasifikasi tanaman kakao adalah sebagai berikut, Kingdom: *Plantae*; Divisio: *Spermatophyta*; Class: *Dicotyledoneae*; Ordo: *Malvales*; Family: *Sterculiaceae*; Genus: *Theobroma*; Spesies: *Theobroma cacao* L. (Samudra, 2005)



Gambar 1. Tanaman Kakao

Mardiyah. 2018.

2.2 Potensi limbah kakao

Buah kakao merupakan bahan dasar pembuatan cokelat dimana hanya biji buah saja yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan cokelat. Persentase biji kakao jauh lebih kecil dibandingkan kulit kakao sendiri. Komposisi pada buah kakao adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Buah Kakao Sumber : (Sutardi, 1991)

Komponen	Persentase (%)
Kulit buah	68.50
Biji	29
Plasenta	2.5

Kulit kakao merupakan mesokarp yang memisahkan antara kulit dengan biji. Kulit kakao merupakan limbah lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa (Sutardi, 1991).

Produksi kakao pada tahun 2016 sebesar 760.429 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2017) dimana limbah yang dihasilkan 7x lipat lebih banyak sekitar 5.323.003 ton menjadi limbah pertanian. Limbah kulit kakao dapat dijadikan kompos yang nantinya akan dikembalikan lagi kedalam tanah. Kandungan hara pada limbah kulit kakao cukup tinggi dimana kandungan hara kompos yang dibuat dari Kulit kakao adalah 1.81% N, 26.61% C-organik, 0.31% P₂O₅, 6.08% K₂O, 1.22% CaO, 1.37 % MgO, dan 44.85 cmol/kg KTK (Gusnadi, 2000). Kompos Kulit kakao juga dapat meningkatkan produksi tanaman. Aplikasi kompos Kulit kakao dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Damanik *et al.*, 2013).

2.3 Teknik isolasi

Mikroorganisme di lingkungan pada umumnya merupakan populasi campuran, sehingga diperlukan teknik dalam memisahkan mikroorganisme tersebut serta pemurniannya yang disebut dengan teknik isolasi (Soeroso, 1999). Isolasi digunakan untuk mengetahui ciri-ciri, morfologi, fisiologi dan karakter dari suatu mikroorganisme. Dalam isolasi mikroorganisme diperlukan suatu teknik tertentu agar tidak terjadi kontaminan. Hal yang perlu diperhatikan dalam isolasi mikroorganisme misalnya prosedur teknik aseptik, jenis medium yang digunakan, teknik isolasi, teknik pemilihan sumber biakan (koloni), dan penyimpanan pasca isolasi mikroorganisme (Harley dan Prescott, 2002).

Macam-macam Teknik Isolasi:

1. Teknik Menggores (*streak plate*)

Teknik menggores adalah apabila mikroorganisme berada dalam suatu suspensi atau suatu padatan, lalu dengan jarum inokulasi diambil dan digoreskan pada medium tertentu maka cara ini disebut cara menggores (Waluyo, 2007).

2. Teknik Menuang (*poured plate*)

Teknik menuang yaitu apabila mikroorganisme yang akan dipisahkan berada dalam satu suspensi, untuk memisahkan dituangkan kedalam medium tertentu maka disebut teknik menuang (Waluyo, 2007). Metode menuang ini merupakan metode untuk memperoleh biakan murni dari populasi campuran dengan mengencerkan substrat yang dituang kecawan steril dengan diikuti menuangkan medium agar yang telah dicairkan dan didinginkan. (spade suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$) (Hadioetomi, 1993).

3 Teknik menyebar (*Spread Plate*)

Teknik dengan metode *spread plate* dengan cara menuangkan suspens sampel pada medium yang diawali dengan pengenceran sampel pada setiap penuangan. Medium yang telah dibuat ditunggu sampai memadat dan begitu pula dengan sampelnya. Penyebaran sampel yang dilakukan dengan batang *Drugalsky* yang telah dipanaskan (Waluyo,2007).

2.4 Identifikasi jamur mikroskopis

Suatu makhluk hidup perlu dilakukan adanya identifikasi untuk mengetahui jenis dan karakter dari suatu makhluk hidup. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan identifikasi. Identifikasi merupakan kegiatan pengelompokan makhluk hidup dalam suatu kelompok tertentu berdasarkan karakteristik persamaan dan perbedaan yang dimiliki oleh asing-masing makhluk hidup tersebut. Identifikasi adalah langkah lanjutan dari proses isolasi. Setelah isolasi dilakukantentunya diper lukan identifikasi untuk mengetahui jenis jamur yang diisolasi. Identifikasi mikroorganisme memerlukan perincian, deskripsi yang cukup dengan jasad renik yang serupa (Pelczar dan Chan,2008).

Identifikasi jamur menggunakan teknik identifikasi secara konvensional yang meliputi dua tahap yaitu pengamatan fungsi secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis meliputi bentuk koloni dan warna koloni sedangkan pengamatan secara mikroskopos meliputi bentuk hifa, bentuk spora,

letak spora dan identifikasi dilakukan menurut prosedur identifikasi Post (1987) (Handayani *et al.*, 2006)

2.5 Jamur selulolitik

Jamur atau cendawan adalah organisme yang mampu mengubah makhluk hidup dan benda mati menjadi sesuatu yang menguntungkan atau merugikan. *Fungi* merupakan organisme heterotrofik. Fungi memerlukan senyawa organik untuk hidup sebagai nutrisi. Fungi yang mengambil nutrisi dari senyawa organik yang berasal dari bahan organik yang telah mati disebut dengan saprofit. Saprofit mengubah sisa-sisa tumbuhan maupun hewan menjadi senyawa yang lebih sederhana (Pelczar dan Chan 2008)

Jamur selulosa merupakan jamur yang dapat menghasilkan enzim selulosa. Enzim selulosa berperan dalam memecah selulosa menjadi glukosa. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman tingkat tinggi yang mencapai 50% dari berat kering tanaman (Lynd, 2002). Selulosa ini merupakan polimer alami yang panjang dan linier terdiri atas residu β -D glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosida pada posisi C1 dan C4 (Martina *et al.*, 2002).

Jenis jamur yang dapat mendegradasi seresah yang mengandung selulolitik dalam tujuh genus diantaranya: *Gliocladium* (2 strain), *Gonatobotryum* (1 strain), *Syncephalastrum* (1 strain), *Paecilomyces* (2 strain), *Penicillium* (4 strain), *Aspergillus* (10 strain), dan *Trichoderma* (10 strain) (Affandi *et al.*, 2001).

2.6 Dekomposisi

Bahan tertentu memiliki waktu yang lama untuk terdekomposisi salah satunya adalah buah kakao karena memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi sehingga memerlukan waktu yang cukup lama untuk mendekomposisinya.

Dekomposisi merupakan proses perubahan secara fisik maupun secara kimiawi yang sederhana oleh mikroorganisme tanah, dan terkadang disebut mineralisasi (Mulyani *et al.*, 1991). Proses dekomposisi dimulai dari proses penghancuran yang dilakukan oleh serangga kecil terhadap tumbuhan dan sisa bahan organik mati menjadi ukuran yang lebih kecil. Kemudian dilanjutkan dengan proses biologi yang dilakukan oleh bakteri dan fungi untuk menguraikan partikel-

partikel organik. Proses dekomposisi oleh bakteri dan fungi sebagai dekomposer dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik seperti protein, karbohidrat dan lain-lain . Dekomposisi itu sendiri dapat terjadi pada dua kondisi baik aerobik maupun anaerobik. Hal ini berarti bahwa oksigen merupakan faktor yang sangat mendukung bagi proses dekomposisi. Oksigen yang hadir dalam bentuk bebas (molekul-molekul O₂) merupakan faktor utama dalam mempengaruhi proses dekomposisi aerobik.

