

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa adalah bahan bakar yang dapat diperbaharui dan secara umum berasal dari makhluk hidup (non-fosil) yang didalamnya tersimpan energi atau dalam definisi lain, biomassa merupakan keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik yang hidup maupun yang mati, baik di atas permukaan tanah maupun yang ada di bawah permukaan tanah. Biomassa merupakan produk fotosintesa dimana energi yang diserap digunakan untuk mengkonversi karbon dioksida dengan air menjadi senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen. Biomassa bersifat mudah didapatkan, ramah lingkungan dan terbarukan. Secara umum potensi energi biomassa berasal dari limbah tujuh komoditif yang berasal dari sektor kehutanan, perkebunan dan pertanian. Potensi limbah biomassa terbesar adalah dari limbah kayu hutan, kemudian diikuti oleh limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Secara keseluruhan potensi energi limbah biomassa Indonesia diperkirakan sebesar 49.807,43 MW. Dari jumlah tersebut, kapasitas terpasang hanya sekitar 178 MW atau 0,36% dari potensi yang ada (Hendrisson, 2003; Agustina, 2004).

Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan, antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). (Rakhmat Kurniawan, 2017). Potensi biomassa di Indonesia yang bisa digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat melimpah. Biomassa meliputi semua bahan yang bersifat organik yaitu semua makhluk yang hidup atau mengalami pertumbuhan dan juga residunya (El Bassam dan Maegaard, 2004).

2.1.1 Teknologi Konversi Biomassa

Secara umum teknologi konversi biomassa menjadi bahan bakar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu pembakaran langsung, konversi termokimiawi dan konversi biokimiawi. Pembakaran langsung merupakan teknologi yang paling sederhana karena pada umumnya biomassa telah langsung dibakar. Konversi termokimia merupakan teknologi yang memerlukan perlakuan termal untuk memicu reaksi kimia dalam menghasilkan bahan bakar. Sedangkan konversi

biokimiawi merupakan teknologi konversi yang menggunakan bantuan mikroba dalam menghasilkan bahan bakar (Susanto, 2008). Salah satu contoh teknologi biomassa yaitu Biopellet.

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pellet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, densitas dan kandungan energi. (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya, biopellet yang dihasilkan mempunyai diameter 8-11 mm dan panjang 15-20 mm (MF Mahdi, 2017). Penambahan perekat yang digunakan pada proses pembuatan biopellet berdasarkan penelitian Tabil (1996) diacu dalam Liliana, W. (2010) yaitu 0,5-5% sedangkan ukuran mesh yang digunakan ialah ukuran 20 mesh dan 60 mesh. Terdapat 6 tahapan proses pembuatan biopellet, yaitu: perlakuan pendahuluan bahan baku (*pre-treatment*), pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopellet (*pelletization*), pendinginan (*cooling*), dan *silage* (Fantozzi dan Buratti, 2009). Residu hutan, sisa penggergajian, sisa tanaman pertanian, dan *energi crops* dapat didensifikasi menjadi pellet. Proses pelletisasi dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000 kg/m³ (Lehtikangas 2001 dan Mani *et al.* 2004).

Keunggulan utama pemakaian bahan bakar biopellet biomassa adalah penggunaan kembali bahan limbah seperti serbuk kayu yang biasanya dibuang begitu saja. Serbuk kayu yang terbuang begitu saja dapat teroksidasi dibawah kondisi yang tak terkendali akan membentuk gas metana atau gas rumah kaca

2.2 Biopellet

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pellet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, densitas dan kandungan energi (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya proses pembuatan biopellet, biomassa diumpankan ke dalam *pellet mill* yang memiliki *Flat die* dengan ukuran diameter 8-11 mm. Untuk penggunaan perekat mensyaratkan bahwa penambahan perekat kedalam campuran bahan biopellet adalah 0,5-5% sesuai dengan penelitian Tabil (1996) dalam penelitian Liliana, W. (2010). Terdapat 6 tahapan proses pembuatan biopellet, yaitu: perlakuan pendahuluan bahan baku (*pre-treatment*), pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopellet (*pelletization*), pendinginan (*cooling*), dan *silage*. Residu hutan, sisa

penggergajian, sisa tanaman pertanian dapat didensifikasi menjadi pellet (Fantozzi dan Buratti 2009). Proses peletisasi dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000kg/m^3 (Lehtikangas 2001 dan Mani *et al.* 2004).



