

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam perancangan alat pengarangan briket dengan metode torefaksi microwave ini diperlukan beberapa teori penunjang, dalam bab ini akan dijelaskan bahan serta komponen apa saja yang digunakan dalam perancangan.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mendapatkan acuan dalam melakukan penelitian, penulis memilih penelitian terdahulu agar dapat memperkaya teori-teori yang nantinya pada saat proses penelitian. Setelah mencari diberbagai referensi, penulis tidak menemukan penelitian terdahulu yang sama persis dengan penelitian yang dilakukan penulis. Tetapi penulis menggunakan penelitian terdahulu yang mempunyai kesamaan tema sebagai referensi penulis untuk memperbanyak bahan kajian saat penelitian. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa journal dengat tema yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis.

**Tabel. 2.1**  
**Penelitian Terdahulu**

<b>Nama peneliti</b>	Q-V Bach ,W-H Chen, S-C Lin , H-K Sheen , J-S Chang, 2019
<b>Judul penelitian</b>	Wet torrefaction of microalga Chlorella vulgaris ESP-31 with microwaveassisted
<b>Hasil penelitian</b>	Sistem pemanas berbantuan gelombang mikro digunakan untuk WT mikroalga Chlorella vulgaris ESP-31 pada variasi suhu reaksi (160, 170, dan 180 °C) dan durasi (5, 10, dan 30 menit). Hasilnya menunjukkan beberapa peningkatan pada sifat bahan bakar mikroalga

	<p>setelah WT seperti peningkatan nilai kalor dan hidrofobitas serta penurunan kadar abu. Sebuah korelasi dalam hal analisis unsur bisa jadi diadopsi untuk memprediksi nilai kalor yang lebih tinggi dari torefaksi mikroalga. Analisis termogravimetri menunjukkan bahwa mikroalga torrefied memiliki temperatur penyalaan yang lebih rendah tetapi suhu pembakaran lebih tinggi daripada mikroalga mentah, menunjukkan dampak signifikan WT pada reaktivitas pembakaran mikroalga. Secara keseluruhan, nilai kalori mikroalga dapat ditingkatkan hingga 21%,</p>
--	---

Sumber: hasil kajian penulis, 2020.

<b>Nama peneliti</b>	Kang Kang, et al. 2019
<b>Judul penelitian</b>	Microwave - assisted hydrothermal carbonization of corn stalk for solid biofuel production: Optimization of process parameters and characterization of hydrochar
<b>Hasil penelitian</b>	Karbonisasi hidrotermal berbantuan gelombang mikro merupakan proses yang layak untuk memproduksi hidrokarbon, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar padat langsung atau bahan bakar tambahan. Nilai kalor tertinggi sebesar 22,82 MJ / kg yang diperoleh pada suhu 230 °C, dengan waktu 45 menit, yaitu 41% lebih tinggi dibandingkan dengan batang jagung mentah.

Sumber: hasil kajian penulis, 2020.

## 2.2 Briket

### **a. Pengertian Briket**

Briket atau bioarang merupakan sebagian dari berbagai jenis bahan bakar yang terbuat dari bahan-bahan hayati atau kurang lebih sering disebut sebagai biomassa, semisal terbuat dari bahan, dedaunan, ranting-ranting, rumput, kayu, jerami, dan berbagai limbah pertanian lainnya. Pembakaran sering terjadi pada bahan tersebut karena dinilai sebagai bahan yang tidak bisa digunakan lagi. Bioarang ini juga dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak kalah saing dari bahan bakar jenis yang lain. Briket merupakan gumpalan yang dibuat dari bahan lunak yang dikeraskan melalui pengepresan dan penjemuran. Briket bioarang juga dapat disebut sebagai padatan bahan lunak dari proses karbonasi. Bioarang dibuat melalui proses karbonasi bahan limbah yang dihaluskan dan ditambahkan perekat agar menjadi gumpalan keras dengan bentuk sesuai permintaan konsumen. (Adan, 2013).

### **b. Kebutuhan Bahan**

Bioarang merupakan sebagian dari berbagai macam bahan bakar dengan bahan baku utama dari biomassa ataupun bahan hayati misalkan ranting pohon, dedaunan, jerami, maupun limbah pada pertanian (Adan, 2013).

