

PENGARUH PERENDAMAN DALAM AIR SAWAH TERHADAP PENURUNAN BIOMASSA DAN PERUBAHAN STRUKTUR ANATOMI KAPAS (*Gossypium* sp) DAN JERAMI PADI (*Oryza sativa* L)

Eni Yuspika, Munifatul Izzati, Sri Haryanti

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang 50275 Telepon (024) 7474754; Fax. (024) 76480690

ABSTRACT

Cellulose is a constituent component of plant cell walls. Cellulose is protected by lignin and hemicellulose, it is difficult to degrade so it is necessary to elaborate pretreatment component. Pretreatment is a crucial step to creation of lignocellulose-based bioethanol. Pretreatment serves to break up and remove lignin and damage to the crystalline structure of cellulose that makes unraveling cellulose into glucose. This study aims to determine the decrease in biomass and changes of anatomical structures on cotton and rice straw soaked in rice water. This research was conducted in the Laboratory of Biological Structure and Function of Plant Biology UNDIP FSM. The design used was using T-test analysis and descriptive data with the two treatments are soaking in distilled water and water field. Parameters observed decrease of biomass and structure changes (macroscopic and microscopic). The results showed soaking rice in water significantly affect biomass decreased as much as 27.5% cotton and rice straw as much as 31.36%. Changes in the anatomical structure of the cotton that damages both sides of the cell wall, the lumen crushed and partially soluble, while rice straw damage on one side of the cell wall and partially soluble cell contents.

Key words: biomass, anatomical structure, cotton, rice straw, rice water

ABSTRAK

Selulosa merupakan komponen penyusun dinding sel tumbuhan. Selulosa dilindungi oleh lignin dan hemiselulosa, maka sulit untuk didegradasi sehingga dibutuhkan perlakuan pendahuluan untuk menguraikan komponen tersebut. Perlakuan pendahuluan merupakan tahap yang penting untuk pembuatan bioetanol berbahan dasar lignoselulosa. Perlakuan pendahuluan berfungsi untuk memecah dan menghilangkan lignin serta merusak struktur kristal selulosa sehingga mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya penurunan biomassa dan perubahan struktur anatomi pada kapas dan jerami padi yang direndam dalam air sawah. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FSM UNDIP. Rancangan yang digunakan adalah menggunakan Analisis uji T (T-test) dan data deskriptif dengan dua perlakuan yaitu perendaman akuades dan dalam air sawah. Parameter yang diamati yaitu penurunan biomassa dan perubahan struktur (makroskopis dan mikroskopis). Hasil penelitian menunjukkan perendaman dalam air sawah berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan biomassa kapas sebanyak 27,5% dan jerami padi sebanyak 31,36%. Perubahan struktur anatomi kapas yaitu kerusakan kedua sisi dinding sel, lumen hancur dan sebagian larut, sedangkan jerami padi terjadi kerusakan pada salah satu sisi dinding sel dan sebagian isi sel larut.

Kata kunci : biomassa, struktur anatomi, kapas, jerami padi, air sawah

PENDAHULUAN

Keperluan sumber energi alternatif saat ini menjadi hal yang cukup mendesak. Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang dapat menjadi pilihan. Salah satu bahan dasar produksi bioetanol yang potensial untuk dikembangkan adalah bahan berselulosa (Trisanti, 2000).

Sumber bahan baku potensial yang ketersediaannya melimpah, berharga murah, dan mengandung struktur gula sederhana yang dapat diubah menjadi etanol yang dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Indonesia merupakan negara pertanian, dengan produksi limbah pertanian yang besar salah satunya yaitu kapas dan jerami. Proses pembuatan etanol dari bahan berselulosa memerlukan beberapa tahapan sebelum menghasilkan etanol, salah satunya adalah tahapan perlakuan pendahuluan (pretreatment). Hal ini disebabkan karena struktur selulosa yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan substrat pati. Selain itu tahapan produksinya memerlukan tahap perlakuan yang lebih panjang dan diperlukan proses pretreatment yang bertujuan menghilangkan kandungan selulosa dalam substrat menjadi polisakarida dan mengubahnya menjadi gula sederhana yang selanjutnya dapat dilakukan proses lainnya menjadi bioethanol (Orchidea et al., 2010).

