

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi

Energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan pekerjaan. Sedangkan energi alam adalah sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan hidup manusia agar hidup lebih sejahtera. Energi alam bisa terdapat dimana saja seperti di dalam tanah, air, permukaan tanah, udara, dan lain sebagainya. Contoh dasar sumber daya alam seperti barang tambang, sinar matahari, tumbuhan, hewan dan banyak lagi lainnya. Energi alam merupakan sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan dan kebutuhan hidup manusia seperti kepentingan industri. Terdapat macam – macam energi yang ada di alam, yaitu :

1. Energi tak terbarukan

Energi tak terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang waktu pembentukannya sampai saat ini. Dikatakan tak terbarukan karena, apabila sejumlah sumbernya dieksploitasikan, maka untuk mengganti sumber sejenis dengan jumlah sama, belum pasti akan terjadi beberapa tahun ke depan. Hal ini karena, disamping waktu terbentuknya yang sangat lama, cara terbentuknya lingkungan tempat terkumpul bahan dasar sumber energi ini pun tergantung dari proses dan keadaan geologi saat itu. Contoh dari Energi tak terbarukan yang sangat dikenal, yaitu minyak bumi. Dari cara terbentuknya, Minyak bumi atau minyak mentah merupakan senyawa hidrokarbon yang berasal dari sisa-sisa kehidupan purbakala (fosil), baik berupa hewan, maupun tumbuhan. Disebut energi tak terbarukan, karena minyak bumi lama kelamaan akan habis dan tidak bisa diperbaharui kembali. Saat ini dunia sedang melakukan proses ebservasi untuk menemukan cadangan-cadangan minyak bumi diseluruh penjuru dunia, termasuk diindonesia. Menurut Kepala Pusat Studi Energi (PSE) UGM, Prof. Dr. Jumina, cadangan minyak bumi di Indonesia yang berjumlah 9 miliar barel akan habis dalam 23 tahun ke depan jika tidak ditemukan sumur-sumur minyak baru.

Artinya kedepan minyak bumi akan disubstitusikan oleh energi yang bersumber dari elemen yang bersifat dapat diperbaharui.

2. Energi terbarukan

Energi terbarukan Merupakan energi yang berasal dari "proses alam yang berkelanjutan", seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air, proses biologi, dan panas bumi. 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.

2.2. 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. Biomasa 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. Potensi limbah biomassa terbesar adalah dari limbah kayu hutan, kemudian diikuti oleh limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, picung, kelapa sawit dan tebu.

Biomassa merupakan sumber energi primer yang sangat potensial di Indonesia. Menurut Munawar dan Subiyanto (2014) Indonesia memiliki sumber biomassa yang tersedia dalam jumlah yang sangat melimpah dan diperkirakan sumber daya biomassa di Indonesia mampu memproduksi sedikitnya 434.000 GW atau sama dengan 255 juta barel minyak yang dapat mensubsidi 30% dari pemakaian minyak bumi. Umumnya biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau limbah biomassa setelah diambil produk primernya yang sangat besar jumlahnya pada saat ini. Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan jumlah potensi energi dari

beberapa jenis biomassa yang ada di Indonesia. Menurut Kadir (1995), Potensi energi biomassa di Indonesia didominasi oleh kayu dengan jumlah produksi 25 juta ton/tahun selanjutnya sekam padi dengan jumlah produksi 7,55 juta ton/tahun, diikuti oleh jenggal jagung dengan produksi 1,52 juta ton/tahun dan tempurung kelapa dengan total produksi 1,25 juta ton/tahun. Selain dari itu, Limbah biomassa juga dapat dikonversi menjadi biobriket dan biopelet melalui teknologi sederhana yang murah dan cocok untuk dapat dikelola oleh masyarakat kecil atau perusahaan swasta. (Suhartini dkk, 2011).

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 biomassa lebih reaktif dibandingkan batubara.

