



PEMBUATAN SERBUK *PULP* DARI DAUN JAGUNG

Syamsul Bahri

Jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh

Email : amarul_bahari67@yahoo.com

ABSTRAK

Pulp merupakan bahan berupa serat berwarna kecoklatan yang diperoleh melalui proses penyisihan lignin dari biomassa. Pulp digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kertas, pulp tersebut berasal dari tumbuhan kayu maupun dari tumbuhan non kayu. Penelitian ini dilakukan untuk menguji perolehan pulp, selulosa dan lignin dari daun jagung melalui proses *acetosolv* dengan melihat pengaruh waktu pemasakan dan konsentrasi pelarut dalam pembuatan pulp dari daun jagung. Ukuran daun jagung yang digunakan 20 *mesh* dengan variasi waktu pemasakan dan konsentrasi larutan asam asetat. 75, 85, 95, dan 105 menit, Konsentrasi larutan asam asetat yang digunakan 55%, 65 %, 75 %, 85 %, suhu pemasakan 100°C dan kecepatan pengadukan 100 rpm. Perolehan pulp tertinggi pada konsentrasi asam asetat 75 % dengan waktu perebusan 95 menit sebesar 79.2 %. Kandungan selulosa tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam asetat 75 % dengan waktu perebusan 95 menit yaitu sebesar 63.33%. Kandungan lignin diperoleh pada konsentrasi asam asetat 85 % dengan waktu perebusan 105 menit yaitu sebesar 2 %.

Kata kunci : *Daun jagung, Pulp, Selulosa, Lignin.*

1. Pendahuluan

. Kebutuhan pulp dan kertas di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan aktivitas yang berhubungan dengan pemakaian kertas. Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri yang penting untuk menunjang bidang pendidikan, perkantoran, pengemasan dan perindustrian

Pada tahun 2007, Indonesia mengimpor pulp sebesar 0,86 juta ton senilai US\$ 605,53 juta dan kertas sebesar 0,42 juta ton senilai US\$ 499,72 juta. Untuk

mengatasi krisis bahan baku pada produksi pulp maka perlu dicari bahan baku alternatif, yang memiliki karakteristik yang sama dengan bahan baku yang digunakan sebelumnya. Salah satu akan dikembangkan adalah daun jagung yang selama ini masih menjadi limbah yang hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak saja, padahal daun jagung memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Sehingga dapat dikembangkan sebagai bahan baku alternatif untuk menghasilkan pulp (Anonim, 2008).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pulp

Pulp adalah hasil dari serat-serat selulosa dari kayu atau non kayu yang diproses dengan cara melarutkan lignin semaksimal mungkin. Tujuan utama dari proses pulp adalah mendapatkan serat sebanyak mungkin yang diindikasikan dengan nilai rendemen yang tinggi dengan kandungan lignin seminimal mungkin, Pada saat proses pulp, lignin akan terdegradasi oleh larutan pemasak menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat larut dalam lindi hitam. Peristiwa ini disebut delignifikasi (Saenah, 2002).

2.1.1 Pengelompokan Pulp

Menurut komposisinya pulp kertas dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

1. Pulp dari Kayu (*Wood Pulp*)

Pulp dari kayu adalah pulp yang berbahan baku kayu, pulp dari kayu dibedakan menjadi :

- Pulp dari Kayu Lunak (*Soft Wood Pulp*)

Jenis kayu lunak yang umum digunakan berupa jenis kayu berdaun jarum (*Needle Leaf*) seperti Pinus Merkusi, Agatis Loranthifolia, dan Albizza Folcata.

- Pulp dari Kayu Keras (*Hard Wood Pulp*)

Pada umumnya serat ini terdapat pada jenis kayu berdaun lebar (*Long Leaf*) seperti kayu Oak.

