

SELEKSI JAMUR TANAH PENDEGRADASI SELULOSA DAN PESTISIDA DELTAMETHRIN DARI BEBERAPA LINGKUNGAN DI KALIMANTAN BARAT

Yohanes Bernard Subowo

Peneliti di Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI
E-mail: yosubowo@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai seleksi jamur tanah pengurai selulosa dan deltamethrin dari beberapa lingkungan di Kalimantan Barat. Tujuan penelitian untuk memperoleh isolat jamur yang mampu menguraikan selulosa dan pestisida deltamethrin. Sampel tanah diambil dari beberapa lingkungan ekstrim di Kalimantan Barat meliputi: tanah gambut, tanah kering, tanah pantai, tanah pertanian dan tanah mangrove. Setelah dilakukan isolasi diperoleh 79 nomor isolat. Sebanyak 72 isolat dapat membentuk clear zone pada media mengandung CMC 1%. Sejumlah 10 isolat membentuk clear zone berukuran besar. Jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 dapat tumbuh paling baik pada media mengandung CMC 1% dengan menghasilkan bobot biomassa paling tinggi (0,7 g/L media). Jamur ini mempunyai aktivitas enzim selulase sebesar 0,127 unit/ml. Jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 juga tumbuh pada beberapa pestisida: 50mg/L (ppm) Clorpirifos, 50 mg/L Cypermethrin dan 50mg/L Deltamethrin. Jamur *Aspergillus niger* PS1.4 dapat mendegradasi Deltamethrin sebanyak 90,2% dalam waktu 10 hari.

Kata kunci: *Aspergillus niger*, deltamethrin, jamur tanah, penguraian, selulosa

Abstract

A research on selection of cellulose and deltamethrin degrading soil fungi from some environments in West Kalimantan had been done. The aim was to obtain isolates of fungi that have a high ability on decomposing cellulose and deltamethrin. The soil sample was taken from some environments in West Kalimantan, included: peatland, heath forest soil, sediment of mangrove, and coastal soil. Seventy two isolates were able to hydrolize CMC (Carboxy Methyl Cellulose). Aspergillus niger PS 1.4 was able to grow fastest among strains tested and yielded highest of mycelium. The fungi has cellulase activity was 0,127 unit/ml and able to grow on some pesticides also, included: 50 ppm Chlorpirifos, 50 ppm Cypermethrin and 50 ppm Deltamethrin. Aspergillus niger PS 1.4 was able to degrade deltamethrin as much as 90,2% in 10 days.

Key words: *Aspergillus niger*, cellulose, deltamethrin, degradation, soil fungi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Limbah mengandung selulosa banyak dihasilkan oleh sektor pertanian, kehutanan dan perkebunan, diantaranya berupa: jerami padi, tongkol jagung, batang ubi jalar dan ubi kayu, serasah hutan, serbuk gergaji, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), kulit biji kopi dan lain-lain. Indonesia sebagai negara agraris menghasilkan limbah lignoselulosa cukup besar. Seperti diketahui bahwa produksi limbah TKKS (tandan kosong kelapa sawit) di Indonesia sangat besar. Apalagi perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 10 juta hektar. Dengan asumsi 1 ton CPO menghasilkan sekitar 1,1 ton TKKS. Per tahunnya Indonesia menghasilkan 18 juta ton CPO, artinya sekitar 20 juta ton TKKS dihasilkan per tahun¹⁾. Jerami juga banyak dihasilkan di sawah-sawah, tahun 2006 Kabupaten Sukoharjo menghasilkan jerami sebanyak 247.110 ton²⁾. Serbuk gergaji juga banyak dihasilkan oleh sector kehutanan. Kabupaten Wonosobo menghasilkan limbah penggergajian kayu berupa serbuk gergaji, sebetan kayu dan potongan kayu sebanyak 1,4 juta m³ per tahun³⁾. Limbah-limbah tersebut mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Padahal selulosa termasuk senyawa recalcitrant, tahan lama, dan terakumulasi di lingkungan terestrial⁴⁾.

Pestisida merupakan bahan kimia beracun yang banyak digunakan di bidang pertanian. Pestisida digunakan secara luas di areal tanaman produksi untuk mengurangi serangan hama dan sekaligus melindungi tanaman dari penurunan hasil dan penurunan kualitas. Salah satu pestisida yang banyak digunakan adalah Deltamethrin. Deltamethrin adalah pestisida pyrethroid buatan yang dapat membunuh serangga melalui kontak kulit dan pencernaan⁵⁾. Senyawa ini banyak digunakan untuk melindungi tanaman di luar ruangan maupun di dalam ruangan melawan

hama Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera dan Diptera⁶⁾. Deltamethrin biasanya digunakan pada tanaman kapas, jagung, sereal, kedelai, dan sayur-sayuran⁷⁾. Seperti pestisida yang lain deltamethrin sukar terurai, sering tercuci oleh air hujan dan mengalir ke sungai. Hal ini akan berpengaruh pada kehidupan organisme air dan tanah, untuk itu diperlukan proses degradasi agar tidak mencemari lingkungan.