Teknologi biomassa telah diterapkan sejak zaman dahulu dan telah mengalami banyak perkembangan. Biomassa memegang peran penting dalam menyelamatkan kelangsungan energi di bumi ditinjau dari pengaruhnya terhadap kelestarian lingkungan. Sifat biomassa yang merupakan energi dengan kategori sumber energi terbarukan mendorong penggunaannya menuju ke skala yang lebih besar lagi sehingga manusia tidak hanya tergantung dengan energi fosil. Biomassa memiliki kelebihan yang memberi pandangan positif terhadap keberadaan energi ini sebagai alternatif energi pengganti energi fosil. Beberapa kelebihan itu antara lain, biomassa dapat mengurangi efek rumah kaca, mengurangi limbah organik, melindungi kebersihan air dan tanah, mengurangi polusi udara, dan mengurangi adanya hujan asam dan kabut asam.

2.2.1. 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 energi (Abelloncleanenergi, 2009). Pada umumnya, biopellet yang dihasilkan mempunyai diameter 8-11 mm dan panjang 15-25 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 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 ³)	≥ 0,8
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 4000

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

Tabel 2.2. Standar Kualitas Biopelet 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	%	-	≤ 0,5
Klorin	%	<0,03	<0,07

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

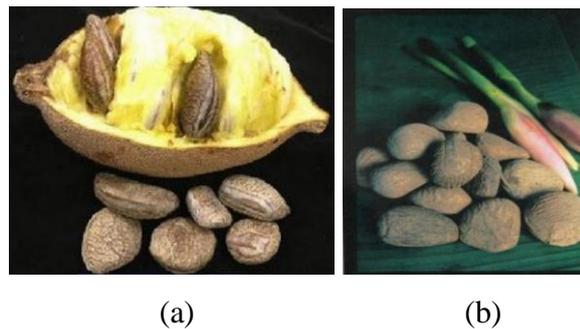
2.3. Bahan Baku yang Digunakan

2.3.1. Deskripsi dan Morfologi Kepayang

Kepayang (*Pangium edule Reinw*) adalah tanaman buah yang tumbuh di banyak negara tropis khususnya Malaysia dan Indonesia. Nama lain picung adalah kepayang (Indonesia) dan pangi (Malaysia). Di Indonesia, kepayang ditanam oleh masyarakat di berbagai daerah mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Maluku. Nama daerah untuk tanaman ini adalah: pangi, hapesong (Sumut), pucung (Jakarta), kapayang, kapeunceung, kapecong, simaung (Sumbar), kayu tuba buah (Lampung), pacung, kepayang (Jabar), pakem, pucung (Jatim/Jateng), pakem (Madura), pangi (Bali), kalowa (NTB/Sulsel).

Tanaman kepayang dapat hidup di berbagai kondisi tanah dengan ketinggian 300-1000 meter. Tanaman kepayang dapat hidup sampai umur di atas 100 tahun. Tinggi pohon dapat mencapai 40 meter dengan diameter batang mencapai 1 meter. Batang pokoknya besar, ranting muda berambut (berbulu) dan berwarna. Kulit kayu berwarna kemerahan atau abu-abu kecoklatan dan

kadang-kadang kasar dengan banyak celah yang mengeras. Daun tanaman berwarna hijau tua mengkilap ketika sudah tua, mengkilap dan berbulu lembut rapat berwarna cokelat dan bagian bawah daun berwarna buram. Ukuran daun dapat mencapai panjang 30 cm dan lebar 15 cm. Sedangkan tulang-tulang daun pada sisi bawah sangat menonjol.



Gambar 2.1 (a) Buah Kepayang dan (b) Biji Kepayang

(Sumber : Hamzah, dkk, 2018)

Buah kepayang mengandung biji yang jumlahnya banyak dan tersusun rapi pada poros buah seperti buah cempedak. Setiap biji buah terbalut daging buah berwarna kuning (seperti pada biji buah durian). Buah yang berukuran besar mengandung biji yang jumlahnya dapat mencapai 30 biji, sedangkan buah yang berukuran kecil mengandung sekitar 12 biji. Biji buah kepayang berkulit luar keras yang disebut tempurung atau cangkang. Tempurung biji kepayang berwarna cokelat. Biji kepayang mengandung inti biji (endosperm) berwarna putih dan keras, antara inti biji dengan tempurung dibatasi oleh selaput tipis berwarna cokelat.

