

## **A. LATAR BELAKANG MASALAH**

Sektor industri merupakan sektor yang paling penting dalam meningkatkan perekonomian negara. Pesatnya perkembangan sektor industri dipengaruhi oleh ketersediaan energi, yang selama ini umumnya masih mengandalkan sumber energi tak terbarukan seperti batu bara dan minyak bumi. Perkembangan industri mulai menghadapi tantangan baru sejak memasuki abad milenium karena menipisnya cadangan minyak bumi. Upaya untuk memanfaatkan sumber daya alam terbarukan terus dilakukan baik sebagai sumber energi maupun bahan kimia.

Biomassa merupakan sumber daya alam terbarukan yang dapat dimanfaatkan baik sebagai sumber energi maupun bahan kimia melalui proses yang tepat. Konsep pengolahan biomassa ini dikenal dengan *biomass refining* yang didefinisikan sebagai proses berkelanjutan biomassa menjadi produk seperti pangan, pakan, bahan kimia, dan bahan bakar. Gerbang proses pengolahan biomassa yang paling populer adalah *pulping*, yaitu proses pemilahan biomassa menjadi komponen-komponen utama penyusunnya seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Sedangkan gerbang proses lainnya yang berbasis pemanfaatan energi biomassa adalah gasifikasi, yaitu proses konversi biomassa menjadi gas sintesis yang mudah terbakar. Baik *pulping* maupun gasifikasi saat ini masih memiliki kendala. Proses pembuatan pulp yang ada di Indonesia pada umumnya masih mengandalkan bahan baku kayu hutan yang jumlahnya semakin menipis, serta menggunakan proses kraft yang belum dapat dikategorikan sebagai proses yang ramah lingkungan. Sementara itu, teknologi gasifikasi biomassa yang diyakini merupakan cara terbaik dalam mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar belum berkembang.

## **B. PERMASALAHAN**

Saat ini Indonesia memiliki ketersediaan biomassa berlimpah yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan. Sebagai contoh, Propinsi Riau merupakan penghasil minyak sawit terbesar yang juga mengeluarkan limbah biomassa yang berlimpah seperti tandan kosong dan pelepah. Namun selama ini pemanfaatannya belum maksimal. Apabila limbah biomassa ini dapat dikonversi menjadi pulp

ataupun sebagai sumber energi tentu akan menjadi nilai tambah bagi industri minyak sawit.

### **C. TUJUAN DAN LUARAN**

Tujuan umum dari penelitian yang diusulkan ini adalah untuk mengkaji potensi berbagai biomassa baik sebagai material, bahan kimia, maupun sumber energi yang layak diaplikasikan di masyarakat. Selain itu juga melihat kemungkinan aplikasi proses yang mudah dan ramah lingkungan dalam mengolah biomassa menjadi sumber material, bahan kimia, dan sumber energi.

## KEGIATAN 1

### 1. JUDUL

Rekayasa Proses Pembuatan Pulp Semikimia dengan Ekstrak Abu TKS

### 2. LATAR BELAKANG

Kebutuhan pulp dunia diperkirakan akan meningkat setiap tahunnya sebesar 20%, dan peningkatan kebutuhan pulp juga terjadi di Indonesia, yaitu sebesar 5% pertahun. Peningkatan kebutuhan pulp ini dapat menjadi salah satu peluang dalam menambah devisa negara jika diiringi dengan ketersediaan bahan baku yang mencukupi serta penggunaan teknologi yang murah dan ramah lingkungan. Namun demikian, industri pulp Indonesia masih mengandalkan bahan baku yang berasal dari HTI yang jumlahnya masih terbatas untuk memenuhi peningkatan kebutuhan pulp. Selain itu, proses pembuatan pulp di Industri masih tergolong ke dalam proses yang tidak ramah lingkungan. Dengan demikian industri pulp sebagai penambah devisa negara membutuhkan bahan baku alternatif yang berkelanjutan dan proses pembuatan pulp yang ramah lingkungan.

