

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biopellet

Secara umum teknologi konversi biomassa bahan bakar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu: pembakaran langsung, konversi termokimiawi, dan konversi Biokimiawi. Salah satu contoh Teknologi Biomassa adalah Biopellet.

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas dan kandungan energi (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya proses pembuatan biopellet, biomassa diumpankan ke dalam *pelet mill* yang memiliki *dies* dengan ukuran diameter 8-11 mm dan 15-25 mm. Untuk penggunaan perekat sesuai dengan penelitian Tabil (1996) dalam penelitian Liliana, W. (2010), mensyaratkan bahwa penambahan perekat kedalam campuran bahan biopellet adalah 0,5-5%.. Fantozzi dan Buratti (2009) menyatakan terdapat 6 tahapan proses pembuatan biopellet, yaitu: persiapan bahan baku, pengeringan, pengecilan ukuran, pencetakan biopellet, pendinginan, dan pengemasan. Residu hutan, sisa penggergajian, sisa tanaman pertanian, dan *energy crops* dapat didensifikasi menjadi pelet. Proses pembuatan biopellet dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000kg/m³ (Lehtikangas 2001 dan Mani *et al.* 2004).

Penggunaan biopellet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara – negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopellet digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin. 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 pembuatan biopellet. 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 – 200 C. Akan tetapi, dipastikan bahwa lignin, glukosa dan pektin berperan sebagai agen pengikat.

Biopellet memiliki keunggulan dibandingkan bahan bakar lainnya seperti :

1. Lebih mudah dalam pembuatannya
2. Biaya proses lebih murah
3. Tidak berisiko meledak
4. Sumber bahan baku biomassa jumlahnya melimpah.

Menurut Rozalia (2018), pellet memiliki konsistensi dan efisiensi bakar yang dapat menghasilkan emisi lebih rendah dari kayu. Bahan bakar pellet menghasilkan emisi bahan partikulat yang paling rendah dibandingkan jenis yang lainnya. Arsenik, karbon monoksida, sulfur, dan gas karbon dioksida merupakan sedikit polutan air dan udara yang dihasilkan oleh penggunaan minyak sebagai bahan bakar. System pemanasan pellet menghasilkan emisi gas CO₂ yang dikeluarkan selama pembakaran setara dengan CO₂ yang diserap tanaman ketika tumbuh, sehingga tidak membahayakan lingkungan.

Selain itu biopellet yang dihasilkan juga harus memenuhi standar mutu pellet menurut Standar Nasional Indonesia 8021 : 2014 :

Tabel 2.1 Standar Biopellet SNI 8021 : 2014

Parameter	Nilai
Kadar Air (%)	≤ 12%
Kadar Abu (%)	≤ 1,5%
Kadar Zat Terbang (%)	≤ 80%
Kadar Karbon Terikat (%)	≥ 14%
Kerapatan (g/cm ³)	≥ 0,8
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 4000

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

2.2 Kayu

Kayu adalah bahan yang terdiri dari sel-sel. Struktur yang terdiri atas sel tersebut memberikan kayu banyak sifat-sifat dan ciri-ciri yang unik. Kerapatan adalah perbandingan antara massa atau berat benda terhadap volumenya. Kerapatan kayu berhubungan langsung dengan porositasnya, yaitu proporsi volume rongga kosong.

Kayu merupakan hasil hutan yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pemilihan dan penggunaan kayu untuk salah satu tujuan pemakaian, memerlukan pengetahuan tentang sifat-sifat kayu. Sifat-sifat ini penting sekali dalam industri pengolahan kayu sebab dari pengetahuan sifat tersebut tidak saja dapat dipilih jenis kayu yang tepat serta macam penggunaan yang memungkinkan, akan tetapi juga dapat dipilih kemungkinan penggantian oleh jenis kayu lainnya apabila jenis yang bersangkutan sulit didapat secara kontinyu atau terlalu mahal (Budianto, 2000).

Limbah kayu adalah kayu sisa potongan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang terpaksa harus dikorbankan dalam proses produksinya karena tidak dapat menghasilkan produk (output) yang bernilai tinggi dari segi ekonomi dengan tingkat teknologi pengolahan tertentu yang digunakan (DEPTAN, 1970).

Sunarso dan Simarmata (1980) dalam Iriawan (1993) menjelaskan bahwa limbah kayu adalah sisa-sisa kayu atau bagian kayu yang dianggap tidak bernilai ekonomi lagi dalam proses tertentu, pada waktu tertentu dan tempat tertentu yang mungkin masih dimanfaatkan pada proses dan waktu yang berbeda. Serbuk gergaji kayu merupakan limbah industri kayu yang ternyata dapat digunakan sebagai zat penyerap.

