

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah. Pada tahun 2020, Indonesia menghasilkan kelapa sawit sebesar 49.117.260 ton sedangkan Sumatera Selatan menghasilkan sebanyak 4.365.004 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020). TKKS digunakan sebagai bahan mentah pada berbagai aplikasi termasuk pembangkit listrik, formulasi komposit, dan industri pembuatan kertas. TKKS memiliki energi sebesar 3700 Kcal kg⁻¹, dan penggunaannya pada komposit polimer dapat menyelesaikan permasalahan lingkungan, terutama yang berhubungan dengan pembuangan limbah kelapa sawit (Rahmasita dkk., 2017).



Gambar 1.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Permasalahan yang dihadapi pabrik kelapa sawit adalah pembuangan dan pembakaran TKKS. Pembuangan TKKS yang tidak terkendali di lahan perkebunan kelapa sawit mengakibatkan tumpukan TKKS dalam jumlah yang sangat besar. Di Indonesia, TKKS dimanfaatkan sebagai bahan papan serat dan pengisi volume bahan *furniture* (Agustina dkk., 2016). Karakteristik utama TKKS dapat dilihat pada Tabel 1.1. dan komponen kimia TKKS dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.1. Karakteristik Utama dalam TKKS

Karakteristik	TKKS
Analisis proksimat (wt%)	
Volatil	81,90
Karbon tetap	12,60
Abu	3,10
Kelembaban	2,40
Analisis akhir (wt%)	
Karbon	53,78
Hidrogen	4,37
Nitrogen	0,35
Oksigen	41,50

(Sukiran dkk., 2009)

Tabel 1.2. Komponen Kimia dalam TKKS

Komponen Kimia	%
Selulosa	38,30
Hemiselulosa	35,30
Lignin	22,10

(Kelly-Yong dkk., 2007)

2.2. *Pulp*

2.2.1. Pengertian *Pulp*

Pengertian *pulp* adalah “*a soft mass*” atau bahan yang mudah lunak dan “*wood pulp*” atau kayu dalam keadaan lunak (Rutpan, 2009). *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 serat dari bahan baku berserat (kayu maupun non-kayu) melalui berbagai proses pembuatan baik secara mekanis, semikimia dan kimia. *Pulp* terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas. Proses pembuatan *pulp* diantaranya dilakukan dengan proses mekanis, kimia dan semikimia. Bahan dasar pembuatan *pulp* yang terutama adalah selulosa yang banyak dijumpai pada hampir semua jenis tumbuh-tumbuhan sebagai pembentuk dinding sel (Saleh dkk., 2009).

2.2.2. Pengelompokkan *Pulp*

Menurut Bahri (2015), komposisi *pulp* kertas dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

- 1) *Pulp* dari Kayu (*Wood Pulp*)

Pulp dari kayu adalah *pulp* yang berbahan baku kayu, *pulp* dari kayu dibedakan menjadi :

- *Pulp* dari Kayu Lunak (*Soft Wood Pulp*)

Jenis kayu lunak yang umumnya digunakan berupa jenis kayu bedaun jarum (*Needle Leaf*) seperti Pinus Merkusii, *Agathis Loranthifolia*, dan *Albazzia Falcata*.

- *Pulp* dari Kayu Keras (*Hard Wood Pulp*)

Pada umumnya serat ini terdapat pada jenis kayu berdaun lebar (*Long Leaf*) seperti kayu Oak.

2) *Pulp* dari Non-kayu (*Non Wood Pulp*)

Pada saat ini pulp non kayu yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi kertas meliputi : percetakan dan kertas tulis, *linerboard*, medium berkerut, kertas koran, tisu, dan dokumen khusus. Pulp non kayu yang umum digunakan biasanya merupakan kombinasi antara pulp non kayu dengan pulp kayu lunak yang ditambahkan untuk menaikkan kekuatan kertas. Karakteristik bahan non kayu mempunyai sifat fisik yang lebih baik daripada kayu lunak dan dapat digunakan di dalam jumlah yang lebih rendah bila digunakan sebagai pelengkap sebagai bahan pengganti bahan kayu lunak. Sumber serat non kayu meliputi:

- Limbah pertanian dan industri hasil pertanian seperti jerami padi, gandum, batang jagung, dan limbah kelapa sawit.
- Tanaman yang tumbuh alami seperti alang – alang, dan rumput –rumputan.
- Tanaman yang diolah, seperti serat daun, dan serat dari batang.

