

## PEMANFAATAN SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERTAS KOMPOSIT ALTERNATIF

Yessica Arini Paskawati<sup>1)</sup>, Susyana<sup>1)</sup>, Antaresti<sup>2)</sup>, Ery Susiany Retnoningtyas<sup>2)</sup>  
E-mail: resti@mail.wima.ac.id

### ABSTRAK

*Sabut kelapa adalah bagian penting dari buah kelapa dengan porsi 35% dari seluruh berat buah kelapa. Serat sabut kelapa memiliki kandungan selulose cukup tinggi sehingga serat tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pulp, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bahan kertas komposit yang terdiri dari campuran pulp serat sabut kelapa dan pulp pembentuk HVS. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi NaOH terhadap kadar alfa selulose, dan mempelajari karakteristik kertas komposit.*

*Pertama, pulp yang dibuat dari serat sabut kelapa dengan variasi waktu hidrolisis dan konsentrasi NaOH. Selanjutnya pulp dari serat sabut kelapa yang memiliki tingkat alfa selulose tertinggi dicampur dengan pulp dari limbah kertas digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan kertas komposit. Kemudian kertas komposit yang terbentuk diuji karakteristiknya meliputi: kuat tarik, kemampuan menyerap tinta, kemampuan ditulisi, dan keawetan.*

*Dari hasil penelitian ditemukan bahwa pulp dengan kualitas yang diinginkan yaitu pulp dengan kandungan alfa selulose 94,24% dicapai dengan kondisi operasi: waktu hidrolisis 4 jam dan konsentrasi NaOH 6%. Selain itu, kertas dengan kualitas yang relatif baik dicapai dengan komposisi campuran pulp serat sabut kelapa:pulp dari limbah kertas HVS = 20:80. Kertas tersebut memiliki kuat tarik =  $65,28 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  dan kertas tersebut bisa ditulisi.*

**Kata kunci:** sabut kelapa, kertas bekas, kertas komposit, hidrolisis

### PENDAHULUAN

Dengan bertambah modernnya jaman, kebutuhan akan kertas di Indonesia semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya perkembangan ilmu dan teknologi (IPTEK). Pertumbuhan industri pulp dan kertas di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya. Pada tahun 2003 konsumsi kertas mencapai 5,31 juta ton, tahun 2004 kebutuhan konsumsi kertas mencapai 5,40 juta ton. Sedangkan pada tahun 2005 konsumsi kertas mencapai 5,61 juta ton dan untuk tahun 2009 mencapai 6,45 juta.

Namun terkait dengan kebutuhan kayu yang semakin menipis akibat digunakan sebagai bahan baku *pulp* dan kertas, maka sebagaimana dinyatakan oleh Manurung dan Sukaria (2008)<sup>[1]</sup> bahwa Departemen Kehutanan telah menetapkan batas waktu penggunaan bahan baku dari hutan alam untuk industri *pulp* pada tahun 2009.

Untuk itu, maka dicarilah sebuah alternatif lain yaitu dengan penggunaan bahan baku yang berasal dari bahan non kayu, salah satunya adalah sabut kelapa. Limbah dari sabut kelapa, ternyata bisa dimanfaatkan dalam pembuatan *pulp*. Karena sabut kelapa ini merupakan salah satu bahan baku jenis non kayu yang memiliki kandungan selulosa yang diperlukan dalam pembuatan *pulp*.

Sabut kelapa merupakan limbah padat dari industri minyak kelapa, serta limbah dari

makanan yang bersumber dari kelapa yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Hampir di seluruh negara penghasil kelapa terbesar telah lama memanfaatkan kulit buah kelapa ini menjadi salah satu andalan komoditas ekspor dengan memproses sabut kelapa (*coconut fiber*) dan memasok kebutuhan dunia berkisar 75,7 ribu ton<sup>[2]</sup>. Supaya sabut kelapa mempunyai nilai tambah daripada hanya sekedar dibuang atau pengganti kayu bakar, maka sabut kelapa dimanfaatkan dalam pembuatan bubur kertas (*pulp*) untuk bahan baku pembuatan kertas.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Sabut Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu anggota tanaman palma yang paling dikenal dan banyak tersebar di daerah tropis. Pohon kelapa merupakan jenis tanaman berumah satu dengan batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Tinggi pohon kelapa dapat mencapai 10-14 meter lebih, daunnya berpelepah dengan panjang dapat mencapai 3-4 meter lebih dengan sirip-sirip lidi yang menopang tiap helaian<sup>[3]</sup>.

Dalam taksonomi tumbuh-tumbuhan, tanaman kelapa dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Divisio : *Spermatophyta* (tumbuhan  
berbiji)  
Sub-divisio : *Angiospermae* (berbiji tertutup)  
Ordo : *Palmales*  
Familia : *Palmae*  
Genus : *Cocos*  
Spesies : *Cocos nucifera L*

Sabut kelapa disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Sabut Kelapa

Komposisi dari sabut kelapa disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut<sup>[3]</sup>:

**Tabel 1.** Komposisi Sabut Kelapa

Parameter	Kadar (%)
$\alpha$ Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Air	8
Komponen Ekstraktif	4,2
Uronat Anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Abu	0,5

### **Pulp**

*Pulp* adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat. *Pulp* dapat dibuat dari bahan kayu, non kayu, dan kertas bekas (*waste paper*). *Pulp* merupakan bubur kayu sebagai bahan dasar dalam pembuatan kertas. Bahan baku *pulp* biasanya mengandung tiga komponen utama yaitu: selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Secara umum prinsip pembuatan *pulp* merupakan proses pemisahan selulosa terhadap *impurities* bahan-bahan dari senyawa yang dikandung oleh kayu di antaranya lignin.