Menurut Saetre (1998), kecepatan proses dekomposisi pada umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dekomposer, diantaranya adalah faktor iklim seperti curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya, suhu udara di sekitar daerah pengomposan dan kondisi lingkungan tempat tumbuh organisme seperti suhu, air, pH, salinitas air, kandungan oksigen, kandungan hara organik, dan keberadaan mikroorganisme tanah. Selain faktor lingkungan, beberapa hal yang mempengaruhi laju dekomposisi antara lain ukuran bahan (Sriwati *et al.*,2013), komposisi kimia bahan (C/N bahan asal) (Ismayana.,*et al* 2016) dan kondisi kerapatan pohon (Widhitama *et al.*,2016), Pada proses dekomposisi, semua faktor fisik, kimia, maupun biologis saling berinteraksi satu sama lain.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember pada bulan November 2017 sampai bulan Mei 2018. Kegiatan penelitian meliputi pengambilan sampel, isolasi kulit kakao, analisa laboratorium, dan uji kemampuan isolat jamur. Pengambilan sampel kulit kakao dilakukan pada bulan November di pengomposan limbah kulit kakao. Isolasi kulit kakao yang dilakukan di Laboratorium perlindungan tanaman Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, uji kemampuan isolat jamur yang dilakukan di rumah kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia . Sedangkan analisa laboratorium yang dilakukan di Laboratorium kimia tanah dan biologi tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu plastik dan cetok untuk kegiatan pengambilan sampel kompos, *Laminar Air Flow Cabinet (L AFC)*, autoklaf, bunsen, korek api, oven, hot plate, alumunium foil, plastik wrap, timbangan analitik, jarum ose, mikroskop, dan cawan petri, pisau dan tisu untuk kegiatan isolasi kulit kakao. Polibag, karet gelang, pipa, kapas, gelas ukur, jet spray, kain saring, dan kertas label untuk aplikasi pengomposan limbah kulit kakao. Pipet, labu Kjedahl, alat dekstruksi, pengaduk, buret mikro, gelas ukur, erlemeyer, timbangan, dan gelas ukur untuk kegiatan analisis sifat kimia kompos.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kakao , H_2SO_4 pekat, K_2SO_4 , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, Se, etanol, NaOH 40%, Brom Kresol, metil merah, asam borat , H_2O , H_3PO_4 , K_2CrO_7 , $FeSO_4$, dan difelamina yang akan digunakan untuk kegiatan analisis sifat kimia kompos. Media biakan yang digunakan untuk isolasi jamur adalah media agar semi selektif, yaitu *Carboxymethyl Cellulose (CMC)*, KH_2PO_4 , $MgSO_4$, Yeast, agar, PDA dan reagen *congo red* sebagai indikator uji selulolitik jamur.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu

1. Isolasi dan identifikasi jamur selulolitik dari limbah kulit kakao
2. Uji kemampuan dekomposisi jamur selulolitik

Tahap 1. Isolasi dan identifikasi jamur selulolitik dari limbah kulit kakao

Pembuatan media CMC dan PDA

Proses pembuatan media CMC dengan cara memanaskan aquades sebanyak 1 liter menggunakan gelas ukur. Kemudian memasukkan bahan berupa CMC 5 gram/L, KH₂PO₄ 1 gram/L, MgSO₄ 5 gram/L, Yeast 2 gram/L, dan agar 15 gram/l setelah air mendidih. Setelah homogen, media dimasukkan pada erlenmeyer dan tutup menggunakan aluminium foil dan ikat menggunakan karet gelang lalu sterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 30 menit.

Sedangkan pembuatan media PDA dengan menimbang kentang sebanyak 200 gram. Kentang dikupas lalu dicuci bersih dan dipotong dadu. Kentang dimasukkan ke dalam gelas ukur yang sudah berisi air steril sebanyak 1 liter. Merebus selama 1 jam dengan menggunakan hot plate pada suhu 200-300°C. Penyusutan untuk penggunaan ekstrak kentang adalah 50% dari volume awal. Manambahkan kembali air steril pada ekstrak kentang sampai volume 1 liter. Kemudian memasukkan dekstrose sebanyak 20 gram dan agar 19 gram diaduk menggunakan stirer sampai homogen. Lalu memasukkan media pada erlenmeyer dan ditutup menggunakan aluminium foil dan karet gelang kemudian disterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 30 menit.

Sampel untuk isolasi jamur

Sampel berupa limbah kulit kakao yang diambil di area pengomposan limbah kulit kakao di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan menggunakan plastik .

Isolasi jamur selulolitik

Isolasi jamur selulolitik menggunakan metode tanam langsung pada media CMC. Sampel kulit kakao sebagai inokulum dipotong dan disterilisasi menggunakan *clorox*, alkohol dan air steril masing-masing 2 menit lalu dikering anginkan menggunakan tisu steril. Kemudian inokulum yang telah kering selanjutnya diinokulasikan, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari.

Jamur yang tumbuh kemudian dimurnikan ke medium CMC dengan metode gores dari setiap koloni yang tumbuh

Uji aktifitas selulolitik.

Isolat jamur yang telah dimurnikan kemudian di inokulasi pada media CMC dan diinkubasi selama 72 jam dengan suhu ruang. Zona bening disekitar koloni dideteksi dengan menggenangkan reagen Congo red selama 15 menit lalu dibilas dengan menggunakan NaCl. Hasil (+) ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni akibat adanya degradasi selulosa oleh jamur selulolitik. (Nugraha, *et al.*, 2014)

Uji antagonis jamur

Uji antagonis jamur merupakan pengujian jamur selulolitik dalam menghambat berkembangnya mikroba lain. Uji antagonis dilakukan dengan menggunakan metode uji Ganda pada media PDA. Satu potong koloni isolat dan isolat yang lain ditumbuhkan bersama dengan isolat yang lainnya dalam satu cawan petri dengan jarak 3 cm yang diletakkan secara berlawanan. Persentase penghambatan dihitung berdasarkan perhitungan sebagai berikut (Gusnawati *et al.*, 2013):

$$P = (R1 - R2) / R1 \times 100 \%$$

Ket: P= persentase penghambat

R1= Jari-jari pertumbuhan isolat kearah tepi

R2= Jari-jari pertumbuhan isolat kearah isolat lain

Tahap 2: Uji kemampuan dekomposisi isolat jamur pada limbah kulit kakao

Perbanyak isolat

Peremajaan isolat jamur selulolitik dilakukan dengan cara menumbuhkan kembali isolat tersebut di media PDA yang baru kemudian diinkubasi selama 7 hari. Perbanyak isolat menggunakan media beras jagung. Beras jagung yang sudah disiapkan dikukus terlebih dahulu hingga setengah matang lalu dimasukkan pada plastik dimana setiap plastik berisi 200-250 gram beras jagung dan disteril di autoclave selama kurang lebih 1 jam dengan suhu 121°C. Beras jagung yang sudah disteril kemudian didinginkan, setelah dingin isolat jamur diinokulasi pada media beras jagung dalam plastik dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Dekomposisi substrat

Substrat yang digunakan adalah limbah kulit kakao yang ada di areal pengomposan sekitar 1 minggu setelah panen sebanyak 3 kg yang dicacah dan tidak dicacah. Kulit yang telah disiapkan selanjutnya disterilkan menggunakan *clorox* selama 2 menit lalu dibilas dengan air dan dikering angginkan . Kemudian jamur isolat ditambahkan sesuai perlakuan dengan dosis 25 gram/ 250 ml. Jamur yang akan digunakan disaring terlebih dahulu menggunakan kain saring kemudian dimasukkan pada jet spray. Polibag yang berisi kulit kakao kemudian disemprotkan jamur yang sudah disiapkan lalu dikocok .Dekomposisi substrat dilakukan selama 12 minggu. Pengukuran suhu dilakukan setiap 7 hari sekali setelah aplikasi.