Gambar 2.1 Biopellet

Diperkirakan faktor–faktor yang dapat mempengaruhi kondisi pemeletan termasuk tekanan, suhu, ukuran partikel bahan baku, kadar air, dan komposisi kimia biomassa. Belum ada penjelasan hingga kini mengenai kondisi yang membatasi proses pemeletan. Hal ini dikarenakan pelet yang dihasilkan mungkin berbeda berdasarkan operator. Disamping itu, pelet juga berbeda untuk bahan biomassa yang berbeda, akan tetapi berdasarkan nilai rata–rata membutuhkan tekanan dan suhu pemeletan setinggi 70 MPa dan 100–150°C. Akan tetapi, dipastikan bahwa lignin, glusida dan pektin berperan sebagai agen pengikat.

Berikut adalah proses pembuatan biopellet;

1. Proses Pengeringan

Secara umum, kadar air awal biomassa adalah sekitar 50–90 %, perlu untuk mengeringkan bahan baku hingga kadar air mencapai 10–20% untuk mendapatkan kondisi optimum untuk proses penggilingan dan pemeletan. Bahan baku dengan ukuran partikel yang besar seharusnya dikeringkan dengan tanur putar, dan bahan baku dengan ukuran partikel yang kecil harus dikeringkan dengan menggunakan pengering kilat.

2. Proses penggilingan

Bahan baku seharusnya digiling berdasarkan ukuran pelet. Untuk keseluruhan kayu atau limbah ukuran besar, bahan baku harus dihancurkan terlebih dahulu sebelum proses pengeringan supaya kadar air seragam. Akan tetapi, proses ini tidak diperlukan untuk hal dimana bahan bakunya adalah jerami padi.

3. Proses pencetakan pelet

Pembuatan biopelet dilakukan dengan menggunakan *pellet mill*, dengan komposisi dan ukuran bahan baku yang divariasikan.

4. Proses Pendinginan

Pelet yang telah dibuat memiliki suhu yang tinggi dan mengandung kadar air yang tinggi pula, maka diperlukan proses pendinginan.

2.2.1 Keunggulan Biopelet

Adapun keunggulan Biopelet antara lain :

1. Lebih mudah dalam pembuatannya
2. Biaya proses lebih murah
3. Tidak beresiko meledak dan terbakar

2.2.2 Sifat Biopelet yang Baik

Adapun sifat Biopelet yang baik antara lain

1. Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran
2. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan pindah-pindah
3. Mempunyai suhu pembakaran yang tetap (± 350 °C) dalam jangka waktu yang cukup panjang (± 40 menit) Selain itu biopelet yang dihasilkan juga harus memenuhi standar mutu pelet menurut SNI No. 1/6235/2000 dapat dilihat pada Tabel 5, standar nilai pelet menurut Jurnal Teknik Kimia No. 1 vol.18, Januari 2012 pada tabel 5 dan nilai standar kualitas dari berbagai negara dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.1 Standar Kualitas Biopelet Berdasarkan SNI 8021-2014

Parameter	Satuan	Standar
Kadar Air	%	≤ 12
Kadar Abu	%	$\leq 1,5$
Kadar Karbon	%	≥ 14
Kadar Zat Terbang	%	≤ 80
Kerapatan	g/cm^3	$\geq 0,8$
Nilai Kalor	Kal/gr	≥ 4000

Sumber : SNI(2014) dalam jurnal Penelitian Hasil Hutan, 2017.

Tabel 2.2 Standar Kualitas Biopelet sesuai standar Berbagai Negara

Parameter	Permen ESDM NO. 47	Jepang	Inggris	USA
Kadar air (%)	< 15	6 – 8	3 – 4	6
Kadar abu (%)	≤ 10	5 – 7	8 – 10	16
Kadar Karbon (%)	Sesuai bahan baku	15 – 30	16,4	19 -28
Kadar Zat Terbang (%)	Sesuai bahan baku	60 – 80	75	60
Nilai Kalor (Kal/gr)	4400	5000 – 6000	5870	4000-6500

Sumber : Trie Diah Pebriani (2014)

Nilai kalor biopelet dan efisiensinya jika dibakar di kompor, dan dibandingkan dengan bahan bakar lainnya terlihat di tabel 2.3 (FAO, 2017). Selain nilai kalor yang lebih tinggi dari bahan bakunya, biopelet memiliki keuntungan: seragam bentuknya sehingga memudahkan penyimpanan dan pengemasan, bentuknya yang kompak dengan kekuatan tekan yang tinggi, dan harga yang lebih murah.

