

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Energi**

Definisi energi secara umum yaitu kata energi berasal dari bahasa Yunani, yang artinya kerja yaitu ergon. Sedangkan menurut KBBI energi secara garis besarnya didefinisikan daya atau kekuatan yang akan diperlukan untuk dapat melakukan berbagai rangkaian proses kegiatan. Menurut Purwadarminta, energi adalah tenaga, atau gaya untuk berbuat sesuatu. Definisi ini merupakan perumusan yang lebih luas daripada pengertian-pengertian mengenai energi yang pada umumnya dianut di dunia ilmu pengetahuan (Kadir, 2011).

Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan suatu pekerjaan. Energi terbagi menjadi 2, yaitu energi konvensional dan energi non konvensional.

1. Energi konvensional

Energi konvensional sering disebut sebagai sumber daya energi fosil. Energi fosil ini suatu saat akan habis karena kecepatan pemakaian lebih cepat dibanding dengan kecepatan pembentukannya. Energi konvensional atau energi fosil terdiri dari minyak bumi, gas bumi, dan batubara.

2. Energi Non-konvensional

Energi non-konvensional biasa disebut sebagai sumber daya energi non fosil. Energi non konvensional meliputi energi baru dan terbarukan. Energi non konvensional adalah energi air, angin, biomassa, matahari, nuklir, panas bumi, dan pasang surut air laut.

Jenis-jenis energi berdasarkan sumbernya, yaitu energi tak terbarukan dan energi terbarukan (Andriani, 2018).

Sumber energi tak terbarukan (*non-renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang tidak dapat diisi atau dibuat kembali oleh alam. Sumber energi yang tak terbarukan diantaranya adalah:

a. Minyak Bumi

Minyak bumi adalah zat cair licin dan mudah terbakar yang terjadi sebagian besar karena hidrokarbon. Menurut teori, minyak bumi berasal dari sisa-sisa binatang kecil dan tumbuhan yang hidup di laut jutaan tahun yang lalu yang mengendap dan mendapat tekanan dari lempengan bumi sehingga secara alami larut dan berubah menjadi minyak bumi.

b. Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang berasal dari material organik, yang memiliki kandungan utama berupa karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara ini merupakan hasil akumulasi dan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertentu.

c. Nuklir

Sumber energi ini merupakan sumber energi hasil tambang yang lain, yang dapat dibudidayakan melalui proses fisi dan fusi. Energi nuklir, meskipun bersih, mengandung risiko bahaya radiasi yang mematikan sehingga pengolahannya harus ekstra hati-hati

Sedangkan sumber energi terbarukan (*renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam. Berikut ini adalah yang termasuk sumber energi terbarukan (Buku Panduan Energi yang Terbarukan,2011) :

a. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan dan kotoran ternak. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan, antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*) (Kurniawan, 2017).

b. Matahari

Energi matahari diperoleh dari cahaya panas yang merupakan dari panas matahari. Selain memanaskan air, energy ini juga bisa dikonversi menjadi listrik.

c. Air

Tenaga air adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir atau air terjun. Air yang mengalir ke puncak baling-baling atau baling-baling yang ditempatkan di sungai, akan menyebabkan baling-baling bergerak dan menghasilkan tenaga mekanis, kemudian dikonversi oleh generator menjadi listrik.

d. Angin

Pada saat angin bertiup, angin disertai dengan energi kinetik (gerakan) yang bisa melakukan suatu pekerjaan. Contoh, perahu layar memanfaatkan tenaga angin untuk mendorongnya bergerak di air. Tenaga angin juga bisa dimanfaatkan menggunakan baling-baling yang dipasang di puncak menara, yang disebut dengan turbin angin yang akan menghasilkan energi mekanik dan dikonversi menjadi energi listrik oleh generator.

e. Panas Bumi

Energi panas bumi adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Energi panas ini dihasilkan di dalam inti bumi yang ditimbulkan oleh peristiwa peluruhan partikel-partikel radioaktif di dalam batuan. Inti bumi terbentuk dari magma yang mengalir menembus berbagai lapisan batuan di bawah tanah. Saat mencapai reservoir air bawah tanah, terbentuklah air panas bertekanan tinggi yang keluar ke permukaan bumi melalui celah atau retakan di kulit bumi, maka timbul sumber air panas yang biasa disebut uap panas.