Proses pembuatan *pulp* di antaranya dilakukan dengan proses mekanis, kimia, dan semi kimia. Proses pembuatan *pulp* dengan proses kimia dikenal dengan sebutan proses *kraft*. Proses tersebut disebut *kraft* karena *pulp* yang dihasilkan dari proses ini memiliki

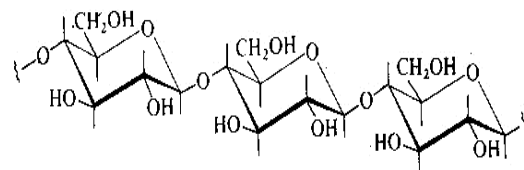
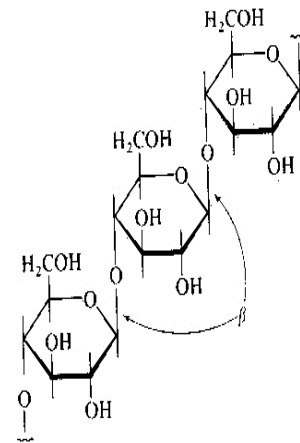
kekuatan lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia, akan tetapi rendemen yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kedua proses lainnya, karena komponen yang terdegradasi lebih banyak.

### **Kandungan Pulp**

Selulosa adalah senyawa organik penyusun utama dinding sel tumbuhan. Adapun sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air, dan pelarut organik.

Selulosa merupakan hidrokarbon yang berbentuk polimer dan mempunyai rumus bangun molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP), maka selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu<sup>[4]</sup>:

- Selulosa  $\alpha$  (*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  $\alpha$  dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa;
- Selulosa  $\beta$  (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5%, atau basa kuat dengan DP berkisar 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan;
- Selulosa  $\mu$  (*Gamma Cellulose*) adalah sama dengan selulosa  $\beta$ , tetapi DP-nya kurang daripada 15.

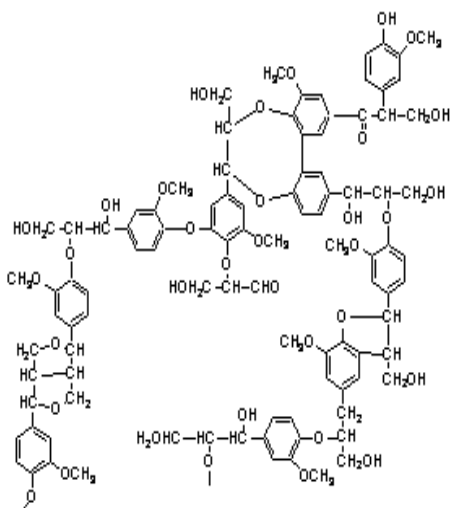


**Gambar 2.** Rumus Bangun Molekul selulosa

Hemiselulosa 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 cara ekstraksi.

Hemiselulosa ini sifatnya mudah mengembang kalau terkena air. Selain itu, sifatnya yang lain adalah dapat memperkuat ikatan serat dan memperbesar daya tahan sobek kertas.

Lignin adalah bagian terbesar dari selulosa. Peran utama lignin adalah membentuk lapisan di antara serat yang berfungsi sebagai pengikat antar serat selulosa dalam kayu maupun non kayu. Polimer lignin dalam tumbuhan sukar ditentukan karena strukturnya yang acak, sehingga setiap tumbuhan memiliki struktur lignin yang berbeda-beda. Salah satu contoh bagian struktur lignin disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut:



**Gambar 3.** Bagian Struktur Lignin

Dalam proses pembuatan *pulp*, lignin merupakan unsur yang tidak diinginkan dan harus dipisahkan dari selulosa. Lignin yang tersisa dalam *pulp* dapat menyebabkan kertas menjadi berwarna coklat.

### Proses Pembuatan Pulp

Ditinjau dari bahan bakunya secara umum proses pembuatan *pulp* dapat digolongkan sebagai berikut:

#### 1. Serat-serat langsung dari tumbuhan

a. Proses mekanis, yaitu proses pembuatan *pulp* yang seluruhnya menggunakan proses

mekanis. *Pulp* yang dihasilkan mempunyai kekuatan rendah;

b. Proses semi kimia, yaitu proses pembuatan *pulp* yang melalui proses kombinasi antara proses mekanis dan proses kimia. Mula-mula bahan baku dihancurkan dengan larutan kimia selanjutnya melakukan pemisahan serat dengan cara mekanik;

c. Proses kimia, yaitu bahan baku berserat ditambah dengan bahan kimia. Berdasarkan bahan kimia yang digunakan terdapat bermacam-macam proses kimia, di antaranya sebagai berikut:

##### i. Proses kraft/proses sulfat

Bahan kimia yang digunakan adalah natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), soda api ( $\text{NaOH}$ ), dan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Bahan dasar yang digunakan adalah kayu lunak maupun kayu keras;

