

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 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 observasi untuk menemukan cadangan-cadangan minyak bumi diseluruh penjuru dunia, termasuk di Indonesia. 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 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 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 berkelanjutan (*sustainable*)

Biomassa merupakan suatu limbah yang berasal dari alam yang dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung sebagai sumber bahan bakar (Yokoyama, 2008). Biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki sifat dapat diperbaharui dan relatif tidak mengandung sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara (Sarjono, 2013).

Biomassa merupakan produk fotosintesa dimana energi yang diserap digunakan untuk mengkonversi karbon dioksida dengan air menjadi senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen. Biomassa 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, kulit kopi, kelapa sawit dan tebu.

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

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. 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.

Tanaman perkebunan yang dibudidayakan dan potensial untuk sumber bahan bakar nabati antara lain kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, tebu, dan sagu. 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.

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. 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.

2.2.1. Jenis Biomassa

a) Biopelet

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).

Biopelet atau pelet 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 biopelet yang dihasilkan. 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.

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. 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.

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 Zamiraza, 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). 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. 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 biopelet, seperti pada tabel di bawah 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 (g/cm^3)	$\geq 0,8$
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	%	-	$\leq 0,5$
Klorin	%	<0,03	<0,07

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

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).

Menurut PFI (2007), pelet memiliki konsistensi dan efisiensi bakar yang dapat menghasilkan emisi yang lebih rendah dari kayu. Bahan bakar pelet 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 pelet 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, jenis emisi lain seperti NO_x dan bahan organik yang mudah menguap juga dapat diturunkan. Masalah yang masih tersisa adalah emisi debu akibat peningkatan penggunaan sistem pemanasan dengan pelet.

Salah satu jenis biomassa yang potensial untuk dimanfaatkan selain kayu adalah kulit kopi. Limbah kulit kopi yang banyak tersedia di desa panggal-panggal dan sekitarnya belum dimanfaatkan secara maksimal hal ini dikarenakan banyaknya pabrik penggilingan yang beroperasi di daerah tersebut selain itu juga kopi adalah salah satu hasil pertanian yang menjadi mata pencarian masyarakat di daerah tersebut.

2.3. Kulit Kopi

Kopi (*Coffea canephora*) merupakan salah satu penghasil sumber devisa Indonesia, dan memegang peranan penting dalam pengembangan industri perkebunan. Produksi kopi di Indonesia mencapai 739.005 ton dengan luas perkebunan 1.254.382 Ha pada tahun 2015. Dalam 1 Ha area pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sekitar 1,8 ton.



Gambar 2.1 kopi robusta

Sumber : Genpi.co.berita : 2019

Menurut Najiyati dan Danarti (1997), ada tiga jenis kelompok kopi yang dikenal di Indonesia (yaitu kopi Arabika, kopi Robusta dan kopi Liberika. Jenis

kopi mayoritas yang terdapat di Sumatera Selatan khususnya Desa Panggal-panggal adalah jenis kopi Robusta. Dalam proses pengolahan biji kopi menjadi bubuk kopi tersebut, menghasilkan limbah berupa limbah kulit kopiikan tetapi limbah kopi yang dihasilkan masih belum dimanfaatkan secara optimal dan dibiarkan menumpuk sehingga menjadi salah satu penyebab polusi lingkungan.

Berdasarkan banyaknya jumlah kopi yang ada yaitu 17.922 tentunya pengolahan kopi akan menghasilkan banyak limbah pula. Limbah buah kopi biasanya berupa daging buah yang secara fisik komposisinya mencapai 48%, terdiri dari 42% kulit buah dan 6% kulit biji. Sementara proporsi kulit kopi yang dihasilkan dalam pengolahan cukup besar, yaitu 40-45%. Kandungan kulit kopi masih cukup bagus, yaitu protein kasar 10,4%, serat kasar 17,2% dan energi termetabolisme sebesar 14,43 MJ/kg. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kulit kopi mengandung: protein kasar 10,4%; lemak kasar 2,13%; abu 7,34%; kalsium 0,48%; posfor 0,04%; kulit kopi juga mengandung antinutrisi berupa senyawa kafein 1,3% dan tanin 8,5%. Berikut ini adalah tabel kandungan yang terdapat di dalam limbah kulit kopi.

Tabel 2.3 Kandungan yang terdapat di dalam limbah kulit kopi

Parameter	Nilai (%)
Lignin	8,67%
Selulosa	41,26%
Kalsium	0,48%
Posfor	0,04%
Tanin	8,5%
Kafein	1,3%
Lemak kasar	2,13%