Tabel 2.2 Komponen Kimia Menurut Golongan Kayu

Tipe	%Berat Kering		
	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
Kayu Keras	40-44	15-35	18-25
Kayu Lunak	40-44	20-32	25-35

Sumber : koll mann dan cote (1968) (Hay Green J.G,1987)

2.3 Serbuk Kayu Akasia (*acaccia mangium*)

Serbuk kayu adalah kayu sisa potongan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang terpaksa harus dikorbankan dalam proses produksinya karena tidak dapat menghasilkan produk (output) yang bernilai tinggi dari segi ekonomi dengan

tingkat teknologi pengolahan tertentu yang digunakan. Simarmata dan Haryono (1986) dalam Iriawan (1993) menyatakan bahwa limbah serbuk kayu dapat dibedakan menjadi 2 golongan yaitu :

1. Limbah kayu yang terjadi pada kegiatan eksploitasi hutan berupa pohon yang ditebang terdiri dari batang sampai bebas cabang, tunggak dan bagian diatas cabang pertama.
2. Limbah kayu yang berasal dari industri pengolahan kayu antara lain berupa lembaran veneer rusak, log end atau kayu penghara yang tidak berkualitas, sisa kupasan, potongan log, potongan lembaran veneer, serbuk gergajian, serbuk pengampelasan, sebetan, potongan ujung dari kayu gergajian dan kulit.

Menurut klasifikasi komponen kimia kayu Indonesia (Anonim, 1976), kelompok akasia dari spesies *A. auriculiformis*, *A. cunn* dan *A. decurrens* Willd termasuk kelompok tinggi (45%) dalam hal kandungan selulosa, kadar lignin dan pentosan rendah (18-21%), sedangkan zat ekstraktif dan kadar abu tergolong tinggi (3-6%).

Perbedaan umur pohon memberikan pengaruh yang berbeda terhadap komposisi kimia kayu. Kadar selulosa, lignin, kelarutan dalam alkohol-benzena dan air dingin, secara umum menunjukkan kecenderungan menurun dengan bertambahnya umur pohon sedangkan kadar pentosan cenderung meningkat.

Untuk kadar abu, silika, kelarutan dalam NaOH 1% dan air panas, memberikan respon yang berfluktuatif dengan bertambahnya umur tanaman. Berdasarkan penelitian Muladi (1996), kandungan komponen kimia kayu Akasia yang berumur 12 tahun sebesar 73,9 % holoselulosa, 53,8 % selulosa, lignin sebesar 26,6 % dan ekstraktif yang larut dalam alkohol benzen sebesar 3,9%.

Tabel 2.3 Karakteristik Kayu Akasia (*Acacia Mangium*)

Parameter	Satuan	Nilai
Nilai Kalor Pembakaran	Kcal/kg	4040-4231
Kadar Air	%	11.44-13.11
Kadar Zat Terbang	%	80.13-84.27
Kadar Abu	%	0.31-0.97
Kadar Karbon Terikat	%	14.92-19.49

2.4 Getah Damar

Pohon damar (*Agathis loranthifolia*) adalah sejenis pohon anggota tumbuhan runjung (*Gymnospermae*) yang merupakan tumbuhan asli Indonesia. Damar menyebar di Sumatera, Maluku, Sulawesi, hingga ke Filipina (Palawan dan Samar). Damar banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk menyalakan obor, bahan membuat batik, bagian sambungan kapal, sebagai bahan baku untuk perekat, cat, lilin, dan bahan pengisi kertas. Menurut Djajapertjunda dan Partadireja (1973) dalam Larasati (2007), damar banyak digunakan sebagai bahan mentah dalam industri-industri campuran karet, lak, vernis, plastik, macam-macam kulit, korek api, bahan isolator, obat-obatan dan industri bahan peledak. Secara umum, sifat – sifat damar antara lain rapuh dan mudah melekat pada tangan pada suhu kamar, mudah larut dalam pelarut organik yang polar, tidak larut dalam air, tidak tahan panas, mudah terbakar, tidak volatile bila tidak terdekomposisi dan dapat berubah warna bila disimpan terlalu lama dalam tempat tertutup tanpa sirkulasi udara yang baik (Namiroh, 1998; Setianingsih, 1992; Tan, 1990).

