

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biomassa**

Biomassa merupakan energi terbarukan dalam bentuk energi padat yang berasal dari tumbuhan maupun limbah industri baik yang langsung digunakan atau diproses terlebih dahulu yang bersifat ramah lingkungan. (Indra Marwardi dkk, 2019). Saat ini sumber energi alternatif dari biomassa sedang banyak diteliti oleh para ahli dan dikembangkan, karena sifatnya yang melimpah, mudah diperoleh, dapat diperbaharui secara cepat, dan kandungan energinya yang cukup tinggi.

Siemers 2006 (dalam Cherly Meigita, 2018) “Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang paling serbaguna dibandingkan sumber energi terbarukan lainnya. Biomassa dapat menghasilkan bahan bakar untuk panas, listrik dan transportasi. “Biomassa mengandung sejumlah besar senyawa kompleks organik, kandungan air atau bisa disebut moisture (m), dan sejumlah kecil pengotor anorganik yang biasa disebut sebagai ash. Senyawa organik terdiri atas empat elemen utama, yaitu karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N). (Arief Budiman dkk , 2018). Bergman dan Zerbe ( dalam Cherly Meigita 2018) “Bahan yang termasuk biomassa antara lain sisa hasil hutan dan perkebunan, biji dan limbah pertanian, kayu dan limbah kayu, limbah hewan, tanaman air, tanaman kecil, dan limbah industri serta limbah pemukiman”.

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi tepat atas permasalahan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi biomassa memiliki banyak keuntungan yaitu dapat meminimalisir limbah organik, mengurangi efek gas rumah kaca dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Kong, G.T (dalam Cherly Meigita, 2018) mengatakan keunggulan yang dimiliki oleh biomassa, yaitu Tidak menimbulkan emisi sulfur sehingga mengurangi hujan asam, Biomassa dapat mendaur ulang CO<sub>2</sub>, sehingga dapat dikategorikan sebagai bebas emisi, dan Pembakaran biomassa menghasilkan abu dalam jumlah kecil daripada pembakaran batubara karena abu eks-batubara tersebut harus dibuang ke tempat lain.

## 2.2 Teknologi Konversi Biomassa

Secara umum konversi biomassa merupakan perubahan bentuk energi biomassa menjadi energi lainnya. Sebagai bahan bakar, biomassa perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar dapat lebih mudah dipergunakan yang dikenal sebagai konversi biomassa. Teknologi konversi biomassa harus memiliki spesifikasi alat yang berbeda untuk mengkonversi biomassa dan menghasilkan perbedaan bahan bakar yang dihasilkan (Arhamsyah, 2010).

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 dalam LA Dicky, 2018).

Salah satu bentuk konversi biomassa adalah konversi dari serbuk kayu dan sekam padi menjadi biopelet. Kayu dan sekam padi merupakan biomassa yang bisa di jadikan bahan bakar langsung akan tetapi penggunaannya secara langsung mempunyai sifat-sifat yang kurang menguntungkan, antara lain kadar air yang tinggi, dan mengeluarkan banyak asap dan abu ( Maulana dkk, 2020). Untuk itu perlunya teknologi konversi biomassa atau pengolahan agar pemanfaatannya dipergunakan secara maksimal.

Mesin pencetak biopelet merupakan salah satu teknologi konversi biomassa menjadi bahan bakar terbarukan yang bersifat ramah lingkungan yaitu biopelet. Pada penelitian sebelumnya mahasiswa DIV teknik energy tahun 2016 telah berhasil membuat prototype pembuatan biopelet pada penelitian tersebut penulis sampaikan demi perbaikan di penelitian selanjutnya adalah untuk merancang pencetak biopelet dengan piringan dan *Hammer Mill* yang lebih besar sehingga dapat menghasilkan biopelet yang lebih banyak dan dapat digunakan dalam skala besar. Untuk itu salah satu tujuan penelitian ini yaitu pembuatan teknologi keonversi biomassa dengan cara *upgrade prototype* pencetak biopelet.