##### ii. Proses Sulfit

Bahan kimia yang digunakan adalah asam sulfit ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dan magnesium bisulfit ( $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ ). Bahan dasar yang digunakan bisa kayu lunak, maupun kayu keras. Proses ini sangat baik untuk membuat kertas berkualitas tinggi;

##### iii. Proses nitrat

Bahan kimia yang digunakan adalah asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan soda api ( $\text{NaOH}$ );

##### iv. Proses soda

Bahan kimia yang digunakan soda api ( $\text{NaOH}$ ). Bahan dasar yang biasa digunakan untuk proses ini adalah jerami, ampas tebu, dan rerumputan serta bahan non kayu lainnya. *Pulp* yang dihasilkan cukup baik untuk membuat kertas buku, majalah dan lain-lainnya. Untuk proses pembuatan *pulp* dari bahan non kayu biasanya menggunakan proses soda.

### 2. Serat-serat dari kertas bekas (*secondary fiber*)

didefinisikan sebagai material serat yang telah digunakan pada suatu proses manufaktur yang telah didaur-ulang dan digunakan kembali sebagai bahan baku untuk proses manufaktur produk lainnya. Kertas bekas, atau kertas daur ulang termasuk serat sekunder.

### Penentuan Kualitas Pulp

Secara umum kualitas *pulp* dapat diukur dengan penentuan kedua kadar berikut:

## 1. Kadar Alfa Selulosa

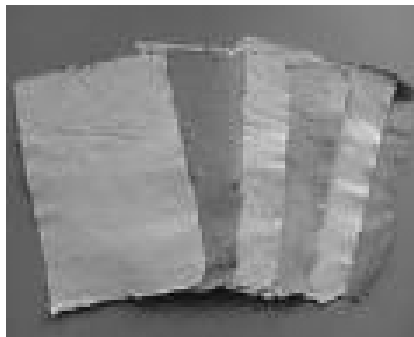
Kadar alfa selulosa (KAS) merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan banyaknya selulosa yang ada dalam *pulp*. Semakin tinggi kadar KAS yang dimiliki oleh *pulp* semakin banyak alfa selulosa yang terkandung dalam *pulp* dan juga kualitas *pulp* menjadi semakin baik. Kadar alfa selulosa dalam *pulp* dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis larutan pemasak, suhu, waktu pemasakan, dan jenis bahan baku yang digunakan untuk membuat *pulp*.

## 2. Kadar Lignin

Kadar lignin dari *pulp* menunjukkan sisa lignin yang tertinggal oleh karena proses hidrolisis yang tidak sempurna. Kadar lignin dapat ditentukan dengan mengoksidasi lignin menggunakan kalium permanganat dalam suasana asam. Salah satu metode untuk menentukan jumlah lignin yang tersisa dalam *pulp* adalah bilangan Kappa. Bilangan Kappa adalah volume (dalam mililiter) dari larutan  $\text{KMnO}_4$  0,1 N yang dikonsumsi oleh 1 gr *pulp* kering. Hubungan bilangan kappa dengan persentase lignin adalah  $0,15 \times \text{bilangan Kappa (K)}$ . Penentuan bilangan Kappa dilakukan dengan penambahan kalium permanganat berlebih pada *pulp*, sehingga jumlah kalium permanganat yang mengoksidasi lignin dapat ditentukan. Jumlah lignin yang ditunjukkan oleh bilangan Kappa adalah linier, semakin tinggi bilangan Kappa berarti sisa lignin dalam *pulp* tinggi.

## Definisi Kertas

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*. Serat yang digunakan biasanya adalah alami yang mengandung selulosa dan hemiselulosa. Permukaan yang kasar justru membuat kertas tampak lebih alami dan artistik. Kertas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kertas

Kertas juga merupakan bahan yang ringan dan mudah digunakan. Umumnya, kertas digunakan sebagai media untuk menulis, mencetak, menggambar, membungkus, mengemas, serta banyak kegunaan lain yang dapat digunakan dari lembaran-lembaran kertas. Kertas dibuat dari bubur kertas (*pulp*) yang diolah menjadi kertas. Kertas umumnya berbahan dasar serat kayu atau serat alam.

## Kertas HVS

Kertas *HVS* adalah kertas yang khusus dibuat dari *pulp* kimia, dapat mengandung *pulp* mekanis maksimal 15%, digunakan untuk keperluan tulis-menulis<sup>[5]</sup>. Pada umumnya bahan baku *pulp* kertas *HVS* sebesar 70%-nya disusun oleh *pulp* serat pendek (*Leaf Bleached Kraft Pulp, LBKP*). Sisanya sekitar 10% merupakan komponen *pulp* serat panjang (*Needle Bleached Kraft Pulp, NBKP*) dan 20% berupa campuran kertas bekas.

## Sifat-Sifat Kertas

Properti kertas yang perlu diperhatikan terutama adalah kuat tarik dan daya serap air. Kekuatan kertas dipengaruhi oleh kekuatan individual serat dan panjang rata-rata serat, di mana hal ini ditentukan oleh bahan baku kertas itu sendiri. Sebagai contoh kertas yang terbuat dari bahan kayu (*wood*) mempunyai kekuatan lebih besar jika dibandingkan dengan kertas yang terbuat dari tanaman tahunan (*annual plant*). Kuat tarik merupakan gaya *longitudinal* terbesar yang diterima oleh selembar kertas hingga sobek. Tekanan ini dinyatakan sebagai gaya per satuan unit luas penampang dari spesimen uji. Daya serap air dinyatakan sebagai kuantitas air yang dapat diserap oleh kertas dalam waktu dan kondisi lingkungan.

## Daur Ulang Kertas

Beberapa tahapan dalam daur ulang kertas yaitu:

### 1. *Repulping*

*Pulp* adalah suspensi dari serat dan air yang merupakan bahan dasar kertas. Supaya kertas bekas dapat dicetak kembali menjadi kertas baru, maka harus dilakukan proses *repulping*, yaitu mengubah kertas bekas menjadi *pulp*.

### 2. *Deinking*

*Deinking* adalah proses mekanisme penghilangan tinta. Ikatan antara serat kertas dengan serat partikel tinta diperlemah dengan adanya penambahan kaustik soda ( $\text{NaOH}$ ). Ikatan antara serat kertas dan serat partikel tinta yang sudah

diperlemah tersebut kemudian dipisahkan dengan adanya mekanisme agitator.

### 3. **Bleaching**

Proses *bleaching* adalah proses untuk memucat warna dari *pulp*. *Pulp* yang dihasilkan dari kertas bekas masih berwarna kuning kecoklatan, sehingga perlu dilakukan proses *bleaching*. *Bleaching agents* yang umumnya digunakan adalah hipoklorit dan hidrogen peroksida.

### 4. **Screening**

*Screening* adalah proses pencetakan kertas. Alat yang digunakan disebut *screen* atau cetakan. Pemilihan jenis cetakan mempengaruhi hasil kertas yang dihasilkan. Kehalusan dan kekasaran dari cetakan ditentukan berdasarkan *mesh*.

### 5. **Drying**

*Drying* adalah salah satu tahapan dalam pembuatan kertas. Dalam tahap ini kelembaban kertas dikurangi hingga mencapai kelembaban sekitar 5%. Hal ini dilakukan dengan melewati lembaran kertas sepanjang rangkaian drum besi yang dipanaskan. Drum-drum tersebut selain untuk pengeringan juga digunakan untuk menekan permukaan kertas, sehingga menjadi lebih halus.

## **Zat-zat aditif pada kertas**

Permintaan akan berbagai macam tipe dan kualitas kertas yang ada dewasa ini menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan zat-zat aditif. Zat-zat aditif yang biasa digunakan antara lain:

### 1. **Filler**

*Filler* telah banyak digunakan dalam pembuatan kertas sejak lama. Zat aditif ini ditambahkan untuk lebih menutup permukaan kertas tulis, sehingga dapat lebih baik kemampuan cetaknya (*printability*). Selain itu *filler* dapat meningkatkan *brightness* dan opasitas kertas. Penambahan *filler* tidak boleh terlalu banyak sebab dapat menghalangi ikatan antar serat, sehingga justru dapat mengurangi kekuatan kertas. Beberapa jenis *filler* yang biasa digunakan antara lain: kaolin, kalsium karbonat, *talk*, titanium, oksida, dan gipsum.

### 2. **Sizing Agent**

Kertas biasanya mempunyai daya serap terhadap cairan yang besar karena seratserat penyusunnya bersifat higroskopis dan pori-porinya berukuran kecil. Dalam pembuatan kertas tulis hal ini harus dikurangi sebab dapat menyebabkan

perembesan tinta dalam kertas. *Sizing agent* yang biasanya digunakan adalah *starch*. Akan tetapi penambahan *sizing agent* yang terlalu banyak akan mengurangi penetrasi tinta dalam jumlah yang sangat besar, sehingga kertas tidak dapat ditulisi.

### 3. **Aditif Penguat**

Aditif penguat ini biasanya ditambahkan pada *pulp* untuk meningkatkan ikatan antar serat. Aditif penguat yang digunakan biasanya berupa polietilen dan poliamida.

## **Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis**

Hidrolisis adalah terurainya garam dalam air yang menghasilkan asam atau basa. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis adalah: konsentrasi larutan pemasak, waktu pemasakan, ukuran bahan, suhu, dan tekanan, serta kecepatan pengadukan. Faktor-faktor tersebut dijelaskan sebagai berikut.

### 1. **Konsentrasi larutan pemasak**

Semakin besar konsentrasi larutan pemasak, maka akan semakin besar jumlah larutan pemasak (NaOH) yang bereaksi dengan lignin. Tetapi, pemakaian larutan pemasak yang berlebihan tidak menguntungkan karena akan menyebabkan selulosa terdegradasi. Konsentrasi NaOH dibatasi maksimum 15%.

### 2. **Suhu**

Sebagaimana reaksi kimia lainnya, laju delignifikasi (penyisihan lignin) akan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Namun, jika suhu di atas 102°C menyebabkan terjadinya degradasi selulosa.

### 3. **Waktu pemasakan**

Semakin lama waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin semakin sempurna. Namun, waktu pemasakan yang terlalu lama akan menyebabkan selulosa terhidrolisis, sehingga akan menurunkan kualitas *pulp*. *Pulp* belum terbentuk pada waktu pemasakan sebelum 1 jam. Untuk waktu pemasakan di atas 5 jam selulosa akan terdegradasi.

