

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Energi**

Energi merupakan salah satu kebutuhan yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehari-hari masyarakat. Permintaan energi semakin hari semakin meningkat, hal ini di iringi dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin hari semakin meningkat. Bahan bakar fosil sudah menjadi bahan bakar yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, kurangnya cadangan energi fosil akan berdampak kepada perekonomian dan pembangunan suatu negara (Yandri. E dkk, 2018). 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 terkumpulnya 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.

## 3. Energi baru

Sumber daya energi baru merupakan sumber energi yang dihasilkan oleh teknologi yang 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 tergaskan.

## 2.2 Biomassa

Sebelum mengenal bahan bakar fosil, manusia sudah menggunakan biomassa sebagai sumber energi, misalnya dengan menggunakan kayu untuk menyalakan api unggun. Sejak manusia beralih pada minyak, gas bumi atau batubara untuk menghasilkan tenaga, penggunaan biomassa tergeser dari kehidupan manusia. Namun penggunaan energi besar-besaran telah membuat manusia mengalami krisis energi. Hal ini disebabkan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam yang sangat tinggi. Fosil merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan, sehingga mengatasi kritis energi masa depan perlu beberapa alternatif sumber energi dikembangkan dimana salah satunya adalah energi biomassa.

Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar 50.000 MW yang bersumber dari berbagai biomassa limbah pertanian, seperti: produk samping kelapa sawit, penggilingan padi, *plywood*, pabrik gula, kakao, dan limbah pertanian lainnya (Prihandana dan Hendroko, 2007). Baru sekitar 320 MW yang sudah dimanfaatkan atau hanya 0,64% dari seluruh potensi yang ada (Arif dkk, 2012). Hal

ini berarti bahwa biomassa merupakan sumber energi yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

Penghematan terhadap bahan bakar fosil harus kita gerakkan sejak dahulu karena pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi adalah sumber energi fosil yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*). Salah satu jalan untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) adalah mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*), salah satunya dengan pemanfaatan energi biomassa (Nurmawati, 2006).

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk tujuan primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Arhamsyah, 2010).

Biomassa didefinisikan sebagai bahan organik, tersedia secara terbarukan, yang diproduksi langsung atau tidak langsung dari organisme hidup tanpa kontaminasi dari zat lain atau limbah. Biomassa termasuk limbah hutan dan pabrik, tanaman pertanian dan limbah kayu kotoran hewan, limbah operasi ternak, tanaman air, pertumbuhan pohon dan tanaman, sampah kota dan industri (Diji, 2013).

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.

Keunggulan lain dari biomassa adalah harganya yang lebih murah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Kondisi ini dapat terjadi karena jumlahnya yang sangat melimpah dan umumnya merupakan limbah dari suatu

aktivitas masyarakat. Namun demikian, dengan range nilai kalor antara 3.000–4.500 cal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama dalam rangka membangkitkan energi panas. Biomassa juga dikategorikan sebagai bahan bakar karbon netral (Supriyanto dan Merry, 2010). Biomassa sumber energi yang bersih dan dapat diperbaharui namun biomassa mempunyai kekurangan yaitu tidak dapat langsung dibakar, karena sifat fisiknya yang buruk, seperti kerapatan energi yang rendah dan permasalahan penanganan, penyimpanan dan transportasi (Saptoadi 2006).

Energi biomassa dapat menjadi solusi untuk mengatasi ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis. Energi biomassa merupakan sumber energi alternatif terbarukan yang berasal dari limbah tumbuh-tumbuhan atau bahan organik yang mudah ditemukan dan ketersediaannya yang melimpah, seperti limbah kayu, sekam padi, ampas tebu, dan tempurung kelapa. Melimpahnya limbah tumbuh-tumbuhan tersebut tentunya membuat energi alternatif ini mudah diciptakan dan sebagai bentuk pemanfaatan limbah yang bernilai ekonomis.