### 2.3 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan salah satu bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biomassa dan merupakan limbah industri pengergajian kayu. Serbuk kayu dari hasil pemotongan apabila dibiarkan membusuk, ditumpuk atau dibakar yang semuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga pemanfaatan serbuk kayu sebagai bahan baku biomassa merupakan solusi yang tepat. penggunaan serbuk kayu sebagai bahan bakar mempunyai banyak kelebihan, seperti disebut dalam Maulana, Ghozali, Fikri, Agustina dan Ali (2020): "... dapat menghasilkan panas pembakaran yang tinggi, lebih murah jika dibandingkan dengan minyak tanah atau arang kayu, dan masa bakar jauh lebih lama dari pada arang biasa.". Serbuk kayu memiliki nilai kalor yang lebih tinggi daripada sekam padi dengan angka 8400-20.000 kJ/kg (Febijanto, 2007).



(Sumber : <https://sebentarsaja.com/media-tanam-hidroponik>)

Gambar 2.1 Serbuk Kayu

Serbuk kayu memiliki berbagai jenis kayu yang berbeda-beda dan setiap kayu memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Menurut Lestari, Prabawa dan Cahyana (2018) kayu yang baik digunakan untuk pelet yaitu kayu murni atau kayu yang tidak diperlakukan secara kimia dan memiliki kadar abu dan nitrogen yang rendah.

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan yaitu serbuk kayu dari limbah industri mebel dan jenis kayu yang digunakan yaitu kayu medang atau nama lain kayu pusa. Kayu medang merupakan kayu yang sering digunakan untuk ramuan rumah. Kayu medang biasa dipakai sebagai tiang-tiang rumah dan biasa digunakan sebagai kusen-kusen pintu atau jendela.

Ditinjau dari aspek energi kayu medang mempunyai spesifikasi yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku untuk energi terbarukan atau sebagai sumber biomassa. Berdasarkan penelitian dari Pramana (2014) nilai energi yang didapat dari kayu gubalnya sekitar 19.980 kJ/kg dan nilai rata-rata kadar air yaitu 14.96%.

Dengan memanfaatkan serbuk gergaji kayu medang sebagai bahan pembuatan biopellet maka akan meningkatkan pemanfaatan limbah hasil industri serta mengurangi pencemaran udara, karena selama ini serbuk gergaji kayu yang ada hanya dibakar begitu saja. Manfaat lainnya adalah dapat meningkatkan pendapatan masyarakat bila pembuatan biopellet ini dikelola dengan baik untuk selanjutnya dijual.

#### Komposisi kimia kayu medang

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kayu Medang

Komponen	Kadar (%)
Kadar air	12.38
Selulosa	53.55
Lignin	23.71
Pentosan	16.55
Kadar abu	0.67
Silika	0.51

(Sumber: Batubara, Ridwanti. 2009)

#### 2.4 Sekam Padi

Sekam padi merupakan salah satu bahan baku dari biomassa yang sumbernya sangat berlimpah dan merupakan limbah industri dari penggilingan padi menjadi beras yang biasanya limbah tersebut dibuang atau dibakar yang berdampak buruk terhadap lingkungan. Penggunaan sekam padi sebagai bahan baku biopellet atau biomassa merupakan solusi yang tepat dalam mengatasi permasalahan limbah sekam padi dan salah satu solusi sebagai bahan bakar alternatif.

Penggunaan sekam padi sebagai sumber biomassa mempunyai banyak kelebihan selain sumbernya yang berlimpah, pembakaran dari sekam padi bersifat merata dan stabil, seperti disebutkan oleh Jufri, ferosadid, dan mulyono (2018). karakteristik lain dari sekam padi adalah kandungan zat volatile meter yang tinggi

yang berkisar Antara 60-80%, memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas sebagai pengganti minyak tanah.



(sumber: [shopee.com/sekampadi](https://shopee.com/sekampadi))

Gambar 2.2 sekam padi

komposisi kandungan kimia pada sekam padi dapat di manfaatkan untuk berbagai keperluan di antaranya : Sebagai bahan baku pada industri kimia, Sebagai bahan bangunan terutama kandungan silica ( $\text{SiO}_2$ ) yang dapat digunakan untuk campuran pada pembuatan semen portland dan Sebagai sumber energi panas pada berbagai keperluan manusia, kadar selulosa yang cukup tinggi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil.

