

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).

Untuk menambah lagi cadangan energi fosil di dunia membutuhkan waktu yang lama, akan tetapi kebutuhan masyarakat akan energi tidak bisa ditunda. Efek yang terjadi akibat kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar fosil hampir dirasakan seluruh kalangan masyarakat, baik dari industri maupun masyarakat sipil (A.Gandhi, 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. Menurut Yandri, dkk pada tahun 2018, pengelolaan energi dari sisi penyediaan meliputi :

1. Energi tak terbarukan

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 serpih bitumen

2. Energi terbarukan

Sumber daya energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan. Contoh dari sumber daya energi terbarukan antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, dan aliran terjunan air.

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

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).

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 (Welle, 2009). 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 krisis 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.

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.

Bahan pembuat biomassa ini berasal dari dua jenis yaitu hewan yang bisa berupa mikroorganisme atau makroorganisme, dan yang berasal dari tumbuhan. Biomassa dapat berbentuk cair, padat, dan gas. Energi biomassa ini muncul berdasarkan adanya siklus karbon di bumi. Di Indonesia setiap tahun dihasilkan ratusan juta ton limbah pertanian seperti jerami, kulit padi, seresah tebu, tandan kosong kelapa sawit dan-lain-lain (Suci dkk, 2019). Limbah pertanian yang berpotensi lainnya seperti: ampas tebu, tongkol jagung, jerami, tempurung dan ampas kelapa, sampah pasar yang terdiri dari kulit buah-buahan dan buah-buahan yang mengalami pembusukan, dan sisa-sisa pengolahan hasil-hasil pertanian lainnya yang umumnya menjadi sampah dan berpotensi sebagai pencemar lingkungan (Khaidir, 2016).

Tanaman perkebunan yang dibudidayakan dan potensial untuk sumber bahan bakar nabati antara lain kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, tebu, dan sagu (Prastowo, 2007). Sistem pertanian bioindustri terpadu yang berlandaskan padapemanfaatan berulang zat hara serta pemanfaatan biomassa merupakan pilihan sistem pertanian masa depan karena tidak saja meningkatkan nilai tambah dari lahan tetapi juga ramah lingkungan, namun demikian, pengembangan sistem pertanian bioindustri diduga masih terbatas.

2.2.1. Teknologi Konversi Biomassa

Penggunaan sumber daya terbarukan dari tumbuhan dan hewan untuk penerangan dan energi sudah lama dilakukan manusia, 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 dari fosil (E. Hermiati, 2019). Bahan bakar ini tidak lagi banyak digunakan sejak sekitar 1860 keti- ka

dihasilkan bahan bakar asal 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 (Kovarik, B. History of Biofuels, 2013).

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.

2.3. Biopellet

Pellet merupakan salah satu bentuk energi biomassa, yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 1980-an. Pellet digunakan sebagai pemanas ruang untuk ruang skala kecil dan menengah. Pellet dibuat dari hasil samping terutama serbuk kayu. Pellet kayu digunakan sebagai penghasil panas bagi pemukiman atau industri skala kecil. Di Swedia, pellet memiliki ukuran diameter 6–12 mm serta panjang 10–20 mm (NUTEK 1996; Jonsson 2006 dan Zamirza, 2009). Pellet merupakan hasil pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket (60 kg/m³, kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%) (El Bassam dan Maegaard, 2004).

Biopellet atau pellet yang berasal dari biomassa dikonversi dan dapat dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar menggunakan teknik densifikasi. Teknik ini bertujuan untuk meningkatkan densitas (kerapatan) dari bahan dan memudahkan penyimpanan serta pengangkutan. Konversi biomassa dapat menaikkan nilai kalori per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, mempunyai ukuran, dan kualitas yang seragam dari biopellet yang dihasilkan. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari pellet adalah

bahan baku, kadar air, ukuran partikel, kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, dan perlakuan setelah proses produksi (Lehmann dkk, 2012).

Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari briket (Windarwati, 2011). Bahan tambahan perekat tepung ketan merupakan bahan yang sering digunakan dalam pembuatan biopellet 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 biopellet. Hal ini akan mengurangi nilai pembakaran biopellet (Zamirza, 2009).