### 4. **Ukuran bahan baku**

Ukuran bahan baku yang kecil akan menyebabkan luas kontak antara bahan baku dengan larutan pemasak lebih luas, sehingga reaksi lebih sempurna, demikian pula sebaliknya. Ukuran bahan baku yang terlalu kecil akan menyebabkan titik tangkap terhadap gaya-gaya yang mengenai *pulp* yang dihasilkan akan semakin kecil, sehingga *pulp* tidak dapat menahan gaya-

gaya tersebut dan mengakibatkan kertas yang dihasilkan akan mudah sobek.

##### 5. Kecepatan pengadukan

Pengadukan berfungsi untuk memperbesar tumbukan antara zat-zat yang bereaksi, sehingga reaksi dapat berlangsung dengan baik.

##### Kertas Tulis A (SIL.0668-82)<sup>[6]</sup>

Kertas tulis A adalah kertas yang khusus dibuat dengan proses kimia, dapat mengandung *pulp* mekanis maksimal 15%, digunakan untuk keperluan tulis menulis. Karakteristik yang penting pada kertas tulis adalah sebagai berikut:

1. Gramatur adalah massa lembaran kertas dalam gram dibagi dengan satuan luas kertas dalam meter persegi;
2. Opasitas adalah perbandingan antara faktor pantul pencahayaan ( $R_o$ ) dengan faktor pantul pencahayaan intrinsik ( $R_i$ ) dinyatakan dalam persen;
3. Cobb<sub>60</sub> adalah jumlah gram air yang diserap dalam waktu 60 detik;
4. Sifat tulis adalah kemampuan kertas untuk ditulisi menggunakan pena tulis;
5. Ketahanan hapus adalah kemampuan kertas untuk dapat dihapus dengan penghapus, tanpa mempengaruhi sifat tulisnya.

Spesifikasi kertas tulis A disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Spesifikasi Kertas Tulis A

Spesifikasi	
Komposisi	Mengandung <i>pulp</i> mekanis maks. 15%
Gramatur	50 – 100 g/m <sup>2</sup>
Opasitas	80% (minimal)
Cobb <sub>60</sub>	30 (maksimal)
Sifat tulis	Baik
Ketahanan hapus	Baik

## METODE PENELITIAN

### Bahan

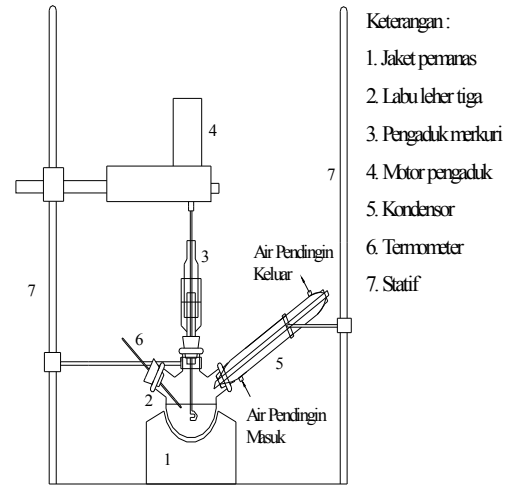
Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *pulp* adalah sabut kelapa.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap pembuatan *pulp* sabut kelapa

Pada tahap pembuatan *pulp*, mula-mula terhadap bahan baku sabut kelapa dilakukan proses hidrolisis dengan menggunakan variasi konsentrasi NaOH sebesar 3, 6, dan 9% serta variasi waktu pemasakan sebesar 2, 3, 4, 5, dan 6 jam pada suhu 100°C. *Pulp* hasil hidrolisis kemudian dianalisis kadar alfa selulosa serta bilangan Kappa. *Pulp* dengan

Kadar alfa selulosa tertinggi akan diproses lebih lanjut menjadi kertas komposit. Alat untuk hidrolisis sabut kelapa disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Alat Hidrolisis Sabut Kelapa

#### Tahap pembuatan *pulp* kertas bekas

Terhadap kertas bekas dilakukan proses *deinking* dengan menggunakan larutan NaOH. Proses *deinking* dimaksudkan untuk menghilangkan tinta yang terdapat pada kertas.

#### Tahap pembuatan kertas komposit

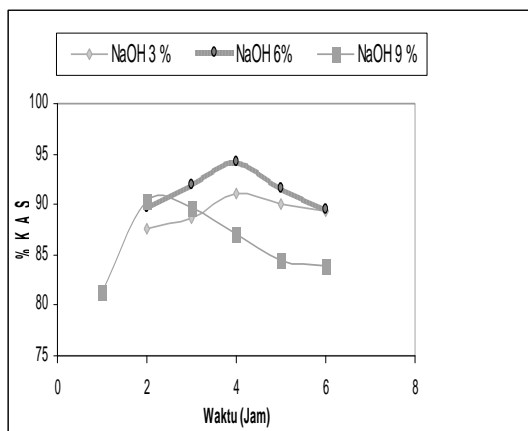
*Pulp* sabut kelapa (yang memiliki KAS yang tertinggi) dengan *pulp* dari kertas bekas dicampur dengan perbandingan variasi 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, dan 0:100 dilarutkan dalam air kanji, lalu dicetak dengan menggunakan kertas saringan kasa, selanjutnya dikeringkan dengan cara dijemur. Kertas komposit hasil cetakan kemudian diuji karakteristiknya antara lain: kuat tarik, daya serap, sifat tulis, dan ketahanan hapusnya.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dipelajari pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi NaOH terhadap *pulp* sabut kelapa yang dihasilkan. Analisis yang dilakukan pada *pulp* meliputi analisis kadar alfa selulosa dan bilangan kappa. *Pulp* sabut kelapa yang menghasilkan kadar alfa selulosa tertinggi akan digunakan pada pembuatan kertas, kemudian dilakukan analisis karakteristik dari kertas yang dihasilkan yang meliputi: kuat tarik, daya serap, sifat tulis, dan ketahanan hapus.

