

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biomasa**

Biomasa merupakan sumber energi terbarukan yang diproduksi melalui proses fotosintesis dan pada umumnya merujuk pada energi yang tersimpan dalam bahan organik seperti hutan dan produk pertanian (Bantacut et al., 2013). Komponen penyusun biomasa adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, lipid, protein, gula sederhana, air, abu, dan komponen lainnya (Jenkins M. et al., 1998). Biomasa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar fosil karena ketersediannya yang melimpah, mudah diperoleh, dan dapat diperbaharui secara cepat (Lamanda et al., 2015). Penggunaan energi berbasis biomasa dianggap bebas dari gas rumah kaca dan emisi gas CO<sub>2</sub>. Selain itu, sifatnya yang terbarukan akan memastikan adanya keberlanjutan sebagai sumber energi.

Biomasa dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung, namun penggunaannya memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah kadar air yang tinggi, bentuk dan ukuran yang tidak seragam, densitas rendah, kerapatan energi yang rendah serta mudah terserang mikroorganisme perusak (Zuhdi, 2018). Peningkatan kualitas biomasa sebagai bahan bakar dapat dilakukan dengan cara melakukan konversi menjadi bentuk yang lebih baik. Konversi yang dilakukan dapat memudahkan dalam penanganan, transportasi, penyimpanan, peningkatan daya bakar, peningkatan efisiensi bakar, bentuk yang lebih seragam, dan kerapatan energi yang lebih besar.

#### **2.2 Densifikasi**

Densifikasi merupakan proses pemadatan biomassa dengan cara pengempaan (penekanan) sehingga rapat massa dan rapat energi meningkat. Secara umum, setiap proses yang mengarah ke kepadatan fisik yang lebih rendah dan kepadatan energi yang lebih tinggi dapat dianggap sebagai proses densifikasi. Densifikasi meningkatkan massa jenis biomassa (40–200 kg/m<sup>3</sup> hingga 600–800 kg/m<sup>3</sup>) dan nilai kalor, memudahkan dalam pengangkutan dan penyimpanan, serta meningkatkan keteraturan bentuk. Beberapa produk biomasa hasil densifikasi

dapat berupa biopelet, biobriket, pucks, serpihan kayu, biomasa torefaksi, arang, dan bio-oil (Abdoli et al., 2018). Keuntungan dari penggunaan biomasa hasil densifikasi antara lain :

1. Laju pembakaran dapat dibandingkan dengan batubara
2. Pembakaran seragam dapat dicapai
3. Emisi partikulat dapat dikurangi
4. Kemungkinan pembakaran spontan dalam penyimpanan berkurang
5. Transportasi, penyimpanan dan penanganan menjadi lebih efisien.

### **2.3 Biopelet**

Biopelet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, dan kandungan energi. Penambahan perekat yang digunakan pada proses pembuatan biopelet berdasarkan penelitian Tabil (1996) dalam Liliana (2010).

Pembuatan biopelet pada penelitian ini mengacu pada pembuatan briket yang dilakukan Fantozzi dan Buratti (2009). Menurut Fantozzi dan Buratti (2009) pada umumnya pembuatan biopelet meliputi: perlakuan pendahuluan bahan baku (pre-treatment), pengeringan (drying), pengecilan ukuran (size reduction), pencetakan biopelet (pelletization), pendinginan (cooling) dan pengeringan.

Berikut adalah proses pembuatan biopelet :

1. Proses pengeringan, biomasa berada pada rentang 50 – 90%. Untuk mendapatkan kondisi optimum dalam proses pemeletan, maka bahan baku harus dikeringkan hingga kadar air mencapai 10 – 20%. Namun, apabila bahan baku telah memiliki kadar air yang tepat, maka proses pengeringan tidak perlu lagi dilakukan.
2. Proses pengecilan bahan baku, merupakan salah satu bagian yang terpenting pada proses pembuatan biopelet. Hal ini bertujuan untuk menciptakan pelet yang lebih padat dan berkualitas tinggi. Ukuran bahan biomassa yang digunakan harus diukur 6 – 8 mm dengan 10 – 20% komponen serbuk (< 4 Mesh).
3. Proses pencetakan pelet, bahan baku akan melewati tahap pencetakan biopelet di dalam pellet mill. Pellet mill merupakan peralatan yang terdiri dari cetakan

dan dua roller atau lebih. Bahan yang diumpankan ke dalam pellet mill akan di distribusikan secara merata oleh roller yang berputar di atas pencetak dan ditekan ke bawah agar masuk ke dalam lubang pencetak. Bahan baku yang telah melewati pencetak akan terpotong menjadi beberapa bagian secara acak atau dipotong sesuai dengan panjang yang diinginkan menggunakan pisau (Oberberger & Thek, 2010).