Salah satu cara mendegradasi selulosa yaitu menggunakan enzim selulase. Degradasi bertujuan untuk memecah struktur selulosa menjadi gula yang selanjutnya dapat diproses lebih lanjut menjadi ethanol. Proses perlakuan pendahuluan pada bahan berselulosa perlu dilakukan untuk mempermudah proses hidrolisis yaitu membuka perlindungan lignin dan hemiselulosa yang mengikat selulosa agar mudah dipecah menjadi kompleks yang lebih sederhana (Dashtban, 2009).

Kondisi ini mendorong dilakukannya penelitian untuk mengetahui pengaruh air

sawah dalam mendegradasi bahan berselulosa pada kapas dan jerami padi, selain itu untuk mengetahui proses perlakuan pendahuluan sebagai langkah awal dalam pembuatan bahan bakar nabati berbasis selulosa. Hal ini dilakukan sebagai dasar acuan pembuatan bioethanol dalam meningkatkan potensi bahan bakar alternatif nabati berbasis selulosa.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kapas, jerami padi, FAA, alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 96%, xilol, kanada balsam, Asam asetat glacial, safranin, akuades dan air sawah.

Metode

Penelitian ini menggunakan analisis Uji T pada pengamatan terhadap penurunan biomassa dan analisis data deskriptif pada perubahan struktur anatomi yang meliputi perubahan performance air perendaman, perubahan makroskopis dan mikroskopis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Penurunan Biomassa kapas dan jerami padi setelah perendaman dengan air sawah.

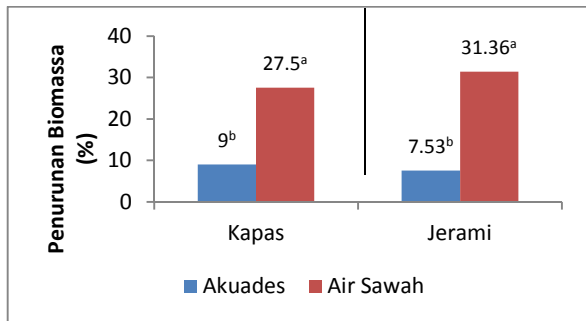
Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman dengan air sawah dapat menurunkan biomassa kapas dan jerami padi. Penurunan biomassa kapas lebih tinggi dibandingkan dengan yang direndam dalam akuades. Penurunan ini signifikan dengan nilai $p=0,000$. Perendaman dengan air sawah juga mampu menurunkan biomassa jerami padi. Jerami yang direndam dalam air sawah mengalami penurunan lebih tinggi dibandingkan dengan yang direndam akuades. Penurunan ini juga signifikan ($p=0,0000$).

Pengamatan terhadap penurunan biomassa dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas degradasi selulosa oleh air sawah. Pengamatan terhadap penurunan biomassa kapas dan jerami padi dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 41. dibawah ini :

Tabel 1. Data hasil pengamatan terhadap prosentase penurunan biomassa pada kapas dan jerami setelah perendaman empat minggu.

	Rata-rata penurunan biomassa (%)	
	Akuades	Air Sawah
Kapas	9 ^b	27,5 ^a
Jerami	7,53 ^b	31,36 ^a

*Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji T dengan nilai $p < 0,05$.



Gambar 1. Histogram perubahan biomassa kapas dan jerami padi setelah perendaman dengan air sawah.

Persentase penurunan biomassa jerami lebih tinggi dibandingkan dengan penurunan biomassa kapas, hal ini dimungkinkan karena protozoa dalam air sawah mampu mendegradasi dinding sel pada jerami. Selain itu kapas memiliki kandungan selulosa yang lebih banyak dibandingkan dengan jerami padi, sehingga diduga juga berpengaruh terhadap penurunan biomassa tersebut. Selulosa

merupakan komponen yang sulit didegradasi. Hal ini diduga karena prosentase selulosa yang mampu didegradasi oleh protozoa selulolitik cukup rendah, maka penurunan bobot lebih berpengaruh pada jerami padi.

Dinding sel pada tanaman sebagian besar tersusun atas lignin, hemiselulosa dan selulosa yang saling berikatan kuat. Terpecahnya ikatan lignin, selulosa dalam dinding sel masih terikat oleh hemiselulosa sehingga ikatan tersebut cukup sulit untuk dipisahkan.. Perombakan lignin dilakukan oleh bakteri lignolitik dan jamur. Ikatan lignin pada selulosa dan hemiselulosa sangat kuat, terlebih pada tanaman yang telah berbuah (jerami padi, tebon jagung kering) akan memiliki lignin yang lebih banyak.