Berdasarkan data *International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 40, Global Wood Pellet Industry Market and Trade Study* di tahun 2011, jumlah produksi biopellet dunia mendekati 20 juta ton sedangkan pada tahun 2020, jumlah kebutuhan biopellet dunia diperkirakan meningkat hingga 80 juta ton (Sukarta dan Oka, 2017). Melihat tingginya kebutuhan biopellet dunia, Indonesia memiliki peluang yang sangat besar untuk turut serta memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini juga didukung oleh tingginya sumber biomassa yang dimiliki oleh Indonesia, seperti dari limbah pertanian yang mencapai 50.000 MW (Winata, 2013).

Menurut (Saptoadi, 2006), proses pemampatan biomassa menjadi briket atau pellet dilakukan untuk :

1. Meningkatkan kerapatan energi bahan,
2. Meningkatkan kapasitas panas (kemampuan untuk menghasilkan panas dalam waktu lebih lama dan mencapai suhu yang lebih tinggi).
3. Mengurangi jumlah abu pada bahan bakar.

Keunggulan utama pemakaian bahan bakar biopellet biomassa adalah penggunaan kembali bahan limbah seperti tempurung kelapa 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 table. Adapun beberapa karakteristik yang ada pada biopellet, seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1. Standar Kualitas Biopellet 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 (g/cm^3)	$\geq 0,8$
Nilai Kalor (kal/g)	≥ 4000

Sumber: SNI 8021-2014

Tabel 2.2. Standar Kualitas Biopellet Beberapa Negara

Parameter	Satuan	Amerika	Prancis
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	%	-	$\leq 0,5$
Klorin	%	<0,03	<0,07

Sumber: Peksa-Blanchard dkk, 2007

Biopellet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pellet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembaban, densitas, dan kandungan energi. Bahan bakar padat (biopellet) cukup efisien dan ramah lingkungan. Biopellet dapat pula berfungsi sebagai bahan bakar kompor pengganti minyak tanah atau gas. Adanya

biopellet menjadi solusi untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar terutama di pedesaan (Winata, A,2013).

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. Arsenik, karbon monoksida, sulfur, dan gas karbon dioksida merupakan sedikit polutan air dan udara yang dihasilkan oleh penggunaan minyak sebagai bahan bakar. Sistem pemanasan dengan pellet menghasilkan emisi CO₂ yang rendah, karena jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama pembakaran setara dengan CO₂ yang diserap tanaman ketika tumbuh, sehingga tidak membahayakan lingkungan. Dengan efisiensi bakar yang tinggi, jenisemisi lain seperti NOX dan bahan organik yang mudah menguap juga dapat diturunkan. Masalah yang masih tersisa adalah emisi debu akibat peningkatan penggunaan sistem pemanasan dengan pellet.

Salah satu jenis biomassa yang potensial untuk dimanfaatkan selain kayu adalah tempurung kelapa. Adapun alasan pemilihan tempurung kelapa sebagai bahan utama dikarenakan jumlahnya yang sangat melimpah dan tidak optimal dalam pemanfaatannya bahkan bisa dikatakan tidak terpakai (limbah).

2.4. Bahan Baku yang Digunakan

2.4.1. Deskripsi dan Morfologi Tempurung kelapa

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokarp, bersifat keras, dan di selimuti oleh sabut kelapa biasanya tempurung kelapa di gunakan 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. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6.500 – 7.600 Kkal/g. 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).



Sumber : Merdeka.com

2.1 Gambar Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras dengan kadar air sekitar 6-9 % (dihitung berdasar berat kering) yang tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Data komposisi kimia tempurung kelapa dapat kita lihat pada tabel

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa.

Komponen	Jumlah kandungan (%)
Lignin	29,4
Air	8,0
Abu	0,6
Komponen ekstraktif	42
Selulosa	26,6
Uronat anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Hemiselulosa	27,7

Sumber: Suhardiyono, 1988 dalam Anonim

dalam Anonim Pada dasarnya limbah biomassa dari tempurung kelapa sangat melimpah dan dalam pemanfaatannya belum begitu optimal. Biasanya pemanfaatan limbah tempurung ke

lapa digunakan sebagai bahan bakar sekali pakai. Oleh karena itu limbah tempurung kelapa ini akan dijadikan sesuatu yang lebih bermanfaat yaitu sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan.

a. Morfologi akar

Akar tanaman kelapa merupakan akar serabut meskipun begitu akar kelapa bisa masuk kedalam tanah hingga kedalaman 8 meter dan menyebar secara horizontal hingga 16 meter.

