

PENENTUAN TEMPERATUR TERHADAP KEMURNIAN SELULOSA – α BATANG SAWIT MENGGUNAKAN EKSTRAK ABU TKS

Padil, Silvia Asri, dan Yelmida Aziz
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau, 28293
Email : fadilpps@yahoo.com
silvi_honey@yahoo.co.id

Abstraks

Pulau Sumatera khususnya Provinsi Riau merupakan provinsi yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit paling luas di Indonesia. Luas areal perkebunan sawit di Riau terus tumbuh dengan pesat. Hal ini diiringi dengan meningkatnya limbah batang sawit hasil peremajaan. Batang sawit dan abu tandan kosong belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah batang sawit mengandung selulosa (35,92%), hemiselulosa (26,05%), dan lignin (17,74%). Ditinjau dari komposisinya, batang sawit berpotensi diolah lebih lanjut untuk memurnikan selulosa – α , yang dapat dijadikan bahan baku produk turunan selulosa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh temperatur pemasakan, waktu pemasakan, dan nisbah larutan – padatan terhadap proses hidrolisis batang sawit untuk memisahkan selulosa- α . Hidrolisis batang sawit dengan larutan ekstrak abu TKS dilakukan dalam reaktor hidrolisis dengan variasi kondisi operasi temperatur pemasakan (70, 80, 90, 100, dan 110°C). Proses hidrolisis berlangsung dengan sirkulasi cairan pemasak. Setelah proses hidrolisis selesai, batang sawit hasil hidrolisis tersebut dianalisa, kemurnian selulosa – α , kadar lignin, dan kadar hemiselulosa batang sawit. Kondisi operasi maksimal diperoleh pada temperatur pemasakan 100°C dengan kemurnian selulosa – α 90,61, kadar lignin 4,7%, dan hemiselulosa 0,58%.

Kata Kunci : Abu Tandan Kosong Sawit, Batang sawit, Hidrolisis, Selulosa- α

1. Pendahuluan

Pulau Sumatera khususnya Provinsi Riau merupakan provinsi yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit paling luas di Indonesia. Luas areal perkebunan sawit di Riau terus tumbuh dengan pesat. Hal ini terlihat dari total luas areal perkebunan kelapa sawit yang terus meningkat dari tahun 1986 – 1990. Pada tahun 1986 luas perkebunan sawit mencapai 0,69 juta hektar dan meningkat menjadi 0,82 juta hektar pada tahun 1987. Pada tahun 1988 luas perkebunan kelapa sawit meningkat menjadi 1 juta hektar, 1,125 juta hektar pada tahun 1989, dan meningkat menjadi 1,32 juta hektar pada tahun 1990 [Kartodihardjo dan Supriono, 2000]. Batang sawit mempunyai umur ekonomis 25 tahun. Setelah itu, batang akan ditebang karena produksinya mulai menurun. Jumlah batang sawit yang dapat ditanami untuk 1 hektar luas perkebunan kelapa sawit adalah sekitar 130

batang/hektar. Persentase kemungkinan batang sawit mati sampai masa peremajaan (batang sawit berumur ± 25 tahun) sekitar 10%. Sehingga batang sawit yang dapat hidup sampai masa peremajaan sekitar 117 batang/hektar. Ini berarti jumlah batang sawit hasil peremajaan pada tahun 2011, untuk penanaman batang sawit tahun 1986 sekitar 81 juta batang. Jumlah batang sawit hasil peremajaan untuk tahun berikutnya akan meningkat seiring dengan peningkatan luas perkebunan kelapa sawit.

Selama ini batang sawit yang ditebang (hasil peremajaan) hanya dibakar dan dibiarkan melapuk di lapangan. Limbah batang sawit dapat di minimalkan, salah satu caranya dengan melakukan pengolahan limbah batang sawit menjadi suatu produk yang memiliki nilai ekonomis. Ditinjau dari komposisi kimianya, limbah batang sawit mempunyai potensi yang cukup besar untuk diolah lebih lanjut. Limbah padat sawit berupa batang sawit mengandung Selulosa - α (35,92%), Hemiselulosa (26,05%), dan Lignin (17,74%) [Padil dan Yelmida, 2009]. Penggunaan terbesar selulosa di dalam industri adalah sebagai serat kayu industri kertas dalam memproduksi pulp, kertas, karton dan produk turunan selulosa lainnya. Serat selulosa dalam batang sawit berada dalam bentuk selulosa - α , β , dan γ . Kadar selulosa - α yang tinggi dari batang sawit dapat digunakan untuk memproduksi nitro - selulosa, bahan baku pembuatan propelan atau bahan peledak. Untuk mendapatkan kadar selulosa - α yang tinggi dari batang sawit, diperlukan suatu proses pengolahan yang dapat memurnikan selulosa - α nya.

