

Isolasi Jamur Selulolitik *Trichoderma* pada Beberapa Limbah Organik

Agus Purwanto

Biologi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya Kampus Kota Madiun, Jl. Manggis No. 15-1, Madiun, 63131

E-mail: aguspurwanto@widyamandala.ac.id

Abstract— Cellulolytic fungi have an important role for the largest material flow in the biosphere. *Trichoderma* fungi are ubiquitous and have the ability to degrade cellulose. The study was conducted to isolate and screen *Trichoderma* cellulolytic fungi from soil heaps of some organic waste. Soil samples were taken from soil heaps of some organic waste to isolate *Trichoderma* cellulolytic fungi. The sampling method is carried out randomly from top soil layers of organic waste litter (bagasse, sugar cane leaf, rice straw, and garbage). Isolation and screening of *Trichoderma* fungi are determined based on observations of macroscopic and microscopic characteristics referring to the key of fungal determination. Cellulolytic ability of *Trichoderma* isolates was carried out by growing on Carboxy Methyl Cellulose (CMC) media as a single carbon source by measuring the diameter of the colony and the diameter of the clear zone formed. There were 7 *Trichoderma* fungal isolates that showed cellulolytic activity. Based on clear zone formation, *Trichoderma harzianum* showed highest cellulolytic than *Trichoderma viride*.

Keywords—: cellulolytic fungi; trichoderma; organic waste.

I. PENDAHULUAN

Bahan organik tanah terdiri dari sel hidup (mikroorganisme), residu segar, dan humus. Humus merupakan bagian bahan organik yang tahan lama bahkan sampai ribuan tahun dan tahan terhadap dekomposisi. Bahan organik tanah terdiri dari dua komponen yang disebut bahan organik tanah aktif (35%) dan bahan organik tanah pasif (65%). Bahan organik tanah aktif terdiri dari tanaman hidup dan serasah tanaman atau bahan hewan yang merupakan sumber nutrisi bagi mikroba yang terdiri dari gula serta protein yang dengan mudah terdekomposisi. Bahan organik tanah pasif tahan terhadap dekomposisi mikroba dan mengandung lignin yang lebih tinggi (Hoorman and Islam, 2010).

Lignoselulosa merupakan sumber karbon glukosa yang dapat digunakan sebagai sumber karbon oleh kebanyakan mikroorganisme yang bersifat selulolitik atau lignolitik. Mikroorganisme pendegradasi selulosa secara ensimatis dapat mengubah selulosa menjadi gula yang terlarut. Dengan demikian, pemanfaatan mikrobial selulolitik bertanggungjawab bagi salah satu aliran materi terbesar di biosfer (Irawadi, 1990).

Spesies anggota *Trichoderma* merupakan jamur benang Deuteromycetes yang cepat tumbuh (Samuels, 1996) dan tersebar secara luas di seluruh dunia (Domsch *et al.*, 1980; Gams and Bissett, 1998). Jamur *Trichoderma* ditemukan di sebagian besar tanah dan seringkali merupakan komponen dominan dari mikroflora tanah (Killham, 1994).

Spesies anggota *Trichoderma* adalah jamur tanah kosmopolitan. *Trichoderma* mengkolonisasi berbagai relung tanah (pertanian, kebun, hutan, padang rumput, dan gurun pasir) dari daerah yang beriklim dingin sampai dengan daerah beriklim tropis (Hagn *et al.*, 2003).

Trichoderma adalah salah satu jamur yang tersebar luas dan hampir dapat ditemukan pada lahan-lahan pertanian dan perkebunan. Komposisi, biomassa dan aktivitas biologik komunitas mikroba di tanah tergantung pada faktor fisik dan kimia (Garbeva *et al.*, 2004). Parameter-parameter lingkungan seperti temperatur tanah, kelembaban, udara, pH, bahan organik, kandungan nutrisi dan jenis tanaman merupakan faktor-faktor kunci yang mempengaruhi kolonisasi tanah oleh spesies anggota *Trichoderma* (Carreiro and Koske, 1992; Klein and Eveleigh, 1998).

Jamur tersebut tumbuh pada kisaran suhu optimal 22-30°C. Miselium *Trichoderma* dapat menghasilkan bermacam-macam enzim, termasuk enzim selulase (Prayuwidayati, 2009), glukonase dan kitinase (Junaid, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi jamur selulolitik *Trichoderma* yang diisolasi dari beberapa limbah organik.