Berikut ini adalah bahan baku limbah menurut Adan yang dapat digunakan menjadi bahan briket:

### 1) Sampah

Sampah merupakan benda atau sejenis barang yang terpaksa harus dibuang begitu saja karena dianggap tidak bias digunakan lagi. Pembakaran pada sampah sering dilakukan untuk memusnahkannya karena dianggap dapat mengganggu keindahan maupun dapat menjadi tempat sarang penyakit. Dedaunan, ranting pohon, serbuk kayu, batok kelapa dan berbagai macam hayati atau biomasa lainnya merupakan contoh dari sampah alami. Dan contoh bahan non alami seperti plastic, nilon, kramik, pecahan kaca dan lainnya. Hanya bahan-bahan hayati atau biomassa yang bersifat alami yang dapat diolah sebagai bahan utama pembuatan bioarang.

### 2) Kayu

Selain sampah alami, kayu juga termasuk biomassa atau benda hayati yang mempunyai nilai ekonomis yang baik dengan menjadikannya berbagai jenis olahan kayu seperti meja, lemari, kursi dan lain-lain. Selain itu, limbah dari olahan kayu tersebut juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan briket arang yang dapat menambah nilai ekonomis olahan kayu tersebut.

### 3) Sekam padi

Merang atau sekam padi merupakan kulit butir padi yang dihasilkan melalui proses penggilingan padi. Sekam padi selain dijadikan media tanaman hias atau pupuk juga dapat di jadian bahan briket yang mempunyai nilai kalor tinggi.

### c. Kegunaan briket

Briket bioarang dapat digunakan sebagai alternative dijadikan bahan bakar karena kualitasnya tidak kalah dengan bahan bakar jenis lain. Briket ini merupakan jenis arang yang dikeraskan melalui proses tertentu yang terbuat dari bahan yang sudah tidak digunakan lagi atau juga sering disebut sampah. Bahan bakar bioarang ini sangat tepat jika digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Misalkan pada warung makan yang membutuhkan arang sebagai alat memasaknya seperti warung sate, soto, dan lain-lain (Sucipto, 2012)

Berikut pengaplikasian briket bioarang menurut Sucipto (2012) seperti berikut :

- 1) Penggunaan bahan bakar briket yang berukuran relative kecil dapat digunakan dengan cara membakarnya langsung diatas anglo atau tungku bakar. Cara ini dapat diginakan untuk memasak atau membakar sate seperti arang kayu yang digunakan biasanya.
- 2) Selain dibakar langsung, cara yang lebih efektif dan efisien yaitu menggunakan tungku briket khusus dengan tujuan nyala api bahan bakar briket bioarang tersebut stabil pada bagian pusat tungku dengan system ventilasi udara yang dapat meniupkan panas kearang atas dan bahan bakar akan habis terbakar.

#### **d. Keunggulan briket**

Biaya yang sangat terjangkau menjadi salah satu keunggulan briket bioarang. Selain itu pembuatan bioarang tersebut dapat dikatakan sederhana dan relative murah bahan baku pembuatannya karena sangat mudah didapatkan dan banyak dianggap sebagai bahan yang sudah tidak dapat digunakan kembali (Sucipto, 2012). Berikut keuntungan penggunaan briket bioarang menurut Sucipto:

- 1) Biaya yang diperlukan relative lebih murah dibanding arang kayu biasa maupun minyak.
- 2) Bahan bakar yang mudah menyala dan tahan lama perlu adanya tambahan semburan udara maupun mengganti bahan bakar baru.
- 3) Nyala api lebih tahan lama dibandingkan arang kayu biasa
- 4) pemakaian briket bioarang dapat dikatakan lebih aman karna tidak akan ada kebocoran yang diakibatkan keluarnya nyala api dari tengah.
- 5) Sangat mudah jika perlu sering berpindah tempat karena bahan yang cukup ringan dan mudah disimpan.

#### **2.3 Kualitas Briket**

Syarat dari bioarang yang mempunyai kualitas baik seperti warna hitam pada arang dengan nyala api kebiruan, mengkilat saat dipecah, dipegang tidak kotor, tidak menimbulkan noda hitam, tidak mengeluarkan bau, dan sedikit menimbulkan asam, tetap menyala saat tidak adanya terpaan angin, minim abu sisa pembakaran dan tidak gampang menimbulkan api besar, dan paling utama

menghasilkan nilai kalor tinggi pada bahan bakar briket bioarang (Triono, 2006).

Berikut standar kualitas briket bioarang :

Tabel 2.2 Standar Kualitas Briket

Sifat Arang Briket	SNI 01 – 6235 – 2000
Kadar air (%)	<8
Kadar abu (%)	<8
Nilai kalor ( kal/gram)	>5000

Sumber : Balai Litbang Kehutanan (1994) dalam (Triono, 2006).