Abu sekam padi mengandung silica (Si) yang dikenal dengan *Silica Dioxide* dalam keadaan oksidanya. Penggunaan silica dalam dunia konstruksi khususnya teknologi beton sudah mulai dipakai sebagai bahan tambah. Silica dari abu sekam padi ini memiliki kualitas yang tidak kalah dengan *Silica Fume* yang harganya cukup tinggi. Pertumbuhan tanaman padi yang tidak stabil akan mempengaruhi prospek usaha untuk pengembangan *Silica* dari abu sekam padi (Nugroho, 2009 dalam Skripsi Ilham Farosadid, 2018)

Pada penelitian ini sekam padi digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biopellet yang nantinya akan di bandingkan dengan serbuk kayu. Dari aspek energi sekam padi memiliki nilai kalor yang rendah dibandingkan dengan serbuk kayu tetapi kadar air dari sekam padi lebih kecil dibandingkan serbuk kayu

medang. Menurut tilman (dalam buku biomassa, 2018 ) sekam padi memiliki nilai HHV ( higher heating value) sebesar 15.376 Kj/Kg.

Komposisi kimia sekam padi terdapat pada tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 komposisi kimia sekam padi

Komponen	Kadar (%)
Kadar air	7-10
Kadar abu	15.5
Carbon	38.5
Hidrogen	5.7
Oksigen	39.8

(Sumber: Budiman, Arief dkk (2018) dalam buku biomassa)

## 2.5 Getah Damar

damar (*Agathis loranthifolia*) adalah sejenis pohon anggota tumbuhan runjung (*Gymnospermae*) yang merupakan tumbuhan asli Indonesia. getah damar selama ini dikenal untuk pembuatan kapal boat setelah dicampur kerosin. Dalam perkembangan industri modern, getah damar ini juga dipakai untuk bahan cat, vernis atau politer. Getah damar merupakan perekat yang baik dan banyak masyarakat yang menggunakan sebagai penambal perahu.



Sumber: [Harga.wab.id/getahdamar](http://Harga.wab.id/getahdamar)

Gambar 2.3 Getah Damar

Pada penelitian ini getah damar digunakan sebagai perekat untuk pembuatan biopellet yang nantinya akan mempengaruhi kualitas biopellet. Perekat mempunyai pengaruh besar dalam kualitas biopellet. Penggunaan komposisi perekat yang kurang tepat akan meningkatkan kadar air sehingga nilai kalora dari biopellet

akan menurun. Menurut Junaidi, Ariefin dan mawardi (2017). Kadar air serbuk gergaji sangat menentukan kualitas pellet yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air pellet, maka nilai kalornya semakin rendah. Hal ini diakibatkan panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air pada pellet sebelum menghasilkan panas dapat digunakan sebagai panas pembakaran. Dengan kata lain kadar air berhubungan langsung dengan nilai kalor.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh perekat terhadap kualitas biopellet, komposisi perekat yang baik yaitu 15% yakni 150 gr perekat, satu liter air panas dan 1000 gr bahan baku (Junaidi dkk, 2017).

## 2.6 Biopellet

Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari briket. Proses yang digunakan adalah pengempaan (pressing) dengan suhu dan tekanan tinggi, sehingga membentuk produk yang seragam dengan kapasitas produksi tinggi. Menurut kusumaningrum dan munawar, 2004 (dalam jurnal junaidi dkk, 2017) mengatakan bahwa Biopellet merupakan salah satu bentuk energi biomassa dan pertama kali diproduksi di Swedia tahun 1980 berbahan baku limbah industri biomassa. Biomassa berbentuk pellet dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar padat. Menurut Yamada, 2005 (dalam jurnal Cherly, 2018) penggunaan bahan bakar biomassa secara langsung dan tanpa pengolahan akan menyebabkan timbulnya penyakit pernafasan yang disebabkan oleh karbon monoksida, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dan bahan partikulat. Untuk memperbaiki karakteristik biomassa dilakukan cara densifikasi dalam bentuk briket atau biopellet.



Sumber: [anggakur.wordpress.com/biopellet](http://anggakur.wordpress.com/biopellet)

Gambar 2.4 Biopellet

Biopellet merupakan energi alternatif terbarukan yang bahan baku berlimpah dan memanfaatkan limbah industri sebagai bahan baku. Pellet merupakan hasil pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket ( $60 \text{ kg/m}^3$ , kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%) (El Bassam dan Maegaard 2004). Menurut VE ,2016 (dalam Cherly, 2018) Pellet memiliki kadar air yang rendah sehingga dapat lebih meningkatkan efektivitas pembakaran.