2.3.2. Kandungan dan Manfaat Kepayang

Pohon kepayang juga mempunyai beragam kegunaan salah satunya dengan mengkonversinya menjadi minyak nabati, Produksi minyak goreng dari biji picung sebagai sebuah industri rumah tangga di Desa Tanjung Belit Selatan Kabupaten Kampar menghasilkan limbah sekitar 70% cangkang dan bungkil biji picung, sedangkan 21- 30% biji adalah minyak picung (Muswardi, 2008). Kulit kayu dan daun pohon kepayang juga bisa dipakai sebagai racun/tuba ikan yang

dipakai dengan cara meremas dan menaburkannya. Daunnya juga bisa dipakai sebagai pestisida nabati yang cukup efektif dan tidak meninggalkan bau atau rasa apapun. Untuk mencegah infeksi pada luka, ekstrak daun ini bisa kepayang dapat dibalurkan pada luka manusia maupun binatang. Daunnya juga berfungsi sebagai pengawet daging, yaitu dengan cara membungkus daging dengan daun kepayang (Saputra, 2001).

Mangontan et al.,(1985) dalam Kristikasari (2000) menyatakan bahwa selama ini tanaman kepayang lebih banyak digunakan sebagai obat-obatan tradisional. Penggunaan tersebut antara lain:

1. Daun dan biji kepayang setelah diseduh dapat digunakan sebagai desinfektan.
2. Kulit dan daun kepayang dapat digunakan sebagai racun ikan.
3. Minyak dari daging biji kepayang dapat digunakan untuk membuat ekstrak yang dipakai untuk obat reumatik dan penyakit kulit.
4. Daging biji kepayang segar yang dilarutkan dalam air dapat digunakan untuk obat pembasmi kutu.

Kepayang mengandung beberapa zat kimia yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan. Daun dan biji mengandung asam sianida, senyawa anti oksidan antara lain vitamin C, ion besi, karoten, saponin dan polifenol. Daging biji Kepayang mengandung saponin, flavonoid dan polifenol. Senyawa antioksidan dan golongan flavonoid. Senyawa antioksidan berfungsi anti kanker dalam biji antara lain berupa vitamin C, ion besi dan betakarotin. Dari penelitian diketahui 100 gram kepayang mengandung 273 kalori, 10 gram protein, 13,5 gram protein, 24 gram lemak nabati, 40 mg kalsium, 100 mg fosfor dan 2 mg besi. Minyak kepayang juga mengandung 0,10 IU Vit.A, 0,15 mg Vit.B dan 30 mg Vit.C. (KPHP Sarolangun, 2016)

2.3.3. Komposisi Kimia dan Kegunaan Biji Kepayang (*Pangium Edule Reinw*)

Biji kepayang mempunyai kandungan minyak/lemak yang tinggi, dua kali lipat kandungan protein maupun karbohidratnya. Lemak biji kepayang apabila diasamkan akan menghasilkan asam lemak siklik yang tidak jenuh yaitu asam hidnokarpat ($C_{16}H_{28}O_2$) dan asam khaulmograt ($C_{18}H_{32}O_2$).

Asam lemak ini mempunyai sifat antibakteri (Hilditch dan Williams, 1964 dalam Widyasari, 2006).

Biji kepayang merupakan bagian tanaman yang paling banyak mengandung ginokardin, yaitu suatu glukosida yang mudah melepaskan asam sianida karena hidrolisis oleh enzim ginokardase. Asam sianida yang dilepaskan ini bersifat racun, pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan orang sakit kepala, pusing mual dan muntah apabila terhirup pernafasan, pada konsentrasi tinggi 50-60 mg dapat menyebabkan kematian (Winarno, 1991 dalam Aprianti, 2011). Daging biji kepayang mengandung senyawa golongan alkaloid flavonoid, dan sianida (Sulistiyani, 2005). Biji kepayang juga mengandung tanin, yaitu suatu senyawa polifenol atau polialkohol sehingga apabila dibiarkan di udara terbuka akan cepat berwarna coklat.

