

PERBANDINGAN POLA ROMBAK SELULOSA OLEH BEBERAPA JAMUR BASIDIOMYCETES

MAMAN RAHMANSYAH

Puslitbang Biologi LIPI, Bogor

ABSTRACT

MAMAN RAHMANSYAH, 1989, Comparative capability of cellulose degradation by Basidiomycetes fungi. *Berita Biologi* 3(9) 450 - 453. Cellulose is natural resource that still found abandon and its can be composted by themselves naturally to the earth. Basidiomycetes fungi offered to convert those waste organic matter into useful product. Four Basidiomycetes fungi (*Auricularia polytricha*, *Coprinus cinereus*, *Pleurotus ostreatus* and *Volvariella valcacea*) have been tested to degrade rice straw, Whatman filter paper and cellulose powder. Three replicates of 3 grams of media were inoculated by different fungus and were fermented for 21 days at room temperature ($\pm 28^{\circ}\text{C}$). Biodegradation rate was measured by the lost weight basis of media and bioconversion rate was detected by staining ability of enzyme (cellulase), which were extracted from cellulose powder culture, to convert CMC substrat and glucose production. The result shows that *C. cinereus* has almost 3 to 4 times degrading and converting capability compared to other fungi.

selulase dilakukan oleh enzim-enzim ekso-/3-1,4 glukase (Cj), endo-/3-1,4 glukonase (C_x) dan selobiose (Erikson, 1979). Perombakan polisakarida oleh jamur melibatkan bermacam enzim hidrolase dan di antaranya enzim selulase (Griffin, 1981).

Jamur kuping (*Auricularia polytricha*), jamur tinta (*Coprinus cinereus*), jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan jamur merang (*Volvariella volucrea*), adalah kelompok jamur Basidiomycetes yang memiliki habitat pada substrat yang mengandung selulosa. Pengenalan pola rombak jamur tersebut dalam memanfaatkan selulosa belum banyak diketahui. Untuk itu maka dilakukan penelitian tahap laboratorium terhadap jamur yang dibiakkan pada substrat jerami padi. Dalam menegaskan peranan enzim selulase, dilakukan pula pengujian daya rombak jamur terhadap substrat kertas saring Whatman dan tepung selulosa murni. Tujuan penelitian adalah untuk mengenal sifat fisiologi beserta pola rombak setiap jenis jamur. Hasil pengamatan biodegradasi dan biokonversi pada percobaan ini diharapkan dapat menunjang penelitian lebih lanjut bagi upaya pengembangan potensi jamur sebagai suatu alternatif dalam memanfaatkan limbah organik.

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan bahan yang banyak tersedia di alam. Indonesia yang merupakan negara agraris, menjamin penyediaannya secara melimpah seperti yang terkandung dalam jerami padi. Upaya pemanfaatan selulosa sebagai bahan pembuat etanol, aseton, protein sel tunggal dan lain-lain dengan pengolahan kimiawi kurang menguntungkan karena memerlukan perongkasan cukup tinggi. Pemanfaatan selulosa melalui proses daya rombak beberapa macam jasad renik telah diteliti oleh Goksoyr *dkk.* (1975), dan Rosenberg (1978) berupaya mengembangkan sistem perombakannya.

Jamur golongan Basidiomycetes mampu merombak bahan organik yang umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Hedger dan Basuki, 1979). Proses penguraian selulosa oleh enzim

BAHAN DAN CARA KERJA

Empat macam biakan jamur Basidiomycetes diperoleh dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Puslitbang Biologi LIPI, Bogor, yang kemudian diuji pertumbuhannya pada media potongan jerami padi (± 1 cm), kertas saring Whatman dan tepung selulosa murni. Pada setiap media ditambahkan nutrisi KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ekstrak ragi, "soluble starch" dan air suling. Jumlah masing-masing media sebanyak 3 gram per ulangan dan dimasukkan ke erlenmeyer 250 ml, kemudian diinokulasikan dengan jamur yang telah diremajakan sebelumnya pada media *Yp.Ss.* Seluruh pekerjaan dilaksanakan secara aseptis dan untuk sterilisasi digunakan autoklaf 121°C bertekanan 15 psi.