Menurut Bon and Ferrara (2006) setelah lignin dirombak, maka bakteri yang melakukan perombak selanjutnya adalah hemiselulolitik yang merombak hemiselulosa dengan bantuan enzim hemiselulase yang dimiliki oleh bakteri tersebut. Setelah ikatan lignin dan hemiselulosa putus/terdegradasi, baru selulosa bisa didegradasi. Selama itu selulosa dirombak oleh bakteri selulolitik dengan bantuan enzim selulase, sehingga menghasilkan selubiosa. Struktur berkrystal pada selulosa serta adanya lignin dan hemiselulosa pada sekelilingnya akan menghambat selulosa untuk dihidrolisis dan didegradasi.

Proses perlakuan pendahuluan merupakan tahapan yang sangat penting, dalam proses ini selulosa akan diuraikan dan dihilangkan dari kapas dan jerami, selain itu dengan perlakuan pendahuluan struktur kristal selulosa pada bahan berselulosa (sugary materials) akan dirusak sehingga akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa (Orchidea, 2010).

Terurainya selulosa dan hemiselulosa merupakan hasil dari

perlakuan pendahuluan hidrolisis secara enzimatis. Hal ini karena pretreatment dengan hidrolisis secara enzimatis tanpa pemanasan membutuhkan waktu perendaman yang lebih lama bila dibandingkan dengan menggunakan asam untuk mendapatkan hasil yang optimal. Sementara itu apabila menggunakan waktu perendaman yang singkat untuk proses perlakuan pendahuluan diperlukan kondisi dan materi pendegradasi yang efektif yang lebih ekstrim agar dapat mendegradasi selulosa dan hemiselulosa, salah satunya adalah dengan mengkondisikan materi pendegradasi seperti lingkungan tempat hidupnya yaitu aerob atau anaerob. Hal ini didukung dengan hasil penelitian di atas yang menunjukkan semakin lama waktu perendaman dan kandungan selulosa dalam bahan, akan menyebabkan semakin besarnya persentase penurunan biomassa kapas dan jerami padi.

Penelitian tersebut umumnya menggunakan enzim selulase yang diproduksi secara komersial. Bakteri yang bisa menghasilkan selulase adalah *Pseudomonas*, *Cellulomonas*, dan *Bacillus*. Kapang dan bakteri yang bisa menghasilkan selulase yang potensial untuk dikembangkan dalam pembuat enzim selulase salah satunya adalah kapang *Trichoderma viride* untuk memisahkan bahan-bahan lignoselulosa pada jerami, bagasse tebu, rumput dan tanaman-tanaman berselulosa lainnya (Arnata, 2009).

Biomassa berselulosa memiliki struktur yang kompleks. Oleh sebab itu, biomassa berselulosa merupakan material yang lebih sulit didegradasi dan dikonversi dibandingkan material berbasah dasar dari starch (pati). Namun demikian, hidrolisis biomassa berselulosa relatif prospektif, karena

juga menghasilkan monomer-monomer gula.

b. Perubahan Struktur Anatomi kapas dan jerami padi.

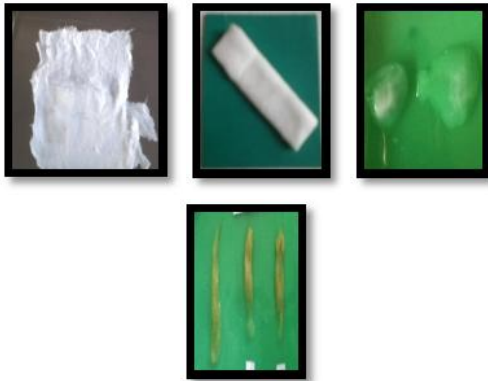
Parameter yang kedua dalam penelitian ini adalah perubahan struktur berdasarkan makroskopis dan mikroskopis kapas dan jerami padi setelah diberikan perlakuan perendaman dengan air sawah. Pengamatan terhadap perubahan struktur anatomi dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas degradasi selulosa oleh air sawah.

Menurut Tsoumis (1991), makroskopis adalah sifat yang terlihat tanpa harus menggunakan mikroskop. Mandang dan Pandit (2002) menyebutkan bahwa ciri umum suatu bahan yang dapat diamati secara makroskopis diantaranya adalah warna dan corak, tekstur, arah serat, kilap, kesan raba, bau dan rasa, serta kekerasan. Sedangkan mikroskopis adalah sifat yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang tetapi harus menggunakan bantuan mikroskop. Pengamatan menggunakan mikroskop terutama ditujukan pada sel-sel penyusun kayu meliputi macam dan kondisi yang ada.