Tabel 2.3. Komposisi Gizi Daging Biji Kepayang Segar per 100 g

Komponen	Jumlah (gram)
Air	51,0
Protein	10,0
Karbohidrat	13,5
LemakMinyak	24,0
Kalsium (Ca)	0,040
Phospor (P)	0,10
Besi (Fe)	0,002
Vitamin B1	0,00015
Vitamin C	0,03
Energi (kal/gram)	2,73

(Sumber: Supriyanto dan Supriyadi, 1991 dalam Aprianti, 2011)

Tabel 2.4. Karakteristik Bungkil Kepayang

Parameter	Satuan	Nilai
Nilai Kalor Pembakaran	Kcal/kg (Basis Basah)	5.552,602
Kadar Air	% (Basis Basah)	5,000
Kadar Zat Volatil	% (Basis Basah)	80,100
Kadar Abu	% (Basis Basah)	9,95
Kadar Karbon Terikat	% (Basis Basah)	9,05
Kadar Lemak Kasar	% (Basis Basah)	2,650

(Sumber: Akhyar Ali, Dewi Fortuna Ayu dan Fajar R, 2011)

2.4. 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 diumpangkan 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 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).

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.

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 – 200 ° C. Akan tetapi, dipastikan bahwa lignin, glusida dan pektin berperan sebagai agen pengikat.

Pemeletan adalah proses untuk menekan bahan baku menjadi bentuk pelet. Ada berbagai jenis bahan baku seperti bahan bakar padat, obat – obatan, bahan pengisi, bijih dan sebagainya telah dipeletkan. Untuk bahan bakar padat, ia disebut sebagai pelet kayu, ogalite (briket kayu), briket batubara atau bahan bakar komposit. 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 2.2. Biopellet

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 biopellet 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.

2.4.1. Keunggulan Biopelet

Adapun keunggulan biopelet antara lain :

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

2.4.2. 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)
- 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 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 dan nilai standar kualitas dari berbagai negara dapat dilihat pada Tabel 6,.

Tabel 2.5. 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 2.6. 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

2.5. Faktor-Faktor Pencetakan Pelet

Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta 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.

2.6. Pengepresan Mekanis

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak, terutama untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Cara ini dilakukan untuk memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30-70 persen). Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan dari bijinya. Perlakuan pendahuluan tersebut mencakup pembuatan serpih, perajangan dan penggilingan serta tempering atau pemasakan. Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis yaitu pengepresan hidrolis (hydraulic pressing) dan pengepresan berulir (screw pressing).

a. Pengepresan hidrolis (hydraulic pressing)

Pada cara hydraulic pressing, bahan dipres dengan tekanan sekitar 2000 lb/in². Banyaknya minyak atau lemak yang dapat diekstraksi tergantung dari lamanya pengepresan, tekanan yang digunakan serta kandungan minyak dalam bahan. Sedangkan banyaknya minyak yang tersisa pada bungkil bervariasi sekitar 4-6%, tergantung dari lamanya bungkil ditekan dibawah tekanan hidrolis.

b. Pengepresan berulir (screw pressing)

Screw press adalah alat untuk memisahkan minyak kasar (*crude oil*) dari serat-serat dalam daging buah. Menurut Nurhayati (2014), metode pengepresan berulir merupakan metode ekstraksi yang lebih maju dan telah diterapkan di industri pengolahan minyak. Cara ekstraksi ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Tipe alat pengepres berulir yang digunakan dapat berupa pengepres berulir tunggal (single screw press) atau pengepres berulir ganda (twin screw press). Pada pengepresan biji kepayang, dengan teknik pengepres berulir tunggal (single screw press) dihasilkan rendemen sekitar 28-34 persen, sedangkan dengan teknik pengepres berulir ganda (twin screw press) dihasilkan rendemen minyak sekitar 40-45 persen. Dengan cara ini biji kepayang diekstrak menggunakan alat ekstraksi berulir (*screw*) yang berjalan secara kontinyu. Adapun keunggulan dan kekurangan dari *Screw Pressing* yaitu :