Sediaan jamur dari masing-masing perlakuan diletakkan selama 21 hari di ruang laborototium ($28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Analisa hasil perombakan dikerjakan menurut Chang (1967), meliputi bobot susut substrat dan analisa bahan jetami yang dirombak. Ekstrak enzim dari biakan tepung selulosa murni diuji kemampuannya dalam merombak substrat Carboxymethyl-Cellulose (CMC). Perubahan viskositas CMC diukur dengan alat modifikasiviskometer dan kemampuan enzim membentuk glukosa diukur dengan bantuan Spectrophotometer (UV SPB-300 PYE UNICAM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan media jerami yang diombak oleh setiap jenis jamiit hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Perombakan tertinggi dilakukan oleh *V. volvacea* dan *C. cinereus*. Daya rombak *P. ostreatus* dan *A. polytricha* ternyata lebih rendah. Setiap hifa jamur ternyata mampu merombak

Tabel 1 Perbandingan bobot substrat jerami setelah ditumbuhi hifa jamur selama 21 hari (UjiBNJ5%).

Jenis	Bobot Substrat Jerami (gr)	Penyusutan (mg/gr)
<i>V. volvacea</i>	2,260 ^{a*}	133,7
<i>C. cinereus</i>	2,287 ^a	123,4
<i>P. ostreatus</i>	2,427 ^b	69,7
<i>A. polytricha</i>	2,595 ^c	5,3
Kontrol	2,609 ^c	0,0

* Hasil rata-rata 4 ulangan.

selulosa, hemaselulosa dan lignin pada proporsi yang berbeda. Perombakan terbesar dilakukan oleh *V. volvacea*. Penggunaan bahan selulosa terbesar dilakukan oleh *C. cinereus* sedangkan hemiselulosa oleh *V. volvacea* dan lignin oleh *A. polytricha*. Hal ini dapat terjadi karena setiap jenis jamur memiliki kemampuan yang berbeda dalam melakukan perombakan bahan organik (Goksoyr dkk., 1975) dan respon biosintesa enzim-enzim yang terkandung pada jamur dapat berlangsung secara kompetisi (Peterson, 1975), bertahap (Lee & Fan, 1982) dan mungkin secara sinergistik (Ryudkk., 1984).

Hifa jamur yang ditumbuhkan pada kertas Whatman adalah untuk mengetahui daya selulolitik *Cj* yang berfungsi mengubah selulosa menjadi ba-

Tabel 2. Perbandingan bobot susut keitas Whatman setelah ditumbuhi hifa jamur selama 21 hari(LljiBNJ 5%)

Jenis	Bobot Substrat Kertas Whatman (gr)	Penyusutan (mg/gr)
<i>V. volvacea</i>	1,184 ^{a*}	118,39
<i>C. cinereus</i>	1,235 ^b	80,41
<i>P. ostreatus</i>	1,277 ^c	49,14
<i>A. polytricha</i>	1,324 ^d	14,15
Kontrol	1,343 ^d	00,00

* Hasil rata-rata 3 ulangan.

han siap cerna (*soluble cellulose*). Daya rombak tertinggi dilakukan oleh hifa jamur *V. volvacea* dan urutan berikutnya masing-masing dilakukan oleh *C. cinereus*, *P. ostreatus* dan *A. polytricha* (Tabel 2). Mekanisme perombakan enzim *C^a* memutuskan rangkaian paling luar cincin karbon molekul selulosa menjadi molekul oligosakarida dan glukosa (Wood dan McCrae, 1977). Peran *Cj* cukup penting dalam merombak selulosa amorf (Erikson, 1979) dan glukosa hasil biosintesa digunakan untuk metabolisme sebelum enzim lain berperan.