Tabel 2.3 Perbandingan Biopelet dan Bahan Bakar Lainnya

Jenis Bahan Bakar	Nilai kalor (kkal/kg)	Efisiensi Kompor (%)
Biopelet	4.280,6	50
Kayu Bakar	1.505,7	20
Batubara	6.453,1	25
Minyak Tanah	10.516,3	55
LPG	11.711,3	60

Sumber: FAO (2017) dalam karya ilmiah prospek bahan bakar biopelet sebagai energi alternatif di usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) kota Palembang.

L.utarina.(2019)

2.2.3 Spesifikasi Kualitas Pelet

Spesifikasi bahan biopelet yang perlu diketahui diantaranya adalah:

A. Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan salah satu penentuan kualitas pelet yang dibuat. Adapun untuk Analisa sifat fisik dapat meliputi pengukuran nilai kalor, kadar air, waktu penyalaan sampai timbul api, uji nyala biopelet.

1. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas yang dihasilkan dan diukur sebagai nilai kalor LHV (*Lower Heating Value*) atau nilai kalor HHV (*High Heating Value*). Perbedaan dari LHV dan HHV ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran. HHV (*High Heating Value*) menunjukkan bahwa seluruh uap yang dihasilkan selama proses pembakaran sepenuhnya terkondensasi, sedangkan LHV menunjukkan air yang keluar dengan produk pengembunan tidak seluruhnya terkondensasi (Yulinah Trihadiningrum, 2008).

2. Kandungan Air

Analisa kandungan air bertujuan mengetahui kandungan air yang berada pada pelet. Pengaruh kandungan air yang berlebih akan mempengaruhi nilai kalor dan suplai panas karena penguapan dan pemanasan berlebih dari uap, serta membantu radiasi transfer panas (Imam Budi Raharjo, 2006).

Kandungan air dapat dibedakan antara lain:

a) Kandungan air bebas (*free moisture*)

Kandungan air bebas adalah air yang diserap pada permukaan pelet, kandungan air ini dapat dihilangkan dengan cara dikeringkan. Kandungan air ini berasal dari uap di lingkungan sekitar, air hujan, dan sebagainya.

b) Kandungan air bawaan (*inherent moisture*)

Kandungan air ini terikat secara kimiawi dan fisika pada pelet.

c) Kandungan air total (*total moisture*)

Kandungan air total merupakan banyaknya kandungan air dalam pelet. Kandungan ini mempengaruhi kondisi pengeringan dan hasil pengeringan akan berpengaruh terhadap penyalaan awal dan nilai kalor.

B. Sifat Kimia

Analisis sifat kimia atau sering disebut analisis proksimat dapat meliputi parameter *fixed carbon*, *volatile matter*, dan kadar abu.

1. Kandungan Abu

Kandungan abu merupakan material organik yang terkandung didalam pelet setelah dilakukan pembakaran pada kondisi temperature tertentu. Kandungan abu dapat berasal dari:

a) Pengotoran luar

Pengotoran ini terjadi pada permukaan pelet saat proses cetak pellet dilakukan.

b) Pengotoran dalam

Pengotoran ini terjadi karena adanya kandungan mineral lain di dalam pelet pada saat pembentukan pelet.

Abu merupakan residu dari bahan mineral yang dihasilkan selama pembakaran pelet yang terjadi secara sempurna. Kandungan abu akan terbawa Bersama gas pembakaran dalam bentuk *fly ash* yang jumlahnya mencapai 30% dan abu dasar sebesar 10%. Semakin tinggi kadar abu akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan dan korosi peralatan (Yulinah Trihadiningrum, 2008).

2. Zat Terbang atau *Volatile Matter*

Zat terbang adalah bagian dari pelet dimana bila pelet dipanaskan tanpa kontak dengan udara pada suhu sekitar 900oC akan berubah menjadi gas. Volatile matter terdiri dari gas-gas yang comustable seperti metana, hidrokarbon ringan, hydrogen, dan karbon monoksida (CO) serta sebagian kecil non combustible seperti uap air dan karbondioksida. Kandungan zat terbang yang tinggi akan mempercepat pembakaran tetapi sebaliknya zat terbang rendah akan mempersukar proses pembakaran (Imam Budi R., 2006).

