

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kertas

Menurut Departemen Perindustrian (1982), kertas merupakan lembaran yang terdiri dari serat-serat selulosa yang saling jalin-menjalin dan dihasilkan dari kompresi serat dari pulp. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Selain itu menurut Sudaryato (2010), kertas adalah barang baru ciptaan manusia berwujud lembaran-lembaran tipis yang dapat dirobek, digulung, dilipat, direkat, dicoret mempunyai sifat yang berbeda dari bahan bakunya tumbuh-tumbuhan. Kertas dibuat untuk memenuhi kebutuhan hidup yang sangat beragam.

Menurut Stephenson (1952) dalam Palupi, N, (1995) industri kertas dan kertas karton pada dasarnya melibatkan beberapa tahapan proses yaitu pembuatan pulp dari bahan baku berselulosa, penggilingan dan penyaringan pulp serta pembuatan kertas dan penyempurnaannya. Pembuatan pulp pada intinya memberikan perlakuan pada bahan baku berserat secara mekanik, kimia atau kombinasi dari keduanya sehingga setiap serat dapat dipisahkan dari lignin, zat ekstraktif dan komponen kimia lainnya dari bahan berlignoselulosa. Karakteristik akhir kertas yang dihasilkan akan bergantung pada kualitas pulp yang ditentukan oleh banyak faktor seperti pemilihan bahan baku dan tipe proses yang digunakan pada pembuatan pulp.

2.2 Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut *Eucheuma cottonii* mempunyai ciri-ciri yaitu thallus silindris, percabangan thallus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi *nodulus* (tonjolan-tonjolan), berwarna coklat kemerahan, *cartilagineus* (menyerupai tulang rawan atau muda), percabangan bersifat *alternates* (berseling), tidak teratur serta dapat bersifat *dichotomus* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga-tiga). Rumput laut *Eucheuma cottonii* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu, rumput laut jenis ini hanya mungkin dapat hidup pada lapisan fotik, yaitu pada kedalaman sejauh sinar matahari masih mampu mencapainya. Di alam, jenis ini biasanya hidup berkumpul dalam satu komunitas atau koloni (Jana-Anggadiredjo, 2006). Berikut adalah klasifikasi dari *Eucheuma cottonii*.

Divisi : *Rhodophyta*

Kelas : *Rhodophyceae*

Ordo : *Gigartinales*

Famili : *Solieriaceae*

Genus : *Eucheuma*

Species: *Eucheuma cottonii*

Rumput laut dapat digunakan sebagai bahan baku pada pengolahan pulp.

Eucheuma cottonii mempunyai ciri-ciri morfologis berthallus dan bercabang-cabang yang berbentuk bulat atau gepeng. Waktu hidup berwarna hijau atau

kuning kemerahan dan bila kering warnanya kuning kecoklatan dan mempunyai duri-duri (Herminiati, 2006).

Rumput laut *Eucheuma cottonii* mengandung karbohidrat, protein, sedikit lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam seperti natrium dan kalium. Selain itu juga merupakan sumber vitamin, seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12, dan vitamin C, serta mengandung mineral seperti K, Ca, P, Na, Fe, dan Iodium (Istini, 1986). Komposisi kimia rumput laut *Eucheuma cottoni* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia rumput laut *Eucheuma cottonii*

Komposisi	Jumlah
Air	12,90 %
Protein	5,12 %
Lemak	0,13 %
Karbohidrat	13,38 %
Serat Kasar	1,39 %
Abu	14,21 %
Ca	52,82 ppm
Fe	0,11 ppm
Riboflavin	2,26 mg/100 g
Vitamin C	4,00 mg/100 g
Karagenan	65,75 %

Sumber: Istini, 1986

2.3. Pulp

Pulp merupakan bahan baku pembuatan kertas dan senyawa-senyawa kimia turunan selulosa. Pulp dapat dibuat dari berbagai jenis kayu, bambu, dan rumput-rumputan. Pulp adalah hasil pemisahan selulosa dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatan baik secara mekanis, semikimia, maupun kimia. Felton (1980), mengatakan bahwa pulp yang diperoleh dari pendaurulangan kertas atau koran bekas disebut pulp serat sekunder.

