

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Bahan yang tergolong dalam biomassa adalah sisa hasil hutan dan perkebunan, biji dan limbah pertanian, kayu dan limbah kayu, limbah hewan, tanaman air, tanaman kecil, dan limbah industri serta limbah pemukiman. Komponen penyusun biomasa adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, lipid, protein, gula sederhana, air, abu, dan komponen lainnya (Jenkins M. et al., 1998). Biomassa 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 CO₂. Selain itu, sifatnya yang terbarukan akan memastikan adanya keberlanjutan sebagai sumber energi.

Konversi biomassa menjadi bentuk yang lebih baik dapat meningkatkan kualitasnya sebagai bahan bakar. 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. Biomassa bersifat mudah didapatkan, dan merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Rakhmat Kurniawan, 2017).

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/m³ hingga 600–800

kg/m³) dan nilai kalor, memudahkan dalam pengangkutan dan penyimpanan, serta meningkatkan keteraturan bentuk. Beberapa produk biomasa hasil densifikasi dapat berupa biopellet, 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 Biopellet

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pellet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas dan kandungan energi (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya proses pembuatan biopellet, biomassa diumpukan ke dalam *pellet 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 ke dalam 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 pellet.

Proses pembuatan biopellet dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000 kg/m³ (Lehtikangas 2001 dan Mani et al. 2004). Di perkirakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kondisi pemeletan termasuk 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 pellet yang dihasilkan mungkin berbeda berdasarkan operator. Disamping itu, pellet juga berbeda untuk bahan biomassa yang berbeda, akan tetapi berdasarkan nilai rata – rata membutuhkan tekanan dan suhu

pemeletan setinggi 70 MPa dan 100°C – 200° C. Akan tetapi, dipastikan bahwa lignin, glukosa dan berperan sebagai agen pengikat.

Adapun penjelasan lebih detail mengenai pembuatan biopelet secara umum adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku yang dibutuhkan untuk pencetakan bio pelet. Berupa limbah/zat sisa penggunaan yang tidak terpakai lagi. Berupa bahan bahan yang mudah terbakar dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

2. Pengeringan bahan baku

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.

3. Pengecilan biopelet

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.

4. Pencetakan biopelet

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

5. Pendinginan biopelet

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

6. Pengemasan biopelet

Biopelet yang telah didinginkan untuk dikemas serapi dan serapat mungkin.

2.3.1 Sifat Biopelet yang Baik

Sifat biopelet yang baik menurut SNI 8021 : 2014 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 panjang (± 40 menit)
- d. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak

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

Tabel. 2.1 Standar Kualitas Biopelet

| 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 tentang biopelet 8021 (2014)

2.3.2 Keunggulan Biopelet

Adapun keunggulan biopelet sebagai berikut :

- a. Lebih mudah dalam pembuatannya
- b. Biaya proses lebih murah
- c. Tidak berisiko meledak dan terbakar
- d. Sumber bahan baku biomassa jumlahnya melimpah

2.3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi pencetakan biopelet

Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan mempengaruhi kehilangan bahan pada saat proses pengangkutan. Beberapa faktor yaitu :

1. Ukuran

Ukuran mempengaruhi kekuatan biopelet yang dihasilkan karena ukuran yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kuat tekan pelet akan semakin besar.

2. Penekanan

Penekanan pada saat proses cetak akan berdampak pada kekerasan dan kekuatan dari pelet yang dihasilkan. Penekanan pada saat proses cetak pelet harus tepat, tidak terlalu besar ataupun kecil dimana akan berdampak pada proses penyalaan pelet.

3. Bahan Baku

Pelet dapat dibuat dari berbagai macam bahan yakni batubara, arang, serbuk kayu, sekam padi, eceng gondok, dan lain-lain. Bahan baku pembuatan pelet harus mengandung selulosa, semakin tinggi maka semakin baik kualitasnya. Pelet yang mengandung zat terbang tinggi yang proses penyalaan dapat berlangsung cepat akan tetapi dapat menghasilkan asap dan bau yang tidak sedap.

4. Temperatur

Semakin tinggi temperatur pencetak akan semakin mudah membentuk dan mencetak biopelet serta akan menekan jumlah kadar air tertambat pada bahan produk biopelet.

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 | 4400 | 5000 – 6000 | 5870 | 4000 - 6500 |

(Sumber : Trie Diah Pebriani (2014) dalam laporan tugas akhir Dicky (2018))

2.4 Spesifikasi Kualitas Biopelet

Spesifikasi bahan biopelet yang perlu diketahui diantaranya adalah:

2.4.1 Sifat Fisik

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

a. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran. Ukuran panas diukur sebagai nilai kalor LHV (gross calorific value) atau nilai kalor HHV (netto calorific value). HHV menunjukkan bahwa seluruh uap yang dihasilkan selama proses pembakaran sepenuhnya terkondensasi. Sedangkan LHV menunjukkan air yang keluar dengan produk pengembunan tidak seluruhnya terkondensasi. nilai kalor dapat diukur dengan menggunakan bomb calorimeter dengan metode uji SNI 01-6235-2000 (Mawardi Dkk, 2019).

b. kadar air

kadar air merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan bakar padat. Analisa kandungan air bertujuan mengetahui kandungan air yang berada pada pelet. Pengaruh kadar air dapat mempengaruhi nilai kalor karena semakin

besar kadar air pada bahan bakar padat maka nilai kalor akan semakin kecil. Kadar air juga berkaitan dengan kemudahan penyalaan. Semakin tinggi kadar air maka waktu penyalaan awal yang diperlukan semakin lama, sebaliknya semakin rendah kadar air maka waktu penyalaannya semakin cepat. Hal ini diduga karena adanya pelepasan air pada saat pemanasan. Air akan terlepas dan menguap keudara selama proses pemanasan (Mahdie Dkk, 2018).

c. densitas

Densitas merupakan tingkat kerapatan suatu bahan bakar yang telah mengalami tekanan. densitas dapat diukur dengan mendeterminasi berapa rapat massa pelet melalui perbandingan antara massa biopelet dengan besarnya dimensi volumetric biopelet.

d. laju pembakaran biopelet

Laju pembakaran biopelet adalah kecepatan biopelet habis terbakar sampai menjadi abu atau jumlah massa biopelet yang terbakar dalam satuan waktu. Secara umum pembakaran biopelet dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah pemanasan atau pengeringan dengan pengurangan massa bahan baku yang lambat, tahap kedua devolatilisasi yang ditunjukkan oleh pengurangan massa yang cepat, dan tahap ketiga ditunjukkan pembakaran arang (Sudiro dkk, 2014 dalam jurnal Mahdie, 2018).

2.4.2 Sifat Kimia

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

a. kadar abu

Kandungan abu merupakan material organik yang terkandung didalam pelet setelah dilakukan pembakaran pada kondisi temperature tertentu. Kandungan abu dapat berasal dari permukaan pelet saat proses cetak pelet dilakukan dan adanya kandungan mineral lain di dalam pelet pada saat pembentukan pellet. 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 dalam Dicky, 2018).

b. *volatile meter*

Volatile meter atau 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. Kadar zat terbang dapat menurunkan kualitas biopelet karena dapat menimbulkan banyak asap pada saat proses pembakaran (Lubis, A S Dkk, 2016)

c. *Fixed carbon*

Fixed carbon atau kadar karbon terikat merupakan karbon dalam keadaan bebas, tidak bergabung dengan elemen lain yang tertinggal setelah materi yang mudah menguap dilepaskan selama analisis suatu sampel padat kering. Kadar karbon penting dihitung karena mempengaruhi nilai kalor. Pengukuran karbon terikat menunjukkan jumlah material padat yang dapat terbakar setelah komponen zat terbang dihilangkan dari bahan tersebut (Hendre,2012 dalam jurnal Lubis Dkk, 2016).

2.5 Bahan-Bahan Pembuatan Biopelet

Dalam penelitian kali ini penulis menggunakan bahan dasar limbah sekam padi dan dedak serta menggunakan Perekat yang digunakan yaitu ggetah damar.

2.5.1 Sekam Padi dan Dedak

Sekam di hasilkan dari sekitar 16% - 26% padi dari proses penggilingan bergantung pada model atau tipe penggilingan padi yang digunakan. Sedangkan menurut Deptan dihasilkan sekitar 20% - 30% sekam, dedak 8 – 12% dan beras giling sekitar 50 – 63,5% (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departmen Pertanian, tanpa tahun). Ditinjau dari komposisi kimia, sekam padi mengandung beberapa unsur kimia penting menurut DTC-IPB kandungan kimiawi sekam padi sebagai berikut, karbon (zat arang) 1,33%, hidrogen 33,64% dan silika 16,98% (Nugraha, 2008). Nutrien yang terdapat di dedak padi yang berkualitas baik antara lain komposisi dedak padi cukup tinggi protein 11,3-14,4%, lemak 15,0-19,7%, serat kasar 7,0-11,4%, karbohidrat 34,1-52,3% dan abu 6,6-9,9% (Lubis et al., 2002).



Gambar 2.1 Dedak dan Sekam Padi

(Sumber : google images, 2021)

Tabel 2.3 Kandungan Kimia Sekam Padi

| Komponen | Persentase (%) |
|----------------------------|--------------------------|
| Menurut Suharno (1979) | |
| Kadar Air | 9,02 |
| Abu | 17,71 |
| Karbohidrat Kasar | Menurut DTC-IPB 33,71 |
| Karbon (Zat Arang) | 1,33 |
| Hidrogen | 1,54 |
| Oksigen | 33,64 |
| Silika (SiO ₂) | 16,98 |

(Sumber :Nugraha dan Rahmat 2008)

Sekam memiliki kerapatan jenis (bulk densil) 125 kg/m, dengan nilai kalori 1 kg sekam sebesar 3000 kal/kg (Houston, 1972). Sedangkan menurut Ahiduzzaman (2007) sekam padi yang belum di olah memiliki kerapatan jenis (bulk densil) yaitu 117,0 kg/m³, namun setelah mengalami proses densifikasi (pemadatan), kerapatan jenisnya mencapai 825,4 kg/m³.

2.5.2 Tepung Tapioka

Tapioka merupakan pati yang diekstrak dari 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. Komposisi kimia tapioka sebagai berikut.

Tabel 2.4 Komposisi Kimia Tepung Tapioka

| Komposisi | Jumlah |
|-----------------------|---------|
| Serat (%) | 0.5 |
| Air (%) | 15 |
| Karbohidrat (%) | 85 |
| Protein (%) | 0,5-0,7 |
| Lemak (%) | 0,2 |
| Energi (kalori/gram) | 307 |

(Amin, 2013)

Komponen pati dari tapioka secara umum terdiri dari 17% amilosa dan 83% amilopektin. Kekuatan pembengkakan dan kelarutan tapioka lebih kecil dari pati kentang, tetapi lebih besar dari pati jagung (Amin, 2013). 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:

1. Warna tepung tepung tapioka yang baik berwarna putih.
2. Kandungan air tepung harus dijemur sampai kering benar sehingga kandungan airnya rendah.
3. 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.
4. Tingkat kekentalan daya rekat tapioka tetap tinggi. (Whister, dkk, 1984)