Bahan non-kayu seperti limbah padat berlignoselulosa yang berasal dari tumbuhan alami seperti rumput dan enceng gondok maupun yang berasal dari agroindustri seperti batang jagung, tandan kosong sawit, dan ampas tebu merupakan contoh bahan non-kayu yang berpotensi sebagai bahan baku pulp. Selama ini bahan tersebut memiliki ketersediaan yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Kajian non-kayu sebagai bahan baku pulp telah banyak dilakukan, baik dengan proses kimia, semikimia, maupun mekanik [Byrd dan Hurter 2005, Han dan Rymsza 1999, Hosokawa *et al.* 1989, Kamishima *et al.* 1994, Snell *et al.* 2004]. Hasil-hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa pulp yang dihasilkan dari bahan non-kayu dapat dijadikan kertas maupun produk turunan selulosa lainnya. Namun demikian, pengolahan non-kayu menjadi pulp dengan metode-metode tersebut belum begitu tepat. Kebanyakan pulp non-kayu diproses secara kimia menggunakan proses kraft (sulfat), maupun proses sulfit. Kedua proses ini memiliki kelemahan yaitu menimbulkan pencemaran lingkungan akibat penggunaan senyawa sulfur, dan teknologi pemucatan pulp yang bebas klorin membutuhkan biaya yang besar.

Pembuatan pulp non-kayu diharapkan dapat dilakukan dengan proses yang relatif lebih murah, ramah lingkungan dan membutuhkan energi yang lebih sedikit. *Organosolv pulping* merupakan metode pembuatan pulp dengan menggunakan pelarut-pelarut organik yang ramah lingkungan. Namun, proses ini masih belum bisa diandalkan, karena sulitnya *recovery* pelarut organik yang digunakan. Begitu juga dengan proses CTMP (*Chemithermomechanical Pulping*) dan TMP (*Thermomechanical Pulping*) yang membutuhkan energi yang relatif besar. Proses pembuatan pulp menggunakan larutan basa alkali (*alkaline base pulping*) merupakan metode pembuatan pulp yang bebas sulfur dan dapat dilangsungkan dengan pasokan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan CTMP dan TMP, seperti proses semi mekanis yang dilakukan pada suhu didih normal larutan pemasak. Selama ini sumber alkali yang digunakan dalam pembuatan pulp adalah sodium hidroksida (NaOH). Hosokawa *et al.* [1989] membuktikan bahwa kalium hidroksida dapat juga digunakan sebagai sumber alkali dalam pembuatan pulp. Sumber-sumber kalium dapat diperoleh dari abu beberapa biomassa, seperti abu batang pisang dan abu TKS. Penggunaan ekstrak abu TKS dalam pembuatan pulp non-kayu memiliki potensi yang bagus untuk dikembangkan pada skala industri, sehingga kebutuhan pulp dapat terus terpenuhi.

Pembuatan pulp CTMP dari pelepah sawit dilaporkan oleh Hosokawa *et al.* [1989]. Pelepah sawit direndam dengan KOH yang dihasilkan dari abu TKS. Produk yang dihasilkan berupa pulp dengan *yield* 50% dan cocok untuk pembuatan papan linear (*linerboards*). Kamishima *et al.* [1994] juga telah mempelajari bahwa penggunaan ekstrak abu TKS sebagai *treatment* awal bahan baku (pelepah sawit) yang dilanjutkan dengan penggunaan *causticized ash* pada pembuatan pulp CTMP mampu menghasilkan pulp yang cocok untuk tipe kertas bergelombang dengan *yield* 75,6 %. Namun proses CTMP tersebut masih memerlukan energi yang besar pada tahap *refining*, yaitu berupa kebutuhan *steam* dan pengoperasian peralatan. Snell *et al.* [2004] juga telah melakukan kajian penggunaan ekstrak abu TKS yang dipijar kembali maupun yang dikostisasi sebagai larutan pemasak pulp. Kualitas pulp yang dihasilkan dari penelitian ini berimbang jika dibandingkan dengan kualitas pulp soda yang menggunakan larutan pemasak NaOH. Namun demikian, penerapan metode tersebut masih

memiliki kekurangan, yaitu membutuhkan energi yang cukup besar. Karena abu TKS yang akan digunakan harus dipijar pada suhu  $\pm 600$  °C. Jika ekstrak abu TKS langsung dapat digunakan sebagai larutan utama pemasak pulp, maka pembuatan pulp non-kayu akan jadi lebih menarik, mengingat sumber alkali murah didapat dan biomassa non-kayu pada umumnya lebih mudah terdelignifikasi.