### Hasil Analisis Pulp Sabut Kelapa

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil kadar alfa selulosa dan bilangan kapa pada berbagai variasi konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis sebagaimana disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hubungan Antara Waktu Terhadap %KAS Pada Berbagai Konsentrasi NaOH

Dari Gambar 6 terlihat bahwa kadar alfa selulosa akan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya persen konsentrasi NaOH dan lamanya waktu hidrolisis khususnya untuk konsentrasi NaOH 3 dan 6% sebelum 4 jam. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu hidrolisis, maka semakin banyak lignin yang terhidrolisis. Lignin mempunyai sifat mengikat selulosa, sehingga semakin banyak lignin yang terhidrolisis, maka semakin banyak pula selulosa yang terlepas dari ikatan lignin. Oleh karena itu kadar alfa selulosa dalam *pulp* akan meningkat.

Berdasarkan Gambar 6 pada konsentrasi NaOH 3% dengan waktu hidrolisis 2 dan 3 jam didapat kadar alfa selulosa 87,6132 dan 88,6971%. Pada konsentrasi NaOH 6% dengan waktu hidrolisis 2 dan 3 jam didapat kadar alfa selulosa 89,6324 dan 91,9026 %. Hal ini dikarenakan konsentrasi NaOH berbanding lurus dengan mol NaOH, semakin besar konsentrasi, maka semakin besar pula molnya. Semakin meningkat jumlah mol NaOH, maka natrium ligninat yang diperoleh semakin banyak. Dengan demikian lignin yang terhidrolisis semakin banyak. Dari jumlah mol yang meningkat, maka dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, maka semakin besar lignin yang terhidrolisis. Dengan demikian, maka selulosa akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya

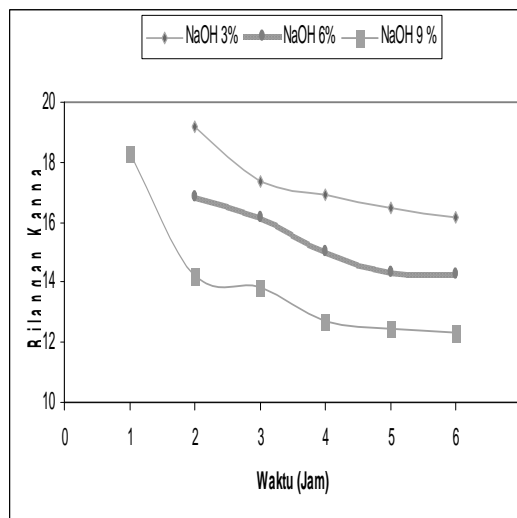
konsentrasi NaOH serta lamanya waktu hidrolisis.

Namun ada suatu kondisi di mana, semakin besar konsentrasi dan lamanya waktu hidrolisis malah menyebabkan kadar alfa selulosa mengalami penurunan. Alfa selulosa adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5%, atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 600-1500.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa pada konsentrasi 9% terjadi penurunan kadar alfa selulosa disebabkan selulosa mengalami degradasi. Degradasi selulosa ini terjadi akibat rantai polimerisasinya mengalami pemutusan, hal ini dikarenakan larutan NaOH yang semakin meningkat dapat merusak selulosa, sehingga terlarut oleh NaOH. Hal ini menyebabkan kisaran derajat polimerisasinya lebih rendah daripada kisaran derajat polimerisasi alfa selulosa, sehingga ketika dilakukan analisis dengan larutan NaOH 17,5%, menyebabkan selulosa yang terdiri dari beta dan gamma tersebut terlarut. Hal ini menyebabkan kadar alfa selulosa mengalami penurunan.

### Analisis Bilangan Kappa

Bilangan Kappa menunjukkan kandungan lignin yang tersisa dalam *pulp*. Semakin besar konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu hidrolisis, maka lignin yang terdapat pada *pulp* yang diperoleh semakin menurun. Semakin besar konsentrasi larutan pemasak, maka akan semakin besar jumlah lignin yang terhidrolisis oleh jumlah larutan pemasak. Semakin besar konsentrasi larutan NaOH dan waktu pemasakan, maka kadar lignin dalam *pulp*