Adapun dibawah ini parameter uji maupun faktor yang mempengaruhi kualitas arang briket :

#### a. Kadar Air

Air yang terkandung dalam produk dinyatakan sebagai kadar air. Kadar air bahan bakar padat ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan berat kering bahan bakar padat tersebut. Semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Penentuan kadar air ini dapat dilakukan dengan menguapkan air pada bahan menggunakan oven kurang lebih mencapai 100-105°C selama kurang lebih 2 – 24 jam dengan tujuan menguapkan air yang berada pada bahan hingga berat bahan tidak berubah lagi (Fitri, 2017).

Pada pengukuran kadar air (*moisture*) melalui prosedur pengovenan cawan porselin yang sudah dibersihkan selama kurang lebih 1 jam dengan suhu 105°C. kemudian didinginkan kedalam eksikator dengan waktu kurang lebih ½ jam selanjutnya di timbang (gram A) sebanyak 1 gram kedalam cawan

porselin lebih kurang 1 gram contoh (cawan porselin + contoh = gram B). kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C kurang lebih selama 2 jam, mendinginkan kedalam eksikator selama 1 jam. Selanjutnya ditimbang dan memanaskan kedalam oven dengan suhu yang sama dan ditimbang kembali hingga menghasilkan selisih massa dibawa 0,0005 gram (C)

$$Kadar\ Air = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

keterangan:

A = Bobot sampel (gr)

B = Bobot cawang kosong + sampel (gr)

C = Bobot cawan Konstan (gr)

#### **b. Kadar abu**

Zat anorganik merupakan kandungan pada briket yang dapat dihitung jumlahnya dari berat yang ditimbulkan oleh pembakaran yang tidak sempurna pada briket tersebut. Zat ini sering disebut abu yang tercipta dari pasir maupun berbagai macam zat mineral lainnya. Pembentukan kerak merupakan kerugian pada briket jika kandungan abu pada briket sangat tinggi. Mutu bahan bakar brikt juga dapat menurun jika kadar abu terlalu banyak terutama pada nilai kalornya. Menentukan kadar abu dapat dilakukan dengan proses membakar bahan didalam tanur (*furnace*) selama kurang lenbih 3-8 jam dengan suhu mencapai 500°C yang mengakibatkan semua unsur utama yang berbentuk organik ( $C_2H_2O_2N$ ) menjadi gas dan terbakar habis. Sehingga menyisakan abu yang dihasilkan berupa sekumpulan mineral yang berada pada bahan tersebut. Dengan kata lain, abu merupakan total mineral dalam bahan (Fitri, 2017).



Berikut adalah prosedur untuk mengukur kadar abu dengan cara cawan porselin yang sudah bersih dioven selama 1 jam dengan suhu 105 °C. Lakukan pendinginan kedalam eksikator kurang lebih ½ jam selanjutnya ditimbang (A gram). Timbang kurang lebih 1 gram contoh (B gram) kedalam cawan. Kemudian tanurkan hingga suhu mencapai 650°C selama kurang lebih 2 jam, dan dinginkan kedalam desikator selama 1 jam kemudian timbang dan panaskan kembali hingga mencapai selisih massa 0,0005 gram (C).

$$\text{Kadar Air} = \frac{C - A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Bobot sampel (gr)

B = Bobot cawan kosong + sampel (gr)

C = Bobot cawan Konstan (gr)

### c. Nilai Kalor

Kalor terjadi karena adanya perbedaan suhu sebuah system dengan lingkungan yang berpindah melewati batas suatu system tersebut. Pengukuran nilai kalor tersebut dapat diketahui melalui alat yang bernama calorimeter. Pengujian bahan bakar dilakukan cara pembakaran pada bahan melalui kawat yang dibentuk kumparan dengan arus listrik didalam bilik yang disebut bom kemudian dimasukan kedalam air. Kemudian akan terjadinya kenaikan suhu pada calorimeter yang disebabkan oleh reaksi bahan bakar dengan oksigen akan menghasilkan nilai kalor. Pada alat kalorimeter ini dibutuhkan bahan yang bersifat isolator agar dapat menyetabilkan panas sehingga dari hasil reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak terlalu menyebar pada lingkungan luar. Nilai kalor bahan bakar termasuk jumlah panas yang dihasilkan