### 3. TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh kondisi operasi pemasakan bahan baku dengan ekstrak abu TKS terhadap kualitas pulp yang ditinjau dari yield dan kadar lignin pulp.

### 4. LUARAN

Luaran dari penelitian ini adalah:

1. Artikel ilmiah untuk diseminarkan secara regional dan atau nasional
2. Informasi tentang potensi bahan bukan kayu sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan pulp
3. Informasi kondisi proses yang optimum dalam pembuatan pulp bukan kayu dengan ekstrak abu TKS

### 5. METODE

Bahan non-kayu yang digunakan pada pembuatan pulp semikimia ini adalah batang jagung, ampas tebu, eceng gondok, dan tandan kosong sawit. Sebelum digunakan, bahan baku harus dibersihkan terlebih dahulu dan dirajang dengan panjang seragam  $\pm 2 - 3$  cm. Kemudian, bahan baku dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air  $\pm 10\%$ . Bahan baku yang telah kering kemudian disimpan dalam bungkusan plastik yang ditutup rapat agar tidak tercampur dengan bahan kimia lain dan menghindari terjadinya pembentukan jamur.

Larutan pemasak pulp yang digunakan yaitu ekstrak abu Tandan Kosong Sawit (TKS). Abu TKS didapat dari hasil pembakaran TKS di pabrik CPO. TKS terlebih dahulu dikecilkan partikelnya dan diayak dengan menggunakan saringan 40 mesh. Selanjutnya, abu TKS yang telah disaring dicampur aquades dengan perbandingan abu TKS dan aquades 1 : 4. Larutan tersebut kemudian diaduk selama 15 menit dan kemudian didiamkan selama 48 jam hingga semua abu

terendapkan. Larutan ekstrak abu TKS diperoleh dengan memisahkan abu TKS yang telah diendapkan tersebut. Larutan inilah yang akan dijadikan sebagai larutan pemasak pulp. Larutan ekstrak abu TKS yang diperoleh memiliki pH larutan sebesar 13.

Percobaan pembuatan pulp semikimia dilakukan secara *batch* pada temperatur didih normal cairan pemasak dan tekanan atmosferik. Kondisi operasi yang digunakan pada percobaan pembuatan pulp diperlihatkan pada Tabel 1. Pulp yang didapat dari hasil percobaan dibiarkan kering pada kondisi udara terbuka. Kemudian pulp dianalisis untuk mengetahui perolehan pulp (yield) dan kadar lignin. Tahapan pembuatan pulp semikimia dengan larutan pemasak ekstrak abu TKS terdiri dari pemasakan, penyaringan, pencucian, *blending*, dan pengeringan padatan seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.1.