Pengamatan makroskopis

Kapas yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kapas yang berupa lembaran-lembaran tipis (Gambar A) sedangkan jerami padi yang digunakan berupa batang bagian dalam (i) yang telah mengalami penyimpanan selama dua tahun. Sebelum direndam dengan air sawah, kapas dan jerami dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam perendaman, selain itu menurut (Gong et al., 1999) pengecilan ukuran suatu bahan bertujuan untuk mengurangi

kristalisasi selulose, untuk memudahkan masuknya bahan penghidrolisis dengan meningkatkan luas permukaan selulose dan untuk meningkatkan ukuran pori selulose sehingga memberikan fasilitas masuknya bahan untuk proses hidrolisis, dapat dilihat pada gambar 4. dan gambar 5. dibawah ini :



Gambar 2. Makroskopis : kapas (A) sebelum direndam (B) kontrol (C) setelah perendaman (D) dengan air sawah selama empat minggu.



Gambar 3. Makroskopis : jerami (i) sebelum direndam (ii) kontrol (iii) setelah perendaman (iv) dengan air sawah selama empat minggu.

Kapas setelah perendaman empat minggu (D) struktur menjadi lebih lembut, mengembang dan antar serat terpisah-pisah dibandingkan dengan perendaman satu minggu, dua minggu dan tiga minggu serta kontrol yang

direndam dalam akuades (C). Hal ini dimungkinkan terjadi karena adanya aktivitas penguraian dinding sel oleh protozoa selulolitik dalam air. Akan tetapi pemisahan serat tersebut belum terlalu signifikan, hal ini diduga karena waktu perendaman kurang lama sehingga masih terdapat beberapa bagian yang belum terpisah.

Jerami padi perendaman empat minggu (iv) lebih lunak, terpotong menjadi ukuran yang lebih kecil dan warna menjadi lebih pudar atau pucat dibandingkan dengan jerami yang direndam selama dua minggu dan tiga minggu. Jerami rendaman satu minggu hampir sama dengan kontrol (iii) yang hanya direndam akuades. Hal ini ini kemungkinan disebabkan karena protozoa selulolitik dalam air sawah mampu memecah lignin, hemiselulosa yang mengikat selulosa sehingga jerami dapat menjadi berukuran lebih kecil dan diduga terjadi proses hidrolisis yang menyebabkan warna memudar.

Menurut Wijanarko (2010) mengatakan bahwa bahan-bahan organik, misalnya tanin, lignin, dan asam humus yang berasal dari dekomposisi tumbuhan yang telah mati menimbulkan warna kecoklatan. Warna yang berasal dari dekomposisi merupakan warna sejati yang disebabkan adanya zat-zat organik terlarut dalam bentuk koloid.


Pengamatan mikroskopis

Perubahan struktur kapas yang direndam dengan air sawah dan yang telah direndam dengan akuades secara mikroskopis dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini :

Tabel 2. Mikroskopis kapas setelah perendama air sawah dengan lama perendaman yang berbeda

Perendaman kapas dan jerami padi menggunakan air sawah dengan lama waktu perendaman empat

Lama Perendaman	Perlakuan	
	Akuades	Air sawah
1 Minggu	 Jarak antar torsi pada serat terlihat jelas, warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Serat menjadi lebih tipis, dinding sel masih dalam keadaan utuh/solid, lumen terlihat jelas dan warna pada serat dapat terserap sama rata.
2 Minggu	 Jarak antar torsi pada serat terlihat jelas, warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Dinding sel mulai terlihat adanya pengikisan pada bagian pinggir, lumen masih terlihat jelas, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat mulai tampak berubah.
3 Minggu	 Jarak antar torsi pada serat terlihat jelas, warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Dinding sel mulai pecah pada salah satu sisinya, lumen mulai terpecah-pecah, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat tidak utuh lagi.
4 Minggu	 Jarak antar torsi pada serat masih terlihat jelas, warna pada serat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Dinding sel mulai pecah pada kedua sisinya, lumen pada serat mulai terpecah-pecah dan sebagian terlarut, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat tidak utuh lagi.
Perbesaran 400X		

Lama Perendaman	Perlakuan	
	Akuades	Air sawah
1 Minggu	 Warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Serat menjadi lebih tipis, dinding sel masih dalam keadaan utuh/solid, tetapi pada salah satu sisi dinding selnya mulai terjadi pengikisan dan warna pada serat dapat terserap sama rata.
2 Minggu	 Warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Dinding sel mulai terlihat adanya pengikisan pada bagian pinggir, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat mulai terjadi perubahan.
3 Minggu	 Warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat masih utuh/solid.	 Dinding sel pada salah satu sisi mulai pecah, isi sel juga terlihat mulai pecah, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat mulai terjadi perubahan.
4 Minggu	 Warna pada serat dapat terserap sama rata dan serat mulai berubah.	 Dinding sel pada kedua sisi mulai pecah, isi sel juga terlihat mulai pecah dan sebagian terlarut, warna yang terserap tidak sama rata dan struktur serat mulai terjadi perubahan.
Perbesaran 400X		

Tabel 3. Mikroskopis jerami setelah perendaman dengan air sawah dengan lama perendaman yang berbeda.

minggu diduga dapat mendegradasi ikatan selulosa, dibuktikan dengan adanya penurunan biomassa dan perubahan struktur anatomi dari kapas dan jerami padi. Penggunaan air sawah sebagai langkah pretreatment secara enzimatik belum banyak dilakukan. Air sawah harganya murah, sangat mudah ditemukan dan banyak tersedia disekitar kita. Kemudahan dalam memperoleh dan harganya murah dibandingkan menggunakan enzim selulase khusus maupun mikroorganisme selulolitik lainnya, dapat menjadi pertimbangan untuk menggunakan air sawah untuk pretreatment proses pembuatan bioetanol.

Dilihat dari hasil penelitian ini, air sawah dapat dicoba untuk proses pretreatment secara enzimatik bahkan dimungkinkan dapat dilanjutkan untuk proses fermentasi. Percobaan dengan menggunakan air sawah dengan lama waktu perendaman yang berbeda dapat menjadi pertimbangan tentang berapa lama waktu yang efektif untuk pretreatment yang selanjutnya dapat dipakai untuk tujuan produksi bioetanol dari kapas dan jerami padi atau bahan berselulosa lainnya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa air sawah dengan waktu perendaman yang lebih lama dapat digunakan untuk pretreatment bahkan diharapkan dapat dilanjutkan dengan proses fermentasi dalam proses pembuatan bioetanol.. Perlakuan pendahuluan secara enzimatik dengan menggunakan protozoa dapat menjadi langkah awal yang penting dalam produksi bioetanol.

KESIMPULAN

Perendaman dalam air sawah bekerja efektif pada kapas dan jerami padi dengan waktu perendaman empat minggu.

Perendaman menggunakan air sawah dapat menurunkan biomassa kapas dan jerami padi secara signifikan dan juga mampu merubah struktur anatomi serat kapas dan jerami padi yaitu terjadi pemecahan dan kerusakan dinding sel yang diawali dari bagian tepi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnara, I.W. 2008. Teknologi Bioproses Pembuatan Bioetanol dari Ubi Kayu Menggunakan Ubi Kayu Menggunakan *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Thesis Master. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Bon, E.P.S and Ferrara, M.A. 2006. Bioethanol Production via Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass. Chemistry Institute, Federal University of Rio de Janeiro. <http://www.fao.org/biotech/docs/bon.pdf>. browsing 30 Mei 2012.
- Dashtban, M., Schraft H. and Qin W., 2009. Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residue : Opportunities & Perspectives. *Int. J. Biol. Sci.*
- Fengel, D. dan D. Wegener. 1995. Kimia Kayu, Reaksi Ultrastruktur: Terjemahan S. Hardjono. UGM Press. Yogyakarta
- Gong, C. S. dan G. T. Tsao. 1979. Cellulase and Biosynthesis Regulation. Di dalam D. Perlman (ed.). *Annual Report on Fermentation Process*. Academic Press. New York.
- Hardjo, S.N, Indrastuti dan T. Barbacut. 1989. Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian.PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Isroi. 2010. Pemanfaatn Jerami padi Sebagai Sumber Bahan Bakar Nabati Bioetanol.

<http://isroi.wordpress.com/2010/02/12/4905/>. 12 Juni 2012

Lehninger. 1982. Dasar-Dasar Biokimia. 2005.

Jilid I. PT Gelora Aksara Pratama. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Mandang Y. I dan Pandit I.K.N. 2002. Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan. Bogor: Yayasan PROSEA Indonesia.

Orchidea, Rachmaniah, et al.. 2010. Acid Hydrolysis Pretreatment of Bagasse-Lignocellulosic Material for Bioethanol Production. Kampus ITS Keputih, Surabaya.

Trisanti. 2010. Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk

Organik. Pusat ppenelitian Bioteknologi LIPI. Bogor.

Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood. Van Nostrand Reinhold. New York.