II. METODE PENELITIAN

A. Isolasi Jamur *Trichoderma*

Untuk mendapatkan jamur yang tumbuh pada sampel tanah substrat beberapa limbah organik, metode isolasi dilakukan dengan pengenceran bertingkat (Suciarni, 2001).

Penyiapan sampel tanah dilakukan dengan cara mengambil 1 gram tanah dan disuspensikan ke dalam 5 ml akuades steril. Selanjutnya dilakukan pengenceran pada 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} ke dalam 3 tabung reaksi yang telah berisi 9 ml akuades steril.

Suspensi hasil pengenceran diambil 0,1 ml dan diinokulasikan dengan metode *pour plate* ke dalam media pertumbuhan PDA yang mengandung 0,01 g/liter streptomisin dan 0,01 g/liter ampicilin untuk mencegah pertumbuhan bakteri.

Selanjutnya isolat diinkubasi pada temperatur ruang (27–28° C) dengan waktu inkubasi 3-7 hari. Setelah koloni jamur tumbuh, selanjutnya masing-masing koloni dipindahkan ke media PDA miring untuk mendapatkan isolat murni dan diinkubasi pada suhu ruang. Setiap isolat murni jamur yang ditemukan kemudian di amati secara makroskopis dan mikroskopis.

B. Rancangan percobaan

Menentukan sampel tanah substrat limbah organik (ampas tebu, daduk, jerami padi, dan tumpukan sampah) yang telah mengalami pengomposan, masing-masing sebanyak tiga titik secara acak. Pengambilan sampel tanah sebanyak $\pm 0,5$ kg pada lapisan tanah top soil (kedalaman 15 cm). Sampel dicampur menjadi satu untuk mewakili kondisi sebenarnya di lapangan. Selanjutnya sampel tanah substrat limbah organik yang telah dikompositkan dimasukkan ke dalam kantong plastik, diberi label dan disimpan pada kotak es.

C. Parameter penelitian

1. Pengamatan Isolat Jamur *Trichoderma*

Pengamatan morfologi isolat tunggal dari jamur yang tumbuh pada sampel tanah substrat beberapa limbah organik dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis dengan mengacu pada kunci determinasi jamur dari Domsch *et al.*, (1980). Identifikasi makroskopis koloni, dilakukan dengan cara inokulasi titik (*point inoculation*) setiap isolat murni yang ditemukan di tengah cawan petri yang berisi media PDA. Setelah itu dilakukan inkubasi pada temperatur ruang (27–28° C) selama 3-7 hari.

Pengamatan makroskopis jamur meliputi: 1) pemeriksaan warna koloni *top* dan *reverse*, 2) tekstur koloni, 3) ada atau tidak adanya garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni; dan 4) ada atau tidak adanya lingkaran konsentris, 5) ukuran diameter pertumbuhan radial.

Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan pembuatan *slide culture*, isolat tunggal jamur dipindahkan sedikit ke kaca obyek yang telah berisi 1-2 lup penuh akuades steril. Kemudian dicampurkan dan disebarakan hingga rata seluas area yang disediakan, dan olesan dibiarkan kering udara. Selanjutnya dilakukan pengecatan dengan *lactofenol cotton blue*. Pengamatan mikroskopis jamur meliputi: 1) ada atau tidak adanya septum pada hifa, 2) pigmentasi hifa, 3) bentuk hifa, dan 4) percabangan konidiofor, 5) fialid tunggal atau berkelompok, 6) warna, hiasan, dan bentuk spora atau konidia. Mikrokultur selanjutnya diamati di bawah mikroskop binokuler dengan pembesaran 400x dan selanjutnya pengambilan gambar isolat murni dilakukan dengan menggunakan alat fotografi mikro optilab.

2. Pengukuran Kemampuan Selulolitik Jamur *Trichoderma*

Untuk melihat kemampuan jamur tumbuh pada sumber karbon tunggal selulosa, masing-masing isolat murni jamur ditumbuhkan pada cawan petri berisi media *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), dan diinkubasi pada temperatur ruang (27–28°C) selama 3 hari. Komposisi media ini adalah: 1 g/L (NH₄)₂SO₄, 1 g/L MgSO₄·7H₂O, 1 g/L MnSO₄·H₂O, 0,1 g/L glukosa, 1 g/L ekstrak khamir, 10 g/L CMC, 1 g/L FeCl₃, agar 18 g/L dan pH 7,0. Media dalam cawan petri yang sudah ditanami jamur yang terisolasi diinkubasi selama 7 hari dalam temperatur ruang (27–28° C).