3. Karbon Tertambat atau *Fixed Carbon*

Karbon tertambat merupakan karbon dalam keadaan bebas, tidak bergabung dengan elemen lain yang tertinggal setelah materi yang mudah menguap dilepaskan selama analisis suatu sampel padat kering. Kandungan utamanya tidak hanya karbon dan jumlah zat terbang digunakan sebagai perhitungan untuk menilai kualitas bahan bakar, yaitu nilai fuel ratio (Imam Budi R., 2009).

2.3 Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji atau serbuk kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu yang selama ini banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya, dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar. Pemanfaatannya baru sebatas campuran dalam pembuatan papan partikel dan media tanam jamur. Limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan.



Gambar 2.2 Serbuk Gergaji

Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang kaya akan sumber energi biomassa, yaitu sebesar 32.654 MWe (Dirjen EBTKE, 2016). Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki hutan produksi yang cukup luas, yaitu 2.088.794 Ha (\pm 70 persen total luas kawasan hutan). Pada tahun 2016, produksi kayu hutannya adalah mengalami kenaikan sebesar 23,71% dari tahun sebelumnya dengan total produksi sebesar 6.128.156 m³, dan dapat dihasilkan limbah sebanyak 8,77% dari volume kayu olahan dalam bentuk serbuk gergaji. Limbah serbuk gergaji memiliki kandungan karbon dan nilai kalor yang cukup tinggi (Tabel 2.4), sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar, khususnya dalam bentuk biopellet.

Tabel 2.4 Karakteristik Fisika dan Kimia Serbuk Gergaji

Analisis Proksimat		Analisis Ultimat		Nilai kalor
Parameter	Nilai (%)	Parameter	Nilai (%)	
Zat terbang	71,0	Karbon	53,07	3.820 kkal/kg
Kadar abu	2,6	Hidrogen	4,10	
Kelembapan	5,7	Oksigen	39,60	
Karbon tetap	20,7	Sulfur	0,30	

Sumber: Akouwah, dkk.,(2012)

Serbuk gergaji adalah bahan baku yang sangat cocok untuk dijadikan bahan bakar Biopellet, karena lignin secara alami ada di kayu dan dapat bertindak sebagai lem perekat untuk menahan ikatan antar serbuk. Temperatur dan besarnya kompresi yang diberikan berpengaruh penting terhadap kualitas dan kekuatan pellet yang dihasilkan, karena menyebabkan terekskresinya lignin dari struktur partikel serbuk gergaji (Križan, dkk., 2015). Kandungan lignin di serbuk gergaji kayu keras (18 – 25 % w/wt) dan kayu lembut (25 – 35 % w/wt) yang terkompresi inilah yang membentuk keseragaman dan kekompakan dari biopellet (UNEP, 2013).

Tabel 2.5 Kandungan Komponen Utama pada Jenis Serbuk Kayu

Jenis Serbuk Kayu	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
<i>Softwood</i>	41	24	28
<i>Hardwood</i>	39	35	20

Sumber : Skripsi program pascasarjana magister teknik. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional Malang.(2018)

2.3.1 Komponen Utama Serbuk Gergaji Kayu

A. Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida berantai panjang yang tersusun dari unit glukosa. Dalam bentuk piranosa yang berhubungan satu dengan yang lainnya melalui ikatan 1,4 glukosidik. Rumus molekul selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Berat molekul selulosa sekitar 2500.000-1.000.000 atau lebih dan umumnya tiap molekul selulosa sekurang-kurangnya terdiri dari 1.500 satuan glukosa. Selulosa merupakan salah satu substansi macromolecular yang termasuk dalam gugus polisakarida. Selulosa akan mengalami dekomposisi pada suhu antara 240°C -350°C. Selulosa akan mengalami dekomposisi menjadi anhydrocellulose dan levoglucosan (Mohan et al. 2006).

B. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polimer amorf yang berasosiasi dengan selulosa dan lignin. Sifatnya mudah mengalami depolimerisasi, hidrolisis oleh asam, basa, mudah larut air. Memiliki ikatan dengan lignin lebih kuat dari pada ikatan dengan selulosa dan mudah mengikat air. Hemiselulosa yang juga disebut sebagai polyose. Kandungan hemiselulosa pada serbuk kayu mahoni umumnya sebesar 25%-35% dari berat serbuk kayu kering, 28% di dalam serbuk kayu yang lunak, 35% di dalam serbuk kayu yang keras (Mohan et al. 2006). Hemiselulosa akan terdekomposisi pada suhu 200°C-260°C pada proses pirolisis (Mohan et al. 2006).