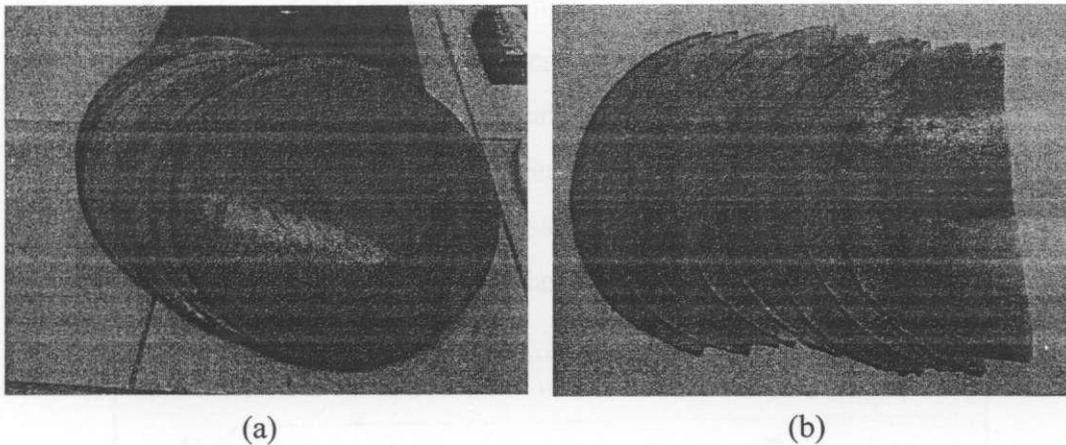


**Gambar 5.1.** Skema Percobaan Pembuatan Pulp

Pulp berupa padatan yang dihasilkan dari percobaan dianalisis untuk mengetahui yield dan kadar lignin pulp. Kadar lignin pulp dianalisis menggunakan metode Klason. Metode ini didasarkan pada sifat kimia selulosa dan hemiselulosa yang larut dalam asam mineral pekat  $H_2SO_4$ .

## 6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum pembuatan pulp ampas tebu dan batang jagung dengan ekstrak abu TKS dapat menghasilkan pulp. Tekstur pulp ampas tebu terasa lembut ditangan meskipun masih terdapat sedikit ampas tebu yang belum termasak. Sedangkan pulp batang jagung memiliki tekstur agak kasar ketika dipegang dengan tangan. Baik pulp ampas tebu maupun batang jagung cenderung memiliki kesamaan warna, yaitu berwarna agak kuning. Warna pulp tersebut mengindikasikan kadar lignin dalam pulp relatif masih tinggi. Warna pulp batang jagung lebih cerah daripada warna pulp komersil yang berwarna coklat gelap [Biermann. 1996]. Warna pulp ampas tebu hampir sama dengan penelitian yang dilaporkan oleh Sridach dkk [2006], hanya saja warna pulp ampas tebu yang dihasilkan dalam penelitian ini terlihat lebih cerah. Penampilan dan warna pulp ampas tebu dan batang jagung dapat dilihat pada Gambar 6.1.



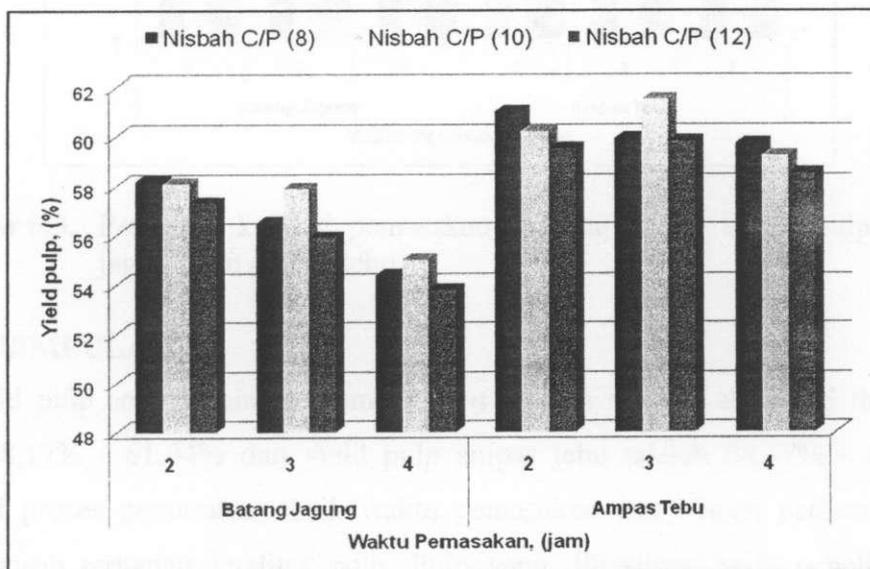
**Gambar 6.1.** Pulp ampas tebu (a) dan batang jagung (b)