f. Pasang surut air laut

Energi air pasang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik seperti halnya listrik tenaga air tetapi dalam skala yang lebih besar. Pada saat air pasang, air bisa ditahan di belakang bendungan. Ketika surut, maka tercipta perbedaan ketinggian air antara air pasang yang ditahan di bendungan dan air laut, dan air laut dibelakang bendungan bisa mengalir melalui turbin yang berputar, untuk menghasilkan listrik.

g. Nuklir

Sumber energi ini merupakan sumber energi hasil tambang yang lain, yang dapat dibudidayakan melalui proses fisi dan fusi. Energi nuklir, meskipun bersih,

mengandung risiko bahaya radiasi yang mematikan sehingga pengolahannya harus ekstra hati-hati, di samping memerlukan modal yang besar untuk investasi awalnya.

## **2.2 Sampah Organik**

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Menurut S. Hadiwiyoto, sampah adalah sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena sudah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menyebabkan pencemaran atau gangguan terhadap lingkungan hidup. Sampah kota secara sederhana diartikan sebagai sampah organik maupun anorganik yang dibuang oleh masyarakat dari berbagai lokasi di kota tersebut (Sudradjat, 2006).

Sampah menjadi masalah penting untuk kota yang padat penduduknya. Menurut R. Sudrajat, faktor yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut.

1. Volume sampah sangat besar sehingga melebihi kapasitas daya tampung tempat pembuangan sampah akhir atau TPA
2. Lahan TPA semakin sempit karena tergeser tujuan penggunaan lain
3. Teknologi pengelolaan sampah tidak optimal sehingga sampah lambat membusuknya. Hal ini menyebabkan percepatan peningkatan volume sampah lebih besar dari pembusukannya. Oleh karena itu, selalu diperlukan perluasan area TPA baru.
4. Sampah yang sudah matang dan telah berubah menjadi kompos tidak dikeluarkan dari TPA karena berbagai pertimbangan.
5. Manajemen pengelolaan sampah tidak efektif sehingga sering kali menjadi penyebab distorsi dengan masyarakat setempat.
6. Pengelolaan sampah dirasakan tidak memberikan dampak positif kepada lingkungan.

7. Kurangnya dukungan kebijakan dari pemerintah, terutama dalam memanfaatkan produk sampingan dari sampah sehingga menyebabkan tertumpuknya produk tersebut di TPA.

Tabel 2.1. Degradibilitas dari Komponen Sampah Kota

No.	Komponen Sampah Kota	Degradibilitas (%)
1.	Selulosa dari kertas koran	90
2.	Selulosa dari kertas bungkus	50
3.	Kayu/ranting berkulit	5
4.	Bamboo	50
5.	Hemiselulosa	70
6.	Karbohidrat	70
7.	Lignin	0
8.	Lemak	50
9.	Protein	50
10.	Plastik	0

(sumber: Sudradjat, 2006)

Meskipun hanya bahan organik yang dapat terurai oleh mikroba, tetapi setiap jenis bahan berbeda tingkat kemudahan dalam penguraiannya (degradibilitas). Pada tabel 2.1. terlihat bahwa kertas koran, hemiselulosa, dan karbohidrat mudah terdegradasi. Kertas bungkus, bambu, lemak, dan protein, agak sulit terdegradasi. Sedangkan kayu, lignin, dan plastik hampir sama sekali tidak terdegradasi.

Jenis-jenis sampah yang dapat dimanfaatkan dalam konversi menjadi biobriket adalah jenis sampah organik. Nilai kalor dari berbagai jenis sampah organik dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai Kalor Sampah Organik

No.	Sampel	Nilai Kalor (Kcal/kg)*
Kertas		
1.	HVS	3024,24
2.	Karton	3602,18
3.	Koran	3845,53
4.	Majalah	2598,95
5.	Kertas Nasi	4246,92
6.	Kardus	4487,07
Sampah Makanan dan Pasar		
7.	Makanan tercampur	5162,21
8.	Daun Pembungkus	4638,37
9.	Batok & Gambut Kelapa	4684,11
10.	Sayur	4568,29
11.	Ikan	5837,12
12.	Lemak	9891,62
13.	Daging	7154,78
14.	Tulang	4464,42
15.	Buah	5064,86
Sampah Kebun		
16.	Daun	3998,02
17.	Rumput	4153,51
18.	Cabang Pohon/Ranting	4715,66