2. Pulp dari non Kayu (*Non Wood Pulp*)

Pada saat ini pulp non kayu yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi kertas meliputi : percetakan dan kertas tulis, linerboard, medium berkerut, kertas koran, tisu, dan dokumen khusus. Pulp non kayu yang umum digunakan biasanya merupakan kombinasi antara pulp non kayu dengan pulp kayu lunak yang ditambahkan untuk menaikkan kekuatan kertas. Karakteristik bahan non kayu mempunyai sifat fisik yang lebih baik daripada kayu lunak dan dapat digunakan di dalam jumlah yang lebih rendah bila digunakan sebagai pelengkap sebagai bahan pengganti bahan kayu lunak. Sumber serat non kayu meliputi:

- Limbah pertanian dan industri hasil pertanian seperti jerami padi, gandum, batang jagung, dan limbah kelapa sawit.
- Tanaman yang tumbuh alami seperti alang – alang, dan rumput –rumputan.
- Tanaman yang diolah, seperti serat daun, dan serat dari batang (Harsini dan Susilowati, 2010).

2.2 Tanaman Jagung

Jagung memiliki nama latin *Zea mays*. Nama *zea mays* sendiri diberikan oleh Carolus Linnaeus pada tahun 1753. Kata "zea" diambil dari bahasa Yunani yang berarti "padi-padian", sedangkan kata "mays" merupakan kosakata orang Indian yaitu "mahiz" yang merupakan sebutan untuk jagung bagi orang Indian (Dirjen Peternakan, 2005). Jagung merupakan tanaman hasil pertanian yang banyak dihasilkan oleh para petani di Indonesia. Pada umumnya jagung adalah sebagai sumber makanan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga merupakan sumber protein yang penting dalam menu masyarakat Indonesia. Kandungan gizi utama jagung adalah pati (72-73%), dengan nisbah amilosa dan amilopektin 25-30% : 70-75%, namun pada jagung pulut (Waxy Maize) 0-7% : 93-100%. Kadar gula sederhana jagung (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1-3%. Protein jagung (8-11%) terdiri atas lima fraksi, yaitu: albumin, globulin, prolamin, glutelin, dan nitrogen nonprotein.

Di Indonesia, agroindustri merupakan sektor yang sangat penting dalam perindustrian nasional. Namun kegiatan pascapanen dan pengolahan hasil pertanian, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang. Sisa pengolahan industri pertanian pada jagung akan menghasilkan limbah berupa tongkol dan daun jagung yang jumlahnya akan terus bertambah seiring dengan peningkatan kegiatan pascapanen. Produksi jagung di Indonesia setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Menurut Biro Pusat Statistik (BPS) Indonesia, angka produksi jagung tahun 2004 mencapai 11,2 juta ton.

Tahun 2005 meningkat menjadi 12,5 juta ton, tahun 2006 mencapai 12,13 juta ton. Tahun 2007 produksinya mencapai 14 juta ton. Disamping itu, tingkat konsumsi jagung pada tahun 2006 sekitar 3,5 juta ton, sedangkan tahun 2007 diperkirakan mencapai 4,1 juta ton (BPS 2007). Banyaknya produksi buah jagung yang dikonsumsi menyebabkan bertambahnya limbah tongkol, batang dan Daun jagung yang tersedia seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Limbah Jerami jagung

2.3 Komponen - komponen Dalam Jerami Jagung

Ada beberapa macam limbah tanaman jagung dan produk samping industri berbasis jagung. Di Indonesia, dikenal istilah lokal untuk beberapa limbah tanaman dan industri jagung yaitu:

1. Tebon jagung, yaitu seluruh tanaman termasuk batang, daun, dan buah jagung muda yang dicacah dan diberikan langsung kepada ternak. Petani yang hanya memproduksi tebon jagung biasanya bekerja sama dengan pengusaha

peternakan. Petani hanya menanam jagung sebagai hijauan dan pada umur tertentu tanaman dipangkas dan dicacah untuk diberikan kepada ternak. Cacahan jagung juga dibuat silase.