Daya selulolitik *C_x* dan selobiase dilihat melalui kemampuan enzim tersebut ketika merombak substrat CMC yang dikerjakan berdasarkan pengamatan perubahan viskositas. Menaiknya viskositas sejalan dengan menaiknya solubilitas substtat CMC. Kenaikan solubilitas maksimum dicapai setelah pengeraman 120 menit pada suhu 37°C Begitu pula halnya pada pembentukan gula pereduksi yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Biokonversi maksimum ditunjukkan oleh enzim berasal dari *C. cinereus* (Gambar 2), sedangkan pada 3 jenis jamur lainnya sekitar 3 sampai 4 kali lebih rendah. Proses perombakan *C_x* dapat memutus rantai selulosa bagian dalam jumlah selobiosa bersama-sama dengan selobiase (Griffin, 1981). Kemampuan degradasi *C_x* bersifat spesifik karena dapat merombak rangkaian selulosa yang direkat oleh kristal kalsium sehingga melancarkan perombakan oleh *Cj* atau pun enzim selobiase dan glukanas (Lee & Fan, 1982). Kemampuan *C. cinereus* merombak selulosa nampak potensial menurut percobaan ini.

Tabel 3. Perbandingan gula pereduksi yang terbentuk sebagai akibat perombakan enzim C_x selama masa pengeraman 180 menit.

Enzim C_x	Jumlah gula pereduksi setelah pengeraman (ppm)						(menit)
	0	30	60	90	120	180	
<i>C cinereus</i>	0	5	10	25	50	50	
<i>A polytricha</i>	0	5	15	15	15	15	
<i>P. ostreatus</i>	0	5	15	15	15	15	
<i>V. volvacea</i>	0	5	5	10	15	15	

Pola rombak keempat macam hifa jamur cenderung bervariasi. Nilai skor perombakan *P. ostreatus* dan *C cinereus* dalam mencerna substrat kompleks (jerami padi) maupun substrat homogen (kertas Whatman dan tepung selulosa miirni) sama. *Volvarella volvacea* dan *A. polytricha* memiliki nilai skor berbeda (Tabel 4), hal tersebut memberi asumsi bahwa aktivitas selulase dapat mengalami rangsangan atau hambatan selama proses perombakan. Kejadian ini sesuai dengan pengamatan Peterson (1975) dan Ryu *dkk.* (1984) bahwa proses biosintesa oleh enzim dipengaruhi oleh lingkungan yaitu dapat saling menunjang atau menghambat perombakan.

Tabel 4. Perbandingan nilai skor aktivitas enzim selulase dalam merombak substrat kompleks dan substrat homogen.

Jenis	Nilai skor (%) pada :	
	Substrat kompleks	Substrat homogen
<i>C. cinereus</i>	100	100
<i>V. volvacea</i>	66	59
<i>P. osteratus</i>	37	37
<i>A polytricha</i>	4	6

Peningkatan potensi daya rombak dapat dilakukan melalui pendekatan genetik melalui teknik radiasi, seperti yang pernah dilaksanakan dan berhasil baik pada jamur *Thermonospora curvata* (Fennington, *dkk.*, 1982), *Trichoderma reesei* (Pourquie, *dkk.*, 1983) dan *Altemaria altemata* (Uactis, 1984). Keberhasilan pengerjaan tergantung kepada beberapa faktor seperti tanggapan terhadap perlakuan, kesesuaian pada perlakuan, pengambilan umur yang