(sumber: Novita, 2010)

\*Analisis menggunakan bomb calorimeter

### 2.3 Teknologi Hidrotermal

Teknologi hidrotermal adalah pengolahan sampah menggunakan proses termokimia yang melibatkan penggunaan air dalam suatu kondisi suhu dan tekanan tertentu. Keunggulan utama teknologi hidrotermal adalah sampah organik kota yang akan diolah tidak memerlukan proses pemilahan maupun pengeringan. Selama proses hidrotermal, sampah organik (biomassa) di konversi menjadi produk karbon-padat, biobriket, yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Biobriket menjadi salah satu alternatif untuk bahan bakar pengganti bahan bakar fosil (Fiori, 2017).

Cyrilla (2017) Pengolahan dengan hidrotermal mengarah ke proses *thermo-chemical* untuk mendekomposisi material yang mengandung zat arang seperti batubara dan biomassa dengan air dalam kondisi temperatur dan tekanan tinggi. Dibanding dengan metode konversi *thermo-chemical* yang lain seperti pirolisis dan gasifikasi, temperatur pengolahan dengan hidrotermal lebih rendah (200-230°C pada proses hidrotermal, dibanding dengan 250-550°C untuk pirolisis dan 900-1200°C untuk gasifikasi). Sebagai tambahan, konversi biomassa terjadi di lingkungan yang lembab, sehingga kandungan air dari bahan baku tidak menjadi masalah. Untuk itu metode hidrotermal cocok untuk mengolah biomassa yang mengandung kadar air tinggi, seperti limbah pertanian yang mengandung air lebih dari 50% wt pada kondisi segar.

Reaksi yang terjadi pada tahap pertama pengolahan dengan hidrotermal menjadi *hydrocar* adalah hidrolisis, ketika air bereaksi dengan ekstraktif, hemiselulosa, atau selulosa dan menghancurkan ikatan ester dan eter (terutama ikatan  $\beta$ -(1-4) glikosidik), menghasilkan berbagai macam produk, termasuk oligomer terlarut seperti oligon-sakarida dari selulosa dan hemiselulosa. Proses pengolahan dengan hidrotermal membutuhkan aplikasi panas dan tekanan untuk mengolah biomassa dalam media berair. ini secara luas dianggap sebagai cara yang menjanjikan untuk mengubah biomassa basah menjadi produk bernilai tambah (seperti biofuel dan bahan kimia) karena hal itu menghilangkan kebutuhan (modal, energi, dan waktu) untuk pengeringan dan pengeringan bahan baku.

Tahap-tahap proses hidrotermal adalah sampah organik padat yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam reaktor bersama dengan air. Dengan rasio sampah dan air 1:1. Setelah proses umpan selesai, reaktor ditutup dan proses dimulai dengan memanaskan reaktor yang berpenguk tipe *hellical-ribon* dan tipe turbin hingga temperatur operasi 130-190°C dengan kecepatan pengadukan 200-250 rpm dan tekanan 2-3 MPa. Proses hidrotermal dilakukan selama 30-60 menit. Konsep ini serupa dengan memasak menggunakan panci presto. Produk yang diperoleh akan berupa padatan seragam yang berukuran lebih kecil. Setelah diproses, produk yang

dihasilkan dapat digunakan setelah pengeringan 2-4 hari dibawah matahari sebagai bahan bakar padat (Prawisudha, 2018).

Dalam menentukan besarnya kapasitas *prototype* reaktor *hydrothermal* yang dibutuhkan, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu menentukan densitas dari sampah tersebut, menentukan volume reaktor serta variasi sampah dan air yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk.

a. Menentukan Densitas Sampah

$$\rho = \frac{\text{berat zat padat}}{\text{volume zat padat}} = \frac{BGS-BGK}{VG}$$

Dimana:

BGK = Berat Piknometer (gr)

BGS = Berat Piknometer + sample (gr)

VG = Volume Piknometer (ml)

$\rho$  = Densitas sampah (gr/ml)

b. Menentukan Volume Total Reaktor

Dalam menentukan volume silinder reactor dengan merujuk pada hasil berupa slurry, maka volume silinder reactor adalah:

$$V_{\text{reaktor}} = \pi \times (r)^2 \times t$$

Dimana:

r = jari jari reaktor ( $m^2$ )

t = tinggi reaktor (m)

V = volume ( $m^3$ )

c. Menghitung dimensi Reaktor

$$T = \frac{Vr}{(3,14) \times (r)^2}$$

Dimana :

Vr = Volume reaktor ( $m^3$ )

T = Tinggi Reaktor (m)

R = Jari-jari reaktor ( $m^2$ )



Tebal Dinding (t)

$$t = \frac{P \times R}{(S \times E) - 0,6 P} + C \quad (\text{sumber : Plant Design and Economics for Chemical Engineers, p.537})$$

dimana:

P = Tekanan Desain (kg/cm<sup>2</sup>)

R = Jari-jari reaktor (cm)

S = Allowable Stress (kg/cm<sup>2</sup>)

E = Joint Effisiensi (%)

C = Allowable Corrosion (cm)

d. Menentukan massa sampah yang digunakan

Kapasitas reaktor = 75% x volume total reaktor *(Anggito, 2014. P.41)*

Massa sampah =  $\rho$  sampah x Vsampah

V = volume (m<sup>3</sup>)

$\rho$  = (kg/m<sup>3</sup>)

e. Menentukan *Hold-up* (waktu tinggal didalam reaktor)

Hold-up = % Operasi reaktor x V

Dimana:

V = Volume (m<sup>3</sup>)

f. Waktu Tinggal

$$t = \frac{\text{Hold-up} \times \rho}{\text{feed rate (kg/menit)}} \quad (\text{Perry, 7ed, P.1051})$$

Dimana:

t = Waktu tinggal (menit)

$\rho$  = Densitas bahan baku (Kg/m<sup>3</sup>)

## 2.4 Jenis Pengaduk (Agitator)

### 1. Pengaduk Jenis Paddle

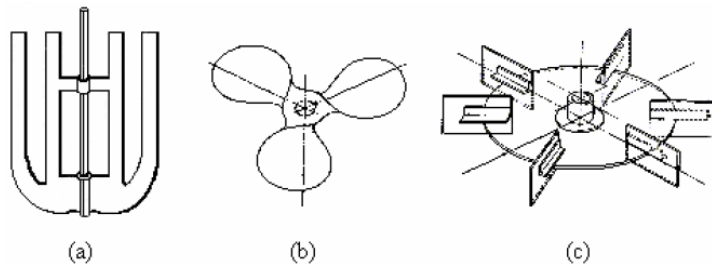
Pengaduk jenis ini sering memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudu, horizontal atau vertical, dengan nilai  $D/T$  yang tinggi. Paddle digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa baffle. Arus yang bergerak ke arah horizontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Bila digunakan pada kecepatan tinggi akan terjadi pusaran saja tanpa terjadi agitasi.

### 2. Pengaduk Jenis Baling-baling (Propeler)

Propeler merupakan agitator/impeller aliran aksial berkecepatan tinggi untuk zat cair berviskositas rendah. Propeler kecil biasanya berputar pada kecepatan motor penuh, yaitu 1150 atau 1750 putaran/menit, sedang propeler besar berputar pada 400-800 putaran/menit. Arus yang meninggalkan propeler mengalir melalui zat cair menurut arah tertentu sampai dibelokkan oleh lantai atau dinding bejana.

### 3. Pengaduk Jenis Turbin

Istilah turbin ini diberikan bagi berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan, arah *discharge* ataupun karakteristik aliran. Turbin merupakan pengaduk dengan sudu tegak datar dan bersudut konstan. Pengaduk jenis ini digunakan pada viskositas fluida rendah seperti halnya pengaduk jenis propeler. Pengaduk turbin menimbulkan aliran arah radial dan tangensial. Di sekitar turbin terjadi daerah turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida.



(a) pengaduk *paddle* (b) pengaduk *propeller* (c) pengaduk *turbine*

Gambar 2.1 Jenis-jenis pengaduk

## 2.5 Briket

Briket adalah bahan bakar padat dengan bentuk tertentu yang dibuat dengan teknik pengepresan dan menggunakan bahan perekat sebagai bahan pengeras.

### 2.5.1. Jenis-jenis briket

Jenis – jenis briket berdasarkan bahan baku penyusunnya terdiri dari Briket Batubara, Briket Bio-Batubara dan Biobriket (Fariadhie,2009).