Beberapa jamur tanah mempunyai kemampuan menguraikan selulosa dan pestisida. Jamur-jamur *Aspergillus niger*, *Chaetomium globosum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma koningii* dan *Trichothecium roseum* mempunyai aktivitas selulase pada media serasah dan jerami gandum, sehingga jamur-jamur tersebut dapat menguraikan selulosa⁸⁾. *Trichoderma reesei* menghasilkan enzim selulase⁹⁾. *Penicillium funiculosum* telah dikembangkan di Inggris untuk menghasilkan selulase sedangkan dari kelompok Basidiomycetes yaitu *Irpex lacteus* telah menjadi sumber selulase di Jepang yang disebut Driselase¹⁰⁾. Jamur *Aspergillus niger* dapat menghidrolisa herbisida 3-Chloro-2-methyl-p-valerotoulidide menjadi 3-chloro-4-methylacetanilida dan fungisida 2,5-dimethylfuran-3-carboxanilida menjadi acetanilida¹¹⁾. Proses ini dapat mengurangi tingkat toksisitas pestisida di lingkungan. Selain itu dilaporkan jamur *Rhizoctonia solani* dan *Fusarium oxysporum* dapat mendegradasi pirimiphos-methyl dan carbaril. Dalam 21 hari pirimiphos-methyl dapat terdegradasi 25,6% dan 16,9% sedangkan carbaril dapat terdegradasi 15,2% dan 11,2%¹²⁾. Sejauh ini penelitian untuk mengisolasi jamur-jamur tanah di lingkungan ekstim yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa dan deltamethrin belum banyak dilakukan, sehingga dilakukan penelitian ini. Lingkungan ekstim di Kalimantan Barat yang diambil sampel tanahnya adalah tanah gambut, tanah kering, tanah pantai dan tanah mangrove.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh isolat jamur yang mempunyai kemampuan tinggi menguraikan senyawa selulosa dan pestisida deltamethrin.

2. METODOLOGI

2.1. Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah sebagai sumber mikroba dilakukan pada beberapa lingkungan di Kalimantan Barat. Sampel tanah gambut diambil di Rasaujaya; sampel tanah mangrove diambil di Mempawah dan Singkawang; Sampel tanah kering diambil di desa Koroho kecamatan Mandor. Sampel tanah pantai diambil di Kabupaten Singkawang dan sampel tanah pertanian diambil di Kabupaten Sambas. Sampel tanah kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan isolasi jamur tanah yang terdapat di dalamnya.

2.2. Isolasi jamur

Sampel tanah sebanyak 1 g dilarutkan dalam air steril 9 ml, kemudian dilakukan pengenceran. Pada pengenceran 10⁻³ dan 10⁻⁴ dilakukan pour plate pada media Taoge agar. Koloni jamur yang tumbuh kemudian dipindahkan pada media baru untuk pemurnian. Isolat jamur yang sudah murni kemudian disimpan dalam test tube berisi media Taoge agar.

2.3. Pertumbuhan jamur pada media selulosa padat

Isolat jamur yang sudah murni, kemudian ditumbuhkan pada media selulosa padat ((NH₄)₂SO₄ 1 g; MgSO₄ 1 g; MnSO₄ 1 g; yeast ekstrak 1 g, FeCl₃ 1 g; agar 18 g; CMC 10 g; kongo red 1 ml; aquadest 1 L) pada cawan petri. Kemudian biakan diinkubasi pada suhu kamar selama satu minggu. Setelah itu dilakukan pengamatan, isolat jamur yang membentuk zona bening (clear zone) disekitar koloni berarti menghasilkan enzim selulase. Isolat yang membentuk zona bening kemudian diseleksi lebih lanjut.

2.4. Pertumbuhan jamur pada media selulosa cair

Isolat jamur yang membentuk zona bening kemudian ditumbuhkan pada media selulosa cair ((NH₄)₂SO₄ 1 g; MgSO₄ 1 g; MnSO₄ 1 g; yeast ekstrak 1 g, FeCl₃ 1 g; CMC 10 g; kongo red 1 ml; aquadest 1 L). Kultur diinkubasi pada suhu kamar, di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm. Setelah 6 hari miselium jamur yang tumbuh pada media cair disaring menggunakan kertas saring Whatman No 1 kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam suhu 80°C¹³⁾. Setelah itu bobot kering miselium ditentukan, yaitu selisih bobot antara kertas saring kosong dan kertas saring + miselium.

2.5. Pengaruh pH media terhadap aktivitas enzim selulase

Isolat jamur ditumbuhkan pada media cair mengandung CMC untuk memperbanyak miselium. Inkubasi dilakukan pada suhu kamar di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm. Setelah 6 hari miselium dipanen dengan cara sentrifugasi, kemudian miselium disimpan di dalam bufer sitrat. Untuk menguji pengaruh pH, maka 1 ml suspensi miselium direaksikan dengan 9 ml bufer sitrat mengandung CMC 1%, pH media diatur 3, 5, 7, 9 dan 11 dengan menambahkan HCl atau KOH. Kultur diinkubasi pada suhu kamar selama 60 menit, diatas shaker pada kecepatan 115 rpm. 0,5 ml filtrat dicampur 1,5 ml DNS dipanaskan dalam water bath selama 5 menit, kemudian didinginkan. Absorbansi untuk menentukan jumlah gula reduksi dibaca pada spektrometer dengan panjang gelombang 540 nm.