4. Proses Pendinginan, pada umumnya biopelet yang keluar dari keping pencetak memiliki suhu 70 °C dan kadar air 12 – 18% serta masih dalam keadaan rapuh. Untuk menghindari kerusakan pada biopelet dan pembentukan debu, biopelet harus langsung melewati proses pendinginan. Biopelet akan di dinginkan dengan udara hingga mencapai suhu 20 – 25°C dan kadar air 8 – 12%. Proses pendinginan juga berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi jamur pada biopelet (Abdoli et al., 2018).

Dalam proses pembuatan biopelet, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu tekanan, suhu, ukuran partikel bahan baku, kadar air, dan komposisi kimia biomassa. Adapun standar kualitas biopelet berdasarkan SNI 8021 – 2014 dan beberapa negara dapat dilihat berturut-turut pada tabel 2.1 dan 2.2.

**Tabel 2.1 Standar Kualitas Biopelet Berdasarkan SNI 8021-2014**

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

*Sumber : Prabawa & Miyono (2017)*

**Tabel 2.2 Standar Kualitas Biopelet Beberapa Negara**

Parameter	Satuan	Amerika	Prancis
Diameter	Mm	6,35-7,94	6-16
Panjang	Mm	< 3,81	10-50
Kerapatan	g/cm <sup>3</sup>	>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	%	-	≤0,5
Klorin	%	<0,03	<0,07

*Sumber:* Peksa-Blanchard (2007); Douard (2007)

### 2.3.1 Keunggulan biopelet

Adapun keunggulan biopelet antara lain :

- a. Lebih mudah dalam pembuatannya
- b. Biaya proses lebih murah
- c. Tidak berisiko meledak
- d. Sumber bahan baku biomassa jumlahnya melimpah
- e. Sebagai salah satu bahan bakar terbarukan

### 2.3.2 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 dalam jangka waktu yang cukup panjang.
- d. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak.

### 2.3.3 Sifat Fisik dari biopelet

Sifat fisik merupakan salah satu penentuan kualitas pelet yang dibuat. Adapun untuk Analisa sifat fisik dapat meliputi pengukuran nilai kalor, kadar air, dan densitas.

#### a. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas yang dihasilkan dan diukur sebagai nilai kalor LHV (low heating value) atau nilai kalor HHV (high heating value). Perbedaan dari LHV dan HHV ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap 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:

- 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.

- Kandungan air bawaan (inherent moisture)

Kandungan air ini terikat secara kimiawi dan fisika pada pelet.

- 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.

## 2.4 Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tumbuhan air yang mengapung/gulma yang dapat tumbuh dengan cepat (3%/ hari) pada permukaan air/rawa, eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang merusak lingkungan perairan. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat disebabkan oleh air yang mengandung hara yang tinggi, terutama yang kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium. Hal ini mengakibatkan berbagai kesulitan seperti terganggunya transportasi, penyempitan sungai, dan masalah lain karena penyebarannya yang menutupi permukaan sungai/perairan (Sulistiawati et al.,2016). Supaya eceng gondok ini tidak menumpuk dan menjadi limbah biomassa, maka dapat dilakukan suatu pemanfaatan alternatif terhadap eceng gondok ini dengan jalan pembuatan biopelet.

**Tabel 2.3 Komposisi Kandungan pada Eceng Gondok Segar**

Eceng gondok segar	Jumlah
Air	92,60%
Abu	0,44%
Serat kasar	2,09%
Karbohidrat	0,17%
Lemak	0,35%
Protein	0,16%
Fosfor	0,52%
Kalium	0,42%
Klorida	0,26%
Alkanoid	2,22%

*Sumber : Rochyati (1998)*

**Tabel 2.4 Komposisi Kandungan pada Eceng Gondok Kering**

Eceng gondok kering	Jumlah
Selulosa	64,51%
Pentose	15,61%
Silica	5,56%
Abu	12%
Lignin	7,69%

*Sumber : Rochyati (1998)*

## 2.5 Limbah Serbuk Gergaji

Kayu merupakan sumber energi biomassa yang paling banyak ditemukan (Wistara et al., 2020). Pada umumnya pengolahan kayu akan menghasilkan produk sampingan berupa serbuk gergajian, serutan, dan serpihan kayu. Selama ini limbah tersebut banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya, dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar. Pemanfaatannya baru sebatas campuran dalam pembuatan papan partikel dan media tanam jamur, namun belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat sebagai sumber energi alternatif dan terbarukan. Alpian et al. (2019) menyatakan bahwa serbuk gergaji memiliki kandungan utama berupa lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang menjadikannya potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biopellet. Kandungan pada serbuk gergaji dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Komposisi *Lignoselulosa* Serbuk Gergaji

Parameter	Satuan	Komposisi
Lignin	%	25,59 ±1,9561
Selulosa	%	39,97 ±1,6234
Hemiselulosa	%	17,54 ±3,1690
Kadar air	%	10,18 ±0,3622
Zat larut air	%	16,9 ±0,2948

Sumber: (Rizal et al., 2020)

## 2.6 Tepung 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 kegunaan keduanya 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%. 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).