Pengujian potensi kemampuan selulolitik jamur tanah substrat limbah organik (tempat pembuangan ampas tebu, daduk, jerami padi, dan tumpukan tempat pembuangan sampah) dilakukan dengan cara mengukur diameter koloni yang terbentuk. Pengujian kemampuan tumbuh masing-masing isolat jamur dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolasi Jamur *Trichoderma*

Tujuh isolat *Trichoderma* telah diidentifikasi dari sampel tanah dari lokasi tempat pembuangan limbah organik yang berbeda (ampas tebu, tumpukan daun tebu kering, jerami padi, dan tumpukan sampah). Tujuh isolat *Trichoderma* yang ditemukan selanjutnya dinamakan sebagai Trc-1, Trc-2, Trc-3, Trc-4, Trc-5, Trc-6, dan Trc-7. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakteristik morfologik dan mikroskopik dari kompendium jamur tanah (Domsch *et al.*, 1980).

Penggunaan karakteristik morfologik merupakan salah satu metode konvensional untuk mengidentifikasi species *Trichoderma* dan tetap sebagai metode yang potensial untuk mengidentifikasi *Trichoderma* sampai ke tingkat genus (Samuel *et al.*, 2002).

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 1) tampak bahwa dari 7 isolat *Trichoderma* pada beberapa limbah pertanian (sekam padi, daduk, ampas tebu, dan tanah sampah) yang dikarakterisasi berdasarkan morfologinya mengalami perubahan warna koloni selama waktu inkubasi sampai hari ke 7. Perkembangan warna koloni diawali dengan warna putih, putih agak kehijauan, hijau muda, hijau dan hijau tua setelah 7 hari inkubasi pada suhu kamar.

Pengamatan makroskopis ke tujuh isolat menunjukkan karakteristik *Trichoderma* secara umum, yaitu permukaan koloni datar berbentuk bulat tetapi kasar seperti berserat dengan bagian tepi halus, mula-mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas jelas, sedangkan bagian pinggir berwarna putih seperti kapas dan warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas.

Secara umum kenampakan mikroskopik ke tujuh isolat (Tabel 1) hifanya berwarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna kehijauan. Konidiofor tegak, sendiri-sendiri atau berkelompok, adanya banyak percabangan konidiofor yang menyerupai piramid yaitu cabang yang lebih panjang di bawahnya. Fialid bentuknya lonjong, atau seperti botol, satu-satu atau mengelompok, terdapat 2-3 fialid per kelompok. Konidia satu sel, umumnya berbentuk lonjong (*subglobose*) dan bergerombol pada ujung fialid.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut juga ditegaskan oleh (Barnet and Hunter, 1972) bahwa *Trichoderma* sp mempunyai ciri-ciri morfologi sebagai berikut warna koloni hijau, tekstur seperti bulu, konidia berwarna hijau tua, fialid tersusun berkelompok, konidiofor hialin dan bercabang banyak. Konidiofor bercabang-cabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek (Tindaon, 2008).

Genus *Trichoderma* mempunyai karakteristik morfologi kunci yang masih digunakan untuk mengidentifikasi spesies *Trichoderma*. Ciri jamur tersebut adalah bersepta dan menghasilkan konidiofor yang sangat bercabang dengan bentuk kerucut atau garis piramida (Rifai, 1969). Struktur bentuk-labu disebut fialid ditemukan di ujung konidiofor. Fialospora yang juga dikenal sebagai konidia, dihasilkan pada ujung fialid yang mengumpul membentuk kepala konidia (Gams and Bissett, 1998).

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 1) tampak bahwa dari 7 isolat *Trichoderma* pada beberapa limbah pertanian (sekam padi, daduk, ampas tebu, dan tanah sampah) yang dikarakterisasi berdasarkan morfologinya mengalami perubahan warna koloni selama waktu inkubasi sampai hari ke 7. Perkembangan warna koloni diawali dengan warna putih, putih agak kehijauan, hijau muda, hijau dan hijau tua setelah 7 hari inkubasi pada suhu kamar.