2.6. Pengaruh suhu inkubasi terhadap aktifitas enzim selulase

Suspensi miselium sebanyak 1 ml direaksikan dengan 9 ml bufer sitrat mengandung CMC 1%, kultur kemudian diinkubasi di atas shaker water bath pada suhu 25°C, 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C selama 60 menit. Absorbansi untuk menentukan jumlah gula reduksi dibaca pada spektrometer dengan panjang gelombang 540 nm.

2.7. Pengujian aktifitas enzim selulase

Untuk menentukan aktivitas enzim selulase, 1 ml suspensi miselium direaksikan dengan 9 ml bufer sitrat mengandung CMC 1%, pH media diatur 7,0. Kultur kemudian diinkubasi di atas shaker water bath pada suhu 40°C selama 0, 30, 60 dan 90 menit. Filtrat dan miselium jamur dipisahkan menggunakan sentrifugasi. 0,5 ml filtrat ditambah 1,5 ml DNS dipanaskan dalam water bath selama 5 menit, kemudian didinginkan. Absorbansi untuk menentukan jumlah gula reduksi dibaca pada spektrometer dengan panjang gelombang 540 nm.

2.8. Pertumbuhan jamur pada pestisida

Isolat jamur terpilih kemudian ditumbuhkan pada media cair berisi ekstrak taoge dan 50 mg/L (ppm) Deltamethrin, 50 mg/L Cypermethrin, 50 mg/L Chlorpirifos. Kultur diinkubasi di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm, pada suhu kamar selama 6 hari. Setelah itu miselium jamur disaring menggunakan kertas saring Whatman No 1 kemudian dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 80°C¹³⁾. Setelah itu bobot kering miselium ditentukan, yaitu selisih bobot antara kertas saring kosong dan kertas saring + miselium.

2.9. Degradasi pestisida

Isolat jamur terpilih ditumbuhkan pada media cair mengandung ekstrak taoge dan 50 mg/L (ppm) Deltamethrin. Kultur diinkubasi pada suhu kamar, di atas shaker dengan kecepatan 115 rpm selama 10 hari. Setelah 10 hari, filtrat dan miselium dipisahkan menggunakan sentrifugasi. Konsentrasi Deltamethrin yang tertinggal ditentukan menggunakan HPLC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Pengambilan sampel tanah sebagai sumber mikroba dilakukan pada beberapa lingkungan berbeda yang terdapat di

Kalimantan Barat. Lingkungan tersebut meliputi: lingkungan gambut, lingkungan pantai, lingkungan payau, lingkungan tanah kering, dan lingkungan pertanian. Setelah dilakukan isolasi, diperoleh 79 nomor isolat. Isolat terbanyak berasal dari tanah gambut (R) yaitu 36 nomor, kemudian tanah gambut berpasir (MD) 13 nomor, tanah pantai 10 isolat, tanah payau 8 isolat, tanah kering 4 isolat, dan tanah pertanian 8 isolat. Setelah ditumbuhkan pada media selulosa padat, sebagian besar membentuk zona bening (Clear zone); 62 isolat membentuk zona bening tipis berdiameter <0,5 cm, 10 isolat membentuk zona bening besar berdiameter > 0,5 cm dan 7 isolat tidak membentuk zona bening (Tabel 1).

Sepuluh isolat jamur yang membentuk zona bening tebal (besar) kemudian ditumbuhkan kembali pada media selulosa cair untuk mengamati pertumbuhannya dengan menghitung bobot biomassa (miselium) yang dihasilkan. Isolat PS 1.4 menghasilkan bobot miselium (biomassa) paling tinggi, yaitu 0,7 g kemudian isolat M2.2 (0,6 g), isolat M 1.2 (0,55 g) kemudian isolat yang lain dan terkecil isolat R 7.5 (0,3 g) (Gambar 1).

Isolat PS 1.4 menghasilkan bobot miselium (biomasa) paling besar, hal ini berkaitan dengan aktifitas enzim selulase yang dihasilkan, semakin besar bobot miselium yang dihasilkan maka semakin besar pula aktifitas enzim selulasenya. Isolat PS1.4 kemudian diidentifikasi dengan mencocokkan morfologi jamur dengan buku identifikasi Compendium of Soil Fungi¹⁴⁾ dan Introduction to Food Borne Fungi¹⁵⁾. Setelah diidentifikasi Isolat jamur PS 1.4 adalah *Aspergillus niger* PS1.4.