Akar tanaman kelapa terkadang terlihat menyembul dipermukaan tanah. Akar primer tanaman kelapa akan tumbuh dan bercabang menjadi akar sekunder, lalu akar sekunder akan bercabang lagi hingga akar tersier.

b. Morfologi Batang

Tanaman kelapa merupakan tanaman monokotil yang tidak memiliki cambium. Hal ini menyebabkan batang kelapa tidak memiliki pertumbuhan sekunder alias batangnya tidak membesar namun hanya tumbuh lurus ke atas.

Batang tanaman kelapa hanya memiliki satu titik tumbuh yakni pada bagian ujung batang. Titik tumbuh tersebut mengikuti arah sinar matahari, sehingga kita sering melihat ada batang tanaman kelapa yang tumbuhnya tidak lurus.

Kecepatan pertumbuhan batang tanaman kelapa berbeda- beda. Pada tanaman muda kecepatan tumbuhnya 1 – 1,5 meter per tahun, sedangkan tanaman dewasa 0,5 meter per tahun dan tanaman tua hanya tumbuh 10 – 15 cm per tahun.

Umumnya tanaman kelapa dapat mencapai ketinggian hingga 30 meter dan diameter batangnya 20 – 30 cm. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kesuburan tanah dan iklim.

c. Morfologi Daun

Daun kelapa memiliki pertulangan daun sejajar dan memiliki pelepah. Helai daun kelapa tersusun di sisi kanan dan kiri pelepahnya. Pelepah daun kelapa melekat kuat dibatang bahkan daun yang sudah tua pun pelepahnya sulit terlepas.

Panjang pelepah bisa mencapai 8 meter dan 65 pasang helai daun untuk tanaman kelapa dewasa. Daun mudanya (janur) banyak dimanfaatkan untuk membuat ketupat maupun kembang mayang untuk tradisi pernikahan adat Jawa. Ini karena tekstur daun kelapa muda yang masih lentur dan mudah di bentuk. Daun muda tanaman kelapa berwarna kuning dan saat tua berwarna hijau tua.

d. Morfologi Bunga

Bunga kelapa muncul dari ketiak daun (pelepah) dan terbungkus oleh seludang (spatha). Bunga kelapa dikenal dengan istilah inflorescentia atau manggar. Manggar memiliki tangkai utama yang memiliki 30-40 cabang. Bunga betina terletak pada pangkal cabang-cabang ini sedangkan bunga jantannya ada di bagian ujung.

Dalam setiap cabang biasanya ada 2 bunga betina dan 200 bunga jantan. Bunga kelapa awalnya terbungkus oleh seludang yang tebal untuk melindungi bunga-bunga nya. Seludang akan terbuka lebih dahulu, lalu kemudian disusul oleh masaknya bunga- bunga jantan dalam dua hari mulai dari bunga paling ujung.

Bunga betina ukurannya lebih besar dengan diameter 3 cm dan memiliki 3 kelopak yang lebar dan hampir menutupi bagian bunga lainnya, putiknya tidak bertangkai dan terdapat 6 benang sari.

e. Morfologi Buah

Buah kelapa terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- Epicarp atau kulit terluar yang warnanya tergantung varietas kelapa tersebut, ada yang hijau, kuning maupun orange.
- Mesocarp yang kita kenal sebagai sabut kelapa
- Endocarp atau tempurung kelapa atau biasa dikenal dengan batok kelapa
- Putih lembaga, kita mengenalnya sebagai daging kelapa yang bisa dikonsumsi
- Air kelapa yang terdiri dari 4% mineral dan 2% gula
- Embrio yang merupakan titik tumbuh kelapa jika biji kelapa berkecambah

2.4.3. Bahan Perekat

Pembuatan pelet biomassa umumnya memerlukan penambahan bahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik dari briket. Adanya penambahan kadar perekat yang sesuai pada pembuatan briket akan meningkatkan nilai kalor briket tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lestari dkk pada tahun 2010, menunjukkan bahwa bahan perekat memberikan pengaruh terhadap kualitas briket arang tempurung kelapa, pada penelitiannya diperoleh hasil bahwa briket arang tempurung kelapa dengan perekat kanji 10% mempunyai kadar air dan kadar abu terendah serta nilai kalor tertinggi.

Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitas perekat itu sendiri, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Oswan Kurniawan dkk., 2008 dalam Ade Kurniawan, 2013).

