

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biomassa**

Energi alternatif terbarukan terus berkembang di Indonesia untuk menjamin ketersediaan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Biomassa merupakan sumber energi alternatif yang optimal dan belum banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan biomassa memiliki keunggulan seperti menghemat biaya produksi dan mengurangi dampak buruk dari akumulasi limbah (Anindhita, 2018). Salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat adalah dengan memanfaatkan biomassa tanaman yang telah diolah untuk meningkatkan kegunaannya. Biomassa ialah salah satu energi alternatif yang sedang berkembang agar lebih baik dalam mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Bahan bakunya biasanya banyak dijumpai di perkebunan maupun diperdesaan dengan harga terjangkau dan dibuat dari bahan baku tidak merusak lingkungan, hingga berdampak pada lingkungan maupun rusaknya udara. Biomassa biasanya terbuat dari bahan mentah yang mengundangi secara alami, yang dapat mengurangi dampak negatif pada pencemaran lingkungan dan pencemaran alam (Priatna 2019)

Biomassa merupakan campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering  $\pm 75\%$ ), lignin ( $\pm 25\%$ ) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda. Berdasarkan (Kusumaningrum & Munawar, 2014).

Biomassa terdiri dari beberapa komponen yaitu kandungan air (moisture content), zat mudah menguap (volatile matter), karbon terikat (fixed carbon) dan abu (ash). Mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap yaitu pengeringan devolatilisasi (devolatilization) dan pembakaran arang (char combustion). Proses pengeringan akan menghilangkan kadar air dan devolatilisasi yang merupakan tahapan pirolisis yang akan melepaskan volatile dan pembakaran arang yang merupakan tahapan reaksi antara karbon dan oksigen yang akan melepaskan kalor (Satmoko, 2013).

## 2.2 Biopelet

Biopelet adalah bahan bakar biomassa berbentuk pelet yang memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, densitas dan kandungan energi. Pada umumnya proses pembuatan biopelet, biomassa diumpankan ke dalam pelet mill yang memiliki dies dengan ukuran diameter 8-11 mm dan 15-25 mm.



Sumber : Hardiansyah., 2020

**Gambar 2.1** Biopelet.

Menurut (Fantozzi & Buratti, 2009), ada enam jenis produksi biopellet: bahan baku *pretreatment* (*pretreatment*), pengeringan (*drying*), penggilingan (*grinding*), pencetakan biopellet (*pelletization*), dan pendinginan (*cooling*). tahapan proses. Dan silase. Biopellet dapat digunakan di rumah dan industri kecil sebagai bahan bakar alternatif pengganti energi fosil dan memiliki keunggulan nilai kalor yang lebih tinggi, bentuk yang seragam serta penyimpanan dan pengemasan yang lebih mudah dibandingkan bahan baku, serta bentuknya yang kompak dengan kuat tekan yang tinggi dan harga yang murah efektif sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil.

**Tabel 2.1** Standar Kualitas Biopelet Berdasarkan SNI 8021-2014

Parameter	Persentase
Kadar Air (%)	$\leq 12\%$
Kadar Abu (%)	$\leq 1,5\%$
Kadar Zat Terbang (%)	$\leq 80\%$
Kadar Karbon Terikat (%)	$\geq 14\%$
Kerapatan (g/cm <sup>2</sup> )	$\geq 0,8$
Nilai Kalor (cal/g)	$\geq 4000$

### 2.3 Eceng Gondok

Eceng gondok (latin : *Eichornia crassipes*) merupakan tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam yang memiliki aliran tenang. Tanaman ini berkembangbiak dengan sangat cepat, baik secara vegetative maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari. Eceng gondok dapat tumbuh dengan ketinggian rata-rata 0,4 - 0,8 meter. Ciri-ciri tumbuhan eceng gondok yaitu tidak mempunyai batang, ujung dan pangkalnya meruncing dan pangkal tangkai daun menggelembung. Daunnya tunggal dan berbentuk oval, permukaan daunnya yang licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk berbentuk bulir serta memiliki biji berwarna hitam dengan bentuk bulat (Widyaningsih, 2007).



Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022

**Gambar 2.2** Eceng Gondok

Berikut merupakan klasifikasi dari tanaman gulma air eceng gondok ini (Foundation, 2011) :

**Tabel 2.2** Klasifikasi Eceng Gondok

Divisi	Spermatophyta
Subdivisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Monocotyledoneae</i>
Suku	<i>Pontederiaceae</i>
Marga	<i>Eichornia</i>
Jenis	<i>Eichornia crassipes</i>
Ordo	<i>Ferinosae</i>

Tanaman seperti eceng gondok ini mampu menjadi penyerap polutan yang baik sehingga air yang dihasilkan dari kolam khusus yang ditanami eceng gondok itu tidak mencemari lingkungan. Diketahui bahwa tanaman berakar rimpang ini mampu menyerap nitrogen, fosfat dan zat organik. Bahkan juga bisa menyerap uranium dan merkuri, dua zat yang sangat berbahaya bila mencemari perairan. (Karim,2014).

Menurut Deswandri & Fadhillah (2019), pertumbuhan eceng gondok yang secara pesat menyebabkan berbagai kerugian, diantaranya :

1. Merusak Keindahan Perairan

Tidak salah jika menyebut eceng gondok sebagai rumput liar, perbedaannya adalah tumbuhan eceng gondok hidup di air oleh karena itu dibutuhkan penanganan agar pertumbuhan dan penyebarannya tidak mengganggu keindahan perairan.

2. Meningkatnya Habitat Baru

Pertumbuhan eceng gondok akan memicu timbulnya habitat-habitat baru. Hal yang dikhawatirkan dari kondisi ini adalah dapat menjadi faktor penyebab munculnya penyakit.

3. Mengganggu Lalu Lintas Perairan

Adanya eceng gondok yang menutupi permukaan perairan sangat mengganggu lalu lintas perairan. Perahu yang merupakan salah satu moda transportasi air akan sulit bergerak dan terjebak karena terhalang oleh banyaknya eceng gondok.

4. Mengurangi Jumlah Oksigen

Pertumbuhan eceng gondok yang secara pesat tidak membutuhkan waktu yang lama untuk menutupi permukaan perairan. Akibatnya cahaya yang akan menembus masuk ke dalam perairan terhalang oleh tumbuhan eceng gondok. Hal ini selanjutnya akan membuat kadar oksigen menjadi berkurang.

5. Mengurangi Jumlah Air

Eceng gondok yang tumbuh secara pesat di seluruh permukaan air akan menyebabkan efek evaporasi. Hal ini berarti akan meningkatkan kehilangan air yang diakibatkan oleh tumbuhan eceng gondok yang

memiliki daun yang lebar.

#### 6. Perairan Menjadi Dangkal

Pendangkalan perairan disebabkan salah satunya oleh tertimbunnya tanaman eceng gondok yang mati hingga ke permukaan yang akhirnya pendangkalan perairan pun terjadi.

Pengolahan tanaman eceng gondok memiliki manfaat diantaranya :

1. Tanaman eceng gondok dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan kerajinan tangan (Samsudin & Husnussalam, 2017).
2. Menurut Amaral (2013), Eceng Gondok dapat menghasilkan bioetanol dengan variasi waktu fermentasi selama 9 hari dan ragi sebanyak 20 gram dengan kadar bioetanol yang dihasilkan sebesar 41,07%.
3. Tanaman eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas. Hemiselulosa akan dihidrolisis mejadi glukosa oleh bakteri melalui proses anaerobic digestion (Nawir, dkk, 2018).

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5%. Kandungan kimia serat eceng gondok terdiri atas 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Ahmed, 2012).

Menurut Roechyati (1983), tangkai eceng gondok segar memiliki kandungan kimia berupa air 92,6%, abu 0,44%, serat kasar 2,09%, karbohidrat 0,17%, lemak 0,35%, protein 0,16%, fosfor 0,52%, kalium 0,42%, klorida 0,26%, alkanoid 2,22%, dan pada keadaan kering eceng gondok mempunyai kandunngan selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12%, dan lignin 7,69%. Eceng gondok mengandung lignoselulosa yang terdiri dari selulosa 25%, hemiselulosa 33% dan lignin 10% (Rachmawati, dkk, 2013).

eceng gondok memiliki massa jenis, sifat kehalusan, dan sifat putih yang cukup baik. Hal ini terbukti pada pemanfaatan eceng gondok sekarang ini sebagai kerajinan tangan baik pada industri rumah tangga maupun mebel. Tetapi belakangan, pemanfaatannya berkembang ke arah serat yang dimanfaatkan sebagai penguat pada komposit, hal ini mengingat akan karakteristik serat eceng gondok yang cukup kuat, disamping bahannya yang mudah didapat, murah, serta untuk mengurangi limbah yang ada (*biodegradability*). Tetapi jika mengingat kandungan kimia serat eceng gondok, pemanfaatannya pun cukup beragam, antara lain untuk pemanfaatan serat selulosa dan untuk bahan baku pembuatan ethanol. Berikut merupakan karakteristik serat eceng gondok.

**Tabel 2.3** Karakteristik Serat Eceng Gondok (Ahmed,2012)

<b>Karakteristik</b>	<b>Keterangan</b>
Massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )	0,25
Sifat putih ( <i>whiteness</i> ) (%)	22,2
Kehalusan ( <i>fineness</i> ) ( $\mu$ )	35
Kekuatan tarik ( <i>tensile strength</i> ) (Mpa)	18 – 33

Berikut merupakan komposisi kimia dari eceng gondok (Ahmed,2012)

**Tabel 2.4** Komposisi Kimia Eceng Gondok

<b>Senyawa Kimia</b>	<b>Presentase (%)</b>
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Lignin	7,69
Silika	5,56
Abu	12

## 2.4 Perekat

Perekat adalah bahan yang memiliki kemampuan untuk merekatkan dua benda atau lebih melalui ikatan permukaan. Salah satu proses produksi pelet biomassa membutuhkan peran perekat untuk meningkatkan sifat fisik pelet. Penambahan konsentrasi perekat yang tepat akan meningkatkan nilai kalor briket. Jenis perekat yang digunakan berpengaruh nyata terhadap densitas, ketahanan tekanan, nilai kalor bahan bakar, kadar air, dan kadar abu pelet yang dihasilkan. Menentukan jenis dan jumlah perekat yang digunakan untuk membuat pelet merupakan salah satu faktor kunci dalam pembuatan pelet. Perekat memiliki kemampuan untuk menarik air untuk membentuk tekstur yang padat dan untuk mengikat dua atau lebih substrat yang terikat menjadi satu (Pane, 2015)

Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan diretakkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan arang briket akan semakin baik (Setiawan, 2012).

Menurut Sinurat (2011) jenis bahan baku yang umum dipakai sebagai pengikat (perekat) untuk pembuatan briket, yaitu :

### a. Perekat Anorganik

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

### b. Perekat Organik

Pengikat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik di antaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin.

Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan membentuk tekstur padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan arang briket akan semakin baik. Butir-butir arang dapat disatukan dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Namun permasalahannya terletak pada jenis bahan perekat yang akan dipilih. Penentuan bahan perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket ketika dibakar dan dinyalakan. Faktor harga dan ketersediaannya di pasaran harus dipertimbangkan secara seksama karena setiap bahan perekat memiliki daya lekat yang berbeda-beda karakteristiknya. (Asri Saleh, 2013).