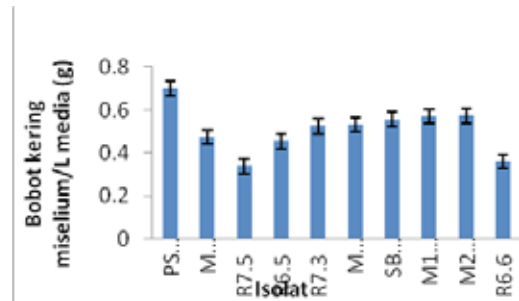
pH media juga berpengaruh terhadap aktifitas enzim selulase jamur. Untuk mengetahui pH optimum yang dibutuhkan agar menghasilkan aktifitas enzim maksimum, maka miselium jamur *Aspergillus niger* PS1.4 direaksikan dengan bufer sitrat mengandung CMC 1%. Aktifitas enzim selulase maksimal diperoleh pada pH 7, hal

Tabel 1. Hasil isolasi jamur dan pembentukan zona bening (clear zone) pada media padat mengandung CMC

No	Kode Isolat	Pembentukan zona bening	No	Kode Isolat	Pembentukan zona bening
1	R1.1	+	41	MD2.2	+
2	R1.2	+	42	MD2.3	+
3	R1.3	+	43	MD4.1	+
4	R2.1	+	44	MD4.2	+
5	R2.2	-	45	MD4.3	++
6	R2.3	+	46	MD5.1	+
7	R2.4	+	47	MD5.2	+
8	R3.1	-	48	MD5.3	+
9	R3.2	+	49	MD5.4	++
10	R3.3	+	50	PS1.1	+
11	R3.4	+	51	PS1.2	+
12	R3.5	-	52	PS1.3	+
13	R4.1	+	53	PS1.4	++
14	R4.2	+	54	PS1.5	+
15	R4.3	+	55	PS1.6	+
16	R4.4	+	56	PS1.7	+
17	R4.5	-	57	PS1.8	+
18	R4.6	+	58	PS2.1	+
19	R4.7	+	59	PS2.2	+
20	R4.8	+	60	Sing1.1	+
21	R6.1	+	61	Sing1.2	+
22	R6.2	+	62	Sing2.1	+
23	R6.3	-	63	Sing2.2	+
24	R6.4	+	64	M1.1	+
25	R6.5	++	65	M1.2	++
26	R6.6	++	66	M2.1	+
27	R7.1	+	67	M2.2	++
28	R7.2	+	68	K1.1	+
29	R7.3	++	69	K1.2	+
30	R7.4	+	70	K2.1	+
31	R7.5	++	71	K2.2	+
32	R8.1	+	72	SB1.1	+
33	R8.2	+	73	SB1.2	+
34	R8.3	+	74	SB3.1	+
35	R8.4	-	75	SB3.2	-
36	R8.5	+	76	SB3.3	+
37	MD1.1	+	77	SB4.1	+
38	MD1.2	+	78	SB4.2	+
39	MD1.3	+	79	SB4.3	++
40	MD2.1	+			

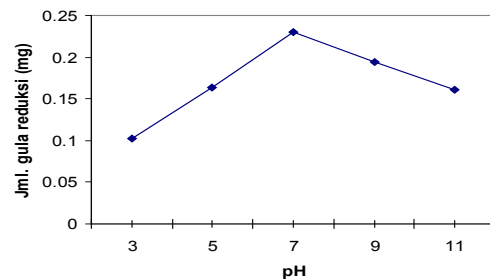
Keterangan:

- : Tidak terbentuk zona bening
- + : Terbentuk zona bening tipis (< 0,5 cm)
- ++ : Terbentuk zona bening besar (> 0,5 cm)



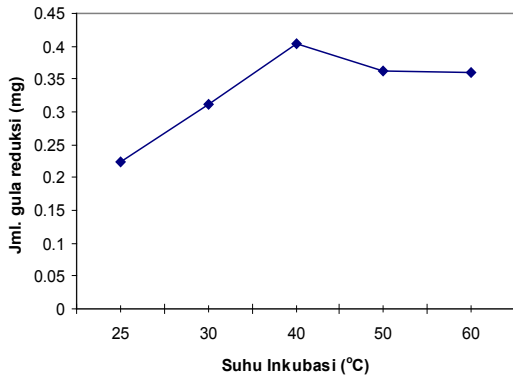
Gambar 1. Pertumbuhan isolat jamur pada media selulosa cair

ini ditunjukkan dengan jumlah gula reduksi yang dihasilkan paling tinggi yaitu 0,2305 mg. Pada pH 5, gula reduksi yang dihasilkan 0,1638 mg dan pH 9, gula reduksi yang dihasilkan 0,1944 mg (Gambar 2).



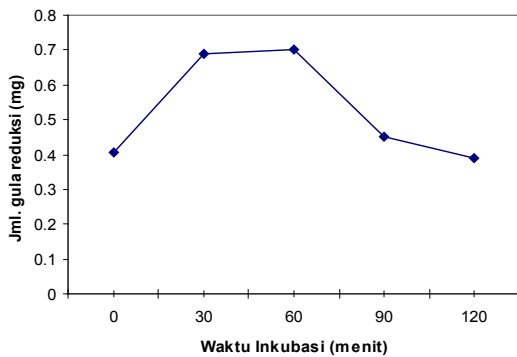
Gambar 2. Pengaruh pH media terhadap aktifitas enzim selulase jamur *Aspergillus niger* PS1.4

Suhu atau temperatur inkubasi juga berpengaruh terhadap aktifitas enzim selulase jamur *Aspergillus niger* PS1.4. Dari Gambar 3 dapat diamati bahwa suhu optimum yang dapat menghasilkan aktifitas enzim selulase maksimal adalah 40°C. Pada suhu ini dihasilkan gula reduksi paling tinggi yaitu 0.4027 mg. Pada suhu 30°C, gula reduksi yang dihasilkan 0,3110 mg dan suhu 50°C dihasilkan gula reduksi 0,3630 mg.