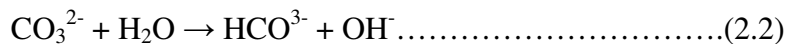
Tarmansyah [2007], melakukan pemurnian selulosa - α dari bahan baku serat rami melalui proses hidrolisis menggunakan cairan pemasak larutan NaOH. Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan batang sawit dengan hidrolisis yang bertujuan untuk pemurnian selulosa - α dari batang sawit menggunakan ekstrak abu TKS. Tujuan penelitian ini adalah menjajaki kemungkinan penggunaan ekstrak abu tandan kosong sawit (TKS) sebagai larutan pemasak dalam pemurnian selulosa - α batang sawit dan mempelajari pengaruh temperatur pemasakan terhadap pemurnian selulosa - α batang sawit.

2. Tinjauan Pustaka

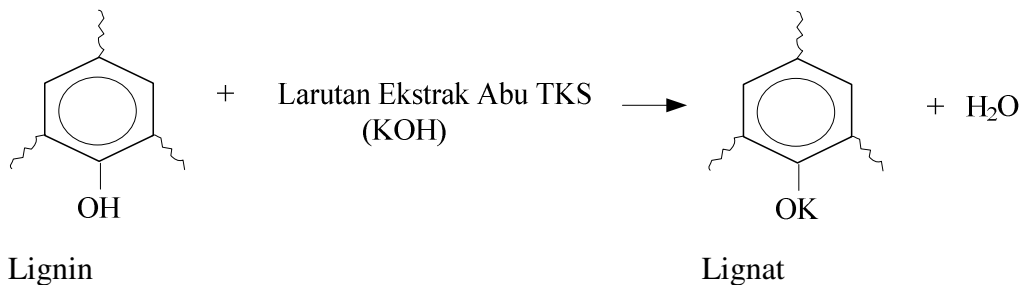
2.1 Ekstrak Abu TKS

Abu TKS memiliki Kadar Kalium (K), Silika (SiO_2) dan Karbonat (CO_3) yang tinggi dibandingkan dengan unsur atau senyawa lainnya yang ada di dalam abu TKS

[Hosokawa *et al.* 1989]. Kadar Kalium dalam abu TKS adalah sekitar 25,68%. Kalium yang terdapat dalam larutan ekstrak abu TKS dapat dijadikan pengganti NaOH, sumber alkali yang umumnya digunakan dalam pembuatan pulp. Hal ini disebabkan oleh kalium mempunyai sifat yang mirip dengan Natrium diantaranya sangat reaktif terutama dalam air dan merupakan basa kuat. Kalium dan karbonat larut dalam air membentuk ion K^+ dan CO_3^{2-} seperti terlihat dalam Persamaan 2.1. Ion karbonat bersifat reaktif sehingga akan mengikat ion H^+ yang ada di dalam air dan membentuk HCO_3^- (Persamaan 2.2). Sedangkan ion kalium bersifat reaktif sehingga di dalam air berikatan dengan ion OH^- membentuk KOH, sehingga larutan ekstrak abu TKS bersifat basa dengan $pH > 7$.



Kalium hidroksida (KOH) yang terbentuk dalam larutan ekstrak abu TKS akan bereaksi dengan komponen batang sawit pada saat proses hidrolisis berlangsung. Reaksi batang sawit dengan ekstrak abu TKS adalah reaksi delignifikasi oleh KOH sebagai berikut :



Pada penelitian ini, pengujian konsentrasi KOH dalam larutan ekstrak abu TKS dan pH larutan pemasak ekstrak abu TKS perlu dilakukan. pH larutan ekstrak abu TKS pada penelitian ini adalah 12,5. Informasi pH larutan dapat dijadikan sebagai pembanding dengan hasil penelitian sebelumnya. Pada proses *alkaline pulping* umumnya larutan pemasak (NaOH) memiliki range pH 13 – 14. Snell *et al.* [2004] dan Naldo [2007] adalah peneliti yang menggunakan ekstrak abu TKS dalam pembuatan pulp *non-wood*. Ekstrak abu TKS pada penelitian Snell *et al.* [2004] memiliki nilai pH 13,5 – 14 dan pada penelitian Naldo [2007] memiliki nilai pH 13.