Penggunaan biopellet telah dikenal luas oleh masyarakat di negara – negara Eropa dan Amerika. Pada umumnya biopellet digunakan sebagai bahan bakar *boiler* pada industri dan pemanas ruangan di musim dingin. Penggunaan biopellet sebagai bahan bakar terbarukan mempunyai banyak kelebihan yaitu Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran, Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan pindah-pindah dan Mempunyai suhu pembakaran yang tetap dalam jangka waktu yang cukup panjang.

Biopellet merupakan bahan bakar yang terbentuk dari bahan baku limbah industri yang mengalami proses pengeringan, penghancuran bahan baku, penambahan dengan perekat dan pencetakan biopellet. Adapun proses pembuatan biopellet secara umum sebagai berikut:

#### 1. Proses Pengeringan

Secara umum, kadar air awal biomassa adalah sekitar 50 – 90 %. Perlu untuk mengeringkan bahan baku hingga kadar air mencapai 10 – 20 % untuk mendapatkan kondisi optimum untuk proses penggilingan dan pemeletan. Bahan baku dengan ukuran partikel yang besar seharusnya dikeringkan dengan tanur putar, dan bahan baku dengan ukuran partikel yang kecil harus dikeringkan dengan menggunakan pengering kilat.

#### 2. Proses penggilingan

Bahan baku seharusnya digiling berdasarkan ukuran pellet. Untuk keseluruhan kayu atau limbah ukuran besar, bahan baku harus dihancurkan terlebih dahulu sebelum proses pengeringan supaya kadar air seragam. Akan tetapi, proses ini tidak diperlukan untuk hal dimana bahan bakunya adalah jerami padi.

### 3. Proses pencetakan pelet

Pencetakan biopelet dilakukan dengan menggunakan *pellet mill*, dengan komposisi dan ukuran bahan baku yang divariasikan serta ada penambahan perekat. Metode pencetakan pelet yaitu 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. proses pembuatan pelet menghasilkan panas akibat gesekan alat yang memudahkan proses pengikatan.

### 4. Proses Pendinginan

Karena pelet yang telah dibuat memiliki suhu yang tinggi dan mengandung kadar air yang tinggi pula, maka diperlukan proses pendinginan.

Penggunaan biopelet sebagai energi terbarukan mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya seperti biogas dll. Adapun keunggulan biopelet sebagai berikut:

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

Biopelet memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung pada bahan pembuatannya, dan ciri-ciri biopelet berkualitas baik sebagai berikut:

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

Selain itu kualitas biopelet berdasarkan SNI 8021-2014 dan standar kualitas biopelet dari berbagai negara dapat dilihat pada tabel 2.3 dan 2.4 dibawah ini:

Tabel 2.3. Standar Kualitas Biopelet Berdasarkan SNI 8021-2014

Parameter	Nilai
Kadar Air (%)	$\leq 12\%$
Kadar Abu (%)	$\leq 1,5\%$
Kadar Zat Terbang (%)	$\leq 80\%$
Kadar Karbon Terikat (%)	$\geq 14\%$
Kerapatan ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$\geq 0,8$
Nilai Kalor (kal/g)	$\geq 4000$

*Sumber: SNI (2014) dalam Laporan tugas akhir Cherly (2018)*

Tabel 2.4. Standar Kualitas Biopelet sesuai standar Berbagai Negara

Parameter	Permen ESDM NO. 47	Jepang	Inggris	USA
Kadar air	$< 15$	6 – 8	3 – 4	6
Kadar abu	$\leq 10$	5 – 7	8 – 10	16
Kadar Karbon	Sesuai bahan baku	15 – 30	16,4	19 -28
Kadar Zat Terbang	Sesuai bahan baku	60 – 80	75	60
Nilai Kalor	4400	5000 - 6000	5870	4000 - 6500

Sumber : Trie Diah Pebriani (2014) dalam laporan tugas akhir Dicky (2018)

## 2.7 Spesifikasi Kualitas Biopelet

Spesifikasi bahan biopelet yang perlu diketahui diantaranya adalah:

### 1. Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan salah satu penentuan kualitas pelet yang dibuat. Adapun untuk Analisa sifat fisik dapat meliputi pengukuran nilai kalor, kadar air, densitas, dan laju pembakaran biopelet