## 2.5 Tepung Tapioka

Tepung tapioca atau 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. Tapioka 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. (Danan A, 2020)



Sumber : [luluhypermaket.com](http://luluhypermaket.com), 2020

**Gambar 2.3** Tepung Tapioka

Penggunaan perekat kanji memiliki beberapa keuntungan, yaitu: harga murah, mudah pemakaiannya, dan dapat menghasilkan kekuatan rekat yang kering tinggi (lestari,dkk. 2010). Tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat. Tepung tapioka umumnya digunakan sebagai bahan perekat karena banyak terdapat dipasaran dan harganya relative murah. Perekat ini dalam penggunaanya menimbulkan asap yang relative sedikit dibandingkan dengan bahan lainnya. Perekat tepung tapioka dalam bentuk cair sebagai bahan perekat menghasilkan fiberboard bernilai rendah dalam hal kerapatan, keteguhan tekan, kadar abu dan zat mudah menguap, tetapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan yang menggunakan perekat molase. Penggunaan tapioka akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama (Faujiah, 2016).

## 2.6 Torefaksi

Torefaksi adalah suatu proses perlakuan panas pada biomassa dengan rentang temperatur antara 200-300°C dan tekanan atmosfer tanpa kehadiran oksigen serta laju pemanasan partikel yang rendah (<50°C/min). Torefaksi merupakan salah satu proses termokimia dalam pemanfaatan biomassa yang lebih efektif untuk menghasilkan solid fuel (Basu, 2013). Reaksi yang terjadi pada proses torefaksi yaitu:



Selama proses torefaksi, biomassa akan mengalami devolatisasi serta menyebabkan penurunan berat, tetapi kandungan energi awal dari biomassa yang telah ditorefaksi tersebut tetap terjaga dalam produk padatan sehingga densitas energi dari biomassa menjadi lebih tinggi dibanding biomassa awal. Komponen hemiselulosa akan terdegradasi dan zat-zat volatile akan terlepas dari biomassa. Hemiselulosa dan zat-zat volatile yang berkurang akan meingkatkan nilai kalor dengan memaksimalkan mass yield dan energy yield dari produk padatan yang dihasilkan (Shecilla & Helwani, 2016)..

Eceng gondok memiliki perkembang biakan yang cepat dan berguna untuk produksi secara masal biomassa tetapi perlu dilakukan peningkatan nilai kalornya. Suhu dan waktu pada proses torefaksi eceng gondok memberikan

pengaruh terhadap peningkatan nilai kalor. Nilai kalor terbaik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pada suhu 300°C dengan lama waktu 3 jam (Song & Kim, 2013). Proses torefaksi dapat terbagi menjadi beberapa langkah, seperti pemanasan, pengeringan, torefaksi, dan pendinginan. Berikut penjelasan mengenai perbedaan antara proses torefaksi, pirolisis dan karbonasi pada tabel 2.5 berikut

**Tabel 2.5** Perbedaan proses torefaksi, pirolisis dan karbonisasi

<b>Keterangan</b>	<b>Torefaksi</b>	<b>Pirolisis</b>	<b>Karbonasi</b>
Temperatur Operasi (°C)	200-300	300-650	500-1200
Kebutuhan Oksigen	Tidak	Tidak	Sedikit
Tekanan Operasi (mPa)	0,1	0,1-0,5	>0,1
Produk yang dihasilkan	Padat	Cair	Padat

Seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.5, perbedaan paling penting antara pirolisis, karbonisasi dan torefaksi terletak pada permintaan produk. Misalnya permintaan utama dari pirolisis adalah untuk memaksimalkan produk cair dan meminimalkan hasil arang. Permintaan produk karbonisasi adalah untuk memaksimalkan karbon dan meminimalkan kandungan hidrokarbon dari produk padat, sedangkan pada torefaksi untuk memaksimalkan energi dan hasil produk dengan pengurangan rasio oksigen menjadi karbon (O/C) dan hidrogen menjadi karbon (H/C).

#### 1. Pemanasan awal

Pada proses awal, biomassa dipanasi sampai tahapan pengeringan tercapai. Pada tahapan ini terjadi peningkatan temperatur dari biomassa dan pada akhir dari tahap ini uap air dari biomassa mulai mengalami penguapan.

#### 2. Pengeringan.

Tahapan pengeringan ini dibagi menjadi dua kondisi, yaitu:

##### a) Pengeringan awal atau *pre-drying*.

Tahap ini tercapai pada saat suhu biomassa mendekati 100° C, air yang dikandung oleh biomassa akan mulai menguap pada temperatur konstan.

b) Pengeringan akhir atau post-drying.

Pada saat suhu biomassa mendekati 200°C, kandungan air akan terlepas akibat perpindahan kalor pada partikel biomassa. Selama tahap ini pula terdapat sebagian berat yang dapat hilang sehingga tahapan ini juga disebut torefaksi ringan

3. Torefaksi

Tahap ini merupakan inti dari keseluruhan proses torefaksi. Proses torefaksi akan dimulai pada saat temperatur mencapai 200°C. Temperatur torefaksi didefinisikan sebagai temperatur konstan maksimum. Selama proses ini, sebagian besar dari berat material akan hilang.

4. Pendinginan

Selanjutnya, biomassa yang telah ditorefaksi akan didinginkan dari temperatur kurang dari 200° C menuju temperatur akhir, yaitu temperature ruangan. Proses ini harus dijalankan tanpa adanya udara, karena menghindari ledakan debu reaktif yang tinggi yang mungkin terjadi selama proses

## 2.7 Bahan Bakar

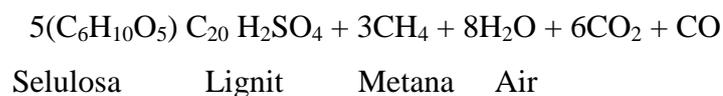
Bahan bakar adalah suatu materi yang ketika dipanaskan pada temperatur tertentu akan mengalami reaksi kimia dengan oksigen yang terkandung di dalam udara membentuk api dan dapat melepaskan panas atau energi. Apabila dibakar, bahan bakar yang baik dapat meneruskan proses pembakaran dengan sendirinya yang disertai dengan keluarnya karbon (Ndraha, 2009).

## 2.8 Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat termasuk kedalam bahan bakar yang bersifat keras dan strukturnya sangat rapat. Bahan bakar padat telah digunakan sejak dahulu sebagai sumber energi dari hasil proses pembakaran material yang menghasilkan panas. Bahan bakar padat merupakan bahan bakar yang paling efisien, serta dimungkinkan untuk dikembangkan secara masal dalam jangka waktu yang relatif singkat, dikarenakan teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana (Nugraha, 2013). Bahan bakar padat contohnya antara lain:

a. Batubara

Batubara merupakan bahan bakar fosil yang dapat terbakar dan terbentuk dari endapan batuan organik yang mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Batubara berasal dari sisa tumbuhan mati berjuta tahun lalu dengan komposisi utama cellulosa yang terbentuk melalui proses *coalification* (pembentukan batubara) yang dibantu oleh faktor kimia, fisika dan alam yang akan mengubah selulosa menjadi *lignite*, *bituminous*, *subbituminous* dan *anthracite* (AS, 2009) Reaksi pembentukan batubara jenis lignit sebagai berikut:



b. Arang

Arang adalah padatan dengan pori hasil proses pembakaran bahan yang mengandung karbon tanpa oksigen sehingga bahan hanya mengalami karbonisasi dan tidak teroksidasi. Pori pada arang sebagian besar masih tertutup oleh hidrogen, tar, dan senyawa organik lain yang komponennya terdiri dari air, abu, nitrogen, dan sulfur (Wijayanti,2009). Peningkatan mutu arang dapat dilakukan dengan cara aktivasi menjadi arang aktif. Arang aktif dapat diperoleh dari proses pembesaran luas permukaan arang pada temperatur tinggi dalam selang waktu tertentu sehingga akan mengalami perubahan sifat fisika dan kimia pada arang.

c. Briket

Briket adalah hasil proses pengempaan bahan dengan ukuran partikel kecil yang berasal dari limbah organik, limbah pabrik, maupun limbah rumah tangga kedalam suatu cetakan. Briket dikategorikan sebagai bahan bakar padat alternatif atau pengganti bahan bakar minyak yang paling efisien dan dimungkinkan untuk dikembangkan secara masal dalam waktu yang relatif singkat dikarenakan teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana (Widarti, 2016).