2.2 Selulosa

Selulosa tersusun dari pengulangan unit β -1,4-D-glukopiranososa yang memberi kekuatan akan serat, rumus molekulnya adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ Sjostrom (1981). Lambang n menunjukkan jumlah pengulangan unit gula dalam rantai polimer yang dapat dinyatakan sebagai derajat polimerisasi (DP) selulosa.

Selulosa dapat dibedakan berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5% yaitu:

1. Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 600-1500. Selulosa α dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2. Selulosa β (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.
3. Selulosa γ (*Gamma cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP nya kurang dari 15.

Selulosa α merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (murni). Selulosa $\alpha > 92\%$ memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri tekstil (Tarmansyah, 2007).

3. Metode Penelitian

Tahap-tahap penelitian proses hidrolisis batang sawit terdiri dari persiapan dan analisa bahan baku, pembuatan cairan pemasak dari ekstrak abu TKS, prehidrolisa, pemasakan dan analisa hasil.

a. Persiapan dan Analisa Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah limbah batang sawit. Baha baku kemudian diserpih/dipotong-potong ukuran 1 – 2 cm. Bahan baku mengandung kadar air sekitar 60%. Selanjutnya, bahan baku dikeringkan dibawah sinar matahari sampai Kadar air sisa pada batang sawit $\pm 10\%$.

Sebelum proses hidrolisis terhadap batang sawit dilakukan analisa komponen kimia bahan baku. Analisis komponen kimia bahan baku bertujuan untuk mengetahui komposisi

kimia yang terdapat dalam bahan baku, yang terdiri dari kadar air (SNI 14-7070-2005), kadar selulosa – α (SNI 0444-2-2009), hemiselulosa (SNI 01-1561-1989), dan kadar *lignin* (SNI 14-0492-1990). Analisa bahan baku dilakukan di Laboratorium Kimia Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK) Bandung.

b. Pembuatan Cairan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS

Larutan pemasak pulp yang digunakan adalah ekstrak abu TKS. Abu TKS didapat dari hasil pembakaran tandan kosong sawit (TKS) dalam *incenerator* pada pabrik CPO. Untuk memperoleh larutan pemasak pulp, dilakukan beberapa tahapan. (a) Abu TKS disaring menggunakan saringan berukuran 40 *mesh*. (b) Abu yang berukuran 40 *mesh* kemudian ditambahkan air dengan perbandingan massa abu dan air 1 : 4. (c) Larutan diaduk selama 15 menit sebelum didiamkan selama 48 jam hingga semua abu terendapkan. (d) Larutan hasil ekstrak dipisahkan dari endapan abu dari larutan dengan penyaringan. Ekstrak abu TKS siap digunakan sebagai larutan pemasak.

c. Prehidrolisa

Prehidrolisa bertujuan untuk mempercepat penghilangan *pentosan* (hemiselulosa) dalam bahan baku batang sawit. Prehidrolisa dilakukan menggunakan larutan pemasak ekstrak abu TKS. Kondisi perhidrolisa adalah pada temperatur 100°C, rasio bahan baku terhadap cairan pemasak 1 : 6 dan waktu prehidrolisa selama 1 jam [Tarmansyah, 2007]. Setelah prehidrolisa, sampel didinginkan dan disaring. Residu diambil dan selanjutnya dilakukan proses pemasakan (*cooking*).

d. Pemasakan (*cooking*)

Pemasakan terhadap batang sawit bertujuan untuk memurnikan selulosa – α nya menggunakan cairan pemasak dari ekstrak abu TKS. Pemasakan dilakukan selama 30 menit, nisbah padatan larutan 1 : 3, dengan memvariasikan temperatur pemasakan (70, 80, 90, 100, dan 110°C). Setelah waktu pemasakan tercapai wadah diangkat dan didinginkan dengan mendinginkannya diudara terbuka kira-kira sekitar 20 menit. Pulp hasil pemasakan disaring dan dicuci dengan aquadest hangat (80°C) untuk menghilangkan lindi hitam.

e. Analisa Hasil

Pulp yang diperoleh dari hasil pemasakan dengan variasi waktu pemasakan, temperatur pemasakan, dan nisbah larutan padatan, selanjutnya dianalisis komponen kimianya antara lain kadar air (SNI 08-7070-2005), kadar ekstraktif (TAPPI – 222 cm-98), kadar selulosa – α (SNI 0444-2-2009), hemiselulosa, dan *lignin* (SII-0528-81).