Gambar 3. Pengaruh suhu inkubasi terhadap aktifitas enzyme selulase jamur *Aspergillus niger* PS 1.4

Untuk menghitung aktifitas enzim selulase, jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 direaksikan dengan bufer sitrat mengandung CMC 1%, dengan pH media 7,0 dan suhu inkubasi 40°C. Setelah 30 menit jumlah gula reduksi yang dihasilkan adalah 0,688 mg. Aktivitas enzim selulase: 0,127 unit / ml (Gambar 4).

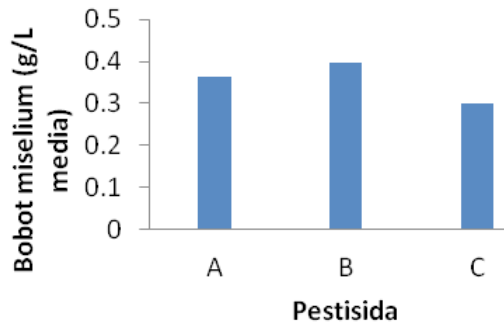


Gambar 4. Aktifitas enzim selulase jamur *Aspergillus niger* PS 1.4

Enzim selulase yang dihasilkan *Aspergillus niger* PS 1.4 dapat menghidrolisa selulosa yang terdapat di dalam kayu contoh (test blok). Setelah diinkubasi selama 2 minggu jamur ini dapat menurunkan bobot kering test blok sebesar 1,25% sedang pada kontrol tidak mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa jamur ini dapat menguraikan senyawa selulosa di dalam

kayu test blok.

Jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 kemudian ditumbuhkan pada media mengandung pestisida, yaitu: Chlorofos 50 mg/L, Cypermethrin 50 mg/L dan Deltamethrin 50 mg/L. Pada ketiga pestisida tersebut jamur dapat tumbuh. Bobot biomassa paling tinggi diperoleh pada Cypermethrin kemudian Chlorofos dan terendah pada Deltamethrin (Gambar 5).



Gambar 5. Pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 pada 3 macam pestisida

A. Clorofos B. Cypermethrin C. Deltamethrin

Setelah ditumbuhkan pada media mengandung Deltamethrin, ternyata jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 dapat menurunkan konsentrasi deltamethrin sebanyak 90,2% dalam waktu 10 hari.

3.2. Pembahasan

Isolat jamur tanah yang mempunyai kemampuan menguraikan selulosa diperoleh dari beberapa tempat atau lingkungan yang berbeda di Kalimantan Barat. Hal ini dilakukan agar diperoleh jumlah jenis dan macam jamur tanah yang lebih banyak. Namun karena yang diambil tanahnya merupakan lingkungan ekstrim, maka jenis jamur yang mampu tumbuh pada lingkungan tersebut juga tidak banyak. Jenis jamur yang mampu tumbuh di lingkungan ekstrim biasanya memiliki populasi lebih

besar. Misalnya lingkungan tanah pantai, tanahnya bercampur pasir dan kadar garamnya lebih tinggi, hanya jamur-jamur yang tahan kekeringan dan salinitas tinggi yang mampu tumbuh, dari lingkungan ini diperoleh 10 nomor isolat. Demikian pula di lingkungan payau, tanahnya lembab dan berkadar garam tinggi, dari sini diperoleh 8 nomor isolat. Lingkungan gambut, kondisi gambut di sini sudah bercampur dengan tanah biasa atau gambut yang asli sudah mengalami penguraian. Di lahan gambut ini juga sudah banyak ditanam tanaman pangan seperti jagung, singkong, kacang tanah, cabe, nanas, lidah buaya dll. pH tanahnya juga sudah mendekati netral, yaitu 6,5 tidak seperti lahan gambut yang masih asli biasanya bersifat asam. Di lingkungan ini diperoleh 36 nomor isolat dan ini yang paling banyak. Lingkungan yang paling sedikit perolehan isolatnya adalah tanah kering, disini kelembaban tanah dan kandungan nutrisinya paling rendah, diperoleh 4 nomor isolat. Jumlah keseluruhan isolat yang diperoleh 79 nomor, semua jamur mikroskopis anggota Ascomycetes. Jumlah ini terbilang cukup banyak mengingat lingkungan yang diamati termasuk lingkungan ekstrim, yaitu mempunyai salinitas tinggi, pH tinggi, kelembaban rendah, kandungan nutrisi rendah dan lain-lain. Jamur mikroskopis yang umumnya anggota Ascomycetes telah teradaptasi dengan baik terhadap lingkungan yang ekstrim. Jamur-jamur ini mempunyai toleransi yang lebih luas terhadap temperatur, pH, kekeringan, konsentrasi oksigen dan radiasi ultraviolet dibandingkan anggota kelompok Basidiomycetes¹⁶.