Menurut proses pembuatannya pulp dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

a. Proses Mekanis

Proses pembuatan pulp yang seluruhnya menggunakan proses mekanis, misalnya dengan grinding dan milling. Pulp yang dihasilkan dapat digolongkan menjadi dua *mechanical pulp unbleached* dan *bleached*.

b. Proses Kimia

Bahan baku setelah ukurannya dikurangi, dimasak dalam suatu tempat (reaktor) yang bertekanan dan dicampur dengan bahan kimia. Setelah proses pemutihan akan diperoleh dua macam pulp yaitu *chemical pulp bleached* (pulp putih) dan *unbleached* (pulp coklat).

c. Proses Semi Kimia

Proses pembuatan pulp yang melalui dua tahap proses yaitu proses mekanis dan kimia (Biro Data dan Analisa, Departemen Perindustrian, 1982)

Untuk memperoleh pulp dengan kandungan selulosa tinggi, selulosa harus dipisahkan dari komponen lignoselulosa lainnya. Jika dibandingkan dengan hemiselulosa, selulosa relatif mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap asam, karena selulosa mempunyai struktur kristal dan ikatan hidrogen yang kuat. Untuk

memisahkan selulosa dari hemiselulosa dan lignin, ada dua proses utama yang harus dilakukan yaitu hidrolisis hemiselulosa dan delignifikasi untuk melarutkan lignin.

2.4 Bahan Pengisi Kertas

Secara umum, bahan pendukung memberi pengaruh pada kualitas kertas.

Beberapa bahan pendukung berpengaruh langsung pada sifat-sifat kertas. Bahan-bahan tersebut antara lain sejumlah bahan-bahan non serat, yaitu bahan perekat (*Sizing Agent*), bahan pengisi (*filler*), dan bahan pewarna. Bahan pengisi adalah bahan yang dicampurkan ke dalam campuran bahan kertas yang bertujuan untuk meningkatkan mutu kertas.

Syarat-syarat bahan pengisi adalah dalam keadaan baik dan bersih (murni), kadar besi yang rendah (untuk menghindari perubahan warna kertas), mampu memberi warna dan kecerahan yang baik, tidak bereaksi terhadap bahan lain yang ada dalam pembuatan pulp.

Bahan pengisi berfungsi untuk memperbaiki kerataan permukaan kertas, mengatur berat dasar kertas yang akan dibuat, memperbaiki sifat daya cetak (*printability*), meningkatkan opasitas kertas, menambah derajat putih kertas (*brightness*), mengurangi daya tembus tinta, dan mempermudah kertas menerima tinta.

Adapun efek negatif dari penggunaan bahan pengisi yang berlebihan, adalah akan mengurangi kekuatan kertas, sehingga kertas menjadi rapuh, kertas akan mudah mengalami pendebuan serta pecah ataupun retak, serta kertas akan menjadi kaku (Anonim, 2007).

2.4.1 Tapioka

Tapioka atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Tapioka merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Hewan dan manusia juga menjadikan tapioka sebagai sumber energi yang penting.

Tapioka atau pati singkong merupakan salah satu jenis karbihidrat yang tersusun dari amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket (Winarno,

Tapioka dan juga produk turunannya merupakan bahan yang multiguna dan banyak digunakan pada berbagai industri antara lain pada minuman dan confectionary, makanan yang diproses, kertas, makanan ternak, farmasi dan bahan kimia serta industri non pangan seperti tekstil, detergent, kemasan dan sebagainya. Kegunaan tapioka dan turunannya pada industri minuman dan confectionery memiliki persentase paling besar yaitu 29%, industri makanan yang diproses dan industri kertas masing-masing sebanyak 28%, industri farmasi dan bahan kimia 10%, industri non pangan 4% dan makanan ternak sebanyak 1%. Di dalam industri non pangan seperti tekstil dan kemasan, tapioka digunakan sebagai tapioka (Nopianto, 2009).

2.5 Pemutihan Pulp

Menurut Panshin (1957), pulp hasil pemasakan masih kelihatan berwarna gelap. Hal ini disebabkan oleh masih adanya sejumlah zat-zat non selulosa (lignin, hemiselulosa, bermacam-macam zat ekstraktif, tanin dan resin). Sedangkan Calkin (1957) mengatakan bahwa, pemisahan kotoran hanya dapat dilakukan dengan cara pemutihan. Oleh karena itu dengan dilakukannya proses pemutihan pada pulp dapat meningkatkan mutu kertas yang dihasilkan.