tepat dan lain-lain. Pengamatan terhadap 4 jenis jamur dapat mengenal lebih spesifik atas bahan-bahan yang dapat dicerna sebagai ekotipenya. Adanya keragaman laju perombakan menggambarkan sifat alami masing-masing jamur pada percobaan ini. Keterangan yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat mempertegas bagi penerapan strategi lebih lanjut dalam upaya mengenal potensi jamur maupun dalam upaya memanfaatkan limbah organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi persyaratan program pendidikan di Fakultas Biologi Universitas Nasional Jakarta. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan Dr. Triadi Basuki (Puslitbang Bioteknologi - LIPI) dan Drs. Aidilfiet Chatim (Laboratorium Mikrobiologi Universitas Indonesia) serta Dr. Salim Usman (Dekan Fakultas Biologi UNAS). Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga terlaksananya penelitian sampai terwujudnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- CHANG, Y. 1967. The fungi of wheat straw compost II. Biochemical and Physiological studies. *Transactions British Mycological Society*. 50(4): 667-675.
- ERIKSON, K.E. 1979. Biosynthesis of Polysaccharides. In: R.C.W. Berkeley *dkk.* (Eds.) *Microbial Poly sac charides and Polysaccharoses*. Academic Press, London, hal. 285-296.
- FENNINGTON, G., D. LUDO & F. STUZENBERGER. 1982. Enhanced cellulase production in mutants of *Thermonospora curvata*. *Biotechnology & Bioengineering* 24(11): 2487-2497.

GOKSOYR, J., G. EIDSA, J. ERIKSEN & K. OS-MUNDSVA, 1975. A comparison on cellulases from different microorganism. *Proceeding Symposium on Enzymatic Hydrolysis of Cellulase*, hal. 248-255.

GRIFFIN, D.H. 1981. *Fungal Physiology*. John Wiley & Sons, New York, hal. 1-383.

HEDGER, J.N. & T. BASUK 1,1979. The role of Basidiomycetes in composts: a model systems for decomposition studies. In: J.S. Frankland *dkk.* (Eds.) *Decomposer Basidiomycetes*. Cambridge University Press, London, hal. 263-271.

LEE, Y.H. & L.T. FAN, 1982. Kinetic studies of enzymatic hydrolysis of insoluble cellulose; analysis of the initial rate. *Biotechnology & Bioengineering* 24(11): 2383-2406.

MACRIS, B.J. 1984. Enhanced cellulase and α -glucosidase production by a mutant of *Alternaria alternata*. *Biotechnology & Bioengineering* 26(2): 194-196.

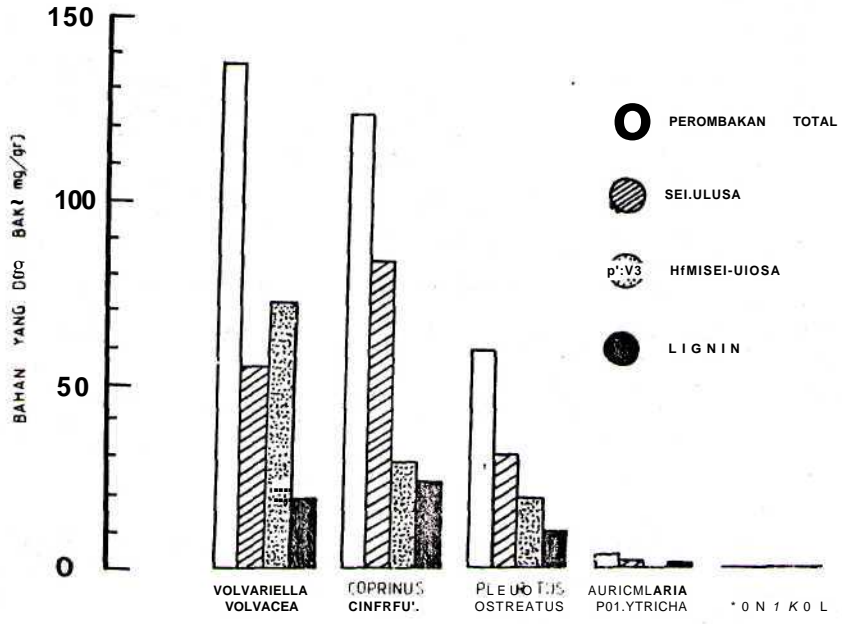
PETERSON, G.L. 1975. The mechanism of enzymatic hydrolysis of cellulose by *Trichoderma viride*. *Proceeding Symposium on Enzymatic Hydrolysis of Cellulose*, hal. 225-261.