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pemasakan

Perhitungan waktu pemasakan dilakukan jika larutan pemasak sudah mencapai titik didihnya. Waktu untuk mencapai titik didih larutan pemasak diperoleh sekitar 10 – 15 menit. Perhitungan waktu pemasakan tersebut diambil dengan asumsi bahwa pada saat itu jumlah energi minimum untuk melangsungkan reaksi sudah tercapai.

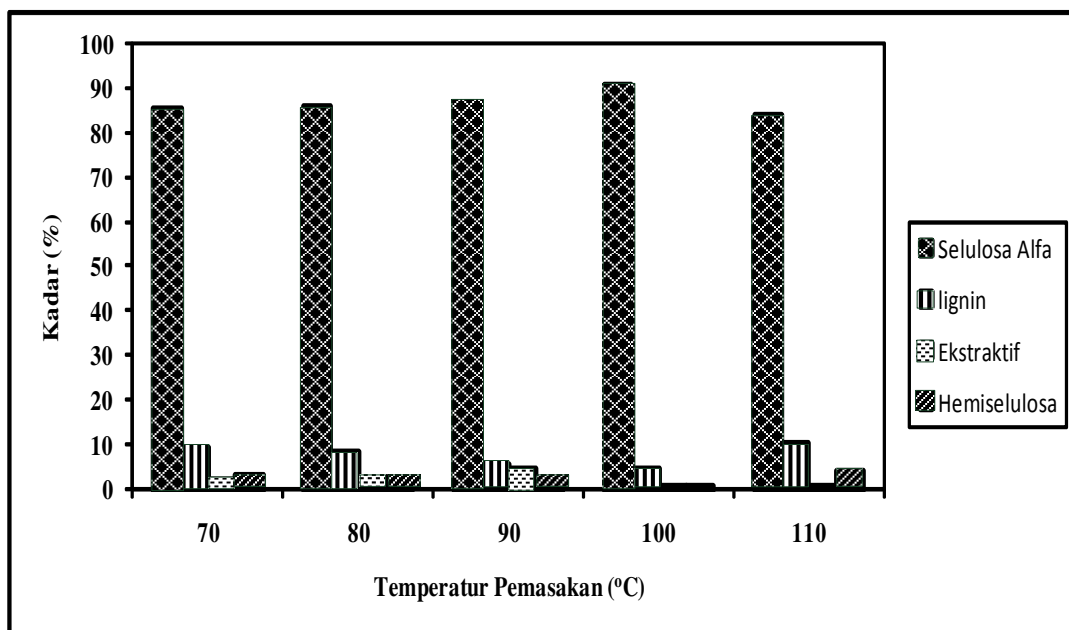
Saat pemasakan, temperatur dijaga tetap dengan menggunakan sirkulasi cairan pemasak, yaitu selama masih ada uap yang terkondensasi dan tidak ada uap yang keluar sewaktu pemasakan maka temperatur dapat diasumsikan tetap. Laju pemanasan diatur agar tidak timbul buih yang ditimbulkan dapat menghalangi masuknya cairan pemasak ke dalam pori biomassa.

Pada proses pemasakan terjadi peristiwa delignifikasi, yaitu pemutusan ikatan lignin dari makromolekul lignoselulosa yang diikuti dengan pelarutan lignin dalam suatu pelarut serta degradasi sebagian kecil polisakarida [Fengel & Wegener, 1995]. Penetrasi merupakan tahap awal pada proses pemasakan, yaitu peristiwa masuknya cairan pemasak ke dalam pori-pori bahan. Setelah itu, batang sawit mulai melunak dan serat-seratnya terlepas.