C. Lignin

Menurut Ridhol dalam Fengel dan Wegener (1995), secara umum komponen kimia kayu daun lebar mengandung lignin $\pm 22\%$, sedangkan untuk kayu daun jarum mengandung lignin 27-33%. Lignin diperoleh dari kayu sebagai hasil sampingan proses pembuburan kayu. Karena jumlahnya besar, alami dan merupakan produk yang dapat diperbaharui, lignin mempunyai potensi besar untuk penggunaan beberapa industri untuk menggantikan bahan bakar minyak

yang semakin berkurang dan mahal. Lignin mempunyai keterbatasan pemanfaatan secara komersial disebabkan oleh sifat kimia dan fisiknya yang rumit dan karakteristiknya yang sangat bervariasi (Lempang M, 2016). Lignin adalah bahan aromatik, bersifat amorpous yang mengandung fenol, methoxyl, hydroxyl dan kelompok penyusun lainnya. Isolasi lignin dengan cara evaporasi dan cara presipitasi dari lindi hitam industri pembuburan kayu diperoleh hasil antara 21,98-38,21% dengan kadar air 4,01-5,09%, lignin murni 67,11-80,16%, fenol 2,14-7,52% dan methoxyl 0,91-2,64% (Lempang M,2016).

Lignin kayu yang diperoleh sebagai hasil sampingan proses pulping alkali mengandung gugus hidroksil alifatik dan aromatik merupakan bidang yang menarik untuk modifikasi kimia. Oleh karena struktur kimia lignin alkali diduga sama dengan resin fenol, sehingga lignin diharapkan dapat menggantikan resin fenol.

1. Kegunaan Lignin

Lignin berada di antara individu sel dan di dalam dinding sel. Di antara sel lignin berperan sebagai pengikat antara sel, dan di dalam sel lignin berasosiasi dengan selulosa dan hemiselulosa. Keberadaan lignin di antara sel dan di dalam sel menyebabkan kayu menjadi keras dan kaku sehingga mampu menahan tekanan mekanis yang besar. Lignin juga bertanggung jawab terhadap perubahan dimensi kayu akibat fluktuasi kadar air.

Lignin diperoleh dari kayu sebagai hasil sampingan proses pembuburan kayu. Karena jumlahnya besar, alami dan merupakan produk yang dapat diperbaharui, lignin mempunyai potensi besar untuk penggunaan beberapa industri untuk menggantikan bahan bakar minyak yang semakin berkurang dan mahal (Hollis et al., 1981). Lignosulfonat digunakan sebagai bahan pendispersi dan penstabil *pada oil well-drilling muds*, tinta cetak, dyes, beton, asphalt extender, perekat, pembuatan pellet pakan, briket kayu, dan tekstil. Vanilla buatan yang digunakan secara luas dalam pembuatan es krim, kue dan biskuit, juga adalah turunan dari spent sulfate liquor (SSL) (Lempang M, 2016). Lignin sulfat dapat dimanfaatkan sebagaimana halnya lignosulfonat, tetapi proses pemurniannya lebih mahal. Kegunaan yang penting adalah zat pendispersi dan zat pemantap serta aditif dalam karet, resin dan plastik (Stevens, 2007).

Polimer lignin juga dapat didegradasi menjadi produk dengan bobot molekul rendah. Dalam proses kraft, produk ini meliputi metil markaptan dan dimetil sulfida. Jika lindi hitam (lignin buangan pembuburan kayu) dipanaskan pada suhu 200-300 °C dengan kehadiran sulfur, produk dimentilsulfida terjadi lebih banyak. Dimetil sulfida berguna sebagai pelarut garam-garam anorganik. Hasil oksidasi dimetil sulfida ialah dimetil sulfoksida (DMSO) dan dimetil sulfon, DMSO merupakan pelarut dengan sifat istimewa (Achmadi, 1990).