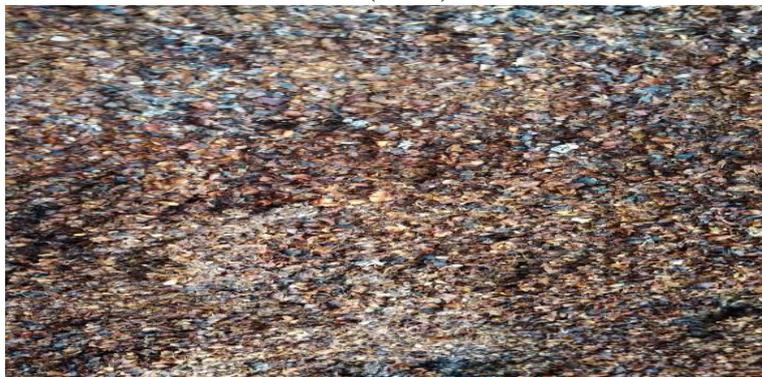
Sumber : Setyawan, dan Ulfa, 2019

Kulit kopi termasuk limbah organik, sehingga tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan. Limbah hasil pengolahan kopi, yaitu berupa daging buah yang secara fisik komposisi mencapai 48%, terdiri atas kulit buah 42% dan kulit biji 6%. Dampak sederhana yang ditimbulkan oleh limbah kulit kopi adalah bau busuk yang cepat muncul. Hal ini karena kulit kopi masih memiliki kadar air yang tinggi, yaitu 75-80%, sehingga sangat mudah ditumbuhi oleh mikroba pembusuk.

Hal ini tentu akan mengganggu lingkungan sekitar jika dalam jumlah besar, karena dapat mencemari udara. Selain itu, kulit kopi yang terbengkalai juga dapat menjadi media tumbuh bakteri pathogen mengingat kandungan nutrisinya yang masih cukup tinggi. Akibatnya, penyakit yang ditimbulkan dapat menjadi wabah, karena dibawa angin atau lalat yang hinggap.

Selama ini penggunaan kulit kopi hanya digunakan sebagai pupuk tanaman dan pakan kambing, kulit kopi belum banyak dimanfaatkan untuk hal yang lebih menunjang bagi kehidupan manusia. Perlu di ketahui dalam 3 ton kopi gelondongan hanya akan di peroleh 1 ton biji kopi siap olah, selebihnya adalah limbah kulit kopi yang akan di buang begitu saja (Dzafar, 2008). Sebagai langkah untuk pemanfaatan limbah kulit kopi yang terbangun begitu saja. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), maka dari itu kulit kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan biopellet briket yang dimana kulit kopi memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah, serta kandungan sulfur yang cukup rendah.

Pada komponen penyusun briket terdapat perekat yang sering digunakan pada pembuatan biopellet briket, antara lain kanji, sagu, tanah liat, semen, natrium silikat dan tetestebu. Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sutiyono (2002) membandingkan antara perekat kanji dengan perekat tetes tebu dan dihasilkan briket yang optimum yaitu briket yang menggunakan bahan perekat kanji karena memiliki kuat tekan dan nilai kalor yang lebih tinggi. Penelitian lain dilakukan oleh Lestari(2010).



Gambar 2.2 Kulit Kopi

Sumber : Sumber : Setyawan, dan Ulfa, 2019

2.4. Bahan Perekat

Pada proses pembuatan briket 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. Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembriketan maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang kompak. Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitas perekat itu sendiri, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Ade,2013).

- 1) Berdasarkan sifat atau bahan baku perekatanbriket
- 2) Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan briket adalah sebagai berikut (Sutiyono, 2008):
 - a. Memiliki *gayakohesi* yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batubara.
 - b. Mudah terbakar dan tidakberasap.
 - c. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murahharganya.
 - d. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidakberbahaya
- 3) Berdasarkanjenis

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

- a. PengikatAnorganik

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, 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. Adapun bahan perekat organik yang umumnya digunakan dalam pembuatan briket adalah tepung tapioka dan sagu aren.

a. Tepung Tapioka

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

Tabel 2.4 Komposisi Tepung Tapioka

Komponen	Jumlah kandungan (%)
Air	11,5
Karbohidrat	83,8*
Protein	1,0
Lemak	0,9
Serat	2,1
Abu	0,7

(Sumber : Deprin, 1989 (dalam Hambali dkk, 2007))

Keterangan :*) terukur sebagai pati

Komponen pati dari tapioka secara umum terdiri dari 17% amilosa dan 83% amilopektin. Granula tapioka berbentuk semi bulat dengan

salah satu dari bagian ujungnya mengerucut dengan ukuran 5-35 μm . Suhu gelatinisasi berkisar antara 52-64°C, kristalinisasi 38%, kekuatan pembengkakan sebesar 42 μm dan kelarutan 31%. Kekuatan pembengkakan dan kelarutan tapioka lebih kecil dari pati kentang, tetapi lebih besar dari pati jagung (Amin, 2013).

Kanji merupakan salah satu sumber karbohidrat yang penting. Mempunyai kadar amilosa 17% dan amilopektin 83%. Sumber-sumber karbohidrat lain yang mengandung amilum dan amilopektin adalah gandum, kentang, sagu, jagung dan beras. Masing-masing mempunyai rasio amilosa atau amilopektin yang berbeda, biasanya mendekati perbandingan 1:3. Kanji adalah perekat tapioka yang dibuat dari tepung tapioka dicampur air dalam jumlah tidak melebihi 70% dari berat serbuk arang dan kemudian dipanaskan sampai berbentuk jeli. Pencampuran kanji dengan serbuk arang diupayakan dengan merata. Dengan cara manual pencampuran dilakukan dengan meremas-remas menggunakan tangan, secara maksimal dilakukan oleh alat mixer (Lubis, 2008).