### 6.1. Yield Pulp

Pembuatan pulp batang jagung dan ampas tebu dengan larutan pemasak ekstrak abu TKS menghasilkan yield yang bervariasi menurut kondisi pemasakan. Rata-rata yield pulp batang jagung adalah 56,42%. Yield pulp maksimum diperoleh pada nisbah larutan-padatan 8/1 dan waktu pemasakan 2 jam yaitu sebesar 58,50%. Sedangkan, yield pulp minimum dihasilkan pada nisbah larutan-padatan 12/1 dan waktu pemasakan 4 jam yaitu sebesar 53,43%. Kemudian, rata-rata yield pulp dari bahan baku ampas tebu adalah 59,76%. Yield pulp terendah yaitu 58,17%, diperoleh pada kondisi pemasakan 4 jam dengan nisbah larutan

padatan 12/1. Sedangkan yield tertinggi didapat pada nisbah larutan padatan 10/1 dengan waktu pemasakan 3 jam, yaitu 61,04%. Berdasarkan yield pulp yang dihasilkan, baik dari batang jagung maupun ampas tebu termasuk dalam pulp semi kimia dengan yield 50% - 80% [Biermann 1996]. Gambar 6.2 dan menampilkan yield pulp pada berbagai kondisi proses baik dengan bahan baku batang jagung maupun ampas tebu.

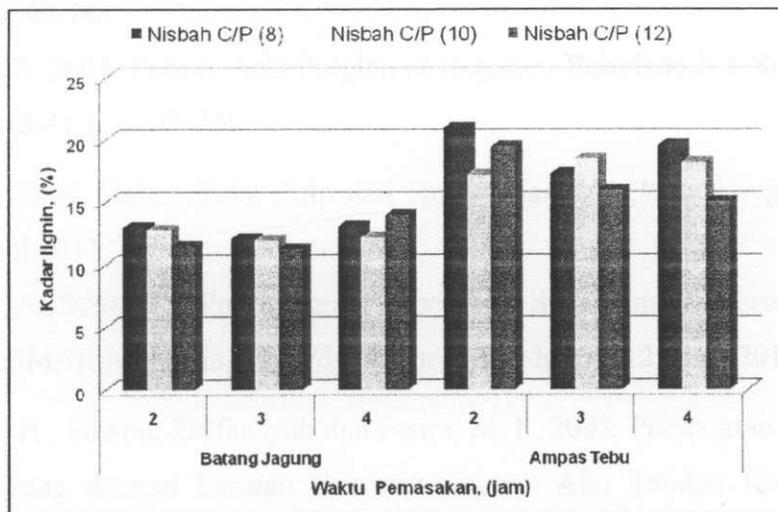
Yield pulp batang jagung yang dihasilkan cenderung menurun pada waktu pemasakan 2 jam dan 4 jam dengan variasi nisbah larutan padatan 8/1, 10/1, dan 12/1. Namun pada waktu pemasakan 3 jam, yield pulp sedikit meningkat dengan variasi nisbah larutan padatan 10:1 dibanding 8:1 dan yield pulp menurun kembali ketika variasi larutan padatan 12/1. Sedangkan, yield pulp ampas tebu yang dihasilkan cenderung menurun pada waktu pemasakan 2 jam dan 4 jam dengan variasi nisbah larutan padatan 8/1, 10/1, dan 12/1. Namun pada waktu pemasakan 3 jam, yield pulp sedikit meningkat dengan variasi nisbah larutan padatan 10/1 dibanding 8/1 dan yield pulp menurun kembali ketika variasi larutan padatan 12/1. Semakin banyak jumlah larutan pemasakan yang digunakan dan semakin lama waktu pemasakan menyebabkan kecenderungan penurunan yield pulp. Penurunan yield dikarenakan jumlah larutan pemasak yang lebih banyak dapat merendam dengan baik ampas tebu yang dimasak dan waktu reaksi yang lebih lama.



