

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Singkong (*Manihot Utilissima*)**

Singkong atau ketela pohon merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang berada urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Singkong biasanya dimanfaatkan untuk membuat berbagai macam makanan, berbagai bahan baku industri kimia, diolah menjadi gula fruktosa sebagai pemanis dalam industri minuman, serta dapat diolah menjadi bahan baku dalam industri tekstil, kosmetik, lem, kertas, farmasi, dan lain-lain. merupakan hasil pertanian yang dikonsumsi oleh masyarakat sebagai bahan makanan setelah padi. Singkong mengandung beberapa gizi dan juga vitamin yang cukup lengkap diantaranya yaitu energi per 100 gram sebesar 154 kkal, protein 1 gram, karbohidrat 36,8 gram, lemak 0,3 gram, kalsium 77 mg, fosfor 24 mg, zat besi 1,1 mg, vitamin B1 0,06 mg, dan vitamin C 31 mg (Septiriyani, 2017).

Singkong sangat baik dan aman dikonsumsi terutama bagi penderita diabetes melitus sebagai bahan pangan alternatif untuk diet dalam membantu sistem sekresi dan juga mempengaruhi produksi insulin yang bisa menstabilkan gula darah. Karbohidrat yang terdapat dalam makanan mengandung serat memiliki indeks glikemik rendah sehingga dapat memperpanjang pengosongan lambung. Jadi bagi penderita diabetes melitus diperlukan antosianin dalam menurunkan kadar gula darah.

Singkong banyak mempunyai nama daerah, diantaranya ketela pohon, ubi kayu, pohung, kasbi, sepe, boled, budin (Jawa), sampeu (Sunda), kaspé (Papua), (Inggris) Cassava, tapioca plant (Pilipina) Kamoteng kahoy dan sebagainya. Indonesia memiliki produksi ubi kayu sebesar 22.906.118 ton di tahun 2015, untuk Provinsi Jawa Tengah memiliki produksi 3.758.552 ton pada tahun 2015, luas panen 155.992 ha dan produktivitas sebesar 240,95 kuintal/ha (BPS Indonesia, 2017). Kulit singkong mengandung bahan-bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, dan mineral serta mempunyai sifat yang mudah rusak karena kadar airnya tinggi ((Nurhidayah, 2017).

Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada pembuatan keripik singkong dari hasil olahan industri rumah tangga. Kulit singkong juga merupakan limbah agroindustri pengolahan ketela pohon seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri pokok makanan. Komponen kimia dan zat gizi pada kulit singkong adalah protein 8,11 gram, serat kasar 15,2 gram, pektin 0,22 gram, lemak 1,29 gram, dan kalsium 0,63 gram. Limbah ini mengandung unsur selulosa yang cukup tinggi sebesar 59,31%. Dengan adanya kandungan selulosa maka kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kertas (Ariyani dkk., 2017).

Selulosa merupakan unsur pokok dalam pembuatan kertas yang terdapat pada seluruh bagian tubuh tumbuhan yang membentuk dinding sel. Selulosa bersifat kuat dan elastik, tidak dapat dirusak oleh air, alkohol, serta alkali. Berdasarkan analisis laboratorium dapat diketahui kulit singkong memiliki kandungan 56,82% selulosa, lignin 21,72% dan memiliki panjang serat 0,05 – 0,5 cm. Kandungan kulit singkong dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Komponen	Jumlah (%)
Selulosa	43,63 %
Hemiselulosa	10,38 %
Lignin	7,65%
Amilum	36,58%
Lainnya	1,76%

(Jannah, 2018)

Berikut merupakan gambar tanaman singkong yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Tanaman Singkong  
(Prihatman, 2017)

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan oleh (Medanense, 2017) dapat diklasifikasikan untuk tanaman singkong adalah sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae* atau tumbuh-tumbuhan
- Divisi : *Spermatophyta* atau tumbuhan berbiji
- Sub divisi : *Angiospermae* atau berbiji tertutup
- Kelas : *Dicotyledoneae* atau biji berkeping dua
- Ordo : *Eurphorbiales*
- Famili : *Eurphorbiaceae*
- Genus : *Manihot*
- Spesies : *Manihot esculante/Manihot utilisima*

## 2.2. Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan memberikan peran yang penting dalam proses pembuatan *Pulp* karena memiliki kandungan serat yang tinggi. Selulosa banyak ditemukan di alam, merupakan konstituen utama dari dinding sel tumbuh-tumbuhan dan menduduki sekitar 50% dalam kayu tertentu (Munasyifah dkk., 2018).