Bahan perekat dari tumbuh-tumbuhan seperti pati (tapioka) memiliki keuntungan dimana jumlah perekat yang dibutuhkan untuk jenis ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bahan perekat hidrokarbon. Bahan perekat tapioka memiliki kelemahan yaitu sifatnya dapat menyerap air dari udara sehingga tidak baik apabila berada dalam kelembaban udara yang tinggi. Karakteristik bahan baku perekat untuk pembuatan biobriket adalah memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampurkan dengan bioarang, mudah terbakar, tidak berasap, mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya dan tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

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. 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 pengarang, karena residu yang dihasilkan dari proses ini berupa arang. Dalam pembriketan, proses pengarang terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. 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 (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 $500-800^{\circ}C$, kandungan zat yang mudah menguap akan hilang sehingga akan terbentuk struktur pori awal.

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.

b. 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 (Fatimah,2004).

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 (Yokoyama, 2008).

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

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 (Rumidi,2006 dalam 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 biopellet 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 *die* 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.

2.7. Faktor yang Mempengaruhi Proses Pembuatan Biopellet Briket

Kualitas dari sebuah biopelet briket dapat dilihat melalui analisa baik, analisa secara fisik maupun analisa secara kimia. Analisa secara fisik dimaksudkan untuk mengetahui kualitas biopelet briket secara langsung berdasarkan sifat-sifat fisik dari biopelet briketitu sendiri, sedangkan analisa secara kimia dilakukan agar dapat diketahui kandungan zat yang terdapat di dalam briket beserta dengan kadar kandungan zat tersebut (Himawantodkk, 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 :

- a. Daya tahan biopelet
- b. Ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya
- c. Bersih (tidak berasap), terutama untuk sektor rumah tangga
- d. Bebas gas-gas berbahaya
- e. 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.

Adapun beberapa sifat fisik dan sifat kimia dari biopelet adalah sebagai berikut :

a. Sifat Fisik

1. Nilai Kalor

Nilai kalor biopelet sangat berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran biopelet. Semakin tinggi nilai kalor biopelet, semakin bagus kualitas biopelet tersebut karena efisiensi pembakarannya tinggi. Syarat biopelet 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 melebihi 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 biopelet dimana akan berubah menjadi *volatile matter* (produk) bila biopelet tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu $\pm 90^\circ C$.

2.9. Standarisasi Kualitas Biopelet Briket

Kualitas biopelet briket arang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan, kerapatan biopelet briket, serta kemampuan daya tahan terhadap tekanan. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biopelet briket dapat mempengaruhi kualitas dari briket tersebut karena semakin kering bahan yang digunakan, maka kadar air yang terkandung dalam briket akan kecil sehingga akan mampu memberikan nilai kalor yang tinggi (Amin, 2000).

Bahan tambahan yang digunakan untuk pembuatan biopellet briket, juga berperan dalam menentukan kualitas dari pembakaran biopellet briket tersebut. Kerapatan biopellet briket juga dapat mempengaruhi hasil dari biopellet briket yang dibuat. Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dengan volume, bentuk struktur dari arang yang digunakan mempengaruhi kerapatan dari briket itu sendiri. Semakin halus arang yang digunakan, maka nilai kerapatannya akan tinggi karena ikatan-ikatan antar partikelnya semakin baik. Kerapatan yang semakin tinggi, akan menyebabkan berkurangnya rongga udara yang ada dalam briket, sehingga biopellet briket mampu menghasilkan hasil bakar yang maksimal dan memiliki daya tahan terhadap tekanan yang semakin baik pula (Syamsiro, 2007).

Pada umumnya, untuk mengetahui kualitas dari briket arang dapat dilihat dari sifat-sifat fisik yang dimilikinya. Sebuah biopellet briket arang dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila memiliki sifat fisik seperti, memiliki permukaannya halus dan rata, biopellet briket tersebut tidak meninggalkan bekas hitam di tangan bila digenggam, mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap bila dibakar, emisi gas hasil pembakaran yang dihasilkan tidak mengandung racun, memiliki sifat kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama, serta tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya (Himawanto, 2003).

Selain itu, digunakan pula standar-standar kualitas mutu untuk mengetahui kualitas dari sebuah biopellet briket arang. Di setiap negara-negara yang memproduksi briket biasanya memiliki standarisasi dalam menentukan kualitas dari briket yang telah diproduksi. Hal-hal yang menjadi acuan dari penentuan standar kualitas briket tersebut biasanya meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, daya tahan tekanan, dan kerapatan briket.

1) Keunggulan Biopellet

Adapun keunggulan biopellet 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) Sifat biopellet yang baik

Adapun sifat biopellet 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 (300°C) dalam jangka waktu yang cukup panjang (1 jam)
- d. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak.