

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. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. 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). 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 (Hendrison, 2003; Agustina, 2004).

Biomassa merupakan bahan energi yang dapat diperbaharui karena dapat diproduksi dengan cepat. Karena itu bahan organik yang diproses melalui proses geologi seperti minyak dan batubara tidak dapat digolongkan dalam kelompok biomassa. Biomassa umumnya mempunyai kadar volatile relatif tinggi, dengan

kadar karbon tetap yang rendah dan kadar abu lebih rendah dibandingkan batubara. Biomassa juga memiliki kadar volatil yang tinggi (sekitar 60-80%) dibanding kadar volatile batubara, sehingga biomass lebih reaktif dibandingkan batubara.

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 energy (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. Fantozzi dan Buratti (2009) menyatakan 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, 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 (Cook, 2007). Selain itu menurut PFI (2007), pellet memiliki konsistensi dan efisiensi bakar yang dapat menghasilkan emisi yang lebih rendah dari kayu. Bahan

bakar pellet menghasilkan emisi bahan partikulat yang paling rendah dibandingkan jenis lainnya. Adapun standar kualitas biopellet berdasarkan SNI 8021-2014 dan beberapa negara dapat dilihat berturut-turut pada tabel 1 dan 2

Tabel 1. Standar Kualitas Biopellet Berdasarkan SNI 8021-2014

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

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

Tabel 2. Standar Kualitas Biopellet Beberapa Negara

Parameter	Satuan	Amerika ^(a)	Prancis ^(b)
Diameter	Mm	6,35-7,94	6-16
Panjang	Mm	< 3,81	10-50
Kerapatan	g/cm^3	>0,64	>1,15
Kadar Air	%	-	≤ 15
Kadar Abu	%	<3 (standar); <1 (premium)	≤ 6
Nilai Kalor	(kal/g)	>4579,2	>4056
Sulfur	%	-	<0,1
Nitrogen	%	-	$\leq 0,5$
Klorin	%	<0,03	<0,07

Sumber: ^(a)Peksa-Blanchard (2007); ^(b)Douard (2007) dalam Wihdatul 2014.

2.1.2 Serabut Kelapa

Sabut/Serabut merupakan bagian mesokarp (selimut) yang berupa serat-serat kasar kelapa. Sabut biasanya disebut sebagai limbah yang hanya ditumpuk di bawah tegakan tanaman kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering. Pemanfaatannya paling banyak hanyalah untuk kayu bakar. Secara tradisional, masyarakat telah mengolah sabut untuk dijadikan tali dan dianyam menjadi kesed. Padahal sabut masih memiliki nilai ekonomis cukup baik. Sabut kelapa jika diurai akan menghasilkan serat sabut (*cocofibre*) dan serbuk sabut (*cococoir*). Namun produk inti dari sabut adalah serat sabut. Dari produk

cocofibre akan menghasilkan aneka macam derivasi produk yang manfaatnya sangat luar biasa

Sabut merupakan bagian terbesar dari struktur buah kelapa, 35 % dari berat keseluruhan buah yang terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan gabus 175 gram (25 % dari sabut). Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (exocarpium) dan lapisan dalam (endocarpium). Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi sabut kelapa terdiri atas kandungan hemiselulosa sebanyak 15,5 % , selulosa 37,9 % , lignin 33,5%



Gambar 1. Serabut Kelapa

2.1.3 Mesin Diesel

Mesin diesel adalah sejenis mesin pembakaran dalam; lebih spesifik lagi, sebuah mesin pemicu kompresi, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi, dan bukan oleh alat berenergi lain (seperti busi). Mesin diesel pada kendaraan otomotif sering digunakan pada mobil-mobil yang mempunyai kapasitas mesin yang besar, dan juga tenaga yang besar hal ini dikarenakan mesin diesel cocok untuk penggunaan jarak jauh (mesin diesel lebih tahan panas dibanding mesin bensin) dan tenaga yang besar (karena konstruksi mesin diesel rata-rata berkapasitas besar).

2.1.4 Bahan Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Menurut Kurniawan dan marsono (2008), ada beberapa jenis perekat yang digunakan biopelet seperti perekat aci, perekat tanah liat, perekat getah karet, perekat getah pinus, dan perekat pabrik.

a. Perekat tapioka

Perekat tapioka terbuat dari tepung tapioka yang mudah dibeli dari toko makanan. Cara membuatnya sangat mudah yaitu mencampurkan tepung tapioka dengan air lalu dididihkan diatas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk terus menerus agar tidak menggumpal.

b. Perekat tanah liat

Perekat tanah liat bisa digunakan sebagai perekat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun membutuhkan waktu lama untuk mengeringkan serta agak sulit ketika dibakar.

c. Perekat getah karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan lem aci maupun tanah liat. Tetapi ongkos produksinya lebih mahal. Selain itu, perekat ini menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap dari tempat tinggi.

d. Perekat getah pinus

Biopelet yang menggunakan perekat ini hampir dengan biopelet yang menggunakan perekat karet. Namun, keunggulannya terletak pada daya benturan biopelet yang kuat meskipun dijatuhkan dari tempat tinggi.

e. Perekat Pabrik

Perekat ini adalah lem khusus yang diproduksi pabrik. Lem ini mempunyai daya pelekat yang sangat kuat tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada biopelet.

2.2. Biopelet

Biopelet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas dan kandungan energi (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya proses pembuatan biopelet, biomassa diumpankan ke dalam *pelet mill* yang memiliki *dies* dengan ukuran diameter 8-11 mm dan 15-20 mm. Untuk penggunaan perekat sesuai dengan penelitian Tabil (1996) dalam penelitian Liliana, W. (2010), mensyaratkan bahwa penambahan

perekat kedalam campuran bahan biopelet adalah 0,5-5%.. Fantozzi dan Buratti (2009) menyatakan terdapat 6 tahapan proses pembuatan biopelet, yaitu: perlakuan pendahuluan bahan baku (*pre-treatment*), pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopelet (*peletization*), pendinginan (*cooling*), dan *silage*. Residu hutan, sisa penggergajian, sisa tanaman pertanian, dan *energy crops* dapat didensifikasi menjadi pelet. Proses peletisasi dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000kg/m³ (Lehtikangas 2001 dan Mani *et al.* 2004).

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. Pelet kayu yang disajikan dalam Gambar. 3 berikut ini :

- a. Terbuat dari limbah biomassa seperti serbuk gergaji dan limbah pertanian. Diameter pelet adalah 6 – 12 mm dan panjangnya 10 – 25 mm.
- b. Menunjukkan pelet ukuran besar (briket kayu dan briket jerami padi). Diameter briket adalah 50 – 80 mm dan panjangnya 300 mm.
- c. Menunjukkan CCB yang merupakan sejenis bahan bakar komposit campuran biomassa dan batubara yang disebut dengan biobriket.



Gambar 1. Biopelet

Disamping briket jerami padi, pelet dengan bahan baku biomassa dan briket campuran biomassa dapat diproduksi dari proses pembuatan sebagai berikut :

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

Karena 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 :

- a. Lebih mudah dalam pembuatannya
- b. Biaya proses lebih murah
- c. Tidak berisiko meledak dan terbakar

2.2.2. Sifat biopelet yang baik

Adapun sifat biopelet yang baik antara lain

- a. Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran
- b. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan pindah-pindah
- c. Mempunyai suhu pembakaran yang tetap ($\pm 350^{\circ}\text{C}$) 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

Tabel 3. Standar Kualitas Biopelet

Parameter	Satuan	Standar
Kadar Air	%	< 8
Kadar Abu	%	< 8
Kadar Karbon	%	> 77
Kadar Zat Terbang	%	< 15
Nilai Kalor	Kal/gr	> 5000

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (1994) dalam Santosa

Tabel 4. 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	4400	5000 - 6000	5870	4000 - 6500

Sumber : Trie Diah Pebriani 2014

2.3. Spesifikasi Kualitas Pelet

Spesifikasi bahan biopelet yang perlu diketahui diantaranya adalah:

1. 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.

a. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas yang dihasilkan dan diukur sebagai nilai kalor LHV (gross calorific value) atau nilai kalor HHV (netto calorific value). Perbedaan dari LHV dan HHV ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran. HHV 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).

b. 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:

1) 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.

2) Kandungan air bawaan (inherent moisture)

Kandungan air ini terikat secara kimiawi dan fisika pada pelet.

3) 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.

2. Sifat Kimia

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

a. Kandungan Abu

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

1) Pengotoran luar

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

2) 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).

b. Volatile Matter (VM)

Zat terbang adalah bagian dari pelet dimana bila pelet dipanaskan tanpa kontak dengan udara pada suhu sekitar 900°C 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).

c. *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)