### 2.3 Biopellet

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pellet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas dan kandungan energi. Pada umumnya proses pembuatan biopellet, biomassa diumpankan 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 kedalam campuran bahan biopellet adalah 0,5-5%. 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 *energy crops* dapat didensifikasi menjadi pellet. Proses pelletisasi dapat meningkatkan kerapatan spesifik biomassa lebih dari 1000kg/m<sup>3</sup>. Penggunaan biopellet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara – negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopellet digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin.

Biopelet memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada bahan pembuatannya, kebanyakan biopelet untuk bahan bakar menggunakan zat organik atau biomassa seperti bungkil jarak, sekam, dan serbuk kayu. Keunggulan utama pemakaian bahan bakar pelet 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).

Biopelet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari briket (Windarwati, 2011). Bahan tambahan perekat tapioka dan sagu merupakan bahan yang sering digunakan dalam pembuatan biopelet karena mudah didapat, harganya pun relatif murah dan dapat menghasilkan kekuatan rekat kering yang tinggi. Penggunaan perekat tidak melebihi 5% karena semakin besar penambahan perekat, maka akan mengakibatkan bertambahnya kadar air pada biopelet. Hal ini akan mengurangi nilai pembakaran biopelet (Zamirza, 2009).

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 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 bahan bakar komposit campuran biomassa dan batubara yang disebut dengan biobriket.



*Sumber : Leila,2019*

Gambar 2.1 Biopellet Briket dari limbah Tempurung Kelapa

### 2.3.1 Keunggulan Biopellet

Adapun keunggulan biopellet antara lain :

1. Lebih mudah dalam pembuatannya
2. Biaya proses lebih murah
3. Tidak berisiko meledak
4. Sumber bahan baku biomassa jumlahnya melimpah

### 2.3.2 Sifat biopellet yang baik

Adapun sifat biopellet yang baik antara lain:

1. Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran
2. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan pindah-pindah
3. Mempunyai suhu pembakaran yang tetap ( $\pm 350^{\circ}\text{C}$ ) dalam jangka waktu yang cukup panjang ( $\pm 40$  menit)
4. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak.

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, densitas, dan kandungan energi (Winata, 2013). Peletisasi merupakan proses pengeringan dan pembentukan biomassa menggunakan tekanan tinggi untuk menghasilkan biomassa padat. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar biomassa dengan volume yang lebih kecil dan densitas energi lebih tinggi. Bentuk pelet ini menjadikan penyimpanan,

transportasi dan konversi ke dalam energi listrik atau energi 10 kimia lainnya lebih efisien (AEAT,(2003) dalam Praptiahningsih dan Nuriana 2014). Fantozzi dan Buratti (2009) dalam Winata (2013) menyatakan bahwa terdapat 6 tahapan proses pembuatan bio pelet, yaitu: perlakuan pendahuluan bahan baku (pre-treatment), pengeringan (drying), pengecilan ukuran (size reduction), pencetakan biopelet (pelletization), pendinginan (cooling), dan silage. Penggunaan biopelet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara-negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopelet digunakan sebagai bahan bakar katel uap pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin (Winata, 2013). Bahan bakar padat (biopelet) cukup efisien dan ramah lingkungan. Biopelet dapat pula berfungsi sebagai bahan bakar kompor pengganti minyak tanah atau gas. Adanya biopelet menjadi solusi untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar terutama di pedesaan ataupun daerah pesisir. Dalam upaya menggali potensi biomassa limbah pertanian sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan, perlu ditingkatkan kualitas produksi biopelet agar dihasilkan bahan bakar biomassa dengan performa pembakaran yang optimal.

Selain itu biopelet yang dihasilkan juga harus memenuhi standar mutu pelet menurut SNI 8021-2014 nilai standar kualitas dari berbagai negara dapat dilihat pada tabel dibawah ini .