2.2.3. Proses Pembuatan *Pulp*

1) Secara Mekanis

Menurut Sixta (2006), proses pembuatan *pulp* secara mekanis ada 4, yaitu :

a. *Stone Ground Wood* (Kayu Asah Batu)

Pada proses SGW digunakan batu gerinda untuk menguraikan bahan baku. Bahan baku kayu digiling dan disemprot air. Rendemen yang diperoleh antara 93-98%. Kekuatan dan derajat putih *pulp* yang dihasilkan rendah. Energi dan air yang diperlukan cukup banyak.

b. *Pressured Ground Wood* (Kayu Asah Ditekan)

Pada proses pembuatan *pulp* mekanis dimana kayu digiling terhadap batu yang berputar abrasif, seperti halnya kayu gaharu, tetapi di bawah tekanan tinggi

dan pada suhu lebih dari 100°C. PGW juga menghasilkan *pulp* berkualitas lebih baik daripada kayu tanah tradisional.

c. *Refiner Mechanical Pulp* (Pulp Mekanik Digiling)

Pada proses RMP menggunakan penggilingan dengan cakram untuk menguraikan bahan baku. Bahan baku utama yang digunakan adalah kayu jarum karena sifat fisik yang dihasilkan lebih baik dibandingkan *pulp* kayu asah, sedangkan energi yang digunakan lebih rendah jika dibandingkan dengan proses SGW.

d. *Thermo Mechanical Pulp* (Pulp Termomekanik)

Proses ini juga menggunakan penggilingan dengan cakram untuk menguraikan bahan baku. Namun, perbedaan TMP dengan RMP adalah adanya proses pemanasan sebelum penggilingan sehingga ikatan-ikatan yang dibentuk lignin dilemahkan. Proses ini menyebabkan jumlah serat panjang lebih banyak sehingga memiliki kekuatan yang lebih besar. Perlakuan awal dengan pemanasan pada suhu tinggi menyebabkan komponen lignin menjadi lunak, serta komponen yang mudah larut dalam air dan mudah menguap hilang.

2) Secara Semi-Kimia

a. *Chemi Thermo Mechanical Pulp* (Pulp Kimia termomekanik)

Proses CTMP adalah pengembangan dari proses TMP. Pada proses ini, perlakuan awal yang diberikan selain pemanasan adalah perlakuan kimiawi yang diharapkan dapat lebih mudah menghilangkan lignin. Rendemen yang dihasilkan lebih rendah dari proses mekanik biasa tetapi menghasilkan *pulp* yang memiliki sifat fisik yang lebih baik. Fraksi serat panjang yang dihasilkan lebih banyak dari *pulp* yang berasal dari proses mekanik lainnya.

b. *Neutral Sulfite Semi Chemical* (Netral Sulfite Semi-kimia)

Pembuatan pulp NSSC ditandai dengan tingkat delignifikasi rendah pada suhu tinggi, sulfonasi unit struktural fenol lignin sebagai reaksi utama, unit struktural lignin non-fenolik stabil, dan reaksinya sama dengan metode natrium sulfite, tetapi reaksi lebih ringan. Sifat dan penggunaan pulp NSSC dibandingkan dengan pulp kimia, pulp NSSC mempertahankan lebih banyak lignin. Dibandingkan dengan pulp semi-kimia lainnya, hemiselulosa lebih banyak dipertahankan. Oleh karena itu, ia memiliki kekakuan tinggi, ketahanan lipatan

yang buruk, pemukulan yang mudah dan transparansi yang tinggi, dan cocok untuk produksi kertas transparan, kertas tahan panas, kertas kemasan makanan dan kardus.

c. Soda Dingin

Metode soda dingin mengarah ke tahapan impregnasi dengan proses *chemi-groundwood*. Cocok untuk bahan baku serat pendek (merang, jerami), tidak menggunakan senyawa sulfur, sehingga bahan polusi sedikit dan tidak perlu *recovery*, kapasitas kecil (25–50 ton/hari) dan murah.

3) Secara Kimia

a. Sulfat (Kraft)

Proses pembuatan pulp secara kimia dilakukan untuk melemahkan hubungan lignin-karbohidrat sebagai perekat serat dengan pengaruh bahan kimia. Umumnya serat kayu dan bukan kayu merupakan bahan berserat yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, zat ekstraktif dan mineral. Pemisahan lignin tergantung dari proses yang digunakan seperti proses sulfit, proses kraft dan proses soda. Pengrusakan terhadap selulosa lebih besar menggunakan proses semi kimia dan proses soda bila dibandingkan dengan proses kraft (Surest dan Satriawan, 2010).

b. Metode Soda

Proses Soda ditemukan di Inggris . Awal dari pembuatan *pulp* dengan metode soda adalah proses pembuatan kertas yang dikembangkan oleh Matthias Koops pada tahun 1801 yang melibatkan pencucian serutan kayu dalam air kapur, menambahkan Kristal soda dan kemudia merebus campuran. Pembuatan *pulp* soda adalah salah satu metode pembuatan *pulp* pada tahun 1851 oleh Burgess (Amerika Serikat) dan Watts (Inggris) (Ward, 2014).