2. Jerami jagung/brangkas, yaitu bagian batang dan daun jagung yang dibiarkan kering di ladang dan dipanen pada saat tongkol dipetik. Jerami jagung seperti ini umumnya dijumpai di daerah penghasil benih atau jagung untuk keperluan industri pakan.

3. Kulit buah jagung, biasanya dibuang. Kulit jagung manis potensial untuk dijadikan silase karena kadar gulanya cukup tinggi.

4. Tongkol jagung/janggal, yaitu bagian dari buah jagung setelah biji dipipil. Limbah jagung dengan proporsi terbesar adalah batang jagung (*stover*) dengan pencernaan bobot kering *in vitro* terendah. Kulit jagung merupakan limbah dengan proporsi terkecil tetapi mempunyai pencernaan lebih tinggi dibanding limbah lainnya (Tabel 2.1). Data yang hampir sama dilaporkan oleh Anggraeny et al. (2011), limbah jagung dari batang berkisar antara 55,4 - 62,3%, dari daun 22,6 - 27,4%, dan dari klobot antara 11,9 - 16,4%.

Tabel 2.1. Proporsi limbah pertanaman jagung, kadar protein kasar, dan nilai pencernaan bobot keringnya.

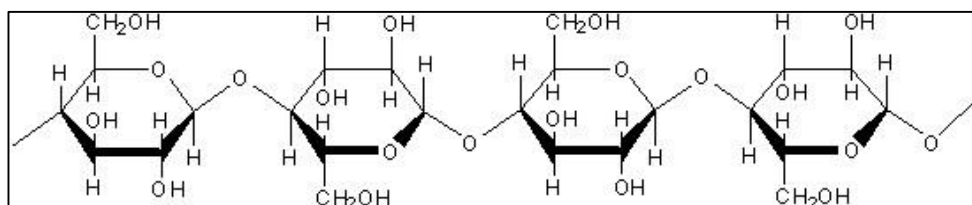
Limbah jagung	Kadar air %	Proporsi limbah (% BK)	Protein kasar (%)	Kecernaan BK <i>in vitro</i> (%)
Batang	70-75	50	3,7	51
Daun	20-25	20	7,0	58
Tongkol	50-55	20	2,8	60
Kulit jagung	45-50	10	2,8	68

Sumber: Silitonga (1991)

2.4 Selulosa

Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ adalah *polimer* berantai panjang *polisakarida* karbohidrat, dari *beta-glukosa*. Selulosa merupakan komponen utama dalam pembuatan kertas. Selulosa adalah senyawa organik penyusun utama dinding sel

dari tumbuhan. Adapun sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air dan pelarut organik. Berikut Struktur molekul selulosa dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Rumus Molekul Selulosa

Selulosa merupakan unsur yang penting dalam proses pembuatan pulp. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam pulp, maka semakin baik kualitas pulp tersebut. Berdasarkan derajat *polimerisasi* (DP), maka selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

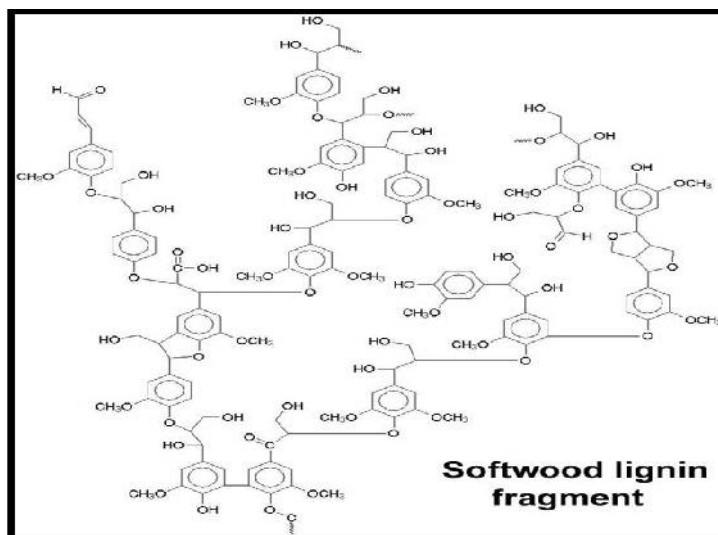
- a. Selulosa (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) berkisar 600-1500. Selulosa dipakai sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
- b. Selulosa (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP berkisar 15-90, dan dapat mengendap bila dinetralkan.
- c. Selulosa μ (*Gamma cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP kurang daripada 15.

2.5 Lignin

Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa yang salah satu selnya terdapat dalam kayu. Lignin berguna dalam kayu seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan, sehingga bisa menambah *support* dan kekuatan kayu (*mechanical strength*) agar kokoh dan berdiri tegak, Lignin dalam kayu sebelum dijadikan bubur kertas harus dipisahkan. Struktur lignin bervariasi menurut sumbernya, tetapi suatu pendekatan dari segmen lignin kayu

lunak menggambarkan kompleksitasnya. Berat molekul lignin diperkirakan sangat tinggi, karena proses pemisahan selulosa tidak sepenuhnya menyebabkan terikat dalam pulp.

Untuk menyatakan sampai tingkat berapa tingginya adalah hal yang tidak mungkin. Karena lignin mengandung sejumlah besar cincin-cincin benzena aktif, lignin yang terdegradasi cepat bereaksi dengan *formaldehida*, yang telah menyebabkan pengembangan komersial terbatas dalam bidang bahan-bahan perekat kayu lapis. *Sulfonat-sulfonat* lignin yang diperoleh dari pembuburan kayu juga dipakai sebagai bahan perekat, *asphalt extender* dan *oil-well drillin mud additives*. Reaksi dengan *propilena okside* misalnya menghasilkan turunan-turunan *hidroksipropil* yang telah dikonversi ke *poliuretana termoset*. (Casey. J. 1991). Adapun gambar struktur lignin dapat dilihat pada gambar 2.3.

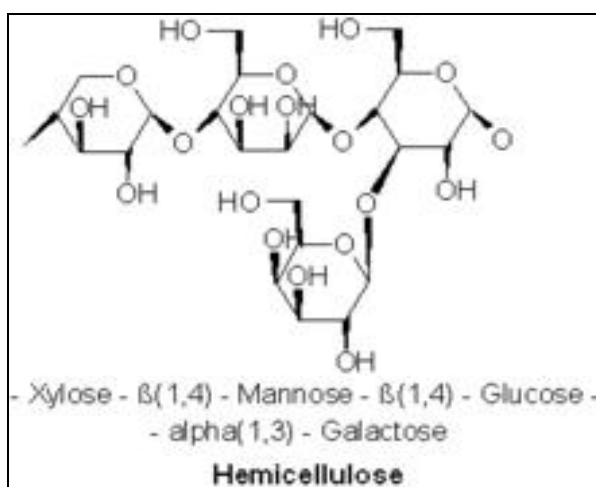


Gambar 2.3 Struktur Lignin

2.6 Hemiselulosa

Hemiselulosa (Gambar 2.4) merupakan senyawa sejenis polisakarida yang terdapat pada semua jenis serat, mudah larut dalam alkali, dan mudah terhidrolisis oleh asam mineral menjadi gula dan senyawa lain. Hemiselulosa lebih mudah larut daripada selulosa, dan dapat diisolasi dari kayu dengan ekstraksi.

Kebanyakan hemiselulosa adalah heteropolisakarida yang mengandung dua atau lebih monosakarida yang berlainan. Hemiselulosa pada kayu berkisar antara 20-30%. Dilihat dari strukturnya, selulosa dan hemiselulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penjerap karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Dengan demikian selulosa dan hemiselulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. (Saenah, 2002).