## **2.9 Karakteristik Bahan Bakar Padat**

### **2.9.1 Nilai Kalor**

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan oleh 1 gram bahan bakar dengan menaikkan suhu 1 gram air dalam kalori. Fungsi nilai kalor adalah untuk menentukan kalor pembakaran. Nilai kalor mempengaruhi kualitas bahan bakar biopellet yang dihasilkan (Mawardi, 2019). Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan menggunakan *Bomb Calorimeter*.

### **2.9.2 Kadar Abu**

Abu adalah residu yang tersisa setelah pembakaran bahan bakar. Abu mempengaruhi nilai kalor bahan bakar, semakin tinggi kadar abu bahan bakar biopellet maka nilai kalor semakin rendah, begitu pula sebaliknya (Mustamu, 2016).

### **2.9.3 Kadar Air**

Salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas bahan bakar biopellet adalah kadar air. Semakin tinggi kadar air, semakin lambat proses pembakaran, semakin tinggi asap, semakin rendah suhu api, semakin rendah efisiensi pembakaran, dan semakin sulit proses penyalaan, sehingga kadar air mempengaruhi biopellet yang dihasilkan. (Mustamu, 2018).

### **2.9.4 Kuat Tekan**

Kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan luar yang menyebabkannya patah atau runtuh disebut kuat tekannya. Semakin tinggi nilai kuat tekan biopellet maka semakin tinggi pula kualitas produk biopellet yang dihasilkan (Mustamu, 2018)

### **2.9.5 Kadar Karbon Terikat**

Definisi kadar karbon terikat adalah fraksi karbon dalam biomassa selain air, zat terbang, dan abu. zat mudah menguap dan air. Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh unsur penyusunnya seperti karbon, hydrogen, dan oksigen (Mustamu, 2018).

### 2.9.6 Analisa Zat Terbang

Kadar zat terbang berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran, waktu pembakaran dan asap yang ditimbulkan selama pembakaran. Kadar zat terbang yang tinggi pada bahan bakar akan mengakibatkan efisiensi pada pembakaran bahan bakar akan menurun dan menimbulkan asap yang selama pembakaran. Semakin rendah kadar zat terbang pada bahan bakar maka efisiensi pada pembakaran bahan bakar akan meningkat dan semakin sedikit pula asap yang ditimbulkan selama pembakaran. Selain itu, tidak adanya proses karbonisasi. Hal ini dikarenakan tidak terdapat oksigen dalam proses karbonisasi yang dapat menyebabkan hilangnya komponen zat terbang dari bahan dan karbon tetap tertinggal dalam bahan (Lathief & Susila, 2015).

### 2.9.7 Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar pellet untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa pellet yang terbakar, lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan 5 stopwatch dan massa pellet ditimbang dengan timbangan digital.

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah :

$$\text{Massa biopellet terbakar} = m. \text{biopellet awal} - m. \text{biopellet sisa}$$

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m. \text{biopellet terbakar}}{\text{waktu pembakaran}}$$

## 2.10 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pembakaran

Menurut Subroto, dkk, (2016), faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat, antara lain :

1. Ukuran Partikel  
Semakin kecil ukuran partikel maka akan lebih cepat terbakar
2. Kecepatan Aliran Udara  
Laju pembakaran akan naik beriringan dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.
3. Karakteristik Bahan Bakar  
Kandungan didalam bahan bakar sangat mempengaruhi pembakaran seperti kandungan *volatile matter* dan kandungan *moisture*.

4. Temperatur Udara Pembakaran

Semakin panas udara pembakaran mengakibatkan semakin pendeknya waktu pembakaran.