**Tabel 2.1. Standar Kualitas Biopelet 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 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\geq 0,8$
Nilai Kalor (kal/g)	$\geq 4000$

*Sumber: SNI 8021-2014*

Tabel 2.2 Standar Kualitas Biopelet Beberapa Negara

Parameter	Satuan	Amerika <sup>(a)</sup>	Prancis <sup>(b)</sup>
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

Biopelet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas, dan kandungan energi. Bahan bakar padat (biopelet) cukup efisien dan ramah lingkungan. Biopelet dapat pula berfungsi sebagai bahan bakar kompor pengganti minyak tanah atau gas. Adanya biopelet menjadi solusi untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar terutama di pedesaan (Winata,2013).

Briket adalah sumber energi yang berasal dari biomassa yang bisa digunakan sebagai energi alternatif pengganti , minyak bumi dan energi lain yang berasal dari fosil dengan ukuran 50-100mm dan panjang 60-150mm. Briket dapat dibuat dari bahan baku yang banyak kita temukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti batok kelapa, sekam padi, arang sekam, serbuk kayu (serbuk gergaji), bongkol jagung, daun,dan lain sebagainya. Pembuatan briket dilakukan dengan proses penekanan atau pemadatan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor per satuan luas dari suatu biomassa yang akan digunakan sebagai energi alternatif, sehingga dengan ukuran biomassa yang relatif kecil akan dihasilkan energi yang besar. Selain itu bentuk biomassa menjadi lebih seragam, sehingga akan lebih mudah dalam proses penyimpanan dan pendistribusian.

## 2.4 Bahan Baku yang digunakan

### 2.4.1 Deskripsi dan Morfologi Tempurung Kelapa

Indonesia merupakan negara tropis yang menjadi salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Dalam satu buah kelapa hanya menghasilkan daging kelapa sebesar 28%, sisanya adalah sabut kelapa sebesar 35% dan tempurung kelapa sebesar 12% yang sering dianggap sebagai limbah sisa. Salah satu bentuk

pemanfaatan dari limbah sabut dan tempurung kelapa yaitu dengan dibuat menjadi briket biopelet yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen dengan tahapan persiapan bahan, karbonisasi bahan, pembuatan briket, dan pengujian briopelet. Pada pembuatan biopelet, bahan perekat yang digunakan adalah perekat tepung maizena dengan konsentrasi 9-15%. Pengujian yang dilakukan meliputi uji proksimat, uji nilai kalor, dan uji pembakaran dengan metode *WBT (Water Boiling Test)* untuk mengetahui efisiensi pembakaran.

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokrap, bersifat keras, dan di selimuti oleh sabut kelapa. Biasanya tempurung kelapa digunakan sebagai bahan kerajinan, bahan bakar, dan briket. Pada bagian pangkal tempurung kelapa terdapat 3 titik lubang tumbuh (ovule) yang menunjukkan bahwa bakal buah asalnya berlubang 3 dan yang tumbuh biasanya 1 buah saja. Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip dengan kayu, mengandung lignin, pentosa, dan selulosa. Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang dan arang aktif. Untuk proses pengujian nilai kalor pada tempurung kelapa yaitu dengan menggunakan alat bomb calorimeter, selain memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tempurung kelapa juga cukup baik untuk bahan arang aktif (Triono,2006).

Pohon kelapa atau sering disebut pohon nyiur biasanya tumbuh pada daerah atau kawasan tepi pantai. Buah kelapa terdiri dari kulit luar, sabut, tempurung, kulit daging, daging buah, air kelapa dan lembaga. Buah kelapa yang sudah tua memiliki bobot sabut (35%), tempurung (12%), endosperm (28%) dan air (25%). Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik dijadikan arang aktif. Bentuk, ukuran dan kualitas tempurung kelapa merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan arang aktif. Kualitas tempurung kelapa dan proses pembakaran sangat menentukan rendemen karbon aktif yang dihasilkan. Secara fisiologis, bagian tempurung merupakan bagian yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung kelapa tersebut. Berat dan tebal tempurung kelapa sangat ditentukan oleh jenis tanaman kelapa. Berat

tempurung kelapa ini sekitar (15 – 19) % dari berat keseluruhan buah kelapa, sedangkan tebalnya sekitar (3 – 5) mm<sup>2</sup>.

Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 2-6 mm. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras dengan kadar air sekitar 6-9 % (dihitung berdasarkan berat kering). Data komposisi kimia tempurung kelapa dapat kita lihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Komposisi kimia tempurung kelapa

<b>Komponen</b>	<b>Persentase (%)</b>
Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Abu	0,6
Komponen Ekstraktif	4,2
Uronat Anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Air	8,0

Sumber: *Suhardiyono, 1988*

#### 2.4.2 Kandungan dan Manfaat Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa memiliki karakteristik untuk dimanfaatkan menjadi produk-produk kerajinan. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, produk-produk yang diperoleh dan juga material alam semakin diminati dan memanfaatkan limbah tempurung kelapa menjadi sebuah produk yang memiliki nilai jual tinggi. Produk akhir yang dihasilkan berupa perabotan-perabotan rumah tangga yang sangat simple dan menarik, perabotan ini juga memudahkan ibu rumah tangga dalam mendapatkannya, dan juga sehat untuk kehidupan sehari-hari. Limbah tempurung kelapa dapat menjadi lebih bernilai nilai ekonomis dan tentunya memberi dampak atau pengaruh positif kepada masyarakat. Hasil dari penelitian ini yaitu sebuah produk yang memiliki manfaat bagi masyarakat yaitu sendok sayuran yang memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari.

Kelapa merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat bagi masyarakat Indonesia. Tanaman kelapa mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Hampir semua bagian tumbuhan ini dapat dimanfaatkan, sehingga tumbuhan ini merupakan

tumbuhan serba guna. Air kelapa dapat digunakan untuk diminum yaitu sari kelapa muda, sedangkan kelapa muda dapat digunakan untuk minuman, manisan kelapa, sedangkan kelapa tua digunakan untuk santan, kelapa parut dan minyak goreng, bagian batang dan daun bisa digunakan untuk atap rumah, sapu lidi, keset, dan tempurung kelapa digunakan untuk membuat perabotan rumah tangga. Tempurung kelapa merupakan bagian kelapa yang keras atau merupakan limbah keras. Limbah tempurung kelapa belum memiliki pemanfaatan yang jelas sehingga dalam pembuangannya menjadi rumpukan. Limbah tempurung kelapa memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi barang-barang rumah tangga. Limbah tempurung kelapa mudah didapatkan misalnya pada pedagang es kelapa yang digunakan hanya air dan buahnya saja, sehingga didapatkan limbah tempurung kelapa yang sudah tidak terpakai. Limbah tempurung kelapa dapat didaur ulang dengan cara dihaluskan, diberi warna, dibentuk untuk menghasilkan produk yang layak pakai. Limbah tempurung kelapa telah dimanfaatkan untuk membuat kerajinan, salah satunya adalah untuk kerajinan rumah tangga yaitu irus. Kerajinan perabotan rumah tangga dari tempurung kelapa dibuat dengan memanfaatkan cangkang keras tempurung untuk membuat berbagai produk kerajinan dan juga biasanya digunakan sebagai bahan bakar.



*Sumber : gilang,2018*

Gambar 2.2 Tempurung Kelapa

Tempurung Kelapa mengandung selulosa 26,6% , Hemiselulosa 27,7%, Lignin 29,4%, Abu 0,6%, Komponen ekstraktif 4,2%, Uronat anhidrat 3,5%, Nitrogen 0,1%, dan air 8,0%. Buah kelapa mengandung kalori yang tinggi, sebesar 359 kal per 100 gram; daging kelapa setengah tua mengandung kalori 180 kal per 100 gram dan daging kelapa muda mengandung kalori sebesar 68 kal per 100 gram.

Sedang nilai kalori rata-rata yang terdapat pada air kelapa berkisar 17 kalori per 100 gram. Air kelapa hijau, dibandingkan dengan jenis kelapa lain banyak mengandung tanin atau antiodotum (anti racun) yang paling tinggi. Kandungan zat kimia lain yang menonjol yaitu berupa enzim yang mampu mengurai sifat racun. Komposisi kandungan zat kimia yang terdapat pada air kelapa antara lain asam askorbat atau vitamin C, protein, lemak, hidrat arang, kalsium atau potasium. Mineral yang terkandung pada air kelapa ialah zat besi, fosfor dan gula yang terdiri dari glukosa, fruktosa dan sukrosa. Kadar air yang terdapat pada buah kelapa sejumlah 95,5 gram dari setiap 100 gram.

Salah satu pemanfaatan dari limbah tumbuh-tumbuhan adalah sebagai bahan baku dalam pembuatan biopellet briket. Bahan baku tersebut salah satunya yaitu tempurung kelapa. Tempurung kelapa yang tidak digunakan dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembuatan biopellet briket, dimana tempurung kelapa diolah menjadi arang melalui proses karbonisasi. Tempurung kelapa yang diolah menjadi biopellet briket mempunyai keuntungan tersendiri karena dapat diproduksi secara sederhana dan jumlahnya yang berlimpah.

Penyebaran tanaman kelapa di Indonesia yang banyak serta banyaknya industri kecil dan rumah tangga yang menggunakan bahan dasar kelapa mengakibatkan limbah tempurung kelapa semakin meningkat. Oleh karena itu dengan penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan pembuatan biopellet briket dapat mengatasi permasalahan limbah. Selain masalah energi alternatif, penggunaan tempurung kelapa juga dapat mengatasi masalah limbah tempurung kelapa yang begitu banyak. Penambahan perekat dalam pembuatan briket arang dimaksudkan agar partikel arang saling berikatan dan tidak mudah hancur. Perekat organi menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya bahan perekat yang efektif, misalnya tepung maizena. Penggunaan perekat tepung maizena memiliki beberapa keuntungan, yaitu: harga murah, mudah pemakaiannya, dan dapat menghasilkan kekuatan rekat yang kering tinggi (lestari *dkk*, 2010: 93)

Tabel 2.4 Hasil Analisa Karakteristik Tempurung Kelapa

Parameter Analisis	Jumlah
Carbon	58,07
Hydrogen	5,46%
Nitrogen	1,04%
Oxygen	38,44%
Sulfur	0,11%

(sumber : Qistina, 2016)

### 2.4.3 Bahan Prekat

Pada proses pembuatan biopelet umumnya memerlukan perekat dan memiliki peran yang cukup besar. Berdasarkan penelitian (Lestari dkk,2010) menunjukkan semakin besar persentasi bahan perekat, maka semakin tinggi pula kadar air dan kadar abunya, sehingga nilai kalornya menurun .Pada pembuatan biopelet kali ini digunakan tepung maizena sebagai perekat.

Maizena merupakan pati yang didapatkan dari proses pelepasan granula pati dari matriks protein dan komponen lain melalui proses penggilingan basah yang meliputi tahap pembersihan, perendaman (sleeping), penggilingan, pemisahan menggunakan ayakan, sentrifugasi, dan pencucian untuk memperoleh pati jagung yang bersih. (Koswara, 2009).



Sumber: Merdeka.com

Gambar 2.3. Tepung Maizena

Penggunaan pati jagung sangat luas baik untuk bahan pangan maupun non pangan . Sebagai bahan pangan biasanya digunakan untuk pembuatan sirup jagung fruktosa tinggi. Sebagai bahan non pangan biasanya digunakan di indutri kertas, tekstil dan untuk bahan perekat.

Tepung jagung termodifikasi memiliki kecenderungan berbeda dengan tepung jagung alami. Proses fermentasi dapat memecah komponen-komponen kompleks menjadi lebih sederhana sehingga dapat mengubah sifat kimia, fisik dan fungsional tepung jagung. Penambahan bahan perendam seperti ragi tape, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Lactobacillus casei* mampu menghasilkan enzim yang dapat mempercepat proses degradasi.

Tepung jagung tersebut juga stabil selama pemanasan, ditunjukkan dari breakdown viscosity yang rendah. Karakter positif yang lain dari tepung jagung yang dibuat melalui fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei* tersebut adalah tahan terhadap retrogradasi dan sineresis, yang ditunjukkan dari nilai setback viscosity rendah. Karakter lain tepung jagung termodifikasi tersebut adalah kapasitas penyerapan air rendah sedangkan kapasitas penyerapan minyak tinggi. Tepung dengan karakteristik fungsional seperti itu yang cocok diaplikasikan pada biskuit. Hal ini disebabkan tepung yang mampu mengikat minyak lebih besar maka akan mampu mengikat bahan tambahan seperti telur dan margarine secara optimum

Tabel 2.5 Komposisi Tepung Maizena

Komponen	Jumlah Kandungan
Air	10,9
Karbohidrat	82,0
Protein	5,8
Lemak	0,9
Serat	7,8
Abu	0,4

Sumber: Gilang,2008

Pada penelitian ini jenis perekat yang digunakan adalah tepung maizena. Perekat maizena umum digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat di pasaran dan harganya relatif murah. Perekat ini dalam penggunaannya menimbulkan asap yang relatif sedikit dibandingkan bahan lainnya.

Dengan adanya penguanaan bahan perekat maka ikatan antar partikel semakin kuat, butiran-butiran arang akan saling mengikat yang menyebabkan air terikat pada pori-pori arang (Komarayati dan Gusmailian dalam Noldi, 2009). Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menahan air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang direkatkan. Dengan adanya bahan

perekat maka susunan partikel makin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekanan arang briket akan semakin baik. Dalam penggunaan bahan perekat harus memperhatikan faktor ekonomi maupun non-ekonominya (Silalahi dalam Noldi, 2009).

## 2.5 Proses Pengarangan

Proses pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen ( $O_2$ ) dari udara. Menurut ketersediaan oksigennya, proses pembakaran dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna (Darmansyah Dalimunthe, 2006). Pembakaran sempurna terjadi apabila terdapat cukup oksigen ( $O_2$ ) yang dapat membakar bahan bakar yang tersedia sehingga menghasilkan karbon dioksida dan air, suatu proses pembakaran dapat dikatakan sempurna apabila diperoleh abu sebagai residunya. Sedangkan proses pembakaran tidak sempurna terjadi apabila ketersediaan oksigen ( $O_2$ ) yang ada tidak mencukupi untuk membakar habis semua bahan bakar yang ada. Proses pembakaran tidak sempurna ini sering pula disebut sebagai proses pengarangan, karena residu yang dihasilkan dari proses ini berupa arang.

Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Arang

Parameter	Nilai
Kerapatan	0,45 g/cm <sup>3</sup>
Kerapatan Total	1,38 - 1,46 g/cm <sup>3</sup>
Porositas	70 %
Permukaan dalam	50 m
Kekuatan Pemampatan	26 N/mm <sup>2</sup>
Berat bagian terbesar	80 - 220 kg/m <sup>2</sup>
Kadar air	5 - 8 %
Kadar karbon	80 - 90 %
Kandungan abu	1 - 2 %
Nilai Kalor	29 - 33 MJ/kg
Zat-zat mudah menguap	10 - 18 %

Sumber: *Ensiklopedia Nasional Indonesia, 1995*

### 2.5.1 Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses mengubah bahan menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil

pembakaran berupa abu dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan ke lingkungan dengan perlahan (HA. Lubis, 2011).

Karbonisasi biomassa merupakan suatu proses pembakaran pada suhu tinggi untuk menaikkan nilai kalor biomassa, sehingga diperoleh hasil berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam. Pada umumnya proses ini dilakukan pada temperatur 500-800<sup>0</sup>C, kandungan zat yang mudah menguap akan hilang sehingga akan terbentuk struktur pori awal (Widowati, 2003).

Menurut Hasani (1996) dalam Ita Gutria (2013), proses karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas, yang menghasilkan arang serta menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk uap air, methanol, uap-uap asam asetat dan hidrokarbon.

Karbonisasi juga dapat dikatakan sebagai suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang. Pada proses karbonisasi akan terjadi proses pelepasan atau penguapan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> formaldehid, formik dan acetil acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan tar cair. Gas-gas yang dilepaskan pada proses ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi.

Proses pengarangan atau karbonisasi ini terbagi menjadi empat tahap, yaitu (S. Setyahartini dkk, 1985 dalam Satriyani Siahaan dkk, 2013):

1. Tahap penguapan air yang terjadi pada suhu 100-105 °C,
2. Tahap penguraian hemiselulosa dan selulosa, yang terjadi pada suhu 200-240°C, menjadi larutan piroglinat,
3. Tahap proses depolimerisasi dan pemutusan ikatan C – O dan C – C pada suhu 240-400 °C,
4. Tahap pembentukan lapisan aromatik yang terjadi pada suhu lebih dari 400°C dan lignin masih terus terurai sampai suhu 500 °C, sedangkan pada suhu lebih dari 600 °C terjadi proses pembesaran luas permukaan arang serta selanjutnya arang dapat dimurnikan atau dijadikan arang aktif pada suhu 500-1000 °C.

Karbonisasi merupakan suatu proses konversi dari suatu zat organik ke dalam karbon atau residu yang mengandung karbon dalam proses pembuatan arang berkarbon, karbonisasi dilakukan dengan membakar kulit durian untuk

menghilangkan kandungan air atau content dan material-material lain dalam kulit durian yang tidak dibutuhkan oleh arang seperti hidrogen dan oksigen atau material yang menguap (K Ridhuan dan Joko, 2016).

Karbonisasi merupakan metode atau teknologi untuk memperoleh arang sebagai produk utama dengan memasukan biomassa padat seperti kulit durian, kayu, sekam padi dll. Pada 400-600°C, hal ini dapat menghasilkan tar, asam pyroligneus dan gas mudah terbakar sebagai hasil samping produk. Dalam kasus diskriminasi dari “destilasi kering” merupakan terminologi yang digunakan. Karbonisasi umumnya berarti pembuatan arang meskipun itu merupakan istilah termasuk distilasi kering.

### 2.5.2 Pirolisis

Pirolisis atau yang sering disebut juga sebagai termolisis merupakan proses terhadap suatu materi dengan menambahkan aksi temperatur yang tinggi tanpa kehadiran udara (khususnya oksigen). Secara singkat pirolisis dapat diartikan sebagai pembakaran tanpa oksigen .

Umpan pada proses pirolisis dapat berupa material bahan alam tumbuhan atau dikenal sebagai biomassa, atau berupa polimer. Dengan proses pirolisis, biomassa dan polimer akan mengalami pemutusan ikatan membentuk molekul- molekul dengan ukuran dan stuktur yang lebih ringkas. Pirolisis biomassa secara umum merupakan dekomposisi bahan organik menghasilkan bahan padat berupa arang aktif, gas dan uap serta aerosol (Trossero, 2002).

Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses dekomposisi pada pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Pirolisis atau bisa di sebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan berupa campuran tar dan beberapa zat lainnya. Produk lain adalah gas berupa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil. Hasil pirolisis berupa tiga jenis produk yaitu padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil). Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya, (K Ridhuan dan Joko

Suranto, 2016). Temperatur pirolisis untuk mereduksi sampai dicapai secara optimal.

## 2.6 Teknologi Pembuatan Biopellet Briket

Pembriketan adalah proses pengolahan karbon hasil karbonisasi yang mengalami perlakuan penggerusan, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket maupun biopelet yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu.

Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket maupun biopelet adalah sebagai berikut (Sukandarrumidi, 2006 dalam J.F. Gultom, 2011):

1. Ukuran butir, semakin kecil ukuran butir bahan yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket akan semakin kuat daya rekat antar butir apabila telah ditambahkan bahan perekat.
2. Tekanan mesin pencetak, diusahakan agar briket yang dihasilkan kompak, tidak rapuh dan tidak mudah pecah apabila dipindah-pindah. Di samping itu diusahakan masih terdapat pori-pori yang memungkinkan udara (oksigen) masih ada di dalamnya. Keberadaan oksigen dalam briket sangat penting karena akan mempermudah proses pembakaran.
3. Kandungan air, hal ini akan berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan. Apabila kandungan airnya tinggi, maka kalori yang dihasilkan briket akan berkurang karena sebagian kalori akan dipergunakan lebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat dalam briket.

Menurut Kurniawan *dkk.* (2009) dalam HA Lubis (2011), proses produksi briket melalui beberapa tahap langkah. Adapun langkah-langkah pembuatan briket sebagai berikut :

### 1. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang disiapkan dan dibersihkan dari material-material tidak berguna, seperti batu dan sebagainya. Kemudian bahan baku dikeringkan sebelum dikarbonisasi.

### 2. Proses Karbonisasi

Proses pengarangan atau karbonisasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan furnace atau tungku pembakaran. Karbonisasi biomassa merupakan suatu proses pembakaran pada suhu tinggi untuk menaikkan nilai

kalor biomassa, sehingga diperoleh hasil berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam.

### 3. Proses Densifikasi

Proses densifikasi dilakukan pada bahan berbentuk curah atau memiliki sifat fisik yang tidak beraturan. Terdapat tiga tipe proses densifikasi, antara lain: *extruding*, *briquetting*, dan *pelleting*. Proses *pelleting* terjadi karena adanya aliran bahan dari *roll* yang berputar disertai dengan tekanan menuju lubang-lubang *dies* pencetak biopelet. Peletisasi merupakan proses pengeringan dan pembentukan biomassa dengan menggunakan tekanan tinggi untuk menghasilkan biomassa padat berbentuk silinder dengan diameter maksimum 25 mm. Proses peletisasi bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar biomassa dengan volume yang secara signifikan lebih kecil dan densitas energi lebih tinggi, sehingga lebih efisien untuk proses penyimpanan, transportasi, dan konversi ke dalam bentuk energi listrik atau energi kimia lainnya (AEAT 2003).

## 2.7 Faktor - Faktor Dalam Proses Pembuatan Biopelet Briket

Kualitas dari sebuah biopelet briket dapat dilihat melalui analisa baik, analisa secara fisik maupun analisa secara kimia. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari pelet adalah bahan baku, kadar air, ukuran partikel, kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, dan perlakuan setelah proses produksi (Lehmann *dkk*, 2012).

Analisa secara fisik dimaksudkan untuk mengetahui kualitas biopelet briket secara langsung berdasarkan sifat-sifat fisik dari biopelet briket itu sendiri, sedangkan analisa secara kimia dilakukan agar dapat diketahui kandungan zat yang terdapat di dalam briket beserta dengan kadar kandungan zat tersebut (D.A. Himawanto *dkk*, 2003).

### 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 kulit kopi, 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.

### **2.8 Karakteristik Biopelet**

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

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

1. Daya tahan biopelet
2. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya
3. Bersih (tidak berasap), terutama untuk sector rumah tangga
4. Bebas gas-gas berbahaya
5. Sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil).

Sebagai bahan bakar, biopelet 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.

### 2.8.1 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 biopellet sulit terbakar. Biopellet memiliki kadar air maksimal menurut Standar Industri Nasional untuk tidak boleh lebih dari 12%.

### 2.8.2 Sifat Kimia

#### a. Kadar Abu (*Ash*)

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

#### b. 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.

#### c. Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti Hidrogen, Karbon Monoksida (CO), dan Metana (CH<sub>4</sub>), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. *Volatile matter* adalah bagian dari biopellet dimana akan berubah menjadi *volatile matter* (produk) bila biopellet tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu  $\pm 90^{\circ}\text{C}$ .