Gambar 2.4 Senyawa Hemiselulosa

3. Metodologi Penelitian

3.1 Prosedur Kerja

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

1. Daun jagung yang terlebih dahulu bersihkan dan dikeringkan pada suhu kamar lalu dihancurkan sampai ukuran 20 mesh.
2. Daun jagung yang telah dihaluskan tersebut, disimpan dalam wadah tertutup agar terhindar dari kotoran.

3.1.2 Prosedur Pelaksanaan Pembuatan Pulp

1. Pada penelitian ini mula - mula memasang rangkaian alat delignifikasi;

2. Sebanyak 10 gram Daun jagung berukuran 20 *mesh* dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan asam asetat 100 ml dengan konsentrasi 55%; 65%; 75% ; 85%, perbandingan cairan dan padatan 10 : 1 (padatan 1 gram dan cairan 10 ml)
3. Selanjutnya menghidupkan pemanas dan pengaduk *magnetik* secara bersamaan dengan kecepatan 100 rpm pada suhu operasi 100°C sesuai dengan waktu yang divariasikan (75, 85, 95 dan 105 menit);
4. Setelah dilakukan pemasakan, dikeluarkan dari pemasak lalu didinginkan hingga mencapai suhu kamar;
5. Residu dan filtrat dipisahkan dengan menggunakan kertas saring;
6. Residu yang didapat kemudian dicuci dengan asam asetat 10 % sebanyak 100 ml dan dilanjutkan pencuciannya dengan air panas sebanyak 100 ml
7. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C selama 2 jam, kemudian Didinginkan dalam desikator; dan
8. Padatan yang telah kering ditimbang (berat bubuk kertas). Selanjutnya dilakukan analisa perolehan bubuk kertas.

$$\text{Perolehan Bubur Kertas (Yield) } = \frac{\text{berat bubuk kertas kering (gr)}}{\text{berat bahan baku kering (gr)}} \times 100 \%$$

3.1.3 Analisa -Selulosa (Metode SNI 14-0444-2009)

1. Pulp kering ditimbang hingga 1,5 gr kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass;
2. Pulp dibasahkan dengan 7,5 ml NaOH 17,5 % dan diaduk dengan batang kecepatan pengadukan 150 selama 30 detik. Penambahan 5 ml NaOH 17,5% dan diaduk 15 detik. Campuran dibiarkan 2 menit;
3. Ditambahkan kembali 5 ml NaOH 17,5 % aduk selama 5 menit;
4. Dilakukan penambahan 3 kali sebanyak 5 ml NaOH 17,5 % setelah 1, 2, 3 menit. Biarkan selama 15 menit dalam keadaan tertutup;
5. Ditambahkan 50 ml aquadest dan biarkan selama 15 menit;
6. Campuran disaring untuk diambil endapannya;

7. Kemudian endapan dicuci dengan 5 kali dengan 25 ml *aquadest*;
8. Ditambahkan 6,25 ml asam asetat 2 N dan diaduk 3 menit;
9. Kemudian dicuci dengan *aquadest* sampai bebas asam, uji dengan kertas lakmus.
10. Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya konstan.
11. Kandungan -selulosa dalam bubur kertas dihitung menurut rumus berikut ini
Perhitungan :

$$\% \text{ selulosa} = \frac{\text{Berat endapan (gr)}}{\text{Berat sampel awal (gr)}} \times 100\%$$