3.4 Rancangan Penelitian

Aplikasi isolat jamur pada limbah kulit kakao terdiri atas 12 perlakuan yang disusun dalam Rancangan Split plot dengan tiga kali ulangan sehingga menghasilkan 36 unit percobaan. 12 perlakuan tersebut adalah:

Tabel 2. Rancangan penelitian

No	Perlakuan	Keterangan
1	C1J0	limbah kulit kakao tanpa jamur selulolitik + cacah
2	C1J1	limbah kulit kakao + isolat 1 + cacah
3	C1J2	limbah kulit kakao + isolat 2 + cacah
4	C1J3	limbah kulit kakao + isolat 3 + cacah
5	C1J4	limbah kulit kakao + konsorsium jamur + cacah
6	C1J5	limbah kulit kakao + dekomposer yang ada dipasaran + cacah
7	T1J0	limbah kulit kakao tanpa jamur selulolitik + tidak dicacah
8	T1J1	limbah kulit kakao + isolat 1 + tanpa dicacah
9	T1J2	limbah kulit kakao + isolat 2 + tanpa dicacah
10	T1J3	limbah kulit kakao + isolat 3 + tanpa dicacah
11	T1J4	limbah kulit kakao + konsorsium jamur + tanpa dicacah
12	T1J5	limbah kulit kakao + dekomposer yang ada dipasaran + tanpa dicacah

3.5 Parameter Dekomposisi

Parameter yang diamati adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Parameter pengamatan

Variabel	Metode	Waktu
Laju dekomposisi	Olson	Setelah pengomposan
Kadar selulosa	Chesson	Sesudah pengomposan
Suhu	Termometer	Hari ke-0, 7, 14, 21, 28, dst setelah aplikasi
pH	pH meter	Setelah pengomposan

C-organik	Walkley dan Black	Setelah pengomposan
N total	Kjeldahl	Setelah pengomposan
C/N ratio	Perhitungan C-organik/N total	Setelah pengomposan
Kondisi fisik substrat	Visual	Setelah pengomposan
- Warna		
- Bentuk		

3.6 Analisis Data

Pengolahan data yang didapat akan diuji dengan menggunakan analisis ragam taraf nyata ($p=0,05$) dengan menggunakan DSAATAT. Apabila terdapat beda nyata akan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan masing masing perlakuan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi Jamur Selulolitik dan Uji Aktifitas Selulolitik Jamur

Jamur yang diperoleh dari isolasi limbah kulit kakao terdapat tiga isolat yaitu isolat A, isolat B dan isolat C. Pengamatan makroskopik pada media CMC pada inkubasi 5 hari menunjukkan warna dan karakter jamur yang berbeda. Karakteristik tiap isolat secara makroskopis disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik isolat jamur selulolitik secara makroskopik

Nama Isolat	Karakteristik
Isolat A	Bentuk bulat seperti cakram , berwarna hijau tua, hifa berwarna putih, permukaan koloni halus, dan pertumbuhan koloni simetris
Isolat B	Bentuk bulat namun tidak konsentris, berwarna hitam, hifa berwarna putih, dan permukaan koloni datar dan kasar, pertumbuhan koloni tidak beraturan
Isolat C	Bentuk bulat tidak konsentris, berwarna putih pada saat muda dan keabu-abuan saat tua, tampak sporangium berwarna hitam seperti jamur pentul,dan hifa berwarna putih

Selanjutnya dilakukan uji aktifitas selulolitik jamur. Uji aktifitas selulolitik dilakukan dengan menggenangkan reagen *Congo red* selama 15 menit pada koloni jamur setelah masa inkubasi pada media CMC, kemudian dibilas dengan menggunakan NaCl. Adanya zona bening disekitar koloni menunjukkan adanya aktifitas enzim selulosa yang dihasilkan oleh jamur untuk menghidrolisis selulosa (Nugraha, 2014) dan parameter yang diamati yaitu diameter zona bening disekitar koloni. Dari tiga jamur yang didapat, ketiganya menunjukkan adanya aktifitas selulolitik dibuktikan dengan adanya zona bening disekitar koloni. Dari hasil uji aktifitas selulolitik, isolat A dan isolat B menunjukkan kenampakan zona bening yang sangat jelas. Namun berbeda dengan isolat C dimana zona bening tidak begitu jelas. (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa isolat A dan isolat B menghasilkan banyak enzim selulosa namun tidak dengan isolat C dimana enzim yang dihasilkan hanya sedikit sehingga zona bening yang dihasilkan tidak begitu jelas. Diameter zona bening yang dihasilkan memiliki perbedaan tiap isolat. Perbedaan zona bening ini dikarenakan enzim selulosa yang dihasilkan tiap isolat berbeda seperti terlihat

pada tabel 5. Hal ini sesuai dengan pendapat Yosmar *et al.*,(2013) adanya zona bening menunjukkan adanya aktivitas jamur selulolitik dalam mendegradasi selulosa pada substrat dengan mengeluarkan enzim disekitar koloni dan perbedaan diameter zona bening juga dipengaruhi oleh jenis jamur dalam menghasikan enzim selulosa.



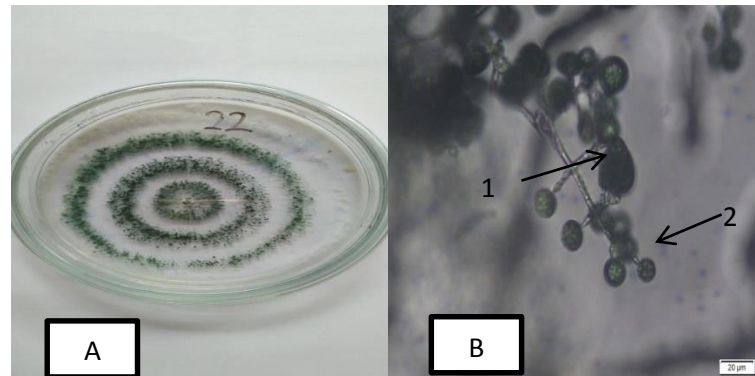
Gambar 2. Kenampakan zona bening jamur (1) Isolat A, (2) Isolat B, (3) Isolat C (A, koloni jamur, B, zona bening C, media CMC dengan pewarna congo red).

Tabel 5. Diameter zona bening isolat hasil isolasi.

No	Isolat	Diameter koloni (cm)	Diameter zona bening (cm)	Indeks zona bening (cm)
1	A	6.5	7	0.5
2	B	3.4	3.6	0.2
3	C	7.2	7.3	0.1

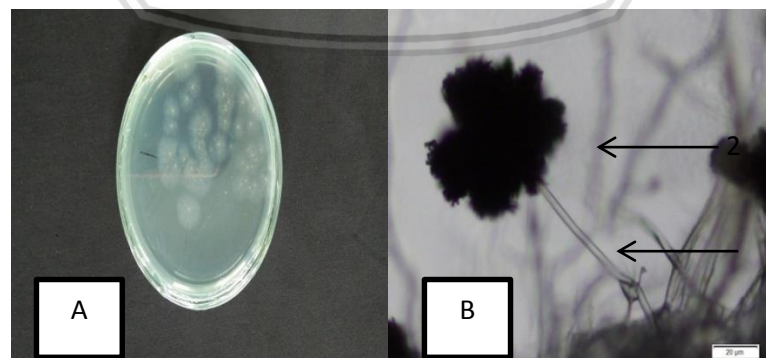
Identifikasi jamur selulolitik menggunakan buku panduan Barnett (1983) dengan cara melihat bentuk dan karakteristik jamur secara makroskopis dan mikroskopik. Pada isolat A, memiliki ciri-ciri yaitu Bentuk bulat seperti cakram, berwarna hijau tua, hifa berwarna putih, permukaan koloni halus, dan pertumbuhan koloni simetris (Gambar 3). Sedangkan secara mikroskopik memiliki ciri-ciri percabangan konidiofor banyak, hifa dan konidiofornya hialin, ujung konidiofor seperti botol, konidia bersel tunggal. Dari karakter ini menunjukkan bahwa isolat A merupakan jamur *Trichoderma* spp. sebagaimana yang dikemukakan oleh Barnett (1983) bahwa jamur *Trichoderma* spp. memiliki ciri-ciri konidiofor hialin, tegak lurus, dan memiliki banyak cabang, konidia hialin, bersel tunggal, bentuk

menyerupai telur (*ovoid*), biasanya mudah dikenali dari laju pertumbuhannya, saprofit di tanah atau dikayu dan menjadi parasit pada beberapa jamur lainnya.