**Gambar 7.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Bilangan Kappa Untuk Berbagai Konsentrasi NaOH

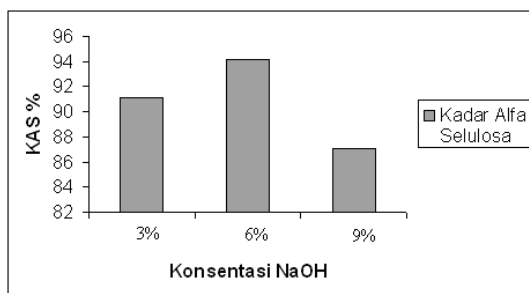
semakin kecil karena lignin yang terkonversi menjadi natrium ligninat pun semakin banyak. Natrium ligninat akan larut pada saat pemasakan menggunakan NaOH, oleh karena itulah lignin yang tersisa dalam *pulp* semakin kecil.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH dan juga waktu pemasakan, maka bilangan Kappa yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Fengel dan Wegener (1995)<sup>[7]</sup> yang menyatakan bahwa semakin lama waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin makin sempurna. Oleh Ullman (1991)<sup>[8]</sup> juga dinyatakan bahwa semakin besar konsentrasi, maka semakin banyak pula kandungan lignin yang terhidrolisis. Hal ini disebabkan karena reaksi antara lignin dengan NaOH bersifat searah. Oleh karena itu, jika konsentrasi NaOH diperbesar, maka Lignin yang terhidrolisis juga semakin besar. Konsentrasi lignin yang semakin besar ini tidak akan menggeser kesetimbangan ke arah reaktan karena reaksi bersifat searah<sup>[9]</sup>.

### Hasil Analisis Kertas Komposit

*Pulp* sabut kelapa dengan kadar alfa selulosa yang tinggi akan digunakan sebagai kertas komposit dengan mencampurkannya dengan *pulp* HVS bekas. Waktu hidrolisis yang menghasilkan *pulp* dengan kadar alfa selulosa tertinggi dicapai pada waktu hidrolisis 4 jam.

Sebagaimana disajikan pada Gambar 8 bahwa pada waktu pemasakan 4 jam yang menghasilkan kadar alfa selulosa yang tertinggi adalah konsentrasi 6%. Untuk itu pada pembuatan kertas digunakan *pulp* yang menghasilkan kadar alfa selulosa tertinggi yaitu konsentrasi 6% selama 4 jam sebesar 94,24%.



**Gambar 8.** Hubungan Antara Konsentrasi NaOH Terhadap Kadar Alfa Selulosa Untuk Berbagai Konsentrasi NaOH

*Pulp* sabut kelapa hasil hidrolisis pada larutan NaOH 6% selama 4 jam yang mengandung kadar alfa selulosa tertinggi dicampur dengan *pulp* HVS bekas. Sifat-sifat

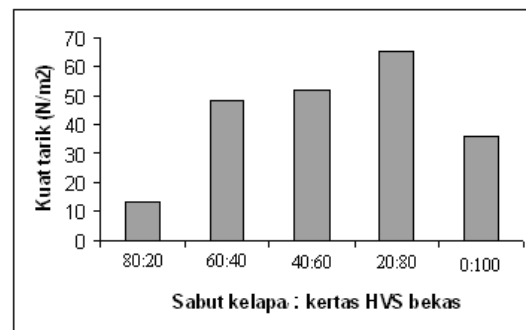
dari kertas yang dianalisis adalah kekuatan tarik, daya serap, sifat tulis, dan ketahanan haps. Hasil berbagai analisis tersebut dijelaskan di bawah ini.

### Sifat kuat tarik

Banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan kertas yaitu kekuatan individual serat, ikatan antar serat, dan panjang serat. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan massa antara *pulp* sabut kelapa dan *pulp* kertas HVS bekas dengan berbagai variasi yaitu 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, dan 0:100. Untuk perbandingan *pulp* sabut kelapa:*pulp* HVS bekas yaitu 100:0 menghasilkan kertas tidak dapat dicetak.

*Pulp* sabut kelapa tidak bisa berikatan dengan baik antara satu dengan yang lainnya, diakibatkan *pulp* sabut kelapa tidak secara sempurna mengalami penggilingan. Hal ini menyebabkan ikatan antar serat tidak dapat terbentuk dengan baik, sehingga tidak dapat dicetak. Penggilingan tersebut berfungsi untuk meningkatkan ikatan antar serat. Tingkat ikatan serat sangat bergantung pada fleksibilitas dan kompresibilitas serat secara individual. Proses penggilingan mempengaruhi kualitas ikatan antar serat, namun pada penelitian ini proses penggilingan sangat sederhana dibandingkan dengan proses yang dilakukan dalam industri. Penggilingan yang baik semestinya diikuti dengan proses penekanan atau proses *pressing* sehingga menyebabkan serat akan terfibrilasi sehingga meningkatkan ikatan antar serat.

Hubungan antara komposisi *pulp* terhadap kuat tarik dari kertas komposit disajikan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hubungan Antara Komposisi *Pulp* Dengan Kuat Tarik

Pada Gambar 9 terlihat bahwa komposisi kertas yang memberikan kuat tarik paling besar adalah *pulp* sabut kelapa:*pulp* HVS = 20:80. *Pulp* sabut kelapa merupakan jenis non kayu, di mana serat dari bahan non kayu termasuk



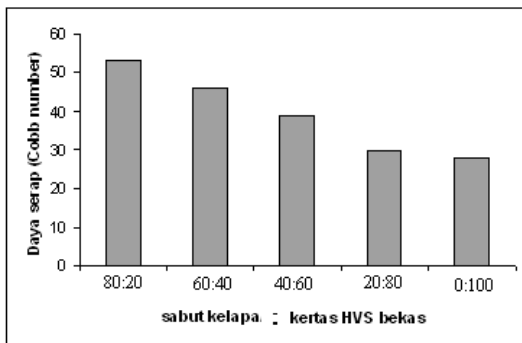
golongan serat pendek. Pada *pulp* kertas bekas yang berasal dari serat kayu tersusun atas 70% serat pendek dan 10% serat panjang. Hal ini yang menyebabkan kekuatan tarik pada kertas yang dihasilkan paling tinggi, yang dikarenakan perbandingan dari *pulp* kertas bekas memberikan distribusi cukup besar. Serat *pulp* yang berasal dari kayu akan memiliki kekuatan lebih tinggi, sedangkan yang berasal dari non kayu mempunyai kekuatan yang lebih rendah karena seratnya pendek dan berinding tipis.

