

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi**

Energi merupakan kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat sehari-hari. Kebutuhan energi yang terus meningkat disertai dengan penambahan jumlah penduduk. Bahan bakar fosil telah menjadi bahan bakar umum dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, dan cadangan energi fosil yang tidak mencukupi akan berdampak pada perekonomian dan pembangunan suatu negara (Yandri dkk., 2018).

Semakin banyak cadangan energi fosil akan membutuhkan waktu yang lama untuk ditambahkan ke dalam cadangan dunia, namun kebutuhan masyarakat akan energi tidak dapat ditunda. Dampak kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar fosil dirasakan hampir di semua lapisan masyarakat, termasuk industri dan masyarakat sipil (Gandhi et al. 2010).

Masing-masing negara memiliki strategi khusus untuk mengamankan pembangunan di negara nya. Di Indonesia, strategi energi dituangkan dalam bentuk undang-undang No. 30 Tahun 2007 Tentang Energi. Berdasarkan pasal 1 UU No. 20 Tahun 2007 ketentuan tersebut membawa pengertian bahwa pengelolaan energi dilakukan mulai dari hulu hingga ke hilir seluruh kegiatan yang berkaitan dengan energi. Pengelolaan energi dari sisi penyediaan meliputi (Ariati dkk.,2018):

##### **2.1.1 Energi tak terbarukan**

Energi tak terbarukan merupakan energi yang didapatkan dari sumber daya alam yang waktu pembentukannya sampai saat ini. Sumber daya energi tak terbarukan jika dieksploitasi secara terus menerus akan menyebabkan habisnya sumber daya ini. Contoh dari sumber daya energi tak terbarukan antara lain minyak bumi, gas bumi, batubara, gambut, dan bitumen.

### **2.1.2 Energi terbarukan**

Sumber daya energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan. Definisi paling umum adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan. Dengan definisi ini, maka bahan bakar nuklir dan fosil tidak termasuk di dalamnya. Contoh dari sumber daya energi terbarukan antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, dan aliran terjunan air.

### **2.1.3 Energi baru**

Sumber daya energi baru merupakan sumber energi yang dihasilkan oleh teknologi dan dihasilkan dari sumber energi terbarukan maupun sumber energi tak terbarukan. Contoh dari sumber energi baru antara lain nuklir, hidrogen, gas metana batubara, batubara tercairkan, dan batubara tergasakan.

## **2.2 Biomassa**

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis berupa produk dan limbah. Tanaman, pohon, rumput, ubi jalar, limbah pertanian, limbah hutan, pupuk kandang dan kotoran hewan adalah contoh biomassa. Selain penggunaan utama serat, makanan, pakan, minyak nabati dan bahan bangunan, biomassa digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar. Sumber energi biomassa memiliki banyak keunggulan, termasuk kemampuan untuk menyediakan sumber energi yang berkelanjutan, karena merupakan sumber energi yang berkelanjutan (Arhamsyah 2006).

Sebelum bahan bakar fosil ditemukan, umumnya menggunakan biomassa sebagai sumber energi, seperti kayu untuk menyalakan api. Ketika orang beralih ke minyak, gas alam atau batu bara untuk menghasilkan energi, penggunaan biomassa bergeser dari kehidupan masyarakat. Namun penggunaan energi masal telah menyebabkan krisis energi. Ketergantungan yang tinggi pada bahan bakar fosil seperti minyak dan gas alam menjadi akar dari krisis energi. Terdapat berbagai sumber energi alternatif, termasuk biomassa, perlu dikembangkan untuk mengatasi krisis energi yang akan datang (Abimanyu dkk., 2018).

Biomassa memiliki keunggulan yang menjadikan keberadaan energi ini sebagai alternatif bahan bakar fosil bernilai positif. Manfaat biomassa meliputi pengurangan efek rumah kaca, perlindungan air dan kemurnian tanah, pengurangan polusi udara, pengurangan limbah organik, dan pengurangan hujan asam dan kabut (Sjah Hidajat et al., n.d.).