Pengamatan makroskopis ke tujuh isolat menunjukkan karakteristik *Trichoderma* secara umum, yaitu permukaan koloni datar berbentuk bulat tetapi kasar seperti berserat dengan bagian tepi halus, mula-mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas jelas, sedangkan bagian pinggir berwarna putih seperti kapas dan warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas.

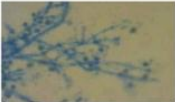
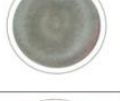
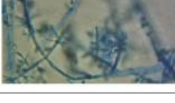
Secara umum kenampakan mikroskopik ke tujuh isolat (Tabel 1) hifanya berwarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna kehijauan. Konidiofor tegak, sendiri-sendiri atau berkelompok, adanya banyak percabangan konidiofor yang menyerupai piramid yaitu cabang yang lebih panjang di bawahnya. Fialid bentuknya lonjong, atau seperti botol, satu-satu atau mengelompok, terdapat 2-3 fialid per kelompok. Konidia satu sel, umumnya berbentuk lonjong (*subglobose*) dan bergerombol pada ujung fialid.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut juga ditegaskan oleh (Barnet and Hunter, 1972) bahwa *Trichoderma* sp mempunyai ciri-ciri morfologi sebagai berikut warna koloni hijau, tekstur seperti bulu, konidia berwarna hijau tua, fialid tersusun berkelompok, konidiofor hialin dan bercabang banyak. Konidiofor bercabang-cabang menyerupai piramida, yaitu pada bagian bawah cabang lateral yang berulang-ulang, sedangkan ke arah ujung percabangan menjadi bertambah pendek (Tindaon, 2008).

Genus *Trichoderma* mempunyai karakteristik morfologi kunci yang masih digunakan untuk mengidentifikasi spesies *Trichoderma*. Ciri jamur tersebut adalah bersepta dan menghasilkan konidiofor yang sangat bercabang dengan bentuk kerucut atau garis piramida (Rifai, 1969). Struktur bentuk-labu disebut fialid ditemukan di ujung konidiofor. Fialospora yang juga dikenal sebagai konidia, dihasilkan pada ujung fialid yang mengumpul membentuk kepala konidia (Gams and Bissett, 1998).

Karakteristik koloni yang sama ditegaskan juga dalam penelitian Gautam dan Gupta (2014). Adanya aroma seperti bau kelapa ke-5 isolat sesuai dengan pernyataan Collin dan Halim (1972) merupakan ciri khas kimiawi *Trichoderma viride* karena kandungan 6-pentyl- α -pyrone yang bersifat antibiotik.

Tabel 1. Karakteristik Morfologi dan Mikroskopik Isolat *Trichoderma*

Isolat	Koloni pada PDA	Karakter konidiofor dan fialid
Trc1		 Tekstur koloni seperti bulu domba, tepi koloni tidak teratur, konidiofor bercabang banyak, fialid tersusun berkelompok
Trc2		 Warna koloni hijau gelap/hijau keabu-abuan, terbentuk garis-garis konsentris, tepi koloni rata percabangan konidiofor dendritik
Trc3		 Koloni hijau kusam, tekstur seperti bulu domba, tepi koloni berlekuk, fialid tersusun berkelompok, konidiofor hialin, dan bercabang banyak, fialid terlihat berkelompok.
Trc4		 Tekstur koloni seperti bulu, tepi koloni berlekuk, konidiofor bercabang verticilata, fialid silindris membengkak di bagian tengah, lurus dan dengan leher memanjang
Trc5		 Miselium bersepta, warna koloni hijau gelap/hijau keabu-abuan, koloni tidak berbau, tepi koloni rata, percabangan konidiofor sangat bercabang bentuk dendritik
Trc6		 Bentuk koloni bulat dengan tekstur seperti bulu domba, tepi koloni tidak beraturan, konidiofor piramidal, fialid bentuk labu
Trc7		 Bentuk koloni sirkuler, tekstur seperti bulu domba tepi koloni berlekuk, bau seperti kelapa, fialid berbentuk labu

2. Identifikasi Isolat *Trichoderma* Berdasarkan Karakteristik Morfologi

Karakterisasi secara mikroskopis yaitu bentuk konidiofor, fialid dan konidia (Tabel 1) menggunakan buku identifikasi Watanabe (2002) dan Domsch *et al.*, (1980). Hasil identifikasi dari tujuh isolat *Trichoderma* spp tingkat species dilakukan berdasarkan morfologi koloni dan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop binokuler (Tabel 1).