Proses pemutihan ialah penghilangan lignin dan zat-zat warna untuk memperoleh pulp putih. Penghilangan lignin dan zat warna ini biasanya dilakukan dengan cara oksidasi, yaitu mereaksikan pulp yang belum diputihkan dengan zat kimia sebagai zat pemutih. Pada kertas koran masih terdapat lignin. Lignin tidak dapat dihilangkan seluruhnya pada saat pemasakan, karena akan menghasilkan pulp dengan sifat fisik rendah (Casey, 1981). Casey (1952), menyatakan bahwa tujuan utama dari pemutihan adalah menghasilkan pulp putih dengan warna yang stabil dan diperoleh dengan biaya yang layak serta akibat kerusakan fisik dan kimia pulp seminimal mungkin. Kondisi umum yang penting dalam proses pemutihan pulp menurut Siagian (1989), adalah jumlah bahan pemutih, konsistensi pemutihan, waktu dan suhu pemutihan.

Terdapat dua reaksi selama pemutihan, yaitu melarutkan dan menghilangkan lignin, dan mengubah lignin menjadi komponen yang tidak berwarna. Pemutihan pulp kimia tanpa melarutkan sisa lignin tidak akan berhasil. Jadi dalam pemutihan pulp kimia lignin harus dilarutkan atau dihilangkan untuk mencapai derajat kecerahan yang diinginkan.

Komposisi kimia, terutama lignin sangat mempengaruhi pemrosesan pulp lebih lanjut (misalnya proses pemutihan). Banyaknya lignin yang tersisa merupakan kriteria penentuan sebagai kertas kualitas yang tidak diputihkan atau untuk kertas kualitas cetak yang diputihkan (Fengel dan Wegener, 1989). Pulp yang tidak diputihkan mempunyai warna gelap (daya terputihkan rendah), yang terutama disebabkan oleh gugus kromofor dalam lignin yang tersisa yang dibentuk selama pemasakan dengan alkali. Bagian-bagian lignin yang terendapkan kembali selama akhir pemasakan alkalis ikut berpengaruh kuat pada harga derajat putih yang rendah (Salmen dan Olsson, 1998 dalam Hidayati, 2000).

2.5.1 Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

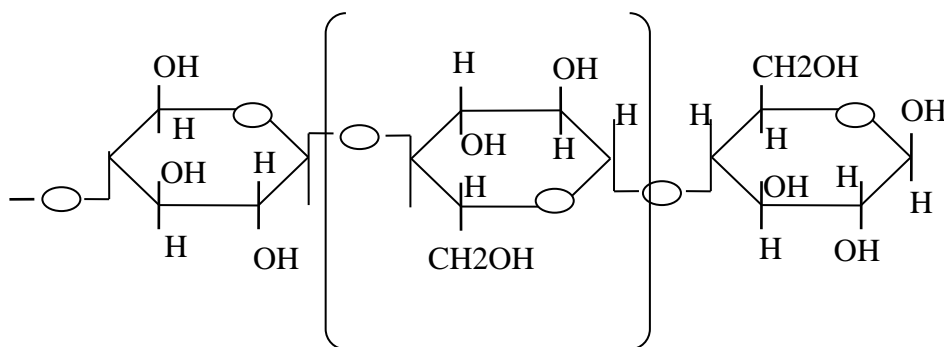
Hidrogen peroksida dengan rumus kimia H_2O_2 merupakan bahan kimia anorganik yang memiliki sifat oksidator kuat. H_2O_2 tidak berwarna dan memiliki bau yang khas agak keasaman. H_2O_2 larut dengan sangat baik dalam air. Di alam kondisi normal hidrogen peroksida sangat stabil, dengan laju dekomposisi yang sangat rendah. Hidrogen peroksida banyak digunakan sebagai zat pengelantang atau bleaching agent, pada industri pulp, kertas dan tekstil.

Dence and Reeve (1996) dalam Fuadi (2008) menyatakan bahwa hidrogen peroksida termasuk zat oksidator yang bisa digunakan sebagai pemutih pulp yang ramah lingkungan. Di samping itu, hidrogen peroksida juga mempunyai beberapa kelebihan antara lain pulp yang diputihkan mempunyai ketahanan yang tinggi serta penurunan kekuatan serat sangat kecil. Pada kondisi asam, hidrogen peroksida sangat stabil, pada kondisi basa mudah terurai. Peruraian hidrogen

peroksida juga dipercepat oleh naiknya suhu. Zat reaktif dalam sistem pemutihan dengan hidrogen peroksida dalam suasana basa adalah *perhydroxyl anion* (HOO⁻)