Selulosa berantai panjang dan tidak bercabang. Selama pembuatan *Pulp* dalam digester. Penurunan DP ( derajat polimerisasi ) tidak boleh terlalu banyak, sebab akan memendekkan rantai selulosa dan membuat *Pulp* menjadi tidak kuat. Keseimbangan terbaik sifat - sifat pembuatan kertas terjadi ketika kebanyakan lignin tersisih dari serat. Selulosa dalam kayu memiliki DP sekitar 3500, sedangkan selulosa dalam *Pulp* mempunyai DP sekitar 600-1500. Sedangkan secara fisik selulosa merupakan material berwarna putih dan tersusun dengan gugus kristalin dan gugus amorf (Kurniawan dkk., 2013).

Selulosa juga menjadi konstituen utama dari berbagai serat alam yang terjadi sebagai rambut-rambut biji yang mengelilingi biji-bijian dari beberapa jenis tumbuhan misalnya kapas, sebagai kulit bagian dalam kayu yang berserat, batang, dan konstituen-konstituen berserat dari beberapa tangkai daun (serat-serat daun). Jumlah selulosa dalam serat bervariasi menurut sumbernya dan biasanya berkaitan dengan bahan-bahan seperti air, lilin, pektin, protein, lignin dan

substansi mineral. Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida 17,5% (Nurhidayah, 2017).

### **2.3. Hemiselulosa**

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Hemiselulosa mengandung berbagai gula, terutama pentose. Hemiselulosa umumnya terdiri dari dua atau lebih residu pentose yang berbeda. Komposisi polimer hemiselulosa sering mengandung asam uronat sehingga mempunyai sifat asam. Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah, lebih mudah dibandingkan selulosa dan tidak berbentuk serat - serat yang panjang (Herlina, 2017).

Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannososa, galaktosa, xilosa, arabinose dan uronat. Hemiselulosa adalah polimer bercabang, atau tidak linear. Ada berbagai jenis hemiselulosa yakni, spesies kayu dan memiliki komposisi yang berbeda. Hard wood lebih banyak memiliki xylan, soft wood lebih banyak memiliki glukosa. Tipe selulosa juga bervariasi tergantung letak hemiselulosa dan struktur kayu. Rantai hemiselulosa lebih pendek dari rantai selulosa. Hemiselulosa memiliki DP lebih kecil yaitu 300. Selama pembuatan Pulp, hemiselulosa bereaksi lebih cepat dibandingkan selulosa (Ningtyas, 2022).

### **2.4. Lignin**

Lignin merupakan polimer rantai panjang bercabang yang terdapat bersama-sama dengan selulosa didalam dinding sel kayu. Lignin berfungsi sebagai penyusun sel kayu. Lignin merupakan komponen kompleks yang tersusun dari unit-unit phenil propane, amorf, bersifat aromatis dengan densitas 1,3 dan indeks bias 1,6. Berat molekulnya 2000-15000 yang bervariasi menurut spesiesnya. Kadarnya dalam kayu sekitar 20-30 %. Lignin sendiri merupakan zat yang tidak dapat mempunyai struktur yang tetap (amorphouse substance) yang bersama-sama selulosa membentuk dinding sel kayu pada pohon (Kurniawan dkk., 2013 ).

Lignin merupakan suatu zat pengikat dengan molekul selulosa untuk memperoleh serat, jadi lignin harus dihilangkan dengan menggunakan alkali atau asam. Lignin termasuk komponen kompleks, polimer, dan suatu jaringan aromatik

yang tidak larut dalam air (Nurhidayah, 2017). Lignin terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan hidrolisis karena adanya ikatan aril alkil dan ikatan eter (Pertiwi, 2019).