Bahan kimia yang digunakan adalah NaOH. Bahan dasar yang biasa digunakan untuk proses ini adalah jerami, ampas tebu, dan rerumputan serta bahan non kayu lainnya. NaOH berfungsi untuk melarutkan lignin saat proses pembuburan (*pulping*) sehingga mempercepat proses pemisahan dan pemutusan serat (Sucipto dkk., 2009).

Keunggulan proses soda menimbulkan tingkat pencemaran yang lebih rendah bila dibandingkan dengan proses sulfat tetapi kelemahannya adalah mutu kertas yang dihasilkan kurang baik dan rendamen rendah, karena proses

delignifikasi nya kurang sempurna (Soetrisno, 1981).

c. Proses Sulfit

Adapun pada proses sulfit larutan pemasak bersifat asam yaitu larutan bisulfit dari $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ atau $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$. Pemasakan dilakukan pada suhu antara 129-149 °C, tekanan 70 sampai dengan 90 psi dan waktu 7 sampai dengan 12 jam. Dalam proses pemasakan bahan dasar yang berwarna ini akan menghasilkan selulosa yang berwarna putih dan akan terpecah serta membentuk liginosulfonat (Purnawan, 2011).

2.2.4. Kandungan pada *Pulp*

1) Selulosa

Selulosa adalah komponen utama dalam pembuatan kertas (Wibisono, dkk., 2011). Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd dkk., 2002). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez dkk., 2002). Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf (Astimar dkk., 2002). Ikatan β -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecahkan menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau ensimatis (Suparjo, 2008).

2) Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Jumlah hemiselulosa biasanya antara 15 dan 30 persen dari berat kering bahan liginoselulosa (Taherzadeh, 1999). Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannosa, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sek. Hemiselulosa juga berikatan dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Suparjo, 2008).

3) Lignin

Lignin adalah salah satu sel yang terdapat dalam kayu. Lignin berguna dalam

kayu seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan, sehingga bias menambah *support* dan kesatuan kayu (*mechanical strength*) agar kokoh dan berdiri tegak (Wibisono, dkk., 2011).

Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penilpropan (Sjorberg, 2003) yang berhubungan secara bersamaan bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda (Perez dkk., 2002). Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Lebih dari 30% tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Orth dkk., 1993). Menurut (Suparjo, 2008) lignin juga membentuk ikatan yang kuat dengan polisakarida yang melindungi polisakarida dari degradasimikroba dan membentuk struktur lignoselulosa. Lignin tidak hanya mengeraskan mikrofibril selulosa, juga berikatan secara fisik dan kimia dengan hemiselulosa. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.

2.2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Pembuatan *Pulp*

Menurut Wibisono, dkk. (2011), proses pembuatan *pulp* dipengaruhi oleh kondisi proses antara lain :

a. Konsentrasi larutan pemasak

Dengan konsentrasi larutan pemasak yang makin besar, maka jumlah larutan pemasak yang bereaksi dengan lignin semakin banyak. Akan tetapi, pemakaian larutan pemasak yang berlebihan tidak terlalu baik karena akan menyebabkan selulosa terdegradasi. Asam asetat bisa digunakan sebagai larutan pemasak sampai dengan konsentrasi 100%.

b. Suhu

Dengan meningkatnya suhu, maka akan meningkatkan laju delignifikasi (penghilangan lignin). Namun, jika suhu di atas 160 °C menyebabkan terjadinya degradasi selulosa.

c. Waktu pemasakan

Dengan semakin lamanya waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin makin meningkat. Namun, waktu pemasakan yang terlalu lama akan menyebabkan selulosa terhidrolisis, sehingga hal ini akan menurunkan

kualitas pulp. Waktu pemasakan yang dilakukan sebelum 1 jam pulp belum terbentuk. Untuk waktu pemasakan di atas 5 jam selulosa akan terdegradasi.

d. Ukuran bahan baku

Ukuran bahan baku yang berbeda menyebabkan luas kontak antar bahan baku dengan larutan pemasak berbeda. Semakin kecil ukuran bahan baku akan menyebabkan luas kontak antara bahan baku dengan larutan pemasak semakin luas, sehingga reaksi lebih baik.

e. Kecepatan pengaduk

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

2.3. Polyvinyl Acetat (PVAc)/Lem Fox

Lem *Polyvinyl acetate* (PVAc) atau sering juga disebut lem *Fox* merupakan polimer yang mempunyai sifat kerekatan yang sangat kuat sehingga sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan lem, kain, kertas dan kayu (Altinok dkk., 2009; Hori dkk., 2008; Kim dkk., 2005; Wahab dkk., 2006). PVAc memiliki sifat tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan lebih cepat solid (Kim dkk., 2005). PVAc akan tetap kuat jika dalam keadaan kering dan tidak diberikan tekanan yang terus menerus, serta memiliki resistensi yang rendah terhadap cuaca dan kelembaban (Ahyar, 2020).