Bahan untuk produksi biomassa ini berasal dari dua kelas, yaitu hewan yang dapat berupa mikro atau makroorganisme, dan tumbuhan. Biomassa dapat berbentuk cair, padat dan gas. Energi biomassa ini dihasilkan oleh siklus karbon bumi. Di Indonesia, ratusan juta ton limbah pertanian dihasilkan setiap tahun, seperti jerami, sekam padi, limbah tebu, semak kosong, kelapa sawit dan sebagainya. Limbah pertanian potensial lainnya, seperti ampas tebu, tongkol jagung, jerami, sabut kelapa dan ampas, adalah limbah pasar yang terdiri dari buah dan kulit buah yang membusuk, serta residu dari pengolahan produk lain, dan pertanian sering mencemari dan mencemari lingkungan (Marnoto dkk., 2018; Khaidir 2016).

### **2.2.1 Teknologi Konversi Biomassa**

Penggunaan sumber daya terbarukan dari tumbuhan dan hewan untuk penerangan dan energi sudah lama dilakukan, misalnya penggunaan minyak jarak atau minyak hewan untuk lampu, dan penggunaan kayu bakar untuk memasak. Oleh karena itu, bahan bakar dari sumber daya terbarukan sebetulnya sudah lebih dulu dikenal sebelum adanya bahan bakar fosil. Bahan bakar ini tidak lagi banyak digunakan sejak sekitar 1860 ketika dihasilkan bahan bakar fosil, seperti minyak tanah dan bensin yang harganya jauh lebih murah. Penelitian terkait konversi biomassa untuk bahan bakar (*biofuel*) terus berkembang sejak satu abad yang lalu (Hermiati 2017).

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 (Parinduri 2020). Salah satu contoh teknologi biomassa yaitu Biopelet.

## **2.3 Biopelet**

### **2.3.1. Pengertian Biopelet**

Biopelet merupakan salah satu bentuk energi biomassa yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 80-an. Pelet diproduksi dengan menghancurkan bahan baku biomassa menggunakan hammer mill sehingga diperoleh massa partikel biomassa yang berukuran seragam. Massa partikel tersebut kemudian diumpankan ke dalam mesin pengepres dengan dies 6-8 mm dan panjang 10-12 mm. Tekanan yang sangat tinggi menyebabkan suhu massa kayu meningkat, sehingga senyawa lignin pada kayu berubah sifat plastisitasnya membentuk perekat alami dan menghasilkan pelet-pelet kayu yang padat dan kompak pada saat dingin. Proses pembuatan biopelet terdiri atas beberapa tahap, yaitu: perlakuan pendahuluan (pre-treatment) bahan baku, pengeringan (drying), pengecilan ukuran (size reduction), pencetakan biopelet (pelleting), pendinginan (cooling), dan silage. Model fisik biopelet yang telah dikenal disajikan pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1** Biopelet

Penggunaan biopelet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara-negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopelet digunakan sebagai bahan bakar boiler

pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin. Penelitian tentang biopellet sebagai bahan bakar untuk aktivitas rumah tangga di Indonesia telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku limbah kelapa sawit.

**Tabel 2.1** Standar Kualitas Biopellet Berdasarkan SNI 8021:2014

Parameter Uji	Satuan	Standar SNI 8021:2014
Kadar Air	%	Maks. 12
Kadar Abu	%	Maks. 1,5
Kadar Zat Terbang	%	Maks. 80
Kerapatan	g/cm <sup>3</sup>	Min 0,8
Nilai Kalor	cal/g	Min. 4000
Karbon Terikat	%	Min. 14

**Tabel 2.2** Standar Biopellet dari Beberapa Negara

Parameter	Unit	Austria <sup>(a)</sup>	Jerman <sup>(a)</sup>	Amerika <sup>(b)</sup>	Prancis <sup>(c)</sup>
Diameter	mm	4-10	4-10	6,35-7,94	6-16
Panjang	mm	5 x D	<50	<3,81	10-50
Densitas	kg/dm <sup>3</sup>	>1,2	1,0-1,4	>0,64	>1,15
Kadar air	%	<10	<12	-	≤15
Kadar abu	%	<0,50	<1,50	<2 (standar) <1 (premium)	≤6
Nilai kalor	MJ/kg	>18	17,5-19,5	>19,08	>16,9
Sulfur	%	<0,04	<0,08	-	<0,10
Nitrogen	%	<0,3	<0,3	-	≤0,5
Klorin	%	<0,02	<0,03	<0,03	<0,07
Abrasi	%	<2,3	-	-	-
Bahan tambahan	%	<2	-	-	≤2