Daerah bening atau clear zone yang terbentuk disekitar koloni jamur merupakan hasil degradasi CMC oleh enzim selulase. Koloni jamur yang membentuk zona bening menunjukkan bahwa jamur tersebut menghasilkan selulase. Besar kecilnya zona bening juga merupakan indikasi awal besar kecilnya aktifitas enzim selulase yang dihasilkan, semakin besar zona bening yang dihasilkan kemungkinan

aktifitas enzim selulase yang dihasilkan semakin besar pula. Dari penelitian ini diperoleh 10 isolat jamur yang menghasilkan zona bening besar, sehingga sepuluh isolat tersebut dipilih untuk dilakukan seleksi lebih lanjut. Isolat jamur yang dapat mendegradasi CMC berarti menghasilkan enzim selulase. Carboxymethyl Cellulose (CMC) adalah derivat selulosa yang larut dalam air. Senyawa ini merupakan substrat yang berguna untuk mendeteksi produksi selulase karena cepat didegradasi oleh mikroorganism¹⁷.

Jamur yang dapat tumbuh baik pada media mengandung CMC dengan menghasilkan bobot miselium (biomassa) paling tinggi dapat diartikan jamur tersebut mampu memetabolisme selulosa secara maksimal. Dengan kata lain jamur tersebut mempunyai aktivitas enzim selulase paling tinggi. Isolat jamur PS 1.4 menghasilkan bobot miselium paling tinggi, berarti jamur ini mempunyai aktifitas enzim selulase paling tinggi dibandingkan isolat yang lain. Setelah dilakukan identifikasi isolat PS 1.4 adalah *Aspergillus niger*. Jadi jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 dalam penelitian ini memiliki aktifitas enzim selulase paling tinggi dibandingkan isolat lainnya. Jamur tanah yang mampu mendegradasi selulosa didominasi oleh *Aspergillus* dan *Penicillium*. *Aspergillus niger* dan *Mucor hiemalis* keberadaannya paling tinggi yaitu 45% dan 35% dari sekitar 80% sampel tanah¹⁸.

pH media berpengaruh terhadap aktivitas enzim selulase, dari Gambar 2 terlihat bahwa pada pH 3 dan 11 aktifitas enzim selulase rendah. Hal ini ditandai dengan jumlah gula reduksi yang dihasilkan sedikit. Namun pada pH 7, aktifitas enzim mencapai puncaknya atau paling tinggi. Hal ini berarti aktifitas enzim selulase maksimum pada pH 7 khususnya untuk *Aspergillus niger* PS 1.4 pada substrat CMC. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang menggunakan *Aspergillus niger* dan *Aspergillus nidulan* untuk menghasilkan selulase pada media Hyacinth dan Czapek-Dox. Aktifitas enzim

maksimum terjadi pada suhu 35°C dan pH 7,0¹⁹).

Suhu juga berpengaruh terhadap aktifitas enzim selulase. Dari Gambar 3 terlihat bahwa aktifitas enzim selulase maksimum jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 terjadi pada suhu 40°C. Di bawah dan di atas suhu tersebut, aktifitas enzim lebih rendah. Penelitian sebelumnya menggunakan *Aspergillus niger* Z10 untuk menghasilkan enzim selulase pada substrat CMC. Aktifitas enzim selulase maksimum dicapai pada suhu 40°C²⁰).

Aktifitas enzim selulase jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 menggunakan substrat CMC, pada suhu 40°C dan pH 7,0 adalah 0,127 unit/ml. Hasil ini masih lebih besar dibandingkan penelitian menggunakan *Aspergillus niger* untuk fermentasi serbuk gergaji dan serasah. Aktivitas enzim selulase yang dihasilkan adalah 0,0846 IU/ml dan 0,0682 IU/ml²¹). Peneliti lain meneliti pengaruh suhu (20-50°C) dan pH media (4-9) terhadap aktifitas enzim selulase pada substrat alami seperti serbuk kulit pisang dan serbuk coir. Aktifitas enzim maksimum tercatat pada pH 6 yaitu 0,068 IU/ml pada serbuk kulit pisang dan 0,049 IU/ml pada serbuk Coir. Sedangkan suhu tercatat 35°C dengan aktifitas enzim 0,072 IU/ml pada kulit pisang dan 0,046 IU/ml pada serbuk coir²²).

Jamur *Aspergillus niger* menghasilkan enzim selulase yang cukup tinggi, sehingga sering digunakan untuk menghasilkan enzim selulase yang banyak dibutuhkan oleh bidang industri. Sekarang ini tercatat sekitar 20% enzim selulase yang beredar di pasar dunia, umumnya berasal dari *Trichoderma* dan *Aspergillus* ²⁰). Selain itu jamur *Aspergillus niger* juga banyak digunakan untuk penguraian serasah atau bahan lignoselulosa lain dalam pembuatan kompos.