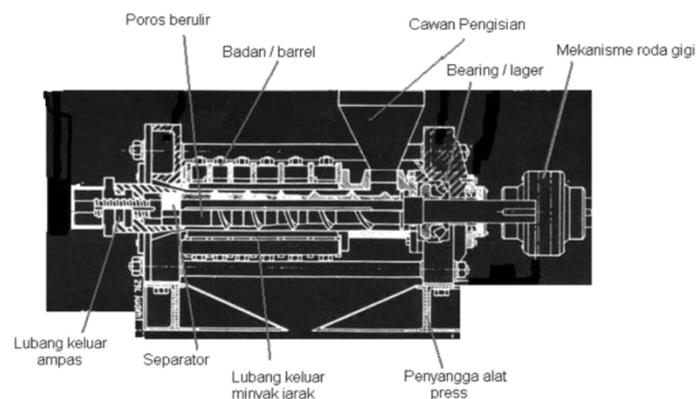
Keuntungan yang didapat dalam pengoperasian *screw press* antara lain adalah:

- a. Kapasitas olah yang tinggi, dan dapat menghemat tempat jika dibandingkan dengan hidrolik press.
- b. Keuntungan operator untuk mengoperasikan lebih sedikit dibandingkan dengan hidrolik press.
- c. Kebutuhan tenaga (*power*) yang rendah untuk memeras buah.
- d. Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses kontinyu.
- e. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi

Disamping faktor diatas, *screw press* mempunyai kelemahan antara lain :

- a. Harga peralatan cukup mahal dan biaya perawatan tinggi
- b. Banyak biji yang pecah, terutama biji yang terdiri dari cangkang tipis.
- c. Minyak yang keluar dari *screw press* lebih banyak mengandung padatan.

Menurut Heruhadi (2008), cara kerja alat ekstraksi biji jarak tipe berulir (*screw*) ini adalah dengan menerapkan prinsip ulir dimana bahan yang akan dipress ditekan dengan menggunakan daya dorong dari ulir yang berputar. Bahan yang masuk ke dalam alat akan terdorong dengan sendirinya ke arah depan, kemudian bahan akan mendapatkan tekanan setelah berada di ujung alat. Semakin bahan menuju ke bagian ujung alat, tekanan yang dialami bahan akan menjadi semakin lebih besar. Tekanan ini yang akan menyebabkan kandungan minyak yang terdapat dalam bahan keluar. Minyak kasar yang keluar dari mesin pres dialirkan dan ditampung ke dalam tangki penampung selama beberapa waktu agar kotoran-kotoran yang terikut di dalamnya mengendap.



Gambar 2.3. Alat Pengepresan Berulir

(Sumber : google.co.id)

2.7. Proses Pembakaran

2.7.1. Pengertian Pembakaran

Pengertian pembakaran secara umum yaitu terjadinya oksidasi cepat dari bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi jika ada pasokan oksigen yang cukup. Dalam setiap bahan bakar, unsur yang mudah terbakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur.

Tujuan dari pembakaran yang sempurna adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Hal ini dilakukan dengan pengontrolan “Tiga T” yaitu :

a. T-Temperatur

Temperatur yang digunakan dalam pembakaran yang baik harus cukup tinggi sehingga dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia

b. T-Turbulensi

Turbulensi yang tinggi menyebabkan terjadinya pencampuran yang baik antara bahan bakar dan pengoksidasi

c. T-Time (Waktu)

Waktu yang cukup agar *input* panas dapat terserap oleh reaktan sehingga berlangsung proses termokimia

Dalam proses pembakaran tidak terlepas dari tahap awal yaitu penyalaan dimana keadaan transisi dari tidak reaktif menjadi reaktif karena dorongan eksternal yang memicu reaksi termokimia diikuti dengan transisi yang cepat sehingga pembakaran dapat berlangsung. Penyalaan terjadi bila panas yang dihasilkan oleh pembakaran lebih besar dari panas yang hilang ke lingkungan. Dalam proses penyalaan ini dapat dipicu oleh energi *thermal* yang merupakan transfer energi *termal* ke reaktan oleh konduksi, konveksi, radiasi atau kombinasi dari ketiga macam proses tersebut.

Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tingkat konsumsi bahan bakar ekonomis dan berkurangnya besar kepekatan asap hitam gas buang karena pada pembakaran sempurna campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya dalam waktu dan kondisi yang tepat. Kualitas bahan bakar perlu diperhatikan sesuai dengan karakteristiknya sehingga homogenitas campuran

bahan bakar dengan udara dapat terjadi secara sempurna agar terjadi pembakaran yang sempurna. Viskositas bahan bakar adalah salah satu karakteristik bahan bakar yang sangat menentukan kesempurnaan proses pembakaran. Viskositas yang tinggi menyebabkan aliran bahan bakar terlalu lambat. Tingginya viskositas menyebabkan beban pada pompa injeksi menjadi lebih besar dan pengkabutan saat injeksi kurang sempurna sehingga bahan bakar sulit terbakar.

Energi panas yang dihasilkan dari suatu proses pembakaran senyawa hidrokarbon merupakan kebutuhan energi yang paling dominan dalam refinery. Pengelolaan energi yang tepat dan efisien merupakan langkah penting dalam upaya penghematan biaya produksi secara menyeluruh. Pembakaran merupakan reaksi kimia yang bersifat eksotermis dari unsur-unsur yang ada di dalam bahan bakar dengan oksigen serta menghasilkan panas. Proses pembakaran memerlukan udara, namun jumlah udara yang dibutuhkan tidak diberikan dalam jumlah yang tepat secara stoikiometri, namun dlebihkan. Hal ini bertujuan supaya pembakaran berlangsung sempurna. Kelebihan udara ini disebut Excess air (udara yang berlebih).

Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan jumlah panas yang maksimum. Pembakaran dinyatakan secara kualitatif atau kuantitatif dengan reaksi kimia. Jumlah panas yang dihasilkan bahan bakar dinyatakan sebagai nilai kalori pembakaran (Calorific Value). Reaksi kimia terjadi melalui suatu proses oksidasi senyawa-senyawa karbon, hidrogen dan sulfur yang ada dalam bahan bakar. Reaksi ini umumnya menghasilkan nyala api. Terdapat dua istilah pembakaran yang berhubungan dengan udara excess, yaitu :

- a. Neutral combustion, merupakan pembakaran tanpa excess atau defisit udara dan tanpa bahan bakar yang tidak terbakar,
- b. Oxidizing combustion, merupakan pembakaran dengan excess udara. Udara yang berlebih bukan merupakan jaminan pembakaran yang sempurna.

2.7.2. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan

dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir (seperti Fisi nuklir atau Fusi nuklir).

Berdasarkan bentuknya, bahan bakar terbagi menjadi tiga :

1. Bahan bakar cair
2. Bahan Bakar Padat
3. Bahan bakar gas.

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi. Bahan bakar berbentuk padat sudah digunakan sejak lama untuk kebutuhan sehari-hari dan industri karena harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar jenis lain.

Bahan bakar padat yang digunakan umumnya batubara, meskipun ada beberapa industri menggunakan kayu seperti genteng. Industri kelapa sawit menggunakan tempurung kelapa. Bahan bakar padat umumnya terjadi karena proses alami selama berjuta-juta tahun yang lalu dan umumnya mengandung C, H, O, N, S, P dan yang pokok C, H, O, S.

Kelebihan dan kekurangan dari bahan bakar padat adalah :

Kelebihan :

1. Murah
2. Energi atau panas yang dihasilkan besar
3. Distribusi lebih mudah
4. Tidak menimbulkan green house effect pada uranium

Kekurangan :

1. Menimbulkan polusi lebih besar
2. Memerlukan kontrol lebih besar untuk tidak terjadi kecelakaan produksi
3. Bersifat radioaktif dan biaya pembangunan infrastruktur yang mahal pada PLTN.