2. Lignin Sebagai Bahan Perekat Kayu

Lignin merupakan semen yang mengikat fibril-fibril selulosa bersama-sama dan banyak memberikan stabilitas dimensi kayu. Menduduki sekitar 25-30% kayu, lignin merupakan polimer yang sangat melimpah yang mestinya mencapai potensinya berkaitan dengan aplikasi-aplikasi polimer. Saat ini sebagian besar lignin yang diproduksi dalam operasi-operasi pembuburan kayu dibakar sebagai bahan bakar pada tempat pembuburan kayu. Sementara konsumsi polimer sintesis dunia sekarang ini kira-kira 70 juta metrik ton per tahun, hampir 56% di antaranya terdiri dari plastik, 18% serat, 11% karet dan sisanya terdiri dari bahan pelapis dan perekat (Stevens, 2007).

Struktur lignin bervariasi menurut sumbernya, tetapi suatu pendekatan dari segmen kayu lunak mengilustrasikan kompleksitasnya. Berat molekul lignin natif diperkirakan sangat tinggi, tetapi karena proses pemisahan dari selulosa menyebabkan degradasi pada lignin. Karena lignin mengandung sejumlah besar cincin-cincin benzena aktif, lignin yang terdegradasi cepat bereaksi dengan formaldehida, yang telah menyebabkan pengembangan terbatas dalam bidang bahan perekat kayu (Stevens, 2007). Usaha-usaha terus dilanjutkan selama bertahun-tahun untuk memodifikasi lignin agar bisa dipakai sebagai plastik-plastik teknik. Reaksi dengan propilene oksida menghasilkan turunan-turunan hidroksida propil yang telah dikonversi ke poliuretana termoset.

Untuk tujuan sebagai bahan perekat, lignin yang terdegradasi perlu dipolimerisasi lebih dulu untuk mendapatkan sifat perekat yang baik. Karena sekalipun hampir keseluruhannya aromatik, lignin hanya memiliki sedikit cincin fenolik dan tidak memiliki cincin polyhydroxy phenyl sehingga lignin kurang reaktif dengan formaldehida. Lignin yang kurang reaktif ini dapat dipremetilasi

dengan formaldehida sebelum digunakan dengan resin phenolformaldehida pada perekatan plywood (Rowell, 2005). Demetilasi menyebabkan reaktivitas lignin meningkat, sehingga lebih mudah dikondensasikan dengan pereaksi seperti formaldehida (Achmadi, 1990). Lignosulfonat yang terkandung dalam SSL telah digunakan sebagai ekstender phenolformaldehida dan ureaformaldehida (Rowell, 2005). Lignosulfonat juga digunakan sebagai bahan pendispersi dan penstabil pada oil well-drilling muds, tinta cetak, dyes, beton, asphalt extender, perekat, pembuatan pellet pakan, briket kayu dan tekstil (Bowyer et al., 2003; Stevens, 2007).

Lignin sulfat dapat dimanfaatkan sebagaimana halnya lignosulfonat, tetapi proses pemurniannya lebih mahal. Kegunaan yang penting adalah sebagai zat pendispersi dan zat pemantap serta aditif dalam karet, resin, dan plastik. Hasil kondensasi lignin dengan fenol dapat menghasilkan polimer termoset. Polimer termoset seperti ini berguna sebagai perekat untuk berbagai produk seperti kertas dan kayu lapis (Achmadi, 1990). Polimer fenol digunakan sebagai bahan pelekat dan peningkatan adhesi pada perekat kontak neoprene dan karet nitril, sementara fenol formaldehida dapat mensubstitusi resorcinol-formaldehida untuk mengurangi biaya perekat tanpa mengorbankan kekuatan dan ketahanan perekat (FAO, 1980). Reaksi lignin dengan propilena oksida, menghasilkan turunan-turunan hidroksipropil yang telah dikonversi ke poliuretana termoset (Stevens, 2007). Polimer termoset seperti ini berguna sebagai perekat untuk berbagai produk seperti kertas dan kayu lapis.

2.4 Perekat Tapioka

Tepung tapioka, tepung singkong, tepung kanji, atau aci adalah tepung yang diperoleh dari umbi akar ketela pohon atau dalam bahasa Indonesia disebut singkong. Tapioka memiliki sifat-sifat yang serupa dengan sagu, sehingga kegunaannya dapat dipertukarkan. Tepung ini sering digunakan untuk membuat makanan, bahan perekat, dan banyak makanan tradisional yang menggunakan tapioka sebagai bahan bakunya.