4.1.1 Pengaruh Temperatur Pemasakan

Variabel temperatur pemasakan dipilih adalah 70, 80, 90, 100 dan 110°C dengan variabel tetap yaitu ukuran partikel 1 – 2 cm, kondisi prehidrolisa (temperatur 100°C, nisbah padatan larutan 1 : 6 dan waktu prehidrolisa selama 1 jam), nisbah padatan larutan 1: 3, dan waktu pemasakan 30 menit. Menurut Fengel dan Wegener [1995], analisis kimia kayu setelah perlakuan termal pada berbagai temperatur menunjukkan stabilitas komponen yang relatif baik sampai 100°C. Pada suhu yang lebih tinggi dari 100°C menyebabkan

penurunan kadar polisakarida (holoselulosa) dan meningkatnya kadar lignin kayu. Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa variasi temperatur pemasakan berpengaruh terhadap kadar selulosa – α , lignin, dan hemiselulosa. Peningkatan variasi temperatur pemasakan dari 70°C sampai 100°C menyebabkan meningkatnya kadar selulosa – α dari 85,39% ke 90,61% dan menurunnya kadar hemiselulosa dari 3,01% ke 0,58%. Hal ini disebabkan karena peningkatan temperatur mempercepat proses hidrolisis yang berperan dalam pemutusan ikatan lignin [Fengel dan Wegener, 1995]. Dengan demikian, kadar lignin akan menurun dan persentase selulosa – α dalam batang sawit meningkat. Tetapi, peningkatan variasi temperatur pemasakan dari 100°C sampai 110°C cenderung menyebabkan turunnya kadar selulosa – α dan meningkatnya kadar hemiselulosa. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya degradasi selulosa pada suhu yang lebih tinggi dari titik didih larutan pemasak 100°C. Hasil ini berarti bahwa langkah pertama dalam degradasi termal selulosa adalah pemecahan makromolekul yang menghasilkan produk yang larut dalam alkali dan diikuti dengan penurunan derajat polimerisasi selulosa yang cepat dengan peningkatan temperatur [Fengel dan Wegener, 1995].



Gambar 4.1 Pengaruh Temperatur Pemasakan Terhadap Kandungan Kimia Batang Sawit (Waktu Pemasakan 30 menit dan Nisbah Padatan-Larutan 1:3)

Kenaikan temperatur pemasakan dari 70 sampai 100°C cenderung menyebabkan turunnya kadar lignin dari 9,4% pada temperatur 70°C ke 4,7% pada temperatur 100°C. Tetapi pada temperatur pemasakan 110°C, terjadi peningkatan kadar lignin dari 4,7 – 10,6%. Penyebab kenaikan kadar lignin diduga akibat terpolimerisasinya lignin yang telah larut. Proses polimerisasi lignin menyebabkan terbentuknya kembali rantai polimer lignin yang panjang dan berulang, sehingga dapat meningkatkan kadar lignin pada temperatur yang lebih tinggi dari 100°C.

5. Kesimpulan

- a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak abu TKS dengan komponen utama kalium dapat digunakan sebagai larutan pemasak dalam pemurnian selulosa – α batang sawit.
- b. Pengaruh temperatur pemasakan terhadap kemurnian kadar selulosa – α berbanding lurus, dimana terjadi peningkatan kemurnian kadar selulosa – α seiring dengan peningkatan temperatur pemasakan. tetapi pada suhu diatas titik didih larutan (100°C), kadar selulosa – α mengalami penurunan. Kondisi operasi terbaik untuk kemurnian kadar selulosa - α tertinggi terjadi pada temperatur pemasakan 100°C yaitu sebesar 90,61%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fengel, D., dan Wegener, G., 1995, **Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi.** Translated from the English by H. Sastrohamidjojo. Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Hosokawa, J., *et al.*, 1989, **Chemithermomechanical Pulping of Oil Palm Fronds Using Bunch Ash Extract as Chemicals.** *Appita*, Vol. 42 (No. 6), pp.429- 432.
- Naldo, H.R., 2007, **Research into Pembuatan Pulp Batang Jagung dengan Ekstrak Abu TKS**, Skripsi, *Riau of University*.
- Padil dan Aziz, Y., 2009, **Hasil Analisa Komponen Kimia Limbah Padat Sawit**, Bandung, Laporan Hasil Uji Laboratorium Kimia, Balai Pulp dan Kertas (BBPK).



Snell, R. *et al* (2004) **Potassium-Based Pulping Regimes For Oil Palm Empty Fruit Bunch Material**, Bangor, Biocomposite Center.

Available from: <www.bc.bangor.ac.uk/_03_research/research4_pulp_paper.htm>

[Accessed 12 September 2009].

Tarmansyah, U.S., 2007, **Pemanfaatan Serat Rami Untuk Pembuatan Selulosa**, Jakarta Selatan, Puslitbang Indhan Balitbang Dephan.