Mutu damar dikelompokkan berdasarkan ukuran bongkahan, warna dan kadar pengotor. Damar yang bermutu baik adalah damar yang berbentuk bongkahan besar, berwarna jernih dan berkadar kotoran rendah. Untuk menurunkan jumlah pengotor dalam damar, dapat dilakukan pemurnian, baik secara fisik dengan cara pemecahan bongkahan damar dan pengayakan, menggunakan pelarut atau campuran beberapa pelarut, atau gabungan antara pelarut dan bahan pemucat. Resin damar dikelompokkan menjadi resin cair dan resin padat. Resin cair mengandung resin dan minyak esensial (*oleresin*) berwujud cair dan memiliki aroma yang khas. Resin padat adalah resin berbentuk padat karena sebagian kecil minyak esensialnya telah menguap. Resin padat mudah pecah atau patah (Appanah dan Trumbull, 1998). Resin damar mengandung asam gurjunik ($C_{22}H_{34}O_4$) dan sejumlah naptha yang mudah menguap dan mengkristal. Hasil analisis gas kromatografi spektrum masa terhadap damar mata kucing yang dilakukan oleh Mulyono (2009), berhasil mendeteksi sejumlah 67 senyawa yang terdiri atas empat golongan, yaitu 30 senyawa karbon tetrasiklik, 3 senyawa pentasiklik, 11 senyawa C15 dan 23

Senyawa golongan lain. Komponen terbanyak dalam damar mata kucing dan merupakan golongan karbon tetrasiklik adalah brasikasterol, yaitu sebanyak 20,23%. Yamaguchi (1971) dalam Setianingsih (1992), melaporkan bahwa di dalam resin damar terdapat berbagai molekul yang termasuk ke dalam golongan alkohol, asam, keton, dan ester. Menurut Manitto (1981) dalam Setianingsih (1992), molekul di dalam resin damar termasuk dalam golongan triterpen dan triterpen-o yang merupakan hasil reaksi siklisasi dari poliisoprene. Lenny (2006), melaporkan bahwa triterpen merupakan senyawa yang memiliki atom C₃₀ dan bersifat tidak menguap.

2.5 Motor Bakar

Motor bakar diesel biasa disebut juga dengan Mesin diesel (atau mesin pemacu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima paten pada 23 Februari 1893.

Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada Exposition Universelle (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang (lihat biodiesel). Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering.

Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel kecepatan-rendah (seperti pada mesin kapal) dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50%.

Mesin diesel dikembangkan dalam versi dua-tak dan empat-tak. Mesin ini awalnya digunakan sebagai pengganti mesin uap. Sejak tahun 1910-an, mesin ini mulai digunakan untuk kapal dan kapal selam, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya. Pada tahun 1930-an, mesin diesel mulai digunakan untuk mobil. Sejak saat itu, penggunaan mesin diesel terus meningkat dan menurut British Society of Motor Manufacturing and Traders,

50% dari mobil baru yang terjual di Uni Eropa adalah mobil bermesin diesel, bahkan di Prancis mencapai 70%.

Untuk aplikasi generator listrik, komponen penting dari mesin diesel adalah governor, yang mengontrol suplai bahan bakar agar putaran mesin selalu pada putaran yang diinginkan. Apabila putaran mesin turun terlalu banyak kualitas listrik yang dikeluarkan akan menurun sehingga peralatan listrik tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya, sedangkan apabila putaran mesin terlalu tinggi maka dapat mengakibatkan over voltage yang bisa merusak peralatan listrik.

Mesin diesel memiliki beberapa keuntungan dibandingkan mesin pembakaran lain:

1. Mesin diesel membakar lebih sedikit bahan bakar daripada mesin bensin untuk menghasilkan kerja yang sama karena suhu pembakaran dan rasio kompresi yang lebih tinggi. Mesin bensin umumnya hanya memiliki tingkat efisiensi 30%, sedangkan mesin diesel bisa mencapai 45% (mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik).
2. Tidak ada tegangan listrik tinggi pada sistem penyalan, sehingga tahan lama dan mudah digunakan pada lingkungan yang keras. Tidak adanya koil, kawat spark plug, dsb juga menghilangkan sumber gangguan frekuensi radio yang dapat mengganggu peralatan navigasi dan komunikasi, sehingga penting pada pesawat terbang dan kapal.
3. Daya tahan mesin diesel umumnya 2 kali lebih lama daripada mesin bensin karena suku cadang yang digunakan telah diperkuat.
4. Bahan bakar diesel umumnya dianggap lebih aman daripada bensin. Meskipun bahan bakar diesel dapat terbakar pada udara bebas jika disulut dengan sumbu, namun tidak akan meledak dan tidak menghasilkan uap yang mudah terbakar dalam jumlah besar. Tekanan uap yang rendah sangat menguntungkan untuk aplikasi kapal laut, di mana campuran bahan bakar dengan udara yang dapat meledak sangatlah berbahaya. Dengan alasan yang sama, mesin diesel tahan terhadap vapor lock.

5. Untuk beban parsial berapapun, efisiensi bahan bakar (massa yang dibakar per energi yang dihasilkan) hampir konstan untuk mesin diesel, sedangkan pada mesin bensin akan proporsional.
6. Mesin diesel menghasilkan panas yang terbuang lebih sedikit.