POURQUIE, J., M. WARZYWODA & J.P. VAN-DEC ASTEELE, 1983. A comparison genetically improve strains of the cellulolytic fungi *Trichoderma reesei* *Biotechnology Letters* 5(4): 243-246.

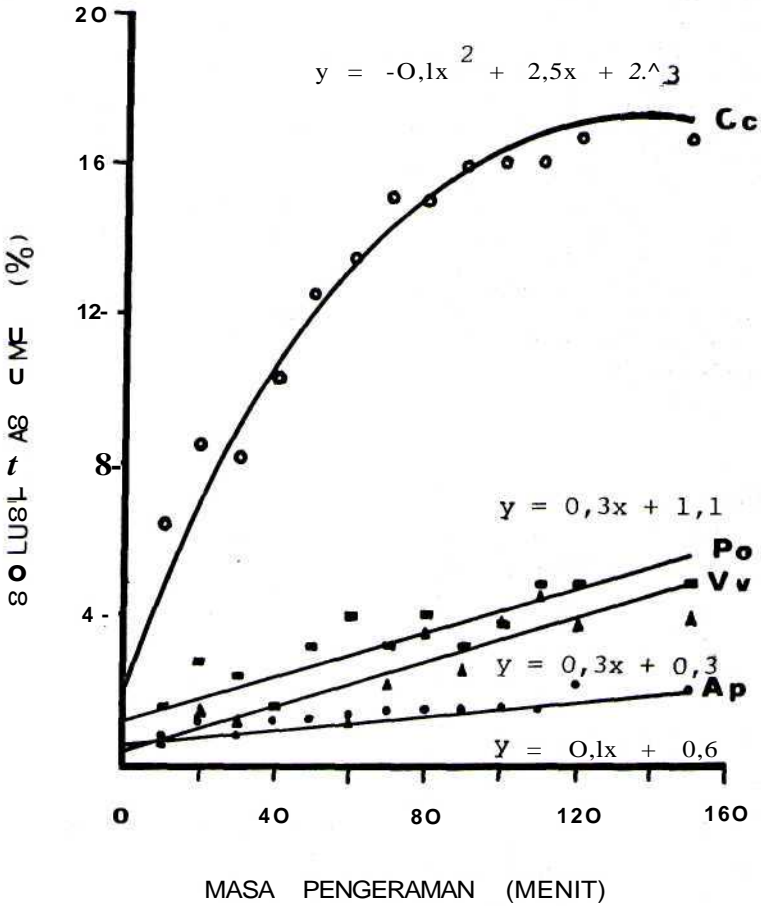
ROSENBERG, S.L. 1978. Cellulose and Lignocellulose degradation by thermophilic and thermotolerant fungi. *Mycologia* 70(1): 1-7.

RYU, D.D.Y., C. KIM & M. MANDELS, 1984. Competitive adsorption of cellulase components and its significance in a synergetic mechanism. *Biotechnology & Bioengineering* 26(5): 488-496.

WOOD, T. M. & S. I. McRAE, 1977. The mechanism of cellulase action with particular reference to the Cj component *Proceeding Bioconversion Symposium*, hal. 111-141.



Gambar 1. Komposisi jerami padi yang digunakan oleh hifa jamur selama 21 hari.



Gambar 2. Kenaikan solubilitas substiat CMC akibat hidrolisa C_x dan selobiase *C cinereus* (Cc), *P. ostreatus* (Po), *V. volvacea* (Vv) dan *A polytricha* (Ap) selama masa penderaman 150 menit pada suhu 37 °C.