Dalam pertanian organik, jamur *Aspergillus niger* dapat digunakan sebagai pupuk hayati atau pupuk mikroba. Selain kemampuannya dalam menguraikan

selulosa menjadi senyawa C sederhana, jamur ini juga mampu melarutkan batuan Posfat dalam tanah menjadi senyawa Posfat organik yang siap diserap oleh tanaman. Kemampuan lain jamur *Aspergillus niger* dapat menghasilkan hormon tumbuh yang dibutuhkan tanaman seperti IAA dan Giberellic Acid. Jamur *Aspergillus niger* dapat melarutkan CaHPO₄ (Ca-P) dan AlPO₄ (Al-P). Pelarutan Posfat berhubungan dengan produksi asam, penurunan pH dan pertumbuhan jamur dalam media kultur ²³). Selain itu *Aspergillus niger* BHUAS01, *Penicillium citrinum* BHUPC01 dan *Trichoderma harzianum* dapat melarutkan tricalcium posfat (TCP) menjadi Posfat terlarut (organik). Kemampuan paling tinggi ditunjukkan *A. niger* (328 µg/ml) kemudian *P. citrinum* (301 µg/ml) dan terakhir *T. harzianum* (287 µg/ml) sesudah diinkubasi selama 6 hari pada suhu 28°C. Selain itu jamur ini juga menghasilkan Indole Acetic Acid (IAA), *A. niger* (85 µg/ml), *T. harzianum* (68 µg/ml) dan *P. citrinum* (52 µg/ml) setelah diinkubasi selama 3 hari pada suhu 28°C ²⁴). Jamur *Aspergillus tubingensis* dan *Aspergillus niger* juga digunakan untuk melarutkan batuan Posfat yang ditambahkan pada tanaman jagung. Hasilnya menunjukkan pertumbuhan tanaman jagung meningkat secara signifikan dan kadar P organik juga meningkat dibandingkan kontrol²⁵).

Kemampuan lain jamur *Aspergillus niger* adalah dapat mendegradasi pestisida. Pada penelitian ini jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 dapat tumbuh pada 3 macam pestisida, yaitu Cypermethrin 50 ppm, Clorofos 50 ppm dan Deltamethrin 50 ppm, bahkan jamur ini masih tumbuh pada Deltamethrin 1000 ppm. Setelah dilakukan analisa menggunakan HPLC, jamur *Aspergillus niger* PS 1.4 dapat menurunkan konsentrasi Deltamethrin sebanyak 90,2% dalam waktu 10 hari. Deltamethrin dihidrolisa menjadi 3-phenoxybenzaldehyd. Dilaporkan bahwa *Aspergillus niger* mampu mendegradasi endosulfan. Pestisida ini banyak digunakan di India untuk melindungi tanaman kapas, teh, tebu dan sayuran. Jamur

ini dapat tumbuh pada 400 ppm endosulfan dan dapat mendegradasi sempurna dalam waktu 12 hari ²⁶⁾. Selain itu dilaporkan juga bahwa jamur *Aspergillus niger* dapat menghidrolisa herbisida Solan (3-chloro-4-methyl-p-valeroluidide) menjadi 3-chloro-4-methyl acetanilide dan fungisida 2,5 dimethylfuran-3-carboxanilide menjadi acetanilide menggunakan enzim aryl acylamidase¹¹⁾. Jamur *Aspergillus niger* juga mampu mendegradasi pestisida Omethoate ²⁷⁾.

Beberapa kemampuan di atas tentunya sangat penting, terutama berkaitan dengan penggunaan *Aspergillus niger PS 1.4* sebagai pupuk hayati untuk pertanian organik. Pada umumnya lahan pertanian di Indonesia sudah tercemar oleh pestisida. Penggunaan pestisida yang berlebihan meninggalkan residu kimia dalam tanah. Dengan kemampuannya menguraikan pestisida jamur *Aspergillus niger PS 1.4* selain sebagai pupuk penyubur tanah, juga dapat berfungsi sebagai agen bioremediasi yang dapat membersihkan tanah pertanian dari residu pestisida, sehingga tanah pertanian menjadi lebih sehat bagi manusia.

4. KESIMPULAN

Jamur *Aspergillus niger PS1.4* mampu mendegradasi selulosa dan memiliki aktivitas enzim selulase 0,127 unit/ml pada substrat CMC. Jamur ini juga dapat mendegradasi Deltamethrin sebanyak 90,2% dalam waktu 10 hari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abimanyu H. 2011. Indonesia-Korea gagasan bioetanol dari limbah sawit. Suara Pembaruan (Online). <http://www.lipi.go.id/www.cgi>.
2. Karyaningsih S, I. Herianti dan T. Suhendrata. 2008. Daya dukung limbah pertanian sebagai sumber pupuk organik di Kab. Sukoharjo. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008, Yogyakarta 18-19 November 2008.
3. Anonim. 2012. Kehutanan. Potensi Kabupaten Wonosobo, Selasa 03/04/2012 www.kabupatenwonosobo.com/index.
4. Leschine S. B. 1995. Cellulose degradation in anaerobic environments. *Annu. Rev. Microbiol.* 49:399–426.
5. Bhanu S, S. Archana, K. Ajay, J.L Bhatt, S.P Bajpai, P. S. Singh, B. Vandana. 2011. Impact of deltamethrin on environment, use as an insecticide and its bacterial degradation-a preliminary study. *International Journal of Environmental Sciences* 1(5): 977-980.
6. Dietz S, M de Roman, S. Lauck-Birkel, Ch. Maus, P. Neumann and R. Fischer. 2009. Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide deltamethrin. *Bayer Crop Science Journal* 62: 211-213.
7. Johnson M, B. Luukinen, K. Buhl, D. Stone. 2010. Deltamethrin Technical Faact Sheet. National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. <http://npic.orst.edu/factsheets/Deltatech.pdf>
8. Lakshmikanth. 1990. Cellulose degradation and cellulase activity of five cellulolytic fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 6 (1): 64-66.
9. Ahmed. Z, H. Banu, M.M Rahman, F. Akhter and S. Haque. 2001. Microbial activity on the degradation of lignocellulosic polysaccharides. *Online Journal of Biological Sciences* 1(10): 993-997.
10. Srinivasan. M.C. 1992. Lignocellulose biothenology. *Recent Advances and Technology prospect.* Oxford and IBH Publishing Co, Pvt. Ltd, New Delhi, India, pp: 315-320.
11. Wallnofer P.R, G. Tillmanns and G. Engelhardt. 2004. Degradation of acylanilide pesticides by *Aspergillus*

- niger. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 7 (5): 481-485.
12. Salama A.K, AA. Al-Mihanna and MY. Abdalla. 1999. Microbial degradation of pyrimiphos-methyl and carbaryl by pure culture of two soil fungi. *J. King Saud Univ* . 11 (1): 25-32.
 13. Garraway M.O and R.C Evans. 1991. *Fungal Nutrition and Physiology*. Krieger publishing Company. Malabar, Florida.p:231.
 14. Domsch K.H, W. Gam, T.H Anderson. 1980. *Compendium of soil fungi*. Academic press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco.
 15. Samson R.A, E.S Hoekstra, C. A.N van Oorschot. 1981. *Introduction to food-borne fungi*. Centraalbureau Voor Schimmelcultures, Baarn, Delft.
 16. Blanchette, R. A. 2000. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. *International Biodeterioration and Biodegradation* 46:189-204.
 17. Hankin L and S.L Anagnostakis. 1977. Solid media containing Carboxymethylcellulose to detect Cx Cellulaseactivity of microorganisms. *Journal of General Microbiology*, 98: 109-115.
 18. Mahmood K, Y. Wei-jun, K. Nazir, R.Z Iqbal and A.G Abdullah. 2006. Study of cellulolytic soil fungi and two nova species and new medium. *Journal of Zhejiang University*, 7 (6): 459-466.
 19. Ali U.F and H.S.S El-Dein. 2008. Pruduction and partial purification of cellulose complex by *Aspergillus niger* and *A. Nidulans* grown on water hyacinth blend. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(7): 875-891.
 20. Coral G, Arikan B, Unaldi M.N, Guvenmez H. 2002. Some properties of crude Carboxymethyl Cellulose of *Aspergillus niger* Z10 wild-type strain. *Turk J. Biol*, 26: 209-213.
 21. Guruchandran V and Sasikumar C. 2010. Cellulase production by *Aspergillus niger* fermented in sawdust and bagasse. *Journal of Cell and Tissue Research* 10 (1): 2115-2117.
 22. Kiranmayi M.U, S. Poda, P.B.B.N Charyulu, M. Vijayalakshmi, P.V Krishna. 2011. Studies on influence of natural biowastes on cellulose production by *Aspergillus niger*. *J. Environ. Biol* 32: 695-699.
 23. Barroso C.B, G.T Pereira, E. Nahas. 2006. Solubilization of CaHPO₄ and AlPO₄ by *Aspergillus niger* in culture media with different carbon and nitrogen sources. *Brazilian Journal of Microbiology* 37:434-438.
 24. Yadav J, J.P Verma and K.N Tiwari. 2011. Plant growth promoting activities of fungi and their effect on chickpea plant growth. *Asian Journal of Biological Sciences*, 4 (3): 291-299.
 25. Richa G, B. Khosla and M.S Reddy. 2007. Improvement of maize plant growth by phosphate solubilizing fungi in rock phosphate amended soils. *World Journal of Agricultural Sciences* 3 (4): 481-484.
 26. Bhalerao T.S and P.R Puranik. 2006. Biodegradation of organochlorine pesticide, endosulfan, by a fungal soil isolate, *Aspergillus niger*. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 59(4): 315-321.
 27. Yugui T, W. Yaoming, Y. Shilei, Y. Lianbin. 2008. Optimization of omethoate degradation condition and a kinetic model. *International Biodeterioration and Biodegradation* 62: 239-243.