Sumber: Peksa-Blanchard (2007)

### 2.3.2. Karakteristik Biopellet

Salah satu faktor yang mempengaruhi karakteristik arang adalah cara dan proses pengolahan. Secara umum beberapa spesifikasi biopellet yang dibutuhkan oleh konsumen sebagai berikut :

- a. Daya tahan biopellet
- b. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya.
- c. Bersih (tidak berasap), terutama rumah tangga.
- d. Bebas gas-gas berbahaya.
- e. Sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

Menurut Kaliyan dan Vance Morey (2009) kondisi optimum densifikasi secara umum disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 2.3** Kondisi Optimum Proses Pelleting

Faktor densifikasi (Kaliyan dan Morey 2009)	Kondisi optimum (PT Solar Park Indonesia)	Kondisi optimum SPI
<i>Fat/oil (before pelletized)</i>	1.5-6.5 %	4-6 %
<i>Feed MC</i>	8-12 %	7-8 %
<i>Feed particle size</i>	0.5-1.0 mm	<1.0 mm
<i>Conditioning temperature</i>	- C	- C
<i>Conditioning time</i>	150-250 seconds	120-240 seconds
<i>Pressure</i>	100-150 Mpa	100-130 Mpa
<i>Pellet Mill</i>	Die diameter 6 mm	Die diameter 4.8-9.5 mm
	150-250 Rpm	180 Low speed
<i>Gap between the roller and die</i>	2-4 mm	2 mm
<i>Cooling/drying</i>	MC < 13 %	5-7 %
<i>Storage condition</i>	Cor below	- C

Adapun sebagai bahan bakar, biopellet juga harus memenuhi kriteria :

1. Mudah dinyalakan.
2. Tidak mengeluarkan asap berlebih.
3. Emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun.

4. Kedap air dan tidak berjamur bila disimpan dalam waktu yang lama.
5. Menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran, dan suhu pembakaran) yang baik.

Menurut Djani Hendra dkk., (2004) penetapan kualitas biopellet umumnya dilakukan terhadap kombinasi sifat kimia dan fisika yaitu:

#### 1. Sifat Fisika berupa Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air dalam arang dengan kondisi kering udara. Pada saat arang keluar dari tungku pengarangan, kadar air yang terkandung sangat kecil, biasanya kurang dari 1%. Proses penyerapan air dari udara sangat cepat, sehingga dalam waktu singkat kadar air mencapai kadar air keseimbangan dengan udara sekitarnya. Arang yang berkualitas baik yang dipasarkan adalah arang yang mempunyai kadar air 5-10 %.

#### 2. Sifat Kimia, antara lain :

##### a. Kadar abu

Kadar abu merupakan jumlah sisa (residu) dari akhir proses pembakaran, berupa zat-zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Salah satu unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan dan akan membentuk kerak.

##### b. Kadar zat menguap

Zat mudah menguap adalah zat selain air, yaitu karbon terikat dan abu yang terdapat di dalam arang, yang terdiri atas cairan dan sisa tarr yang tidak habis dalam proses karbonisasi. Kadar zat mudah menguap ini tergantung pada proses pengarangan dan temperatur yang diberikan. Apabila proses karbonisasi lama dan temperatur karbonisasi ditingkatkan akan semakin menurunkan persentase kadar zat menguapnya.

##### c. Kadar karbon terikat

Kadar karbon terikat adalah fraksi C dalam arang. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap dan kadar abu. Semakin besar kadar

zat menguap dan kadar abu maka akan menurunkan kadar karbon terikat. Kadar karbon terikat yang berkualitas baik yang mempunyai kadar karbon terikat antara 30-45 %.