2.7.3. Proses Pembakaran Bahan Bakar Padat

Salah satu proses pembakaran adalah pembakaran bahan bakar padat. Proses pembakaran bahan bakar padat dapat berlangsung jika bahan bakar bercampur dengan oksidan yaitu oksigen dan berada pada lingkungan yang bertemperatur tinggi (ada nyala api). Bahan bakar padat yang biasa kita kenal adalah batu bara dan kayu. Proses pembakaran bahan bakar padat yang berdimensi atau berjumlah besar akan mempengaruhi interaksi antara bahan bakar dengan oksigen selama proses pembakaran. Waktu interaksi tersebut akan menjadi semakin lama mengingat bahan bakar dalam jumlah besar. Berikut 3 tahapan proses pembakaran bahan bakar padat :

1. Pengeringan

Pada tahap ini partikel bahan bakar dipanaskan di atas temperatur vaporasi. Proses ini berlangsung secara konveksi dengan melewati udara panas pada padatan. Air yang terkandung dalam bahan bakar terdiri dari dua bentuk, yang pertama yaitu air terikat, dimana air tertahan dalam ikatan kimiawi yang lemah atau terperangkap dalam struktur mikro bahan bakar. Tahap kedua adalah air tak terikat yaitu berasal dari air terikat yang berlebih atau air yang terdapat pada struktur makro padatan (pada pori-pori padatan).

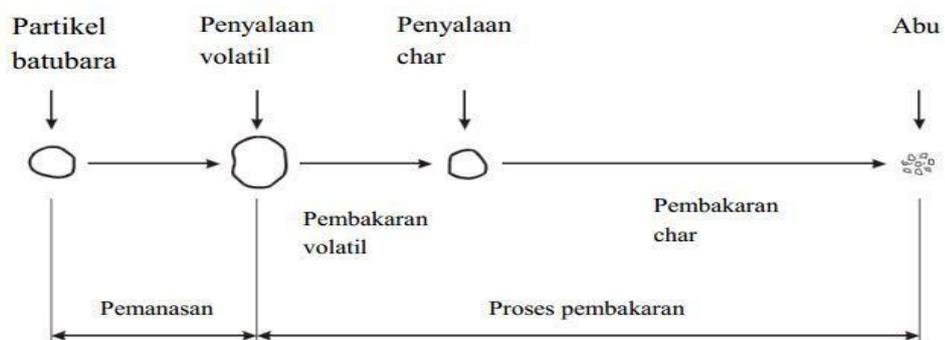
2. Devolatilisasi/Pirolisis

Setelah kadar air dihilangkan maka temperatur dari partikel semakin meningkat sehingga partikel mulai terdekomposisi dan terjadi proses pelepasan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*). *Volatile matter* merupakan bagian dari bahan bakar padat yang bisa terbakar. Bagian ini terdiri dari bagian yang ringan sampai berat. Bagian yang ringan akan menguap terlebih dahulu. *Volatile matter* keluar rongga bahan bakar dan memenuhi pori-pori. Hal ini menyebabkan oksigen dari luar tidak dapat masuk ke dalam partikel. Pada tahap ini terjadi pemanasan partikel tanpa kehadiran oksigen yang disebut pirolisis. Sebagian dari gas hasil pirolisis bereaksi dengan air dan gas produk pirolisis lain. Hasil pirolisis terbakar dan membentuk nyala yang memperbesar devolatilisasi.

Pada bagian yang lain uap air akan mengalir keluar melewati pori-pori sehingga temperatur pembakaran turun. Setelah seluruh air keluar maka nyala api akan lebih besar dan temperatur naik.