Kekuatan tarik pada kertas dipengaruhi oleh panjang serat yang dimilikinya. Ukuran serat yang dimiliki oleh sabut kelapa lebih pendek daripada ukuran serat *HVS*. Pencampuran dengan *pulp* kertas *HVS* bekas akan menghasilkan kuat tarik yang lebih besar.

Oleh karena itu seiring dengan meningkatnya jumlah *HVS*, maka kekuatan tarik kertas semakin meningkat. Serat yang panjang memberikan ikatan serat yang kuat karena banyaknya serat yang saling berikatan.

#### Sifat Daya Serap Air

Terlihat pada Gambar 10 bahwa dengan komposisi *pulp* sabut kelapa yang semakin besar, maka semakin besar daya serap air pada



**Gambar 10.** Hubungan Antara Komposisi *Pulp* Dengan Daya Serap Air

kertas. Hal ini dikarenakan daya serap air dipengaruhi oleh panjang serat. Pada sabut kelapa, panjang serat yang dimiliki lebih pendek dibandingkan dengan panjang serat dari kertas *HVS* bekas. Semakin pendek ukuran serat, maka semakin luas permukaan daerah serapnya, sehingga semakin besar daya serap airnya.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) daya serap air pada kertas yang dinyatakan dengan bilangan Cobb<sub>60</sub> untuk kertas tulis adalah maksimal 30. Dari hasil penelitian, yang memenuhi standar bilangan Cobb<sub>60</sub> untuk kertas tulis adalah kertas dengan komposisi sabut

kelapa: *HVS* = 20:80, dan 0:100, sedangkan pada komposisi 80:20, 60:40, dan 40:60 tidak memenuhi syarat karena Cobb<sub>60</sub> yang didapat lebih besar daripada yang dipersyaratkan dalam Standar Nasional Indonesia.

#### Sifat Tulis dan Ketahanan Hapus

Uji sifat tulis dilakukan dengan menulisi kertas kemudian melihat hasil penulisannya, sedangkan uji ketahanan hapus dilakukan dengan menghapus tulisan pada kertas. Sifat tulis dinilai baik apabila tinta yang digunakan untuk menulis tidak menyebar, sedangkan ketahanan hapus dinilai baik apabila kertas tidak hancur ketika dihapus. Dari sampel kertas yang diuji terlihat bahwa kertas yang memberikan sifat tulis, dan ketahanan hapus yang paling baik adalah kertas dengan komposisi *pulp* sabut kelapa: *pulp HVS* = 20:80.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar alfa selulosa meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis, di mana kadar alfa selulosa tertinggi sebesar 94,24% dicapai pada kondisi konsentrasi NaOH 6% dan waktu hidrolisis 4 jam;
2. Bilangan Kappa yang dihasilkan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis, di mana bilangan Kappa terendah sebesar 12,36 dicapai pada konsentrasi NaOH 9% dan waktu hidrolisis 4 jam;
3. Karakteristik kertas yang terbaik dicapai pada komposisi *pulp* sabut kelapa: *pulp HVS* bekas yaitu 20:80. Hasil uji yang diperoleh yaitu kuat tarik =  $65,28 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>, daya serap (bilangan Cobb) = 29,61 dan kertas memiliki sifat tulis serta ketahanan hapus yang baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manurung, E. T. G., Sukaria, H. H., *Berita Departemen Kehutanan*, <http://www.kabarindonesia.com/berita.pp>, Diakses 29 Oktober 2008
- [2] Suhardiyono, L., *Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya*, Hlm. 153-156, Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 1998
- [3] Wardhani, I.S. dan Kawan-kawan, *Distribution of Chemical Compounds of Coconut Wood (Cocos nucifera L.)*, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, Vol.2, No.1, 2004

- 
- [4] Kirk, R.E. dan Othmer, D. F., *Encyclopedia of Chemical Technology* Edisi Ketiga, Vol. 3, Hlm. 938, VCH Verlagsgesellschaft MGH, Weinheim (Germany), 1978
- [5] Calkin, L.B., dan Witham, G.S., *Modern Pulp and Paper Making*, Edisi Ketiga, Hlm. 9-16, 121-124, Reinhold Publishing Company, New York, 1957
- [6] Standar Industri Indonesia (SII) 0668-82, *Cara Uji Daya Serap Air (Metode Cobb)*, Standar Industri Indonesia, Jakarta, 2006
- [7] Fengel, D dan Wegener, G, *Kayu: Kimia Ultrasuktur, Reaksi-reaksi*, Hlm. 504-510, Edisi Kesatu, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1995
- [8] Ullmann, *Ullman Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Edisi Kelima, Vol 18, Hlm. 557, VCH Publisher, New York, 1991
- [9] Britt, K.W., *Pulp and Paper Technology*, Edisi Kedua, Hlm. 151-152, Van Nostrand, Reinhold Company, New York, 1970