## 2.5. *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 bahan berupa serat berwarna putih yang diperoleh melalui proses penyisihan lignin dari biomassa (delignifikasi). *Pulp* digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kertas dan dapat juga dikonversi menjadi senyawa turunan selulosa termasuk selulosa asetat. Berikut adalah komposisi bahan baku dalam pembuatan kertas karton yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Komposisi Bahan Baku dalam Pembuatan Kertas Karton

Komposisi	Jumlah (%)
Selulosa	Min 40
Lignin	15 - 21
Abu	Min 3
Kadar Air	2 - 5

Pada proses pembuatan *Pulp* digunakan beberapa metode yaitu secara mekanis, semikimia dan kimia. Untuk proses secara kimia dibagi dalam beberapa proses tergantung dari larutan pemasak yang digunakan, yaitu proses sulfit, proses soda, proses sulfat (kraft) dan proses organosolv (Yuliusman dkk., 2020).

### 1. Proses Mekanik

Proses ini dikembangkan oleh E.G. Kellen (Jerman). Pada proses ini kayu dihancurkan menjadi lumpur di dalam rotary grind mill stone dengan menambahkan air, kemudian ditarik-tarik sambil berjalan di dalam rotary scrubber sehingga secara fisik serat rusak. Hal ini menyebabkan *Pulp* yang dihasilkan dari proses ini mempunyai kekuatan yang rendah (mudah sobek). Pada tahun 1970-an, grind stone dimodifikasi sehingga dapat berputar dengan kecepatan dan tekanan tinggi, tidak merusak serat, sehingga *Pulp* yang dihasilkan mempunyai kekuatan

yang lebih baik. Proses ini mengalami perubahan yaitu menjadi proses thermomekanik, dimana sebelum dilakukan penggilingan kayu terlebih dahulu dimasak/dikukus pada temperatur dan tekanan tinggi. Pulp yang dihasilkan telah mempunyai kekuatan yang lebih baik tapi membutuhkan energi yang lebih banyak.

## 2. Proses Semikimia

Proses ini merupakan perbaikan dari proses sebelumnya dimana setelah dihancurkan dengan penggiling, potongan-potongan serat proses pada tahap 7 impregnasi (penyerapan) dengan larutan encer (sulfit, natrium sulfat, soda abu) terlebih dahulu. Pulp yang dihasilkan disaring. Salah satu proses semikimia yang dipakai adalah memasak serpihan/potongan kayu dengan larutan natrium sulfat, bisulfit, sebelum de-defiberasi secara mekanik di dalam penggiling.

## 3. Proses Kimia

Pada proses ini lignin dihilangkan sama sekali sehingga serat-serat kayu mudah dihilangkan oleh larutan pemasak. Proses ini dibagi menjadi empat tahap, yaitu :

### a) Proses Sulfat (Kraft)

Proses kraft merupakan proses yang menggunakan larutan perebusan. Biasanya bahan kimia yang digunakan adalah 5,86% NaOH, 17,1% Na<sub>2</sub>S, dan 14,3% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. *Pulp* yang dihasilkan dari proses ini cukup baik daya tariknya, tetapi warna kurang baik sehingga sulit untuk diputihkan. Keunggulan proses sulfat yaitu cocok untuk semua jenis bahan serat, kekuatan lembaran *Pulp* relatif tinggi. NaOH merupakan senyawa alkali kuat yang dapat berfungsi sebagai pemutus ikatan antar serat sehingga dapat mempercepat terbentuknya *Pulp* (Asngad dkk., 2016).

### b) Proses Soda

Proses soda merupakan proses yang menggunakan larutan Natrium Hidroksida dan Natrium Karbonat. Larutan soda akan menghidrolisa lignin dan zat pengikat serat yang lain sehingga serat yang terdapat dalam bahan baku akan terlepas. Proses yang dilakukan dengan mengatur suhu antara 165-171°C, dengan tekanan 90-105 psi dan waktu 6-8 jam, selulosa hasil ukurannya pendek dan

kurang kuat, berwarna coklat tetapi mudah untuk dilakukan pemutihan (Purnawan dan Parwati, 2014).

c) Proses Sulfit

Proses sulfit merupakan proses yang menggunakan larutan yang bersifat asam seperti larutan bisulfit dari  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  atau  $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ . Pemasakan dilakukan pada suhu antara 129-149°C, dengan tekanan 70-90 psi dan waktu 7-12 jam. Dalam proses pemasakan bahan dasar yang berwarna ini akan menghasilkan selulosa yang berwarna putih dan akan terpecah serta membentuk lignosulfonat (Purnawan dan Parwati, 2014).

d) Proses Organosolv

Proses organosolv merupakan proses pemisahan serat menggunakan bahan kimia organik seperti metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain. Keunggulan proses ini adalah rendemen *Pulp* tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, tidak mengandung unsur sulfur sehingga menghasilkan limbah yang ramah lingkungan. Proses ini juga telah terbukti memberikan dampak yang aman dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan (Harsini dan Susilowati, 2016).

## 2.6. Kertas Karton

Kertas merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam peradaban manusia. Kertas terdiri dari serat selulosa yang diperoleh dari kayu atau selulosa lainnya yang melalui proses pembuatan bubur. Sifat kekuatan dan mekanisnya tergantung pada perlakuan mekanis pada serat dan penambahan bahan pengisi serta bahan pengikat. Struktur dasar bubur kertas (*Pulp*) adalah felted mat dari serat selulosa. Komponen lain dapat meliputi hemiselulosa, ligni (unit fenil propan terpolimerisasi kompleks, berada sebagai lem yang menyatukan serat-serat), bahan terekstrak (lemak, lilin, alkohol, fenol, asam aromatis, minyak esensial, oleresin, stereol, alkaloid, dan pigmen), mineral dan isi lainnya (Herlina, 2017).

Penggunaan kertas diantaranya sebagai surat kabar, majalah, buku, kemasan, surat-surat, kertas faks, fotocopi dan kertas cetak. Pada setiap tahunnya industri *Pulp* dan kertas mengalami perkembangan yang pesat di Indonesia dan di dunia. Menurut (Fenny dkk., 2016), menyatakan bahwa pertumbuhan industri *Pulp* dan kertas di Indonesia menunjukkan angka yang cukup tinggi. Setiap 15 rim kertas

ukuran A4 itu akan harus menebang 1 pohon. Setiap 7000 eks lembar koran yang kita baca setiap hari itu akan menghabiskan 10-17 pohon hutan.

Kertas karton dibagi dalam 2 jenis antara lain adalah Karton Seni dan Karton Bluish White (BW). Karton seni memiliki tekstur halus, putih/coklat, licin, mengkilap, dan tebal serta memiliki ketebalan dari 190 gsm, 210 gsm, 230 gsm, 260 gsm, dan 310 gsm. Penggunaan karton seni biasanya untuk Kartu nama, Cover Buku, Cover Majalah, Company Profile, Poster, Sertifikat, Box Produk, dan Undangan. Sedangkan Karton Bluish White (BW) memiliki tekstur halus, putih/coklat dan ketebalan 240 gsm. Penggunaan Karton BW biasanya untuk Sertifikat, Kartu iuran bulanan, dan Map. Adapun sifat fisika dan kimia dari kertas karton menurut (SNI ISO 217:2010) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Kertas Karton

Karakteristik	Keterangan
Wujud	Padatan
Bentuk	Lembaran
Warna	Putih, Coklat
Gramatur	210 – 350 g/m <sup>2</sup>
Daya Regang	Makx. 4%
Ketahanan Cabut	Min. 300 P. m/s
Index Tarik	Min 2 Kn/m
Brightness	Min. 75% ISO
Kadar Air	4,5 – 6,0%

(SNI ISO 217:2010)

## 2.7. Metode Soda

Bahan kimia yang digunakan dalam metode soda adalah NaOH. Larutan NaOH berfungsi melarutkan lignin saat proses pembuburan (Pulping) sehingga mempercepat proses pemisahan dan pemutusan serat. Sedangkan proses soda untuk melarutkan komponen kayu yang tidak diinginkan adalah soda kausitk (Ningrum, 2016). Pembuatan *Pulp* menggunakan metode soda lebih menguntungkan dari segi teknis dan ekonomis karena limbahnya yang ramah bagi lingkungan. Selain itu, kelebihan penggunaan jika menggunakan proses soda ini adalah mudah mendapatkan kembali bahan kimia dari hasil pemasakan (recovery) NaOH (Suriani, 2014).