1) Berdasarkan sifat atau bahan baku perekatan briket

Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut (Sutiyono, 2008):

- a. Memiliki gaya *kohesi* yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batubara.
- b. Mudah terbakar dan tidak berasap.
- c. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
- d. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya

2) Berdasarkan jenis

Jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat untuk pembuatan briket, yaitu:

a. Pengikat Anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain semen, lempung (tanah liat), natrium silikat (Ade Kurniawan, 2013).

Tanah liat dapat dipakai sebagai perekat karbon. Namun, penampilan briket

yang menggunakan perekat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya. Tanah Liat adalah suatu zat yang terbentuk dari kristal-kristal yang sangat kecil. Kristal-kristal ini terdiri dari mineral-mineral yang disebut kaolinit. Tanah liat termasuk hidrosilikat alumina dan dalam keadaan murni mempunyai rumus $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan komposisi 47 % Oksida Silinium (SiO_2), 39 % Oksida Aluminium (Al_2O_3) dan 14% air (H_2O) (Arganda Mulia, 2007).

b. Pengikat Organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik diantaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin. (Tobing F.S, 2007).

Adapun bahan perekat organik yang umumnya digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung ketan.

1. Tepung Ketan

Dalam pembuatan biobriket diperlukan perekat ataupun pengikat yang berfungsi untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku (bioarang) pada proses pembuatan briket. Tepung ketan termasuk merupakan salah satu jenis bahan perekat organik dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Dipilihnya perekat tepung ketan ini dikarenakan harganya murah serta mudah didapat. Adapun komposisi dari tepung ketan terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Komposisi Tepung Ketan

Komponen	Jumlah kandungan (%)
Air	12,00
Karbohidrat	80,00
Protein	5,00
Lemak	0,9
Serat	2,1
Abu	0,7

Sumber : Deprin, 1989, dalam Hambali, Erliza, dkk, 2007

Pada penelitian ini jenis perekat yang digunakan adalah tepung beras ketan. Perekat beras ketan 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.



2.2 Gambar Tepung Ketan

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 Pembakaran

Pembakaran adalah suatu runutan reaksi kimia antara suatu bahan bakar dan suatu oksidan, disertai dengan produksi panas yang kadang disertai cahaya dalam bentuk pendar atau api. Dalam suatu reaksi pembakaran lengkap, suatu senyawa bereaksi dengan zat pengoksidasi, dan produknya adalah senyawa dari tiap elemen dalam bahan bahan bakar dengan zat pengoksidasi. Pembakaran pirolisis merupakan suatu proses dekomposisi termokimia yang terjadi bahan organik (biomasa) melalui proses pemanasan dengan menggunakan sedikit atau tanpa

oksigen dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas (Kemas Riduan dkk, 2019).

Arang adalah suatu bahan padat berpori yang dihasilkan dari pembakaran pada suhu tinggi dengan proses karbonisasi, yaitu proses pembakaran tidak sempurna, sehingga bahan hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Sebagian besar pori - pori pada arang masih tertutup dengan hidrokarbon, ter dan senyawa organik lainnya (Kinoshita K, 1988).

Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Arang

Parameter	Nilai
Kerapatan	0,45 g/cm ³
Kerapatan Total	1,38 - 1,46 g/cm ³
Porositas	70 %
Permukaan dalam	50 m
Kekuatan Pemampatan	26 N/mm ²
Berat bagian terbesar	80 - 220 kg/m ²
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.

Arang bermanfaat sebagai sumber energi terutama jika dikembangkan menjadi briket dengan teknologi pengepresan (Haji A.G, 2007). Penggunaan briket sebagai bahan bakar sangat menguntungkan, terutama pada saat ini sedang terjadi krisis bahan bakar. Menurut Matsuzawa dkk pada tahun 2007 arang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bakar. Dalam pembriketan, proses pengarangan terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Pengarangan dengan sedikit oksigen (Karbonisasi), dan
2. Pengarangan dengan tanpa oksigen (Pirolisis).

2.5.1. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan metode atau teknologi untuk memperoleh arang sebagai produk utama dengan memasukan biomassa padat seperti kulit durian, kayu, sekam padi dll. Pada 400-6000C, 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 destilasi kering.

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 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, CH₄, H₂ formaldehid, formik dan acetyl acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Gas-gas yang dilepaskan pada proses ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi.

Proses pengarangan atau karbonisasi terbagi menjadi empat tahap yaitu:

1. Tahap penguapan air terjadi pada suhu 100 – 105° C
2. Tahap penguraian hemiselulosa dan selulosa pada suhu 200 – 240° C menjadi larutan piroglinat
3. Tahap proses depolimerasi dan pemutusan ikatan C - O dan C - C pada suhu 240 – 400° C. Selain itu lignin mulai terurai
4. Tahap pembentukan lapisan aromatik 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. Selanjutnya arang dapat dimurnikan atau dijadikan arang aktif pada suhu 500 – 1000° C.

2.5.2. Pirolisis

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 (CO₂), metana (CH₄) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil. Hasil pirolisis berupa tiga jenis produk yaitu padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil). Dan umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya, (Demirbas 2005 dalam K Ridhuan dan Joko Suranto, 2016). Temperatur pirolisis untuk mereduksi sampah dicapai secara optimal.

Selama proses pirolisis berlangsung, kelembaban akan menguap pertama kali pada temperatur 100 °C, kemudian hemiselulosa akan terdekomposisi pada temperatur 200-260 °C, diikuti oleh selulosa pada 240-340 °C dan lignin pada 280-500 °C. Ketika suhu mencapai temperatur 500 °C, reaksi pirolisis sudah dapat dikatakan selesai. Dalam proses pirolisis, semakin tinggi laju pemanasan semakin mempercepat pembentukan produk yang menguap, meningkatkan tekanan, waktu tinggal yang pendek dari produk yang mudah menguap di dalam reaktor, dan hasil produk cair yang lebih tinggi.

2.6. Teknologi Pembuatan

Biopellet atau pellet yang berasal dari biomassa dikonversi dan dapat dimanfaatkan sebagai energi bahan bakar menggunakan teknik densifikasi. Teknik ini bertujuan untuk meningkatkan densitas (kepadatan) dari bahan dan memudahkan penyimpanan serta pengangkutan.

Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pembuatan briket maupun biopellet 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 (2008) 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 biopellet. 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 Biopellet Briket

Kualitas dari sebuah biopellet briket dapat dilihat melalui analisa baik, analisa secara fisik maupun analisa secara kimia. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan dari pellet 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 biopellet briket secara langsung berdasarkan sifat-sifat fisik dari biopellet briket itu sendiri, sedangkan analisa secara kimia dilakukan agar dapat diketahui kandungan zat yang terdapat di dalam briket beserta dengan kadar kandungan zat tersebut :

1. Ukuran

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

2. Penekanan

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

3. Bahan Baku

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

2.8. Karakteristik Biopellet

Biopellet adalah bahan bakar padat hasil pengempaan biomassa yang berbentuk silinder dan memiliki panjang 6–25 mm dengan diameter 12 mm dan dapat digunakan sebagai energi alternatif (Rusdianto dkk, 2014). Karakterisasi bahan baku diperlukan untuk mengetahui pengaruh proses pembentukan menjadi biopellet dapat memperbaiki karakteristik masing-masing bahan baku sebagai bahan bakar.

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).

2.8.1. Sifat Fisik

1. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan parameter utama mutu biopellet, dan sangat penting dalam menentukan efisiensi suatu bahan bakar (Ali dan Restuhadi, 2010). 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, sehingga kalor yang dihasilkan juga akan semakin rendah (Lilih dan Budi, 2017). Biopellet memiliki kadar air maksimal menurut Standar Industri Nasional untuk tidak boleh lebih dari 12%.

2.8.2. Sifat Kimia

1. 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. Semakin tinggi kadar abu dalam suatu briket maka kualitas briket akan semakin rendah, karena kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor (Putra dkk, 2013). Biopellet memiliki kadar abu maksimal menurut Standar Industri Nasional untuk tidak boleh lebih dari 1,5%.

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. Kadar karbon terikat sebagai parameter kualitas bahan bakar karena mempengaruhi besarnya nilai kalor (Sofia dkk, 2018). Semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan, karena kadar karbon terikat yang tinggi akan menghasilkan briket yang minim asap dan kadar karbon terikat yang rendah akan menghasilkan briket yang minim asap (Putra dkk, 2013). Biopellet memiliki kadar karbon minimal menurut Standar Nasional Indonesia yaitu 14%.

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 . Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam briket arang akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan, sebab adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) (Isa dkk, 2011). Biopellet memiliki kadar zat terbang maksimal menurut Standar Nasional Indonesia yaitu tidak boleh lebih dari 80%.