Koloni isolat Trc-1, Trc-3, Trc-4, Trc-6 dan Trc-7 secara makroskopis menunjukkan kesamaan tepian koloni berlekuk, tekstur seperti bulu, bentuk koloni sirkuler, warna koloni awal putih dan selanjutnya miselium berubah menjadi hijau tua dan pertumbuhannya menutup seluruh petri. Kolonisasi berbentuk cincin konsentris periferan tunggal dengan bagian tengah beralur, koloni berbentuk sirkuler dan mempunyai bau kultur seperti kelapa.

Kenampakan secara mikroskopis isolat Trc-1, Trc-3, Trc-4, Trc-6 dan Trc-7 mempunyai kesamaan ciri seperti hifa bersepta, konidiofor tersusun piramidal dan bercabang banyak, fialid berbentuk silindris membengkak di bagian tengah (bentuk labu). Berdasarkan ciri-ciri tersebut di atas isolat jamur diidentifikasi sebagai *Trichoderma viride*.

Sedangkan 2 isolat, yaitu Trc-2 dan Trc-5 dicirikan oleh percabangan divergen yang tinggi dan konidiofor dendritik. Cabang terpanjang terbentuk di dekat pangkal hifa dan terdekat dengan poros utama. Percabangan ke arah ujung dan cabang sekunder cenderung ditopang pada sudut 90° berkenaan dengan sumbu munculnya cabang. Kumpulan lingkaran fialid bertipe bentuk labu, membesar di tengah, tajam menyempit di bawah ujung membentuk leher dan sedikit menyempit di bagian pangkal. Karakteristik tersebut menyerupai *Trichoderma harzianum*.

3. Kategorisasi Isolat *Trichoderma* Berdasarkan Pertumbuhan Radial

Berdasarkan hasil pengamatan laju pertumbuhan radial (Tabel 2) dihasilkan bahwa pertumbuhan radial maksimum dihasilkan pada isolat Trc-3 dan Trc-6 pada hari ke 5 setelah inokulasi (90,00 mm) dengan laju pertumbuhan 30,00 mm/hari. Isolat Trc-4 mencapai pertumbuhan 88,00 mm dengan laju pertumbuhan 29,33 mm/hari. Laju pertumbuhan isolat yang lainnya dengan urutan menurun adalah Trc-4 (29,33mm/hari), Trc-7 (29,30 mm/hari), dan Trc-1 (28,43 mm/hari). Diantara semua isolat, laju pertumbuhan total terkecil diamati pada isolat Trc-5 (28,10 mm/hari), dan Trc-2 (27,76 mm/hari).

Berdasarkan data tersebut dilaporkan bahwa laju pertumbuhan tertinggi didapatkan pada isolat Trc-1, Trc-3, Trc-4, Trc-6, dan Trc-7. Karakteristik laju pertumbuhan yang cepat tersebut sesuai dengan karakteristik *Trichoderma viride* dibandingkan

isolat Trc-2 dan Trc-5 yang diidentifikasi sebagai *Trichoderma harzianum*. Hasil pengamatan tersebut juga ditegaskan oleh Gams and Bisset (1998) yang melaporkan dalam penelitiannya bahwa laju pertumbuhan yang cepat oleh *Trichoderma viride*, diikuti oleh *Trichoderma harzianum*.

Tabel 2. Total Pertumbuhan Radial dan Laju Pertumbuhan dari Isolat *Trichoderma* pada media PDA setelah 5 hari Inokulasi

No	Isolat	Total Pertumbuhan radial (mm)	Laju Pertumbuhan (mm/hari)
1	Trc-1	85.30	28.43
2	Trc-2	83.30	27.76
3	Trc-3	90.00	30.00
4	Trc-4	88.00	29.33
5	Trc-5	84.30	28.10
6	Trc-6	90.00	30.00
7	Trc-7	87.70	29.23

4. Pengukuran Kemampuan Selulolitik Jamur *Trichoderma*

Berdasarkan hasil pengamatan kemampuan selulolitik isolat jamur *Trichoderma* (Tabel 3) yang telah diisolasi pada tanah tumpukan beberapa limbah organik ampas tebu, daduk, jerami padi, dan sampah menunjukkan bahwa ke tujuh isolat mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa. Semakin besar nilai ratio diameter zona jernih dan diameter koloni yang terbentuk, maka isolat jamur tersebut semakin berpotensi dalam mendegradasi selulosa (Kader dan Omar, 1998).

Berdasarkan hasil pengamatan kemampuan selulolitik isolat *Trichoderma* pada beberapa limbah organik yang ditemukan pada ampas tebu, daduk, jerami padi, dan sampah, maka isolat jamur *Trichoderma* Trc-3 yang diidentifikasi sebagai *Trichoderma viride* paling berpotensi mendegradasi selulosa. Sedangkan hasil yang terendah dihasilkan oleh isolat jamur *Trichoderma* Trc-2 yang diidentifikasi sebagai *Trichoderma harzianum*.

Ratio zona jernih yang terbentuk oleh isolat *Trichoderma harzianum* (Trc-2 dan Trc-5) adalah sebesar 1,236 dan 1,368 lebih tinggi dibandingkan oleh isolat-isolat *Trichoderma harzianum* (Trc-1, Trc-3, Trc-4, Trc-6, Trc-7) masing-masing yaitu sebesar 1,043, 1,031, 1,134, 1,138, dan 1,031.

Tabel 3. Diameter Zona Jernih pada Media Agar CMC

Isolat <i>Trichoderma</i>	Diameter Zona Jernih (cm)	Diameter Koloni (cm)	Ratio Zona Jernih
Trc-1	7,2	6,9	1,043
Trc-2	6,8	5,5	1,236
Trc-3	6,5	6,3	1,031
Trc-4	7,6	6,7	1,134
Trc-5	5,2	3,8	1,368
Trc-6	7,4	6,5	1,138
Trc-7	6,6	6,4	1,031

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Khokhar *et al.*, 2012, yang melaporkan bahwa jamur selulolitik yang dievaluasi setelah 7 hari untuk produksi enzim selulolitik menunjukkan adanya aktivitas selulase dengan terbentuknya zona bening pada lempeng jamur. Spesies jamur dikelompokkan sebagai isolat selulolitik tinggi dan rendah berdasarkan aktivitas selulase menggunakan Indeks Aktivitas Enzim Relatif (ICMC). Spesies jamur memberikan aktivitas selulase tertinggi berturut-turut *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Aspergillus japonicus*, *Aspergillus nidulans*, *Penicillium lanosum*, *Penicillium expansum* dan *Penicillium oxalicum*. Sedangkan *Aspergillus flavus*, *Aspergillus raperi*, *Aspergillus acculeatus*, *Aspergillus tamarri*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus nidulans*, *Penicillium citrinum* dan *Penicillium simplicissimum* menunjukkan sedikit atau tidak adanya aktivitas enzim selulase.

Sedangkan Shafique *et al.*, 2009 dalam penelitiannya tentang biosintesis selulase melalui seleksi species *Trichoderma* menyimpulkan bahwa *Trichoderma harzianum* menunjukkan kemampuan paling hidrolisis selulose tertinggi dibandingkan *Trichoderma viride* dan *Trichoderma reesei*.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengamatan isolasi dan seleksi jamur *Trichoderma* pada tanah tumpukan beberapa limbah organik (ampas tebu, daduk, jerami padi, dan sampah) telah ditemukan 7 isolat jamur *Trichoderma*, yang diidentifikasi sebagai *Trichoderma viride* 5 isolat dan *Trichoderma harzianum* 2 isolat. Isolat-isolat jamur *Trichoderma harzianum* yang ditemukan mempunyai kemampuan selulolitik yang lebih tinggi dibandingkan dengan jamur *Trichoderma viride*.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Mengucapkan terima kasih kepada Universitas Katolik Widya Mandala Madiun melalui LP3M yang telah memberikan dana internal untuk penelitian dosen. Selanjutnya kepada Program Studi Biologi yang telah memfasilitasi selama kegiatan penelitian di Laboratorium Terpadu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi, 3rd edition, Burgess Publishing Co.
- Carreiro, M. M. And Koske, R. E. 1992. Effect of Temperature on Decomposition and Development of Microfungal Communities in Leaf Litter Microcosms. *Canadian Journal of Botany* 70, 2177-2183.
- Collins, R.P. and A.F. Hallim. 1972. Characterization of major Aroma Constituents of the Fungus *Trichoderma viride*. (Pers). *J. Agric. Food Chem.* 20 (2): p. 437-438.
- Domsch, K.M., W. Gams and T.H. Anderson. 1980. Compendium of Soil Fungi, Vol. 1. *Academic Press Inc.*, New York: 1-391.
- Gams, W. and Bissett, J. 1998. Morphology and Identification of *Trichoderma*. In *Trichoderma and Gliocladium*, pp. 3-31. Edited by C. P. Kubicek & G. E. Harman. London; Bristol, PA: Taylor & Francis.
- Gautam, C., and Gupta, S. 2014. Antagonistic Effect of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* against plant pathogenic fungi and its growth on different agro-waste substrates. National Conference on Synergetic Trends in Engineering and Technology (STET-2014), 23-24
- Garbeva, P., van Veen, J. A. and van Elsas, J.D. 2004. Microbial Diversity in Soil: Selection of Microbial Populations by Plant and Soil Type and Implications for Disease Suppressiveness. *Annual Review of Phytopathology* 42:243-270.
- Hahn, A., Pritsch, K., Schlöter, M. and Munch, J.C. 2003. Fungal Diversity in Agricultural Soil under Different Farming Management Systems, with Special Reference to Biocontrol Strains of *Trichoderma* spp. *Biology & Fertility of Soils* 38: 236-244.
- Hoorman, J.J. and R. Islam, R. 2010. *Understanding Soil Microbes and Nutrient Recycling*. Agriculture and Natural Resources, Ohio State University.
- Junaid, M. 2006. Kemampuan Cendawan *Trichoderma* sp. Menghasilkan Enzim Kitinase, B-1,3 Glukanase, Kutinase serta Daya Tumbuh In Vitro di Permukaan Bunga dan Buah Kakao. Tesis. SSP. PPS Unhas, Makasar.
- Irawadi, T. 1990. *Selulase*. PAU Biotek. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kader A.J. dan O. Omar. 1998. Isolation of Cellulolytic Fungi From Sayap-Kinabalu, Sabah. *ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation* (ARBEC).
- Khokhar, I.; M.S. Haider, and S. Mushtaq. S. 2012. Isolation and Screening of Highly Cellulolytic Filamentous Fungi. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, Vol. 16 (3) 223-226
- Killham, K. 1994. *Soil Ecology*, 1st eds. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Klein, D. and Eveleigh, E. 1998. Ecology of *Trichoderma*. In *Trichoderma and Gliocladium*, pp. 57-69. Edited by C. P. Kubicek and G. E. Harman. London; Bristol, PA: Taylor & Francis.
- Prayuwidayati, M. 2009. Pemutusan Ikatan Lignoselulosa Bagas Tebu oleh Isolat Mikrofungi Terseleksi Secara Enzimatis untuk Pembuatan Ransum Ruminansia Berkualitas Tinggi. Unila. PHK-0176 152.118.80.2/opac/themes/green/detail.jsp, diakses 05 Mei 2016.
- Rifai, M.A. 1969. A Revision of the Genus *Trichoderma*. *Mycological Papers* 116, 1-56.
- Samuels, G.J. 1996. *Trichoderma*: a Review of Biology and Systematics of the Genus. *Mycological Research* 100:923-935.
- Samuels G.J, Dodd S.L., Gams W., Castlebury L.A., & Petrini O. 2002. *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia* 94(1): 146-170.
- Shafique, S.; Bajwa, R. dan Shafique, S. 2009. Cellulase Biosynthesis By Selected *Trichoderma* Species. *Pak. J. Bot.*, 41(2): 907-916
- Suciatmih, 2001. Test of Lignin and Cellulose Decomposition and Phosphate Solubilization by Soil Fungi of Gunung Halimun. *Biodiversitas Taman Nasional Gunung Halimun (I) Jurnal Ilmiah Berita Biologi Edisi Khusus* 6(5):685-690.
- Tindaon, H. 2008. Pengaruh jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.) di rumah kaca. Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.