

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumber Energi Di Indonesia

Terdapat beberapa sumber energi yang ada di Indonesia diantaranya ada minyak tanah, batu bara, gas, biomassa, dan biopellet.

2.1.1. Minyak Tanah

Indonesia adalah negara penghasil minyak bumi, tetapi karena minyak bumi merupakan energi yang *nonrenewable*. Sehingga cadangan minyak bumi yang ada semakin mahal. Naiknya harga minyak bumi dipasaran membuat para pemikir untuk mencari alternatif bahan bakar minyak yang *renewable*. Salah satu hasil minyak bumi dari fosil adalah minyak tanah, merupakan produk minyak bumi yang berintikan hidrokarbon (tersusun atas atom hydrogen dan karbon) serta sejumlah zat lain. Seperti nitrogen, oksigen dan sulfur serta sejumlah kecil unsur logam. Minyak tanah "*light kerosene*" memiliki rentang rantai karbon dari C10-C5 dan memiliki titik didih 150-300°C [8]. Minyak tanah banyak digunakan sebagai bahan bakar kompor dalam rumah tangga. Ketergantungan minyak tanah selama ini, sangat terasa saat peralihan (konversi) ke gas yang dirasakan oleh masyarakat. Bahan bakar minyak merupakan salah satu hasil bumi yang saat ini digunakan sebagai sumber energi utama dalam mendukung aktivitas manusia. Menipisnya sumber bahan bakar minyak merupakan permasalahan penting yang dihadapi dalam usaha mencukupi kebutuhan energi saat ini. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mencari bahan bakar alternatif yang lebih murah dan tersedia dengan mudah. Sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini adalah energy biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, ekonomis dan dapat diperbaharui secara cepat. [9]

2.1.2. Batubara

Batubara adalah batuan sedimen organik yang mengandung berbagai jumlah karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, dan sulfur serta sejumlah elemen jejak lainnya, termasuk bahan mineral [10]. Perkembangan produksi pertambangan

batubara Indonesia sampai saat ini cukup pesat. Data terakhir hingga tahun 2008 dari statistik batubara dunia [11],

Tabel 2.1 negara pengekspor batubara

No	Countries	Batubara		
		Total	Steam	Cooking
1	Australia	252	115	137
2	Indonesia	203	173	30
3	Russia	101	86	15
4	Colombia	74	74	
5	USA	74	35	39
6	South Africa	62	61	1
7	PR China	47	43	4

Sumber : World Coal Statistic (IEA), 2009

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa indonesia merupakan pengekspor batubara kedua terbsar didunia. Pencapaian ini telah berlangsung dari akhir tahun 2004 (walaupun pada tahun 2007 ekspor batubara kita pernah menduduki peringkat pertama mencapai 164,5 juta ton batubara). Di tahun 2008 produksi batubara indonesia bisa dipastikan mencapai 240 juta ton (berbeda sedikit dibanding data IEA). Produksi batubara Indonesia ini meningkat 23 juta ton dari produksi di tahun 2007 sebesar 217 juta ton. Peningkatan ekspor batubara juga cukup fantastis yaitu meningkat menjadi 193 juta ton di tahun 2008. Semua komoditas produk ekspor termasuk produk pertambangan memang tercatat secara menyeluruh dari seluruh pelabuhan umum ataupun khusus batubara di seluruh wilayah Indonesia dari seluruh pihak eksportir batubara termasuk diantaranya trader (walaupun bukan pemilik konsesi pertambangan). Dengan produksi yang semakin meningkat, secara konsisten sejak tahun 2004. Indonesia pun secara konsisten mampu mengekspor batubara lebih dari 94 juta ton. Pencapaian ini telah mengubah posisi Indonesia menjadi eksportir batu bara nomor dua di dunia setelah Australia. Posisi ini sebelumnya diisi oleh Rusia. Pertambangan batubara di Indonesia merupakan salah satu bidang usaha yang perkembangannya sangat pesat dalam satu dasawarsa terakhir. Hal ini dapat dilihat baik dari volume

produksi batubaranya, nilai tambah yang dihasilkan, serta jumlah perusahaan dan tenaga kerja yang terlibat di dalamnya. Pertumbuhan produksi dan usaha pertambangan batubara yang sangat cepat ini dipicu oleh beberapa hal, antara lain karena meningkatnya harga batubara dan harga minyak bumi, meningkatnya penggunaan batubara baik di dalam negeri maupun di dunia pada umumnya, serta otonomi daerah dalam perizinan usaha pertambangan batubara.

2.1.3. Biomassa

Biomassa adalah sumber energi yang bersih dan dapat diperbarui yang berasal dari makhluk hidup (non fosil). Biomassa bersifat mudah didapatkan, ramah lingkungan dan terbarukan dan merupakan satu-satunya sumber energi terbarukan yang berbasis karbon dan ketersediaanya melimpah di alam [12]. Potensi energi biomassa berasal dari limbah di sektor kehutanan, perkebunan dan pertanian. Biomassa merupakan bahan energi yang dapat diperbaharui karena dapat diproduksi dengan cepat. Karena itu bahan organik yang diproses 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 volatile yang tinggi (sekitar 60-80%) dibanding kadar volatile batubara, sehingga biomassa lebih reaktif dibandingkan batubara.

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

2.1.4. Biopellet

Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari briket [13]. Bahan tambahan perekat tapioka dan sagu 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 biopelet. Hal ini akan mengurangi nilai pembakaran biopelet [14]. Menurut [15] proses pemampatan biomassa menjadi briket atau pelet dilakukan untuk :

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

Pelet merupakan salah satu bentuk energi biomassa, yang diproduksi pertama kali di Swedia pada tahun 1980-an. Pelet digunakan sebagai pemanas ruang untuk ruang skala kecil dan menengah. Pelet dibuat dari hasil limbah industri terutama serbuk kayu. Pelet kayu digunakan sebagai penghasil panas bagi pemukiman atau industri skala kecil. Di Swedia, pelet memiliki ukuran diameter 6–12 mm serta panjang 10–20 mm [14]. Pelet 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%) [16].

Pelet diproduksi oleh suatu alat dengan mekanisme pemasukan bahan secara terus-menerus serta mendorong bahan yang telah dikeringkan dan termampatkan melewati lingkaran baja dengan beberapa lubang yang memiliki ukuran tertentu. Proses pemampatan ini menghasilkan bahan yang padat dan akan patah ketika mencapai panjang yang diinginkan [14]. Adapun beberapa karakteristik yang ada pada biopelet, seperti pada tabel di bawah ini [17].

Tabel 2.2 Karakteristik Biopelet

No.	Karakteristik Biopelet	
1.	Kadar Air	15,06% - 17,26%
2.	Lama Keterbakaran	5,42 menit/ 200gr – 7,29 menit/ 200gr
3.	Nilai Kalor	4029 Kkal/kg – 4106 Kkal/kg

Sumber : Adrian (2015)

Keunggulan utama pemakaian bahan bakar pelet biomassa adalah penggunaan kembali bahan limbah seperti serbuk kayu yang biasanya hanya dibuang begitu saja. 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 NOX dan bahan organik yang mudah menguap juga dapat diturunkan. Masalah yang masih tersisa adalah emisi debu akibat peningkatan penggunaan sistem pemanasan dengan pelet. Contoh bentuk pelet yang sudah jadi dapat kita lihat pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Biopellet

Sumber: m.jitunews.com

2.2 Kulit Buah Kapuk

Tanaman kapuk (*ceiba pentandra*) merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis sampai sub tropis. Kapuk dibudidaya biasanya diambil serat sedangkan kulit buahnya dibuang begitu saja. Kapuk randu biasanya banyak dijumpai di daerah jawa. Tanaman kapuk dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Sub Kingdom : Viridiplantae

Infra Kingdom : Streptophyta

Super Divisi : Embryophyta
 Divisi : Tracheophyta
 Sub Divisi : Spermatophytina
 Kelas : Magnoliopsida
 Super Ordo : Rosanae
 Ordo : Malvales
 Family : malvaceae
 Genus : Ceiba Mill
 Spesies : Ceiba pentandra (L) Gaertn



Gambar 2.2 kulit buah kapuk

Sumber : <https://kulitbuahkapuk.com/>

Kandungan nutrisi kulit buah kapuk memiliki kadar selulosa yang cukup tinggi. Seperti halnya limbah tongkol jagung ataupun limbah batang jerami. Kandungan selulosa yang ada pada nutrisi kulit buah kapuk dapat menjadikan pembakaran yang baik oleh karena itu limbah kulit buah kapuk cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan pellet. [18] Tabel kandungan nutrisi yang terkandung dalam kulit buah kapuk dapat kita amati dibawah ini

Tabel 2.3 Kandungan Nutrisi Kulit Buah Kapuk

No	Kandungan Nutrisi	Kadar
1	Holoseulosa	69.55%
2	Selulosa	36.30%

3	Hemiselulosa	33.25%
4	Lignin	9.85%
5	Kadar Air	9.54%
6	Abu	5.75%

Sumber : (Indra tri putra, 2014)

2.3 Tepung Kanji

Tepung kanji adalah tepung yang diperoleh dari umbi akar ketela pohon atau dalam bahasa Indonesia disebut singkong. Tepung kanji memiliki sifat – sifat yang serupa dengan sagu, sehingga kegunaan keduanya dapat ditukarkan. Tepung ini sering digunakan untuk membuat makanan, bahan perekat, dan banyak makanan tradisional yang menggunakan kanji sebagai bahan bakunya.

Kanji adalah nama yang diberikan untuk produk olahan dari akar ubi kayu (*cassava*). Analisis terhadap akar ubi kayu yang khas mengidentifikasi kadar air 70%, pati 24%, serat 2%, protein 1% serta komponen lain (mineral, lemak, gula) 3%. Tahapan proses yang digunakan untuk menghasilkan pati kanji dalam industri adalah pencucian, pengupasan, pamarutan, ekstraksi, penyaringan halus, separasi, pembasahan, dan pengeringan.

Kualitas tepung kanji sangat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

- Warna tepung: tepung kanji yang berwarna putih.
- Kandungan air: tepung harus dijemur sampai kering sehingga kandungan airnya rendah.
- Banyaknya serat dan kotoran: usahakan agar banyaknya serat dan kayu yang digunakan harus yang umurnya kurang dari 1 tahun karena serat dan zat patinya masih banyak.
- Tingkat kekentalan: usahakan daya rekat kanji tetap tinggi. [19]

Tepung kanji yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung kanji cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih [19].

Berikut adalah gambar bahan tepung kanji yang digunakan :



Gambar 2.3 Tepung Kanji

Sumber : (www.tepungtapioka.com)

[20] Berikut ini merupakan informasi rinci komposisi kandungan nutrisi/gizi pada tepung kanji disajikan pada Tabel 2.3

Tabel 2.4. Kandungan nutrisi pada Tepung kanji 100 g

No	Zat Gizi	Kadar
1	Energi	362 kkal
2	Protein	0.5 g
3	Lemak	0,3 g
4	Karbohidrat	86,9 g
5	Kalsium (Ca)	0 mg
6	Besi (Fe)	0 mg
7	Fosfor (P)	0 mg
8	Vitamin A	0 mg
9	Vitamin B1	0 mg
10	Vitamin C	0 mg
11	Air	12 g

(Sumber : Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DIY, 2012)

2.4 Bahan Perekat

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat meliputi *glue*, *mucilage*, *paste*, dan *cement*. *Glue* merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani, seperti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang secara luas digunakan dalam industri pengerjaan kayu. *Mucilage* adalah perekat yang

dipersiapkan dari getah dan air dan diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* merupakan perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut [21].

Berdasarkan sifat dan jenisnya bahan perekat dapat dibedakan menjadi :

1. Berdasarkan sifat bahan baku pengikat briket :
 - Memiliki gaya adhesi yang baik dicampur dengan semikokas.
 - Perekat harus mudah terbakar dan tidak berasap
 - Perekat harus mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya
 - Perekat tidak boleh beracun dan berbahaya.
2. Berdasarkan jenis perekatnya, bahan perekat dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

- a. Bahan Pengikat Organik

Bahan pengikat organik adalah bahan pencampur pada pembuatan briket karbonisasi, tanpa karbonisasi, maupun briket bio-batubara yang dapat merembes ke dalam permukaan dengan cara terabsorpsi sebagian ke dalam pori-pori atau celah yang ada. Misalnya molase, larutan kanji, Maizena, *gliserin*, *paraffin* dan lain-lain.

- b. Bahan Pengikat Anorganik

Bahan pengikat anorganik adalah bahan pencampur pada pembuatan briket karbonisasi, tanpa karbonisasi, maupun briket bio-batubara yang berfungsi sebagai perekat antar permukaan partikel-partikel batubara yang tidak reaktif (*inert*) dan berfungsi sebagai stabilizer selama pembakaran. Misalnya tanah liat (*clay*), *natrium silikat* dan *caustik soda*.

- c. Bahan pengikat campuran misalnya *clay*, *waste wood palm*, tapioka dan *caustik soda*.

2.5 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*. Pada proses *extruding*, bahan dimampatkan menggunakan sebuah ulir (*screw*) atau piston yang melewati *dies* sehingga menghasilkan produk yang kompak dan padat. Proses *briquetting* menghasilkan produk berbentuk seperti tabung dengan ukuran diameter dan tinggi yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. 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.

2.6 Karakteristik Energi Pembakaran

Pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk pellet, parameter yang akan diamati diberikan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Parameter yang diamati bahan dan produk.

Parameter	Bahan Baku	Produk
SEM EDX	v	X
FTIR	v	X
Nilai kalor	X	v
Kadar Air	X	v
Kadar Abu	X	v
Laju Pembakaran	X	v

2.6.1. SEM EDX

Karakteristisasi bahan alam dapat diketahui dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*

(EDX). SEM digunakan bukan hanya sekedar pengambilan gambar dan fotografi. Tetapi harus menggunakan teknik dan metode yang tepat agar dihasilkan gambar yang optimal mengingat proses pembentukan image pada alat ini merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan. Perangkat EDX yang terintegrasi dengan SEM memungkinkan dilakukannya mikroanalisis secara kualitatif dan semi kuantitatif untuk unsur-unsur mulai dari Litium (Li) sampai Uranium (U). EDX dihasilkan dari sinar X karakteristik, yaitu dengan menembakkan pada posisi yang diinginkan maka muncul puncak-puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. EDX bisa digunakan untuk menganalisa secara kuantitatif dari presentasi kandungan masing-masing elemen [22]. Metode ini bisa digunakan pada bahan berupa padatan maupun cair

2.6.2. FTIR

Pengembangan ilmu pengetahuan dalam pemahaman untuk mencari susunan molekul dan unsur-unsur penyusunnya dapat menggunakan salah satu metode spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*), yaitu metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisis hasil spectrumnya [23]. Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada pada kulit buah kapuk. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Adapun cara kerja FTIR seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh rekorder. Selanjutnya diperlukan amplifier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah.

2.6.3. Nilai Kalor

Nilai Kalor adalah jumlah energi panas maksimum yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna

persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. 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 [24]. Penetapan nilai kalor menggunakan alat boom kalorimeter. Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai kalor yang terkandung dalam setiap bahan baik padat maupun cair. Nilai kalor bahan bakar termasuk jumlah panas yang dihasilkan oleh suatu bahan bakar tersebut meningkatkan temperatur 10 gram air dari 10°C - 30°C dengan satuan kalori. Semakin tinggi nilai kalor pellet maka akan semakin baik pula kualitasnya. Nilai kalor dapat dihitung dengan rumus [25]:

$$\text{Nilai Kalor (cal/gram)} = \frac{(T_2 - T_1) \times C}{m}$$

Keterangan

T₂ = Temperatur Akhir (°C)

T₁ = Temperatur Awal (°C)

C = 2575,6 Cal/ °C merupakan ketetapan setiap bahan yang dibakar untuk menaikkan 1 °C temperatur air dan perangkat kalorimeter

m = Massa bahan bakar (g)

2.6.4. Kadar Air

Air yang terkandung dalam produk dinyatakan sebagai kadar air. Kadar air bahan bakar padat ialah komposisi berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan brat kering bahan bakar padat tersebut. Penetapan kadar air dilakukan dengan mengambil 1 gram setiap sampel yang sudah dikeringkan beberapa hari setelah itu diletakkan dalam wadah yang sudah disediakan. Kemudian pellet di ukur kadar airnya menggunakan alat ukur moisture meter dan nilai kadar air keluar di layar alat ukur berupa angka dengan satuan persen.

2.6.5. Kadar Abu

Semua bahan bakar padat mempunyai kandungan zat anorganik yang dapat ditentukan jumlahnya sebagai berat yang tinggal apabila briket dibakar secara sempurna. Kadar abu adalah hasil perbandingan berat abu yang terkandung setelah dilakukan pembakaran dengan berat awal spesimen sebelum dilakukan pembakaran Kadar abu yang rendah menunjukkan bagusnya suatu pembakaran.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(x)}{y} \times 100\%$$

Keterangan :

x = Berat Abu yang dihasilkan

y = Berat awal spesimen

2.6.6. Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar pellet untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, setelah itu menimbang massa pellet yang terbakar, lama waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa pellet ditimbang dengan timbangan digital. Pengujian ini dilakukan menggunakan tungku pembakar pellet. Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar. Hal ini untuk mengetahui sejauh mana kelayakan dari bahan bakar yang diuji sehingga dalam aplikasinya nanti bisa digunakan. [25] Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{A}{B} \text{ gr/menit}$$

Keterangan :

A = Massa pellet terbakar = Massa pellet awal – Massa pellet sisa

B = Waktu Pembakaran