3. Pembakaran Char (Karbon Tetap)

Char atau *fixed carbon* merupakan gumpalan matriks karbon dengan sedikit hidrogen yang terdapat pada senyawa bahan bakar. Bagian ini sangat berpori yang berarti luas permukaan bagian dalam sangat besar. Jika terdapat oksigen maka akan terjadi pembakaran pada char. Char memiliki nilai kalor yang paling tinggi dibandingkan dengan *volatile matter*. Ketika terjadi pembakaran pada char, maka temperatur akan naik lebih tinggi dari sekitarnya. Proses ini merupakan tahapan akhir dari proses pembakaran pada bahan bakar padat. Temperatur nyala adalah temperatur pada saat jumlah zat mudah terbakar meningkat secara cepat dan tepat sebelum bereaksi dengan oksigen secara kimia. Setiap unsur memiliki temperatur nyala yang berbeda, misalnya karbon (C) memiliki temperatur nyala sekitar 343 deg C. Pada kondisi nyata, setiap zat tidak terbakar secara tepat pada temperatur nyala. Bentuk ruang bakar, rasio udara terhadap bahan bakar dan beragam dampak dari campuran zat yang mudah terbakar mempengaruhi temperatur nyala. Temperatur nyala bahan bakar batubara umumnya berada pada temperatur nyala karbon. Komponen volatil pada bahan bakar batubara akan terlepas seiring dengan peningkatan temperatur, namun tidak akan terbakar sebelum temperatur nyala tercapai.



Gambar 2.4. Proses Pembakaran Bahan Bakar Padat

(Sumber : google.co.id)

2.8. Karakteristik Biopellet

Karakterisasi bahan baku diperlukan untuk mengetahui pengaruh proses pembentukan menjadi biopellet dapat memperbaiki karakteristik masing-masing bahan baku sebagai bahan bakar. Bentuk biopellet yang umum dikenal yakni berbentuk silinder pelet dengan ukuran diameter berkisar antara 6-8 mm dan panjang 10-12 mm.

Secara umum beberapa spesifikasi biopellet yang dibutuhkan oleh konsumen adalah sebagai berikut :

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

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.

a. Sifat Fisik

1. Nilai Kalor

Nilai kalor biopellet sangat berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran biopellet. Semakin tinggi nilai kalor biopellet, semakin bagus kualitas biopellet tersebut karena efisiensi pembakarannya tinggi. Syarat biopellet yang baik menurut Standar Industri Nasional yaitu memiliki kadar kalori diatas 4000 kal/gr.

2. Kadar Air

Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan sehingga biopelet sulit terbakar. Biopelet memiliki kadar air maksimal menurut Standar Industri Nasional untuk tidak boleh lebih dari 12%.

3. Kerapatan

Dilakukan dengan mendeterminasi berapa rapat massa briket melalui perbandingan antara massa briket dengan besarnya dimensi volumetric briket. Besarnya kerapatan (ρ) pada suatu bahan dipengaruhi oleh kepadatan bahan tersebut.

4. *Drop Test (Shatter Index)*

Pengujian shatter index adalah pengujian daya tahan pelet terhadap benturan yang dijatuhkan pada ketinggian 30 cm. pengujian ini dilakukan untuk menguji seberapa kuatnya biopelet dari proses pengepresan yang dikompaksi pada putaran *screw* yang bervariasi dan juga proses perekatan dengan menggunakan pemanasan terhadap benturan yang disebabkan ketinggian dan berapa % bahan yang hilang atau yang lepas dari pelet akibat dijatuhkan pada ketinggian 30 cm.

b. Sifat Kimia

1. Kadar Abu (*Ash*)

Semakin tinggi kadar abu, secara umum akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan dan korosi peralatan yang dilalui. Briopelet dengan kandungan abu yang terlalu tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak.

2. Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat didefinisikan sebagai fraksi karbon dalam biomassa selain fraksi air, zat terbang, dan abu. Besar kecilnya kadar karbon terikat dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar zat terbang.

3. Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti Hidrogen, Karbon Monoksida (CO), dan Metana (CH_4), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO_2 dan H_2O . *Volatile matter* adalah

bagian dari biopellet dimana akan berubah menjadi *volatile matter* (produk) bila biopellet tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu $\pm 90^{\circ}\text{C}$.