#### a. nilai kalor

nilai kalor merupakan jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran. Ukuran panas diukur sebagai nilai kalor LHV (gross calorific value) atau nilai kalor HHV (netto calorific value). Perbedaan dari LHV

dan HHV ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran. HHV menunjukkan bahwa seluruh uap yang dihasilkan selama proses pembakaran sepenuhnya terkondensasi. Sedangkan LHV menunjukkan air yang keluar dengan produk pengembunan tidak seluruhnya terkondensasi. nilai kalor dapat diukur dengan menggunakan bomb calorimeter dengan metode uji SNI 01-6235-2000 (Mawardi Dkk, 2019).

b. kadar air

kadar air merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan bakar padat. Analisa kandungan air bertujuan mengetahui kandungan air yang berada pada pelet. Pengaruh kadar air dapat mempengaruhi nilai kalor karena semakin besar kadar air pada bahan bakar padat maka nilai kalor akan semakin kecil. Kadar air juga berkaitan dengan kemudahan penyalaan. Semakin tinggi kadar air maka waktu penyalaan awal yang diperlukan semakin lama, sebaliknya semakin rendah kadar air maka waktu penyalaannya semakin cepat. Hal ini diduga karena adanya pelepasan air pada saat pemanasan. Air akan terlepas dan menguap keudara selama proses pemanasan ( Mahdie Dkk, 2018).

c. densitas

Densitas merupakan tingkat kerapatan suatu bahan bakar yang telah mengalami tekanan. densitas dapat diukur dengan mendeterminasi berapa rapat massa pelet melalui perbandingan antara massa biopelet dengan besarnya dimensi volumetric biopelet .

d. laju pembakaran biopelet

Laju pembakaran biopelet adalah kecepatan biopelet habis terbakar sampai menjadi abu atau jumlah massa biopelet yang terbakar dalam satuan waktu. Secara umum pembakaran biopelet dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama adalah pemanasan/pengeringan dengan pengurangan massa bahan baku yang lambat, tahap kedua devolatilisasi yang ditunjukkan oleh pengurangan massa yang cepat, dan tahap ketiga ditunjukkan pembakaran arang (Sudiro dkk, 2014 dalam jurnal Mahdie, 2018).

## 2. Sifat Kimia

Analisis sifat kimia atau sering disebut analisis proksimat dapat meliputi parameter fixed carbon, volatile matter, kadar abu.

### a. kadar abu

Kandungan abu merupakan material organik yang terkandung didalam pelet setelah dilakukan pembakaran pada kondisi temperature tertentu. Kandungan abu dapat berasal dari permukaan pelet saat proses cetak pelet dilakukan dan adanya kandungan mineral lain di dalam pelet pada saat pembentukan pelet.

Abu merupakan residu dari bahan mineral yang dihasilkan selama pembakaran pelet yang terjadi secara sempurna. Kandungan abu akan terbawa Bersama gas pembakaran dalam bentuk *fly ash* yang jumlahnya mencapai 30% dan abu dasar sebesar 10%. Semakin tinggi kadar abu akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan dan korosi peralatan (Yulinah Trihadiningrum, 2008 dalam Dicky, 2018).

### b. *volatile meter*

Volatile meter atau zat terbang adalah bagian dari pelet dimana bila pelet dipanaskan tanpa kontak dengan udara pada suhu sekitar 900°C akan berubah menjadi gas. *Volatile matter* terdiri dari gas-gas yang comustable seperti metana, hidrokarbon ringan, hydrogen, dan karbon monoksida (CO) serta sebagian kecil *non combustible* seperti uap air dan karbondioksida. Kadar zat terbang dapat menurunkan kualitas biopelet karena dapat menimbulkan banyak asap pada saat proses pembakaran (Lubis, A S Dkk, 2016)

### c. *Fixed carbon*

*Fixed carbon* atau kadar karbon terikat merupakan karbon dalam keadaan bebas, tidak bergabung dengan elemen lain yang tertinggal setelah materi yang mudah menguap dilepaskan selama analisis suatu sampel padat kering. Kadar karbon penting dihitung karena mempengaruhi nilai kalor. Pengukuran karbon terikat menunjukkan jumlah material padat yang dapat terbakar setelah komponen zat terbang dihilangkan dari bahan tersebut (Hendre, 2012 dalam jurnal Lubis Dkk, 2016).