3.1.4 Analisa Lignin (Metode SNI 14-0492-1989)

1. Sebelum diuji, 0,5 gram sampel dilarutkan terlebih dahulu dengan asam asetat 70 % sebanyak 10 ml selama 4 jam, kemudian dicuci dengan air panas;
2. Contoh uji dipindahkan ke beaker glass 100 ml, ditambah asam sulfat 72 % sebanyak 7,5 ml, penambahan dilakukan pelan - pelan dan dibiarkan selama 1 – 2 menit;
3. Setelah terdispersi sempurna, ditutup dengan kaca arloji dan dibiarkan selama 1 jam;
4. Contoh tersebut lalu dipindahkan ke beaker glass 500 ml dan diencerkan dengan air sampai volume 287 ml;
5. Larutan dipanaskan sampai mendidih dan dibiarkan selama 2 jam;
6. Endapan dibiarkan mengendap sempurna, dan endapan dipindahkan ke kertas saring yang telah diketahui beratnya, endapan lignin dicuci dengan air panas sampai airnya jernih;
7. Kertas saring (berikut endapan) dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai hasil konstan dan kemudian ditimbang sampai beratnya konstan.
8. Kadar lignin dalam bubur kertas dihitung menurut rumus berikut ini:

$$\% \text{ Lignin} = \frac{\text{berat endapan (gr)}}{\text{berat sampel awal analisa (gr)}} 100 \%$$

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian dari persentase perolehan Pulp, kandungan α -selulosa dan kandungan lignin diperoleh berdasarkan hasil perhitungan dari data pengamatan. Persentase perolehan pulp menunjukkan antara berat pulp kering yang diperoleh setelah pemasakan terhadap berat sampel awal daun jagung.

Persentase kandungan α -selulosa adalah berat endapan α selulosa terhadap berat sampel awal analisa. Sedangkan persentase kandungan lignin adalah berat endapan lignin terhadap berat sampel awal analisa.

Tabel 4.1 Perolehan % Yield, % α -Selulosa, dan % Lignin Pada Daun Jagung Dengan Waktu Pemasakan

Waktu Pemasakan	Konsentrasi Asam Asetat	% Yield	% α -selulosa	% Lignin
75 menit	55	72.3	54	12
	65	75.1	54	8
	75	69.8	45.33	10
	85	64.3	42.66	6
85 menit	55	75.8	55.33	12
	65	78.2	56.33	10
	75	73.2	50	8
	85	70	44	6
95 menit	55	78.1	59.33	10
	65	79.2	63.33	8
	75	74	54.66	6
	85	65	44	4
105 menit	55	70	41.33	8
	65	71	52.66	6
	75	66	40.66	4
	85	62.8	38.66	2

4.2 Pembahasan

Laporan penelitian ini membahas tentang pengaruh waktu pemasakan dan konsentrasi asam asetat terhadap perolehan pulp, kandungan α -selulosa dan kandungan lignin dengan metode *acetosolv*.

4.2.1 Pengaruh Waktu Pemasakan dan Konsentrasi Asam Asetat Terhadap Perolehan Pulp

Perolehan pulp yang dihasilkan berkisar antara 62.8 % - 79.2 %, bervariasi menurut kondisi operasi, Konsentrasi asam asetat untuk pemasakan pulp yang bagus antara 55% - 65%. Hal ini disebabkan oleh banyaknya konsentrasi asam asetat mempengaruhi % yield karena serat – serat selulosa larut ke lindi hitam.

Hasil yang diperoleh pada pemasakan daun jagung sebagai pulp masuk dalam *range* perolehan pulp yang dihasilkan industri pulp secara kimia, yaitu sebesar 35 % - 53 %. Pulp dari daun jagung dapat digunakan sebagai pulp kertas skala industri kimia karena sudah memenuhi standar.

Perolehan pulp tertinggi diperoleh pada waktu pemasakan 95 menit dengan konsentrasi asam asetat 65 % sebesar 79.2 %. Sedangkan perolehan pulp terendah diperoleh pada waktu pemasakan 105 menit dengan konsentrasi asam asetat 85 % sebesar 62.8 %. Perolehan pulp akan turun akibat derajat delignifikasi yang tinggi dan terjadi degradasi polisakarida dari sebagian selulosa dan hemiselulosa.

4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat dan Waktu Pemasakan Terhadap Kandungan α -Selulosa

Penelitian yang telah dilakukan, dimana suatu proses pemasakan menggunakan pelarut asam asetat dengan peningkatan waktu pemasakan dan konsentrasi asam asetat telah menurunkan kandungan α -selulosa dari pulp. Kandungan α -selulosa yang diperoleh adalah berkisar antara 38.66 % – 63,33 %.

Kandungan α -selulosa tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam asetat 65 % dengan waktu pemasakan 95 menit, yaitu sebesar 63,33%. Dengan kualitas

pulp yang dihasilkan untuk industri kimia kandungan -selulosa harus lebih besar dari 80 %, maka pada waktu pemasakan 95 menit dengan konsentrasi asam asetat 65 % menghasilkan kandungan -selulosa 63,33 %. Dapat dijadikan kertas skala industri dengan campuran serat – serat selulosa yang berbahan baku lain.

4.2.3 Pengaruh Waktu Pemasakan dan Konsentrasi Asam Asetat Terhadap Kandungan Lignin

Hasil penelitian didapatkan kandungan lignin tertinggi diperoleh pada waktu pemasakan 75 menit dengan konsentrasi asam asetat 55 % yaitu sebesar 12 %. Sedangkan perolehan lignin terendah diperoleh pada waktu pemasakan 105 menit dengan konsentrasi asam asetat 85 %, yaitu sebesar 2 %. Kandungan lignin disini diharapkan sekecil mungkin, karena lignin dapat menurunkan kualitas pulp seperti warna pulp atau kertas akan menjadi kuning atau kecoklatan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan pulp dari daun jagung dengan proses *acetosolv* menggunakan larutan asam asetat dan pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Kadar pulp yang tertinggi diperoleh pada waktu pemasakan 95 menit dengan konsentrasi asam asetat 65 % yaitu sebesar 79.2%, sedangkan kadar bubur kertas terendah diperoleh pada waktu pemasakan 105 menit dengan konsentrasi asam asetat 85 % yaitu sebesar 62.8%;
2. Kadar selulosa tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam asetat 65 % dengan waktu pemasakan 95 menit yaitu sebesar 63,33%, sedangkan kadar selulosa terendah diperoleh pada konsentrasi asam asetat 85 % yaitu sebesar 38,66% dengan waktu pemasakan 105 menit;
3. Kadar lignin tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam asetat 55 % dengan waktu pemasakan 75 menit yaitu sebesar 12%, sedangkan kadar lignin terendah diperoleh pada konsentrasi 85 % dengan waktu pemasakan 105 menit yaitu sebesar 2 %.

6. Daftar Pustaka

- Anggraini, D., Han Roliadi. 2011. *Pembuatan Bubur kertas Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Karton Pada Skala Usaha Kecil*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 3, September 2011: 211-225.
- Anonim. 2008. *Kondisi pemasakan kayu Eucalyptus spp. Di PT. Toba Bubur kertas Lestari (TPL). Desa Sosor Ladang, Kecamatan Porsea, Kabupaten Toba Samosir*. Konsultasi pribadi dengan Staf PT. TPL: Provinsi Sumatera Utara
- Biro Pusat Statistik. 2007. *Produksi Jagung di Indonesia*.
- Casey. J. 1991. *Bubur kertas and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Jhon Wiley and Son Inc, New York, pp 87-92
- Dirjen Peternakan. 2005. *Pulp*. Dirjen Peternakan Departemen Pertanian Republik Indonesia; Jakarta
- Harsini dan Susilowati, Ir, MT. 2010. *Pembuatan Bubur Kertas Dari Pelepah Daun Kelapa*. UPN “veteran” Jawa Timur ;Surabaya
- Saenah, E. 2002. *Pengaruh Dosis Soda Terhadap Karakteristik Bubur Kertas Abaca Dan Bubur Kertas Kenaf Bubur Kertasing Soda - Antaquinon*. Skripsi. Jurusan Kimia. FMIPA. Universitas Brawijaya; Malang.
- Silitonga. (1991). *Laboratorium Nutrisi Departemen Peternakan FP – USU (2001)*