#### 1. Briket Batubara

Briket batubara adalah bahan bakar padat yang terbuat dari batubara dengan sedikit campuran perekat. Briket batubara ini dibagi lagi menjadi dua jenis, yaitu briket batubara terkarbonisasi (melalui proses pembakaran) dan briket tanpa karbonisasi (tanpa proses pembakaran).

#### 2. Briket bio-batubara

Briket bio-batubara atau *Biocoal* adalah briket campuran antara batubara dan biomassa dengan sedikit perekat.

#### 3. Biobriket

Biobriket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari bahan baku biomassa dengan campuran sedikit perekat. Biomassa dalam kehidupan sehari-hari merupakan bahan hayati yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar.

### 2.5.2. Perekat

Pada pembuatan briket dibutuhkan zat aditif berupa perekat. Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi *glue*, *mucilage* dan *paste*. *Glue* merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani seperti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang digunakan dalam industri kayu. *Mucilage* adalah perekat yang dipersiapkan dari getah dan air yang diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* adalah perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. (Ruhendi, dkk, 2007). Sedangkan menurut Kurniawan dan Marsono (2008), ada beberapa jenis perekat yang digunakan untuk briket arang yaitu :

a. Perakat aci

Perakat aci terbuat dari tepung tapioka yang mudah dibeli dari toko makanan dan di pasar. Cara membuatnya sangat mudah yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dididihkan di atas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk terus menerus agar tidak menggumpal. Warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan.

b. Perakat tanah liat

Perakat tanah liat bisa digunakan sebagai perakat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun penampilan briket arang yang menggunakan bahan perakat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya serta agak sulit menyala ketika dibakar.

c. Perakat getah karet

Daya rekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan lem aci maupun tanah liat. Ongkos produksinya relatif mahal dan agak sulit mendapatkannya. Briket arang yang menggunakan perakat ini akan menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap ketika dibakar.

## 2.6 Parameter Kualitas Briket

Briket yang dibuat harus memenuhi kriteria briket sesuai dengan SNI yang telah ditetapkan. Analisis briket berupa nilai kalor dan analisis proksimat untuk mengetahui kualitas briket.

### 2.6.1. Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Nilai kalor terbagi atas 2 (dua) tipe yaitu *Gross Calorific Value* (GCV) dan *Nett Calorific Value* (NCV).

a. *Gross Calorific Value* (GCV)

*Gross Calorific Value* atau *High Heating Value* adalah jumlah unit panas yang dikeluarkan per unit bahan bahan yang dibakar dengan oksigen dibawah kondisi standar.

b. *Nett Calorific Value* (NCV)

*Nett Calorific Value* atau *Low Heating Value* adalah konversi secara matematis dari *Gross Calorific Value* dengan menerapkan faktor koreksi yang didasarkan pada kandungan hydrogen, oksigen dan *moisture*.

Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran (Almu, dkk, 2014). *Adiabatic Bomb Calorimeter Parr 6400* adalah alat yang digunakan untuk menganalisa nilai kalor kotor (*gross calorific value*) bahan bakar dengan mengacu pada standar ASTM D 5865-11a.

Bakan bakar briket yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan sesuai dengan Standar Mutu Briket berdasarkan SNI 01-6235-2000. Standar yang telah ditetapkan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.3. Standar Mutu Briket berdasarkan SNI 01-6235-2000

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air b/b	%	Maksimum 8
2	Bagian yang hilang pada pemanasan 90	%	Maksimum 15
3	Kadar Abu	%	Maksimum 8
4	Kalori (ADBK)	Kal/gr	Minimum 5000

(Sumber : SNI 01-6235-2000)

### 2.6.2. Analisis Proksimat

Analisis proksimat dapat digunakan alat *Thermogravimetric Analyzer* (TGA 701) ASTM D 7582-10. Analisis tersebut mencakup: kadar air tertambat (*inherent moisture*), karbon tetap (*fix carbon*), kadar abu (*ash*), dan zat terbang (*volatile matter*).

Kandungan *volatile matter* (VM) atau zat terbang yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor sementara kandungan *fixed carbon* (FC) yang tinggi dapat menaikkan nilai kalor bahan bakar. Kandungan FC yang tinggi lebih disukai dibandingkan kandungan VM pada bahan bakar padat. FC ditemukan dalam bahan yang tersisa setelah VM dilepaskan (Apriyanto, 2018).