Gambar 3. A Kenampakan makroskopik jamur *Trichoderma* spp. Pada media CMC setelah 5 hari inkubasi, B mikroskopik (1) konidiofor (2) konidia

Isolat B secara makroskopik memiliki bentuk bulat namun tidak konsentris, berwarna hitam, hifa berwarna putih, dan permukaan koloni datar dan kasar, pertumbuhan koloni tidak beraturan (Gambar 4). Secara mikroskopik isolat B memiliki ciri-ciri yaitu konidiofor yang tegak lurus dan ujungnya berbentuk bulat, ujung konidiofor berbentuk fialid yang merupakan tempat tumbuh konidia. Dilihat dari karakteristik isolat B jamur ini merupakan jamur *Aspergillus* spp. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Barnett (1983) bahwa *Aspergillus* spp memiliki ciri-ciri yaitu konidiofor tegak lurus, sederhana, ujungnya berbentuk bulat (*globose*), konidia bersel tunggal, berbentuk bulat, metule fialid menghasilkan basipetal.



Gambar 4. A Kenampakan jamur *Aspergillus* spp. secara makroskopik pada media CMC setelah 5 hari inkubasi, B mikroskopik (1) konidiofor (2) Konidia

Isolat C secara makroskopik memiliki ciri-ciri bentuk bulat tidak konsentris, berwarna putih pada saat muda dan keabu-abuan saat tua, sporangium berwarna hitam seperti jamur pentul, dan hifa berwarna putih. (Gambar 5) sedangkan secara mikroskopik menunjukkan ciri-ciri yaitu sporangiopore hialin, sporangia berbentuk oval, hifa bersekat, sporangia tunggal atau bisa berkelompok 2, 3 atau lebih, hifa hialin. Menurut Campbell., *et al.*, (2013), *Rhizomucor* memiliki ciri-ciri yaitu sporangia tunggal, berkelompok 2, 3 atau lebih. Memiliki rhizoid yang umumnya tumbuh di bawah media, memiliki percabangan yang pendek, berwarna ke abu-abuan, hifa bersekat, bentuk sporangia oval, hifa hialin dan percabangan di bawah sporangior. Dari pengamatan secara mikroskopis dapat diketahui bahwa isolat C merupakan jamur berdasarkan penampakan yang terlihat dimikroskop yaitu *Rhizomucor* spp.

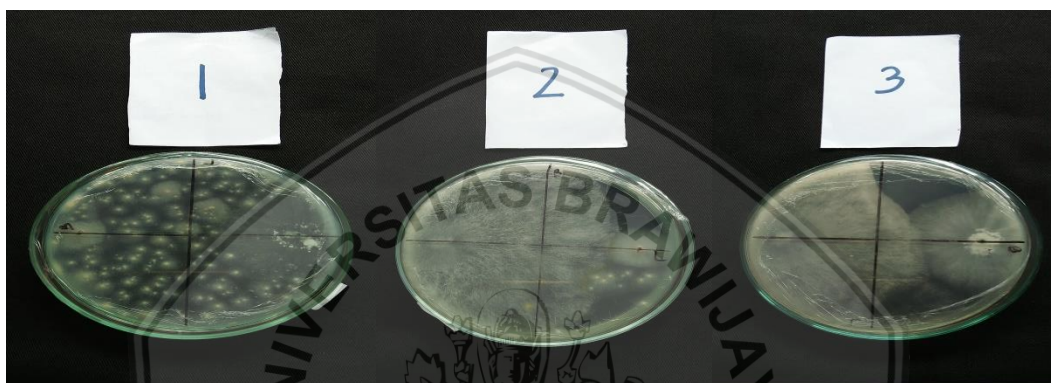


Gambar 5. A. Kenampakan makroskopis Jamur *Rhizomucor* spp. pada media CMC setelah 5 hari inkubasi B. mikroskopis (1) Sporangia (2) Sporangiopore

4.2 Uji antagonis jamur

Uji antagonis jamur dilakukan untuk mengetahui daya hambat tiap isolat. Berdasarkan hasil uji ketiga isolat memiliki daya hambat yang rendah (tabel 6). *Trichoderma* spp. dapat menghambat *Aspergillus* spp. sebesar 22%. *Aspergillus* spp. Mampu menghambat *Rhizomucor* spp sebesar 9% dan *Trichoderma* spp. mampu menghambat *Rhizomuchor* spp sebesar 31%. Persentase daya hambat jamur yang tergolong rendah ini disebabkan pertumbuhan tiap isolat yang berbeda sehingga pada pengamatan hari ke-4 HSI memiliki jari-jari koloni yang berbeda pula. Antagonisme jamur selulolitik biasanya parasit pada jamur penyebab penyakit pada beberapa tanaman misalnya penyakit busuk buah pada kakao yang disebabkan oleh

jamur *Phytophthora palmivora* .*Trichoderma* spp. Mampu menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* mencapai 99.99 % (Asrul, 2009) dan beberapa spesies dari *Aspergillus* spp. juga mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* spp. mencapai 40% (Lelana *et al.*, 2015). Sedangkan untuk Jamur *Rhizomucor* spp. tidak berpotensi dalam antagonisme penyakit dalam tanaman sebagaimana pendapat Yurnaliza *et al.*, (2008) menyatakan bahwa *Rhizomucor* spp. merupakan salah satu jamur endofit akar kelapa sawit yang tidak memiliki potensi antagonis terhadap *Ganoderma boninense* Pat.



Gambar 6. Uji antagonis jamur pada media PDA 4 HSI (1) *Trichoderma* spp. dan *Aspergillus* spp, (2) *Aspergillus* spp. dan *Rhizomucor* spp , (3) *Trichoderma* spp dan *Rhizomucor* spp

Tabel 6. Persentase daya hambat jamur

No	Inokulum	Persentase daya hambat (%)
1	<i>Trichoderma</i> spp. dan <i>Aspergillus</i> spp.	22
2	<i>Aspergillus</i> spp dan <i>Rhizomucor</i> spp.	9
3	<i>Trichoderma</i> dan <i>Rhizomucor</i> spp.	31

4.3 Laju dekomposisi kompos kulit kakao

Laju dekomposisi menunjukkan kecepatan dekomposisi suatu bahan. Laju dekomposisi dapat ditentukan dari ukuran bahan substrat. Selain itu laju dekomposisi juga ditentukan oleh kondisi hidrologi, ketersediaan hara dan pH

rendah (Sulistyanto *et al.*, 2005). Nilai rerata laju dekomposisi tertinggi pada perlakuan C1J4 (cacah dan konsorsium jamur) dengan nilai 0.19 gram/hari. Sedangkan laju dekomposisi terendah pada perlakuan T1J0 (tanpa cacah dan tanpa pemberian jamur) dengan nilai 0.13 gram/hari. Rerata nilai laju dekomposisi kompos yang dicacah lebih tinggi dibandingkan rerata nilai laju dekomposisi tanpa cacah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sriwati *et al.*, (2013) bahwa ukuran bahan saat pengomposan mempengaruhi laju dekomposisinya. Menurut analisis ragam nilai laju dekomposisi kulit kakao menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan cacah dan tanpa cacah yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata nilai laju dekomposisi kulit kakao

No	Perlakuan	Rerata nilai laju dekomposisi (gram/hari)
1	C1J0	0.19 a
2	C1J1	0.18 a
3	C1J2	0.19 a
4	C1J3	0.19 a
5	C1J4	0.19 a
6	C1J5	0.19 a
7	T1J0	0.13 b
8	T1J1	0.14 b
9	T1J2	0.14 b
10	T1J3	0.15 b
11	T1J4	0.13 b
12	T1J5	0.15 b

Keterangan : Bilangan-bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan kesalahan 5% . C1: kulit kakao cacah, T1: kulit kakao tanpa cacah, J0: kontrol, J1: *Trichoderma* spp, J2: *Aspergillus* spp, J3: *Rhizomucor* spp, J4: konsorsium jamur, J5: dekomposer yang ada di pasaran

Rerata nilai laju dekomposisi kulit kakao perlakuan cacah dan tanpa cacah berbeda nyata terhadap laju dekomposisi kulit kakao. Namun berbeda dengan jenis jamur tidak menunjukkan berbeda nyata pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa dekomposisi kulit kakao dengan cacahan mampu memberikan nilai laju dekomposisi yang lebih tinggi. Permukaan area yang kontak dengan mikroba dengan bahan lebih banyak sehingga proses dekomposisi akan lebih cepat. menurut Sriwati *et al.*,(2013) bahwa ukuran bahan saat pengomposan akan mempengaruhi laju dekomposisi dimana ukuran bahan yang berukuran besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terdekomposisi.

4.4 Kadar selulosa kompos kulit kakao

Kakao merupakan salah satu jenis tanaman yang mengandung banyak selulosa sekitar 31,25 % (Sutardi, 1991). Namun setelah dilakukan pengomposan kulit kakao menggunakan penambahan jamur selulolitik, kandungan selulosa pada kulit kakao berkurang secara signifikan yang dapat dilihat pada tabel 8. Dilihat dari tabel 8 nilai rerata kadar selulosa kompos, tertinggi terdapat pada perlakuan C1J0 (kulit kakao cacah tanpa jamur selulolitik) dan T1J0 (kulit kakao tanpa cacah tanpa jamur selulolitik yaitu sebesar 22.63% dan 22.23%. Dan nilai rerata kadar selulosa terendah terdapat pada perlakuan C1J1 (kulit kakao cacah dan *Trichoderma* spp.) yaitu sebesar 18.3%. Pada penelitian ini, *Trichoderma* spp. merupakan jamur yang terbaik dibanding dua jamur yang lain yaitu *Aspergillus* spp dan *Rhizomucor* spp dalam mendekomposisi selulosa pada kulit kakao mencapai 19% lebih tinggi dibanding tanpa *Trichoderma* spp. Sedangkan untuk *Aspergillus* spp. juga dapat menurunkan kadar selulosa kulit kakao sebesar 17%. *Rhizomucor* spp. dapat mengurangi kadar selulosa pada kulit kakao sebesar 10%. Sedangkan untuk decomposer yang ada dipasaran, juga mampu mengurangi kadar selulosa substrat sebesar 12%. Menurut Chalimatus *et al.*, (2013) bahwa *Trichoderma* spp. mampu mengurangi kadar selulosa kompos limbah Sluge mencapai 2.53% dan hasil ini lebih baik dibandingkan mikboba yang ada pada kotoran sapi. Hal ini membuktikan bahwa dengan aplikasi jamur selulolitik pada kulit kakao dapat mendegradasi selulosa yang terdapat pada kulit kakao. Jamur selulolitik menghasilkan enzim selulosa yang akan memecah selulosa menjadi glukosa. Menurut Hatta *et al.*, (2012) menyatakan bahwa dengan penambahan jamur selulolitik dapat menurunkan kadar serat kasar (selulosa).

Berdasarkan tabel analisis ragam bahwa perlakuan jenis jamur berbeda sangat nyata terhadap kandungan selulosa sehingga dilakukan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan setiap perlakuan (tabel 8).

Tabel 8. Rerata nilai kadar selulosa kompos

No	Perlakuan	Rerata nilai kadar selulosa (%)
1	C1J0	22.62 a
2	C1J1	18.8 c
3	C1J2	19.48 c
4	C1J3	21.84 abc
5	C1J4	21.05 c
6	C1J5	19.08 c
7	T1J0	22.23 ab
8	T1J1	20.66 c
9	T1J2	18.69 c
10	T1J3	20.26 c
11	T1J4	21.44 bc
12	T1J5	19.87 c

Keterangan : Bilangan-bilangan yang disertai huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan kesalahan 5%. . C1: kulit kakao cacah, T1: kulit kakao tanpa cacah, J0: kontrol, J1: *Trichoderma* spp, J2: *Aspergillus* spp. J3: *Rhizomucor* spp, J4: konsorsium jamur, J5: dekomposer yang ada di pasaran

4.5 Suhu pengomposan

Pengukuran suhu pada kompos dilakukan sebagai salah satu parameter untuk mengetahui ada tidaknya aktifitas organisme untuk mendekomposisi kompos. Kenaikan suhu kompos menandakan adanya aktifitas organisme. Suhu pada saat pengomposan dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10.

Tabel 9. Suhu kompos cacah dan tanpa cacah.

No	Perlakuan	Waktu pengamatan (minggu)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Cacah (C1)	28	28	28	28	29	31	30	32	30	29	27	28
2	Tanpa cacah (T1)	28	28	28	28	29	31	31	31	30	29	28	28

Dilihat dari tabel 9 menunjukkan bahwa ukuran bahan pengomposan tidak mempengaruhi suhu saat pengomposan. Kenaikan suhu terjadi pada minggu ke-5 setelah aplikasi yaitu dari 28°C menjadi 29°C. Suhu tertinggi terjadi pada minggu ke-8 padaperlakuan cacah yaitu sebesar 32°C setelah aplikasi dan suhu terendah terjadi ada minggu ke-11 yaitu sebesar 28°C pada kedua perlakuan. Suhu mulai menurun pada minggu ke-9 mencapai 30°C dan berangsur stabil pada minggu

selanjutnya sampai pemanenan dengan suhu 28°C. Kenaikan suhu pada pengomposan kulit kakao tergolong lambat dibanding pengomposan menggunakan bahan lain. Menurut Hastuti *et al.*, (2017) kenaikan suhu pengomposan sudah terjadi pada minggu pertama pengamatan. Hal ini dikarenakan bahan yang digunakan untuk pengomposan berbeda sehingga mempengaruhi aktifitas organisme dekomposer. Menurut Yulianto (2009) saat penguraian bahan organik, mikroba didalam kompos akan menguraikan bahan organik menjadi NH₃, CO₂, uap air dan uap panas melalui sistem metabolisme dengan bantuan oksigen. Setelah sebagian besar bahan terurai maka suhu akan berangsur menurun. Begitu pula dengan jenis jamur yang dipakai, peningkatan suhu pengomposan dengan jenis dekomposer yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap suhu (tabel 10).

Tabel 10. Suhu kompos beda jenis jamur.

No	Perlakuan	Waktu pengamatan (minggu)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	J0 (kontrol)	29	29	28	29	29	32	31	32	30	29	28	28
2	J1 (<i>Trichoderma</i> spp.)	29	29	28	29	29	32	31	32	30	29	28	28
3	J2 (<i>Aspergillus</i> spp.)	29	29	29	29	29	32	32	32	30	30	28	28
4	J3 (<i>Rhizomucor</i> spp.)	29	29	29	29	29	32	32	33	30	30	28	28
5	J4 (konsorsium)	29	29	28	29	29	31	31	32	30	30	28	28
6	J5 (dekomposer dipasaran)	29	28	28	29	29	32	31	32	31	30	28	28

Dilihat dari tabel 10 jenis jamur yang digunakan sebagai dekomposer tidak mempengaruhi suhu pengomposan. Suhu kompos setaip pengamatan semua jenis jamur tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Suhu mulai naik pada minggu ke-6 yaitu dari 29°C menjadi 32°C dan suhu tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian jamur *Rhizomucor* spp. yang terjadi pada minggu ke-8 yaitu sebesar 33°C dan suhu terendah terdapat pada perlakuan kontrol yang terjadi pada minggu ke-11 sebesar 28°C. Penurunan suhu terjadi pada minggu ke-9 mencapai 30°C dan berangsur stabil pada minggu selanjutnya sampai pemanenan dengan suhu 28°C.

Suhu tersebut masih memungkinkan untuk jamur bisa tumbuh dengan baik namun aktifitas enzim tidak optimal. Suhu optimal pada pengomposan sekitar 50°C dan suhu ini optimal dalam menghasilkan enzim yang dihasilkan oleh jamur (Subowo, 2015). Suhu pengomposan ini jauh lebih rendah dibanding Saskiawan (2015) dimana suhu pengomposan tertinggi mencapai 48°C. Selain dikarenakan sumber bahan kompos yang berbeda, suhu pengomposan juga dipengaruhi volume material pengomposan. Dalam penelitian ini, pengomposan dilakukan hanya dengan 3 kg bahan saja sehingga panas yang dihasilkan tidak setinggi pengomposan dalam jumlah banyak (Saskiawan, 2015)

4.6 pH kompos

Pengukuran pH pengomposan yang dilakukan pada akhir pengamatan menunjukkan adanya perbedaan pH diakhir pengomposan (tabel 9). Dilihat dari tabel di bawah nilai pH terendah terdapat pada perlakuan C1J0 (kulit kakao cacah dan dekomposer dipasaran) yaitu sebesar 6.92 dan pH tertinggi terdapat pada perlakuan T1J2 (kulit kakao tanpa cacah dan *Aspergillus*) yaitu sebesar 7.8. Nilai pH tersebut tergolong optimal untuk pertumbuhan jamur selulolitik. pH rendah dapat menghambat jamur untuk mendegradasi begitu pula pH tinggi yang dapat menghambat aktivitas enzim yang dihasilkan. pH optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba yaitu 5.5-7.5 (Ribeiro *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil sidik ragam rerata pH pengomposan tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% (tabel 11).

Tabel 11. Rerata pH pengomposan

No	Perlakuan	pH awal	pH pengomposan
1	C1J0	6.684	7.06
2	C1J1	6.684	7.39
3	C1J2	6.684	7.03
4	C1J3	6.684	7.36
5	C1J4	6.684	7.05
6	C1J5	6.684	6.92
7	T1J0	6.684	7.73
8	T1J1	6.684	7.36
9	T1J2	6.684	7.80
10	T1J3	6.684	7.45
11	T1J4	6.684	7.66
12	T1J5	6.684	7.23

Keterangan : C1: kulit kakao cacah, T1: kulit kakao tanpa cacah, J0: kontrol, J1: *Trichoderma* spp, J2: *Aspergillus* spp, J3: *Rhizomucor* spp, J4: konsorsium jamur, J5: dekomposer yang ada di pasaran.

Dilihat dari tabel 11 dapat kita ketahui bahwa perlakuan tidak berbeda nyata terhadap pH kompos. Namun jika dibandingkan dengan nilai pH kulit kakao sebelum pengomposan, nilai pH lebih tinggi hal ini dikarenakan selama proses pengomposan inokulan yang digunakan dalam pengomposan mempengaruhi pH. Kenaikan pH ini disebabkan oleh perombakan bahan organik yang dilakukan oleh Fungi. Perombakan bahan organik menghasilkan kation-kation basa seperti kalium, kalsium dan magnesium yang akan meningkatkan pH dimana pH meningkat pada minggu ke-3 setelah pengomposan, namun berbeda dengan pH pada minggu ke-2 dimana pH pada pengomposan minggu ke-2 mengalami penurunan yang disebabkan oleh adanya proses pembentukan asam organik (Ribeiro *et al.*,2017). Penurunan dan peningkatan pH pengomposan tidak diketahui karena tidak dilakukan pengukuran nilai pH setiap minggunya.

4.7 Rerata Nilai C-organik, N-total dan rasio C/N kompos

Rasio C/N pada kompos menjadi salah satu kriteria kematangan kompos dimana proses dekomposisi dalam pengomposan adalah penguraian C/N substrat oleh mikroorganisme maupun agen dekomposer lainnya. Karbon digunakan sebagai sumber energi oleh mikroorganisme untuk mendekomposisikan suatu substrat menjadi CO₂ sehingga semakin lama pengomposan maka kandungan C akan semakin berkurang. Rasio C/N hasil pengomposan kulit kakao tersaji dalam tabel 12.

Tabel 12. Rerata rasio C/N kompos kulit kakao

No	Perlakuan	C-organik awal (%)	N-total awal (%)	Rasio C/N awal	C-organik (%)	N total (%)	Rasio C/N
1	C1J0	26.61	0.92	28.92	18.45	1.84	10.02
2	C1J1	26.61	0.92	28.92	20.88	2.08	10.03
3	C1J2	26.61	0.92	28.92	19.31	1.81	10.66
4	C1J3	26.61	0.92	28.92	17.04	2.33	7.32
5	C1J4	26.61	0.92	28.92	18.84	2.11	8.92
6	C1J5	26.61	0.92	28.92	17.14	2.24	7.65
7	T1J0	26.61	0.92	28.92	18	2.08	8.65
8	T1J1	26.61	0.92	28.92	17.24	2.06	8.38
9	T1J2	26.61	0.92	28.92	19.74	1.96	10.07
10	T1J3	26.61	0.92	28.92	19.53	1.76	11.09
11	T1J4	26.61	0.92	28.92	17.79	2.05	8.67
12	T1J5	26.61	0.92	28.92	16.43	1.90	8.64

Keterangan: C1: kulit kakao cacah, T1: kulit kakao tanpa cacah, J0: kontrol, J1: *Trichoderma* spp, J2: *Aspergillus* spp. J3: *Rhizomucor* spp, J4: konsorsium jamur, J5: dekomposer yang ada di pasaran

Dilihat dari tabel 10 dapat kita ketahui bahwa perlakuan tidak berbeda nyata terhadap kandungan C-organik, N-total maupun rasio C/N kompos kulit kakao. Rerata nilai C-organik kompos tertinggi pada perlakuan C1J1 (kulit kakao cacah dan *Trichoderma* spp.) yaitu sebesar 20.88% dan rerata nilai C-organik terendah pada perlakuan C1J3 dengan nilai rerata 17.04%. Kandungan N-total pada kompos kulit kakao memiliki perbedaan dengan kandungan c-organiknya. Rerata nilai N-total tertinggi terdapat pada perlakuan C1J3 (kulit kakao cacah dan jamur *Rhizomucor* spp) dan rerata nilai terendah terdapat pada perlakuan T1J3 (kulit kakao tanpa cacah dan jamur *Rhizomucor* spp) sedangkan rasio C/N kompos kulit kakao tertinggi terdapat pada perlakuan T1J3 (kulit kakao tanpa cacah dan jamur *Rhizomucor*) dengan nilai rerata yaitu 11.09 dan rerata nilai rasio C/N terendah terdapat pada perlakuan C1J3 (kulit kakao cacah dan jamur *Rhizomucor* spp.). Dilihat dari nilai C/N rasio kompos termasuk dalam kategori rendah (Sriwati *et al.*, 2013). Hal ini menandakan bahwa inokulan yang diberikan mampu mendekomposisi substrat. Hal ini sebanding menurut pendapat Irianti dan Agus (2016) bahwa pemberian jamur mampu pendekomposisi limbah jerami padi dan pemberian jamur *Trichoderma* spp. memberikan nilai C/N kompos yang terendah. Meskipun tidak berbeda nyata namun tetap terjadi penurunan rasio C/N pada kompos dibanding C/N awal.

Penurunan rasio C/N pada kulit kakao disebabkan oleh inokulan yang diberikan. Mikroba merombak bahan organik yang digunakan sebagai sumber energi. Penurunan rasio C/N kompos tergantung pada kandungan C/N bahan asal. Semakin tinggi rasio C/N bahan asal maka dekomposisi kompos akan semakin lama dan begitu pula sebaliknya. Menurut Ismayana *et al.*, 2012 bahwa perbedaan rasio C/N awal bahan akan mempengaruhi perubahan laju penurunan rasio C/N akhir. Dilihat dari data di atas bahwa kandungan C-organik semakin berkurang dan kandungan N-total kompos semakin meningkat. Hal ini membuktikan bahwa pengomposan menurunkan rasio C/N. Kompos dapat dikatakan matang apabila nisbah C/N <20 (BSN, 2004) dan dari kriteria ini dapat dikatakan bahwa kompos

kulit kakao merupakan kompos matang dikarenakan semua nilai rerata C/N kompos <20 dan sudah dapat diaplikasikan ketanaman.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Jamur hasil isolasi dari kulit kakao yaitu *Trichoderma* spp. *Aspergillus* spp. dan *Rhizomucor* spp. merupakan jamur selulolitik mampu mendegradasi selulosa pada media CMC yang ditunjukkan dengan adanya zona bening
2. Jamur yang dihasilkan dari isolasi kulit kakao mampu mendekomposisi limbah kulit kakao.
3. Laju dekomposisi kompos limbah kulit kakao cacah lebih tinggi dibanding tanpa cacah sebesar 0.19 gram/hari.

5.2 Saran

Penelitian pengomposan yang dilakukan didalam polbag atau plastik dengan pemberian air sebaiknya diberikan celah untuk keluarnya air agar tidak menghambat pertumbuhan mikroba yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi M. 2001. Diversitas dan Visualisasi Karakter Jamur yang Berasosiasi dengan proses degradasi Seresah di Lingkungan Mangrove. <http://www.Libunair.ac.id>. Diakses tanggal 5 Februari 2018.
- Anderson, J.M, dan. Swift, M.J. 1983. Decomposition in Tropical Rain forest: Ecology and Management. Special Publication No. 2. Eds. Sutton L, Whitmore TC, Chadwick AC. The British Ecological Society. Oxford: Blackwell Scientific Publication. 287-309.
- Asrul. 2009. Uji Daya Hambat Jamur Antagonis *Trichoderma* spp. dalam Formulasi Kering Berbentuk Tablet terhadap Luas Bercak *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao. *Jurnal Agrisains* 10(1): 21-27
- Barnett, H. L. dan B. B. Hunter. 1983. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Aps Press, St. Paul, Minnescota.
- Badan Standarisasi Nasional . 2004. Spesifikasi dan Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Campbell, Colin K., Elizabeth M. Johnson, dan David W. Warnock. Identification of Phatogenic Fungi. Second Edition. Health Protection Agency. A John Wiley and Sons. Ltd Publication: U.S.
- Chalimatus, Hilda, Latifah dan Fransiska W Mahatmanti. 2013. Efektifitas Jamur *Trichoderma hardianum* dan Mikroba Kotoran Sapi pada Pengomposan Limbah Sluge Pabrik Kertas. *Indonesian Journal Chemical Science* 2 (3) 2013.
- Damanik, Henni F, Jonis Ginting dan Irsal. 2013. Respon Pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao*) terhadap Beberapa Komposisi Kompos Kulit kakao dengan Sub soil Ultisol dan Pupuk Daun. *Jurnal Agroteknologi* Vol 2. No: 1162-171.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia 2013-2017 Kakao. Jakarta. Direktorat Jenderal Perkebunan
- Gusnawaty Hs, Asniah, Muhammad taufik, Faulika. 2013. Uji Potensi *Trichoderma* Indigenus Sulawesi Tenggara sebagai fungisida terhadap *Phytophthora capsici* secara in-vitro. *Jurnal Agroteknos* Vol 3 no. 3 hal 139-143
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia : Jakarta.
- Handayani, Noorsoetanti dan fatna Setyaningsih. 2006. Identifikasi Jamur dan Deteksatif Latoksin terhadap Petis Udang Komerdial. *Biodiversitas* Vol.7. No. 3 Hal .212-215
- Harley and Presscot. 2002. *Laboratory Exercise in Mikrobiology* . USA. McGraw-hill Publisher, pp 116



- Hastuti, Sindi Martina, Ganjar Samudro, dan Sri Sumiyati. 2017. Pengaruh Kadar Air terhadap Hasil Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Composted TUB. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*: Vol. 06. NO. 2 Maret 2017.
- Hatta, Umiani, Osfar Sjojfan dan B. Sundu. 2012. Pengaruh Kombinasi Fermentasi Jamur *Pleurotus Ostreatus* dengan *Trichoderma viridae* terhadap Kandungan Nutrien dan Aktivitas Enzim Selulose Bungkil Kopra. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 24 (2) : 20-30.
- Irianti, Agnes T Purwani dan Agus Suyanto. 2016. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. sebagai Dekomposer pada Pengomposan Jerami Padi. *Jurnal Agrosains* Vol. 13. No. 2 Oktober 2016.
- Ismayana, Andes, Nastiti S Indrasti, Suprihatin, Akhiruddin Maddu, dan Aris Efendi. 2012. Faktor Rasio C/N awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blontong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22 (3): 173-179.
- Lelana, Neo Endra, Illa Anggraeni dan Nina Mindawati. 2015. Uji Antagonis *Aspergillus* spp. dan *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah pada Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol. 12 No.1 23-28.
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl WH and LS Pretorius .2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamental and Biotechnology. *Microbiol. Mol.Biol. Rev.* 66.(3):506-577.
- Martina, A., Nurhayati, amumu Sutisna, 2002. Optimasi beberapa Faktor Fisik terhadap Laju Degradasi Selulosa Kayu Albasia (*Paraserianthes falcataria* L) Nielsen dan Carboksimetil Selulosa (CMC) secara Enzimatik Oleh Jamur, *Jurusab Biologi, FMIPA, Universitas Riau*: 156-163
- Mulyani, M, Kartasapoetra, A.G, dan Sastroatmodjo, S. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nugraha, Restu, Tri Ardyati dan Suharjono. Eksplorasi Bakteri Selulolitik yang Berpotensi Sebagai Agen Biofertilizer dari Tanah Perkebunan Apel Kota Batu, Jawa timur. *Jurnal Biotropika*. Vol 2. NO 3. 159-163.
- Pelczar, M. J., dan Chan, E. C. S 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press: Jakarta.
- Puastusi, Wisri dan Susana IWR. Potensi dan Pemanfaatan Kulit kakao sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia. *Wartazona* Vol. 24 No. 3. 2014
- Purnawati, Hening dan Budi Utami. Pemanfaatan Limbah Kulit kakao (*Theobroma cacao* L) sebagai Absorben Zat Warna *Rhodamin B*. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*. Vol. 5. No. 1 2014.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2010 . *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor.
- Ribeiro, Noelly de Queiroz, Thiago Pereira Souza, Lívia Martinez Abreu Soares Costa, Cibelli Paula de Castro, dan Eustáquio Souza Dias. *Microbial*

- additives in the composting process. *Ciência e Agrotecnologia* 41(2):159-168, Mar/Apr. 2017.
- Saetre, P. 1998. Decomposition Microbial Community Structure and Earthworm Effects along A Birch-Spure Soil Gradient. *Ecologi*, 79: 834-846.
- Samudra, U. 2005. Bertanam Coklat. PT Musa Perkasa Utama. 42 hal.
- Saskiawan, Iwan. Penambahan Inokulan Mikroba Selulolitik pada Pengomposan Jerami Padi untuk Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) (The addition of Cellulolytic Microorganisms in Composting Process of Paddy Straw as White Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Substrate). *Jurnal Biologi Indonesia* 11 (2): 187-193 (2015)
- Soeroso, L. 1999. Mikrobiologi Umum. Universitas Jendrat Soedirman: Purwokerto.
- Soetanto, R. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius: Yogyakarta.
- Sriwati, Rina, Tjut Chamzurni, Bukhari, dan Anwar sanjani. 2013. *Trichoderma virens* Isolated from Cocoa Plantation in Aceh as Biodecomposer Cocoa husk. *Jurnal Natural*. Vol. 13, No. 1. : 6-14.
- Subowo, Y.B. 2015. Isolasi dan Seleksi Jamur Tanah Pengurai Selulosa dari Berbagai Lingkungan. *Pros sem nas masy biodiv indon* Vol 1, No. 3, Juni 2015 423-427.
- Sulistiyanto, Y, Rieley, J.O., Limin, S.H. 2005. Laju Dekomposisi dan Pelepasan Hara pada Dua Sub-Tipe Hutan Rawa Gambut di Kalimantan Tengah. *Jurnal Managemen Hutan Tropika* Vol. XI. No. 2: 1-14.
- Sutardi, T. 1991. Pemanfaatan Limbah Tanaman Perkebunan sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Prosiding Pameran Produksi dan Teknologi Peternakan*. IPB: Bogor
- Waluyo, K. 2010. Budidaya Coklat. Epsilon Grup. Buahbatu. Bandung. 50 hal.
- Widhitama, Sena, Pujiono Wahyu Purnomo, Agung Suryanto. 2016. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatannya Di Delta Sungai Wulan, Demak, Jawa Tengah. *Diponegoro Journal Of Maquares* Vol. 5, Nomor 4: 311-319.
- Wijaya, Mohammad T. 2014. Pemanfaatan Limbah Kakao sebagai Bahan Baku Produksi Pangan. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. 528. ISBN: 979363174-0.
- Yosmar, Rahmi, Netty Suharti, Roslinda Rasyid. 2013. Isolasi dan Uji Kualitatif Hidrolisat Jamur Penghasil Enzim Selulase dari Tanah Tumpukan Ampas Tebu. *Jurnal Farmasi Andalas* Vol 1 (1) April 2013.
- Yulianto, Adi Budi, *et al.*, Buku Pedoman Pengolahan Sampah Pasar Terpadu: Konversi Sampah Pasar Menjadi Kompos Berkualitas Tinggi. Yayasan Danamon Peduli: Jakarta.
- Yurnaliza, Rizki Hadiwibowo, dan Kiki Nurtjahja. 2008. Isolasi dan Uji Antagonisme Jamur Endofit Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Jurnal Biologi Sumatera. Vol. 3, No. 2. 36-41.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Ragam Laju Dekomposisi Kulit Kakao

	SS	DF	MS	F	ProbF
ulangan	0.00	2	0.00	0.28	19
kulit	0.02	1	0.02	45.99	18.51
Error kulit	0.00	2	0.00		
jamur	0.00	5	0.00	0.46	2.71
kulit x jamur	0.00	5	0.00	0.66	2.71
Residual	0.00	20	0.00		
Total	0.02	35	0.00		

Lampiran 2. Analisis Ragam Kadar Selulosa Kompos Kulit Kakao

SK	JK	DB	KT	F hit	F tabel 5%
Ulangan	0.63	2	0.31	1.43	19
Cacah dan tanpa cacah (A)	0.02	1	0.02	0.10	18.51
Galat a	0.44	2	0.22		
Jenis Jamur (B)	39.55	5	7.91	7.120 **	2.71
A x B	4.95	5	0.99	0.89	2.71
Galat b	22.21	20	1.11		
Total	67.83	35	1.93		

Lampiran 3. Analisis Ragam pH Pengomposan Kulit Kakao

SK	JK	DB	KT	F hit	F tabel 5%
Ulangan	0.35	2	0.17	1.14	19
Cacah dan tanpa cacah (A)	1.20	1	1.20	7.84	18.51
Galat a	0.30	2	0.15		
Jenis Jamur (B)	0.65	5	0.13	1.50	2.71
A x B	0.75	5	0.15	1.72	2.71
Galat b	1.74	20	0.08		
Total	5.02	35	0.14		



Lampiran 4. Analisis Ragam C-organik Pengomposan Kulit Kakao

SK	JK	DB	KT	F hit	F tabel
Ulangan Cacah dan tanpa cacah (A)	21.08	2	10.54	2.70	19
Galat a Jenis Jamur (B)	2.15	1	2.15	0.55	18.51
A x B	7.8	2	3.90		
Galat b	26.03	5	5.20	0.85	2.71
Total	30.05	5	6.01	0.98	2.71
Galat b	122.36	20	6.11		
Total	209.49	35	5.98		

Lampiran 5. Analisis Ragam N-total Pengomposan Kulit Kakao

SK	JK	DB	KT	F hit	F tabel
Ulangan Cacah dan tanpa cacah (A)	0.12	2	0.06	0.43	19
Galat a Jenis Jamur (B)	0.08	1	0.08	0.58	18.51
A x B	0.29	2	0.14		
Galat b	0.18	5	0.03	0.36	2.71
Total	0.69	5	0.13	1.36	2.71
Galat b	2.042	20	0.10		
Total	3.44	35	0.09		

Lampiran 6. Analisis Ragam Rasio C/N Pengomposan Kulit Kakao

SK	JK	DB	KT	F hit	F tabel
Ulangan Cacah dan tanpa cacah (A)	2.04	2	1.02	0.19	19
Galat a Jenis Jamur (B)	0.54	1	0.54	0.10	18.51
A x B	10.30	2	5.15		
Galat b	15.82	5	3.16	0.92	2.71
Total	28.56	5	5.71	1.67	2.71
Galat b	68.08	20	3.40		
Total	125.37	35	0.09		

Lampiran 7. Rumus perhitungan laju dekomposisi metode Olson

$$X_t / X_0 = e^{-kt}$$

Ket : X_t = bobot kering kompos setelah waktu pengamatan (g)

X_0 = bobot kompos awal (g)

e = bilangan logaritma natural (2.72)

t = waktu pengamatan

k = Laju dekomposisi

Lampiran 8. Rumus perhitungan kadar selulosa metode Chesson

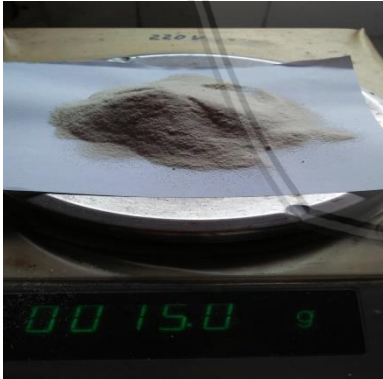
$$\frac{W_3 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Ket : W_3 = berat kering sampel ke-3

W_4 = berat kering sampel ke-4

W_1 = berat awal sampel

Lampiran 9. Foto kegiatan persiapan alat bahan penelitian



Penimbangan bahan



Kulit kakao yang akan digunakan



Kentang untuk pembuatan PDA
autoclaf



Sterilisasi cawan petri dengan
autoclaf

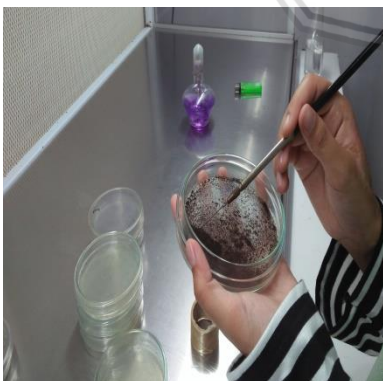


Media PDA pada erlenmeyer

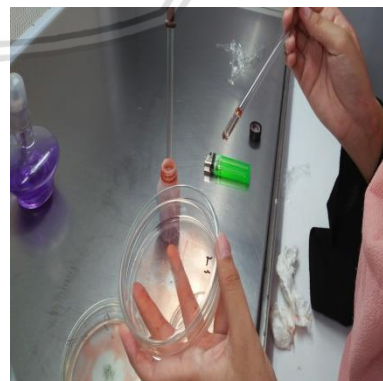


Sterilisasi media CMC

Lampiran 10. Kegiatan isolasi jamur, uji selulolitik dan uji antagonis



Inokulasi jamur



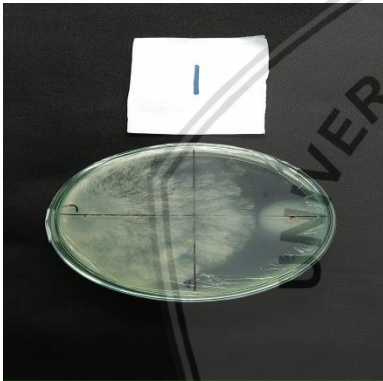
Pemberian congo red pada media



Plating jamur pada media media



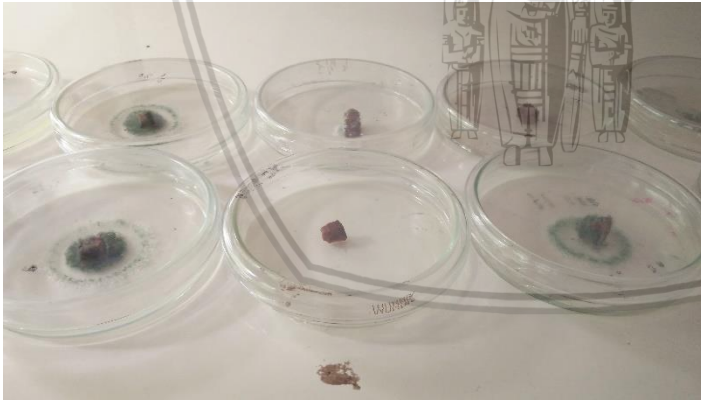
Jamur *Trichoderma* pada



Antagonisme jamur *Trichoderma* spp. dan *Rhizomucor* spp.

Lampiran 11. Jamur hasil isolasi





Lampiran12. Kegiatan perbanyakan jamur pada media jagung dan aplikasi jamur



Pengkukanan jagung



Pembungkusan jagung pada plastik



Sterilisasi jagung



Pengomposan kulit kakao



Minggu pertama pengomposan (cacah



Panen kompos (tiga bulan)



Lampiran 13. Denah rancangan percobaan