Tapioka adalah nama yang diberikan untuk produk olahan dari akar ubi kayu (*cassava*). Analisis terhadap akar ubi kayu yang khas mengidentifikasi kadar air 70%, pati 24%, serat 2%, protein 1% serta komponen lain (mineral, lemak,

gula) 3%. Gugus OH yang terdapat pada pati dapat disubstitusi dengan gugus lain, dimana satu unit anhidroglukosa ada empat OH, yaitu gugus OH yang terdapat pada C-2, C-3, dan C-4 (ketiganya merupakan gugus OH sekunder), dan C-6 yang merupakan gugus OH primer. Gugus OH sekunder, terutama gugus OH C-2 lebih reaktif dibanding gugus OH primer (Tuschoff 1989). Kereaktifan gugus OH C-2 adalah 60–65%, gugus OH C-3 adalah 20%, dan gugus OH C-6 berkisar antara 15–20% (Van de Burgt dkk. 2000).

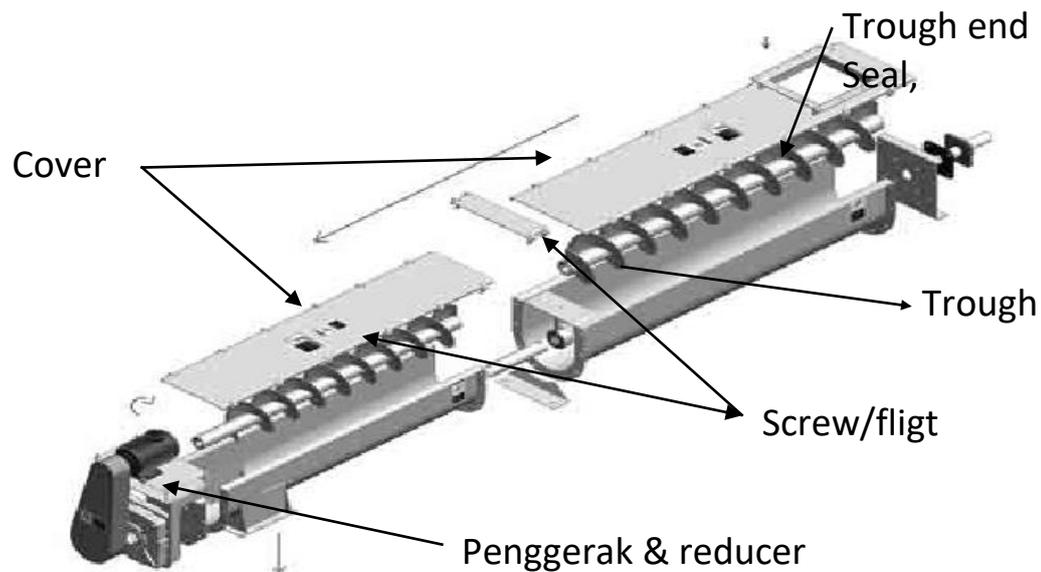
Tahapan proses yang digunakan untuk menghasilkan pati tapioka dalam industri adalah pencucian, pengupasan, pamarutan, ekstraksi, penyaringan halus, separasi, pembasahan, dan pengering. Kualitas tapioka sangat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

- a) Warna tepung: tepung tapioka yang baik berwarna putih.
- b) Kandungan air: tepung harus dijemur sampai kering benar sehingga kandungan airnya rendah.
- c) Banyaknya serat dan kotoran: usahakan agar banyaknya serat dan kayu yang digunakan harus yang umurnya kurang dari 1 tahun karena serat dan zat kayunya masih sedikit dan zat patinya masih banyak.
- d) Tingkat kekentalan: daya rekat tapioka tetap tinggi. (Whister, dkk, 1984).

Tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih (Whister, dkk, 1984).