#### d. Nilai kalor bakar

Nilai kalor bakar adalah nilai panas yang ditimbulkan oleh arang akibat adanya reaksi pembakaran pada volume tetap dan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor, semakin baik kualitas biopellet tersebut karena efisiensi pembakarannya tinggi.

### 2.3.3. Faktor – faktor Pembakaran Pelet

Menurut Wahidin dkk., (2013) pembakaran bahan bakar padat dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu :

- (1) Ukuran partikel bahan. Partikel yang lebih kecil cepat terbakar.
- (2) Kecepatan aliran udara, Laju pembakaran pellet akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.
- (3) Jenis bahan bakar. Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar, antara lain kandungan *volatile matter* dan kandungan *moisture*.
- (4) Temperatur udara pembakaran akan menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran.

### 2.3.4. Densifikasi

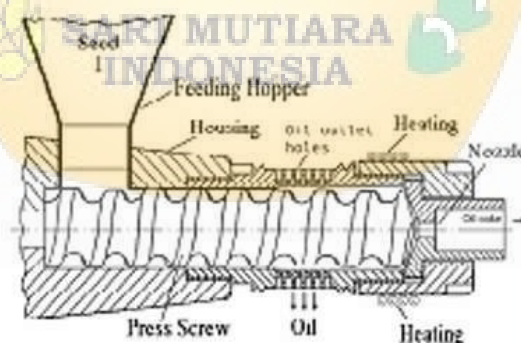
Abimanyu dkk., (2018) menyatakan bahwa densifikasi atau pengepresan merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik suatu bahan agar mudah dalam penggunaan dan pemanfaatannya selanjutnya diperoleh peningkatan efisiensi nilai dari bahan yang digunakan. Densifikasi diterapkan pada bahan curah atau dengan sifat fisik yang tidak beraturan. Limbah biomassa sebagai bahan baku dapat diubah dalam bentuk pelet sebagai hasil pengepresan. Pengempaan ini dilakukan dengan tekanan tertentu untuk memperoleh bentuk pellet dengan kepadatan yang dikehendaki. Pada pembuatan pelet, sebelum dipres / dikempa bahan baku yang akan dijadikan biopellet dilakukan pencampuran atau tanpa



pencampuran dengan bahan perekat. Setelah pengempaan, dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar air briket.

Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan. Perlakuan pendahuluan tersebut mencakup pengeringan dan penggilingan (penghancuran sebelum dilakukan pengempaan, perlu diperhatikan beberapa hal, yaitu : kondisi bahan, perekat (jika diperlukan), tekanan pengempaan, alat dan mesin pengempa, dan karbonisasi (jika diperlukan). Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis yaitu pengepresan hidrolis (hydraulic pressing) dan pengepresan berulir (screw pressing).

Menurut Savoire (2017), metode pengepresan berulir merupakan metode pengepresan yang lebih maju dan telah diterapkan di industri pengolahan minyak. Selain itu besarnya tekanan pengempaan akan berpengaruh juga terhadap densitas dan porositas biopellet yang dihasilkan dan lebih lanjut akan berpengaruh juga terhadap efisiensi pembakaran biopellet sebagai bahan bakar. Pengempaan dengan tekanan tinggi tidak selalu menghasilkan mutu biopellet yang lebih baik karena dapat menurunkan efisiensi pembakaran dan menyulitkan dalam penggunaannya.



**Gambar 2.2** Screw pressing

## 2.4 Kakao

Perkebunan kakao di Indonesia mengalami perkembangan perkebunan kakao di Indonesia cukup pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir. Pada tahun 2015 luas areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 1,72 juta ha. Sebagian besar (88,48%) dikelola oleh perkebunan rakyat, 5,53% dikelola perkebunan besar

negara, dan 5,59% perkebunan besar swasta dengan sentra produksi utama adalah Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Lampung dan Sumatera Utara. Buah kakao (*Theobroma cacao L.*) terdiri atas kulit buah, pulp, keping biji dan plasenta. Kulit buah (*pod*) kakao adalah bagian mesokarp atau bagian dinding buah kakao, yang mencakup kulit terluar sampai daging buah sebelum kumpulan biji. Kulit buah kakao merupakan bagian terbesar dari buah kakao. Buah kakao terdiri dari  $\pm$  74% kulit buah, 2% plasenta dan 24% biji. Dengan semakin meningkatnya produksi biji kakao, jumlah kulit buah kakao juga semakin meningkat dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Menurut data statistik perkebunan Indonesia, hasil perkebunan kakao Indonesia pada tahun 2015 sebesar 593.331 ton, terdiri dari perkebunan rakyat sebesar 562.346 ton, perkebunan negara sebesar 11.616 ton dan perkebunan swasta sebesar 19.369 ton (Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2015 - 2017). Diperkirakan jumlah kulit buah kakao yang terbuang pada tahun 2015 sekitar 1.829.437 ton. Angka ini diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya luas areal perkebunan baik perkebunan rakyat, perkebunan negara, maupun perkebunan swasta (Farikha 2010).



**Gambar 2.3** Pohon buah kakao

Limbah perkebunan dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif dengan diolah lebih dahulu. Salah satu cara pengolahan limbah pertanian menjadi bahan bakar alternatif adalah dengan cara karbonisasi diikuti dengan pembriketan. Limbah tersebut (kulit kakao) dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar dengan nilai kalor yang cukup tinggi. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao

menjadi briket arang merupakan sumber energi alternatif yang cukup besar dan perlu pengkajian untuk mendapatkan data karakteristik dari energi biomassa yang merupakan energi alternatif kebutuhan rumah tangga yang dapat diperbarui. Dibandingkan dengan bahan bakar dari fosil, limbah pertanian tidak cocok langsung dibakar karena bermasalah dalam pembakaran dan penanganan. Oleh karena itu perlu dikonversi menjadi briket arang yang akan memberikan solusi penanganan limbah pertanian. Dengan penanganan tersebut akan meningkatkan nilai kalor, mengurangi biaya transportasi, pengumpulan, dan penyimpanan (Suprpti 2013).



## 2.5 Kemiri

Kemiri (*Aleurites moluccana*) merupakan tumbuhan yang hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dengan produk utama biji kemiri sebagai sumber minyak dan rempah-rempah. Pohon kemiri (*Aleurites mollucana*) merupakan jenis yang mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak begitu banyak menuntut persyaratan tempat tumbuh. Tidak diketahui dengan tepat asal-usulnya, tumbuhan ini menyebar luas mulai dari India dan Cina, melewati Asia Tenggara dan Nusantara, hingga Polinesia dan Selandia Baru.



**Gambar 2.5** Pohon Kemiri

Pohon kemiri hidup pada ketinggian 150-1000 meter. Tinggi tanaman mencapai sekitar 15-40 meter dengan daun berwarna hijau pucat, bertangkai panjang, helai daunnya berbentuk bulat telur, bentuk lanset dan hanya pada bagian pangkal bertulang daun menjari. Buahnya buah batu, bentuknya bulat telur bola yang lebar dan berdaging, bijinya berjumlah 1-2 dengan kulit biji yang sangat keras, berbentuk bulat agak gepeng, warnanya hitam karena penyerbukan dan berlipat. Kulit biji dibuka maka didalamnya terdapat kemiri berwarna krem. Kulit biji atau bisa disebut dengan cangkang kemiri yang akan digunakan pada penelitian ini sebagai bahan baku dalam pembuatan biopelet.

Masyarakat sudah terbiasa menjual biji kemiri dengan memecah biji kemiri sehingga daging biji terpisah dari cangkangnya yang hanya terbuang begitu saja sehingga menjadi limbah. Cangkang kemiri memiliki kandungan hemiselulosa,

selulosa, dan lignin yang tinggi. Kandungan inilah yang dapat digunakan sebagai bahan bakar (Laos et al., 2016;Salindeho et al., 2017, p. 53).



**Gambar 2.6** Cangkang Kemiri