**Gambar 6.2.** Pengaruh kondisi pemasakan terhadap yield pulp batang jagung dan ampas tebu

## b. Kadar Lignin

Rata-rata kadar lignin pada pulp dari batang jagung yaitu 18,27% dengan yield tertinggi 21,34% dan terendah 15,26%. Kadar lignin tertinggi terdapat pada sampel dengan waktu pemasakan 2 jam dan nisbah larutan padatan 8/1. Sedangkan kadar lignin paling rendah terdapat pada pemasakan selama 4 jam dan nisbah larutan padatan 12/1. Kemudian, Rata-rata kadar lignin pada ampas tebu yaitu 18,27% dengan rentangan tertinggi 21,34% dan terendah 15,26%. Kadar lignin tertinggi terdapat pada sampel dengan waktu pemasakan 2 jam dan nisbah larutan padatan 8/1. Sedangkan kadar lignin paling rendah terdapat pada pemasakan selama 4 jam dan nisbah larutan padatan 12/1. Gambar 6.3 menampilkan kadar lignin pada berbagai kondisi proses baik dengan bahan baku batang jagung maupun ampas tebu.



**Gambar 6.3.** Pengaruh kondisi pemasakan terhadap kadar lignin pulp batang jagung dan ampas tebu

## 7. KESIMPULAN

Yield pulp semi kimia dari ampas tebu dengan ekstrak abu TKS diperoleh yaitu 58,17% - 61,04% dan yield pulp ampas tebu adalah 58,17% - 61,04%. Kondisi proses pemasakan, baik waktu pemasakan dan nisbah padatan cairan berpengaruh terhadap kualitas pulp. Pulp yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi kriteria pulp semi kimia dengan kisaran yield 50% - 80%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. Byrd, M. dan Jameel, H. 2002. Chemimechanical Pulping of Cotton Stalk. Departement of Wood and Paper Science. NC State University. Canada. <http://www.paperonweb.com>. 14 Februari 2009.
- Badan Pusat Statistik. 2007. Luas Tanaman Perkebunan Besar Menurut Jenis Tanaman <http://www.bps.go.id>. 1 Juni 2010
- Biermann, C. J. 1996. Handbook of Pulping and Papermaking, 2<sup>nd</sup> ed., Academic Press, USA.
- Hamzeh, Y. Abyaz, A. Niaraki, M. O. M. dan Abdulkhani, A. 2009. Application of Surfactants As Pulping Additives in Soda Pulping of Bagasse, BioResources, vol. 4, no. 4, pp. 1267-1275.
- Haroen, W. K. 2008. Pulp Mekanis (TMP) dan Kimia Termo Mekanis (CTMP) dari Limbah Batang Kenaf, Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis , vol. 6, no. 2, pp. 69-74.
- Jahan, M. S. 2006, Formic Acid Pulping of Bagasse, Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 41(3-4), pp: 245-250.
- MENLH, 2009, Bahan Baku Pulp dari Hutan Alam <http://www.menlh.go.id>. 20 Juni 2011
- Nurhilmi, A., 2008, The Production of Paper from Sugarcane Bagasse [Internet], UniMAP, Malaysia, <http://dspace.unimap.edu.my>. 12 April 2010.
- Rionaldo, H., Edison, Zulfansyah dan Fermi, M. I., 2008, Pembuatan Pulp Batang Jagung dengan Larutan Pemasak Ekstrak Abu Tandan Kosong Sawit, Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardoyo, Kampus Institut Teknologi Bandung, 3-4 November 2008.
- Snell, R., Mott, L., Suleman, A., Sule, A. dan Mayhead, G., 2004, Pottassium-Based Pulping Regimes For Oil Palm Empty Fruit Bunch Material [Internet], Bangor, Biocomposite Center, <http://www.bc.bangor.ac.uk>. 14 Februari 2009.
- Sridach, W., Wungmuang, R. dan Boonlerd, S., 2006, Moulded Pulp Packaging from Bagasse [Internet], Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, <http://iat.sut.ac.th>. 12 April 2010.

Zulfansyah, Amraini, S. Z., Linda, R. dan Lestari, R. D., 2010, Pembuatan Pulp Ampas Tebu dengan Proses Acetosolv, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi III, Bandar Lampung 18-19 Oktober 2011