2.6. Selulosa

Selulosa merupakan komponen terpenting yang terbentuk dari gabungan unit-unit glukosa yang diproduksi oleh pohon melalui proses fotosintesa dengan bantuan sinar matahari. Glukosa itu sendiri dibentuk dengan bahan dasar air dan karbon. Unit - unit glukosa yang dihasilkan bergandengan satu dengan lainnya melalui ikatan polimer yang sangat panjang dan teratur, yang akhirnya membentuk selulosa. Satu unit selulosa bisa memiliki derajat polimerisasi sebanyak 30000. Salah satu contoh selulosa yang sangat sering kita jumpai, yaitu kapas atau katun, terdiri atas 99% selulosa murni, (Erwinsyah, 2008), sedangkan menurut Sjostrom (1995), selulosa merupakan homo polisakarida yang tersusun atas unit β - D- glukopironosa yang terikat satu sama lain dengan ikatan glikosida (Gambar 1).



Gambar 1. Selulosa
Sumber : Casey, 1960

Fengel dan Wegener (1995) menyatakan bahwa selulosa merupakan bahan dasar dari berbagai jenis produk seperti kertas, film, serat, perekat dan sebagainya. selulosa, pada proses pulping diisolasi dari kayu dengan menggunakan

berbagai macam bahan kimia pemasak bersifat asam, basa, netral pada tekanan, suhu dan waktu tertentu sehingga menghasilkan pulp dengan berbagai mutu.

Selulosa diinginkan dalam pembuatan kertas karena :

1. Jumlahnya banyak, melengkapi, mudah dipanen serta diangkut sehingga bahan ini memiliki nilai ekonomis yang rendah.
2. Hampir selalu terdapat dalam bentuk berserat yang memiliki ciri tingkat ketahanan serat yang tinggi.
3. Memiliki daya ikat yang tinggi terhadap air, yang memfasilitasi persiapan mekanis dari serat dan pengikatan antar serat saat campuran dikeringkan.
4. Memiliki warna yang putih alami.
5. Tidak larut dalam air dan pelarut organik netral.
6. Resistan terhadap banyak senyawa kimia yang umum digunakan dalam pemisahan dan pemurnian (Mac Donald dan Franklin, 1969).

2.7 Hemiselulosa

Komponen penyusun utama kayu lainnya, yaitu hemiselulosa. Hemiselulosa adalah polisakarida non selulosa yang pokok, terdapat dalam kayu dengan berat molekul 4000–15.000 (Soenardi, 1976), sedangkan Sjostorm (1981) menyatakan bahwa hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang tergolong polimer organik dan relatif mudah dioksidasi oleh asam menjadi komponen - komponen monomer yang terdiri dari D-glukosa, D-manosa, D-xylosa, L-arabinosa, dan sejumlah kecil L-ramnosa disertai oleh asam D-glukoronat, asam 4-O-metil-D-glukoronat dan asam D-galakturonat.

Menurut Erwinsyah (2008) hemiselulosa juga terbentuk melalui proses fotosintesis dan terdiri atas gula-gula sederhana, seperti galaktosa, manosa, arabinosa dan lain-lain. Ikatan unit-unit molekul polisakarida ini tidak sepanjang ikatan polimer selulosa. Hemiselulosa hanya memiliki beberapa ratus derajat polimerisasi, sedangkan menurut Anonim (2008) rantai selulosa yang lebih pendek tersebut terdapat pada [hemiselulosa](#) (glukosa, [galaktosa](#), [manosa](#), [xylosa](#), [arabinosa](#)). Karena komponen hemiselulosa yang memiliki sifat seperti selulosa adalah glukosa maka hemiselulosa lebih dahulu terdegradasi dibandingkan dengan selulosa.

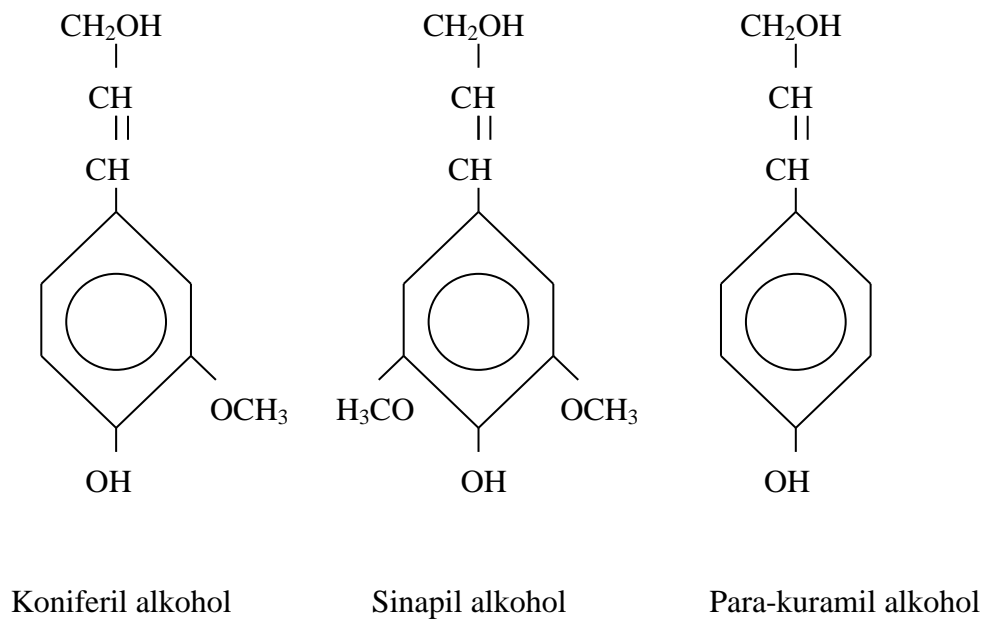
Hemiselulosa bersifat non-kristalin dan tidak bersifat serat, serta mudah mengembang. Sehingga hemiselulosa sangat berpengaruh terhadap terbentuknya jalinan antarserat pada saat pembentukan lembaran, lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam (Casey, 1960).

Tabel 2. Perbandingan sifat kimia selulosa, hemiselulosa, dan lignin

Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
a. Tidak larut dalam air	a. Sedikit larut dalam air	a. Tidak larut dalam air
b. Larut dalam larutan pekat asam mineral kuat, seperti larutan 72% H ₂ SO ₄ , 37% HCl, dan 85% H ₃ PO ₄	b. Larut dan terhidrolisis dalam asam mineral	b. Tidak larut dalam asam mineral kuat
c. Terhidrolisis lebih cepat pada temperatur tinggi, tidak larut dalam asam organik	c. Larut dan terhidrolisis dalam asam organik pekat	c. Larut parsial dalam berbagai senyawa organik teroksigenasi
d. Tidak larut dalam larutan alkali hidroksida.	d. Larut dalam larutan alkali	d. Larut dalam larutan alkali encer

2.8.Lignin

Menurut Nugroho dan Rusmanto (1999) lignin merupakan suatu polimer yang berbentuk tiga dimensi dan mempunyai basis unit propilbenzen serta gugus fungsional (hidroksil, karbonil, metoksil). Berbeda dengan selulosa yang terutama terbentuk dari gugus [karbohidrat](#), lignin terbentuk dari gugus [aromatik](#) yang saling dihubungkan dengan rantai [alifatik](#), yang terdiri dari 2-3 [karbon](#) . Pada proses [pirolisa](#) lignin, dihasilkan senyawa [kimia aromatis](#) yang berupa [fenol](#), terutama [kresol](#) (Anonim, 2007). Ropiah (dalam Nugraha 2003) menyebutkan bahwa unit dasar penyusun lignin adalah koniferil alkohol, sinapil alkohol dan para kuramil alkohol (gambar 2)



Gambar 2. Unit dasar penyusun lignin
Sumber : Nugraha, 2003

Lignin merupakan zat yang keras, lengket, kaku dan mudah mengalami oksidasi.

Dibutuhkan pada kayu dengan tujuan kontruksi karena dapat meningkatkan

kekerasan/kekuatan kayu, tetapi tidak dibutuhkan dalam industri kertas karena lignin sangat sukar dibuang dan membuat kertas jadi kecoklatan/coklat karena sifat aslinya dan pengaruh oksidasi (Batubara, 2002).

Lignin mempunyai hubungan yang sangat intim dengan selulosa dan hemiselulosa, sehingga lignin dapat diibaratkan sebagai pengikat atau berasosiasi dengan kedua komponen kayu lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Lignin sangat stabil keberadaannya dan sulit untuk diisolasi. Saat ini banyak industri menggunakan lignin sebagai bahan perekat (Erwinsyah, 2008).