2.5 Screw Conveyor

Pada dasarnya *screw conveyor* terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya mirip sekrup. Pisau berpilin ini disebut *flight*. *Mekanisme ini* biasanya terdapat dalam suatu tabung. *Screw conveyor* digunakan dalam banyak industri terutama industri pertanian. *Screw conveyor* dalam industri modern sering digunakan secara horizontal atau sedikit miring sebagai cara yang efisien untuk memindahkan bahan semi-padat, termasuk sisa makanan, serpihan kayu, agregat, pakan ternak, boiler abu, daging dan tepung tulang, dan banyak lainnya. Adapun komponen pada *Screw conveyor*:



Gambar 2.3 Komponen *Screw Conveyor*

2.5.1 Cara Kerja *Screw conveyor*

Alat ini terdiri dari baja yang memiliki spiral atau *helical fin* yang tertancap pada *shaft* dan berputar dalam suatu saluran berbentuk U (*through*) tanpa menyentuhnya sehingga *helical fin* mendorong material ke *trough*. *Shaft* digerakkan oleh motor *gear*. *Conveyor* dibuat dengan ukuran panjang 8-12 ft yang dapat bersatu untuk memperoleh panjang tertentu. Diameternya bervariasi dari 3 sampai 24 in. Saluran (*through*) berbentuk setengah lingkaran dan disangga oleh kayu atau baja. Pada akhir ulir biasanya dibuat lubang untuk penempatan as dan *drive end* yang kemudian dihubungkan dengan alat penggerak.

Elemen *screw conveyor* disebut *flight*. bentuknya helical atau dengan modifikasi tertentu. Untuk *helicoids flight* bentuknya berupa pita memanjang dan dengan alat penyangga pada masing-masing belitan dan berakhir pada as sentral. *Screw conveyor* memerlukan sedikit ruangan dan tidak membutuhkan mekanik serta membutuhkan biaya yang sedikit. Material bercampur saat melewati conveyor. Pada umumnya *screw conveyor* dipakai untuk mengangkut bahan secara horizontal. Namun bila diinginkan dengan elevasi tertentu bisa juga dipakai dengan mengalami penurunan kapasitas 25-45% dari kapasitas horisontalnya. Elevasi 10° terjadi penurunan kapasitas 15%, Elevasi 15° terjadi penurunan kapasitas 20% dan Elevasi 20° terjadi penurunan kapasitas 40%.

2.5.2 Fungsi *Screw conveyor*

Bahan yang dapat dipindahkan dengan *screw conveyor* terbatas pada bahan curah yang ukurannya tidak terlalu besar (butiran kecil) sampai bahan yang berbentuk serbuk maupun cair. *Screw conveyor* tidak dapat digunakan untuk pemindahan bahan bongkah besar (*large-lumped*), mudah hancur (*easily-crushed*), abrasif, dan material mudah menempel (*sticking materials*). Beban yang berlebihan akan mengakibatkan kemacetan, merusak poros, dan screw berhenti. *Screw conveyor* digunakan untuk memindahkan material kecil seperti butiran, aspal, batubara, abu, kerikil dan pasir. Tipe khusus yaitu *ribbon conveyor* dimana tidak ada pusat helical fin, cocok digunakan untuk lem, cairan kental seperti molasses, tas panas dan gula. *Screw conveyor* banyak dipakai pada industri seperti:

1. Industri kimia seperti *Titanium dioxide, carbon black, calcium carbonate, powdered lime, rubber, detergent powders and sulphur* dan lain-lain.
2. Makanan seperti *Cake mixes, soup mixes, gravy mixes, cocoa powder, keju, permen, susu bubuk, frozen or raw vegetables, fruits and nuts*.
3. Kosmetik dan obat-obatan seperti bedak, *titanium dioxide, zinc oxide, clay, calcium carbonate*.

2.5.3 Kelebihan dan Kekurangan *Screw conveyor*

Adapun kelebihan dari *screw conveyor* sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai pencampur bahan disamping fungsi utamanya sebagai pemindah bahan
2. Dapat mengeluarkan material pada beberapa titik yang dikehendaki. Hal ini penting bagi material yang berdebu (*dusty*) dan material panas, material yang berbau.

Adapun kekurangan *screw conveyor* sebagai berikut:

1. Tidak dapat digunakan untuk pemindahan bahan bongkah besar (*large-lumped*), mudah hancur (*easily-crushed*), abrasif, dan material mudah menempel (*sticking materials*). Beban yang berlebihan akan mengakibatkan kemacetan, merusak poros, dan screw berhenti.
2. *Screw* pada *conveyor* ini mengakibatkan adanya gesekan material terhadap *screw* dan *through* yang berakibat pada konsumsi daya yang tinggi. Oleh

karena itu *screw conveyor* digunakan untuk kapasitas rendah sampai sedang (sampai 100 m³/jam) dan panjang biasanya 30 sampai 40 m.