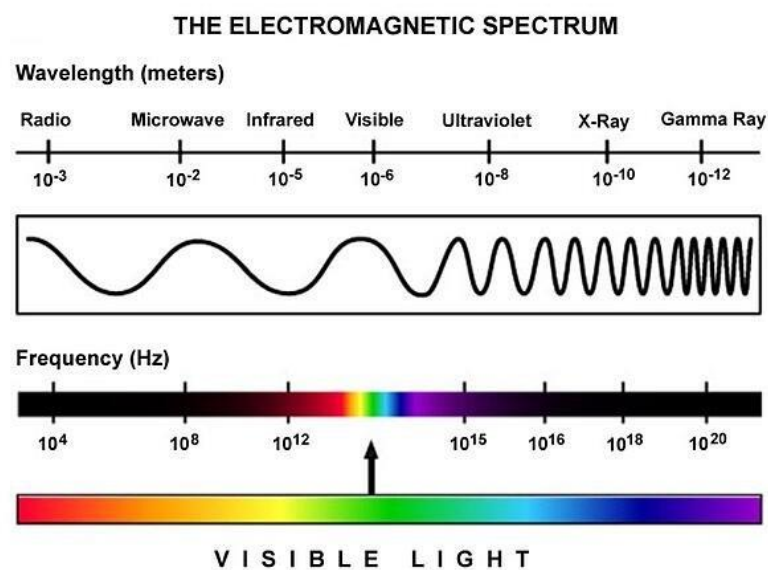
atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperature 1 gram air dari  $3,5^{\circ}\text{C}$ - $4,5^{\circ}\text{C}$  dengan satuan kalori, dengan kata lain nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar didalam zat asam, makin tinggi berat jenis bahan bakar, makin tinggi nilai kalor yang diperoleh.

Salah satu bentuk suatu energi, dan perubahan bentuk yang diakibatkan oleh panas yang sama dihasilkan oleh kerja dapat disebut dengan kalor. Sebagaimana tarik grafitasi, potensial listrik, kalor juga mengalir dari temperature yang lebih tinggi ke yang lebih rendah. Tanda yang digunakan disini yaitu Q (kalor) adalah positif jika kalor diabsorpsi oleh sistem dari sekelilingnya, dan negatif jika panas dilepaskan dari sistem kesistem memiliki sejumlah derajat kebebasan atau pergerakan, dan energi internal merupakan jumlah dari hal-hal yang berhubungan dengan model tersebut. Pembagian energi secara umum adalah energi kinetik dan energi potensial, namun dapat juga merupakan jumlah dari energi translasi, rotasi, vibrasi, elektron, nuklir, posisi dan grafitasi. Dalam termodinamika sulit untuk memperoleh nilai absolut energi, maka sering dinyatakan sebagai perbedaan keadaan awal dan akhir system (Sukardjo,2002).

kalor pembakaran dapat diperoleh panas pembentukan senyawa-senyawa organik. Nilai kalor merupakan suatu hal yang cukup berperan penting dalam bahan bakar, karena menentukan besarnya zat yang bersangkutan pada bahan bakar yang dihasilkan.

## 2.4 Gelombang Mikro

Gelombang mikro (*microwave*) merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi sangat tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu diatas 3GHz ( $3 \times 10^9 \text{ Hz}$ ). Pada dasarnya gelombang elektromagnetik ini sama seperti gelombang radio, yang membedakan dari gelombang radio dengan gelombang ini terletak pada panjang gelombangnya yang lebih pendek dari gelombang radio biasa. Penyebutan mikro didapatkan karena panjang gelombang yang termasuk sangat pendek (*ultra-short*). Disitulah terciptanya pengertian microwave karena gelombang mikro ini mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek dibandingka gelombang radio dan jauh lebuh besar dibandingkan gelombang cahaya. Keduanya sama-sama terdapat dalam spektrum gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang cahaya berkisar antara 400-700 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ); sedangkan kisaran panjang gelombang mikro sekitar 1-30 cm ( $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$ ) Kingston (1997).



Gambar. 2.1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Gelombang mikro ini dihasilkan melalui hasil dari radiasi yang dapat ditransmisikan, diserap, atau dipantulkan yang tergantung pada bahan apa yang terdeteksi. Dari ketiga sifat tersebut dapat dimanfaatkan microwave untuk memasak. Magnetron merupakan sumber dari gelombang mikro, gelombang tersebut ditransmisikan kedalam waveguide, kemudian gelombang tersebut dipantulkan ke dalam fan stirrer dan dinding dari ruangan didalam oven, sehingga gelombang tersebut diserap oleh makanan dan akan menimbulkan panas. Cara kerja microwave yaitu membuat putaran molekul air yang kemudian mendorong agar menimbulkan tabrakan antar sesama molekul tersebut, sehinggah proses atau sifat ini yang dapat mengubah molekul menjadi panas. Ada beberapa catatan mengingat sebagian besar pada makanan mengandung kadar air dan ketika makanan tersebut mengandung kadar air sehingga terjadi efek yang sama ketika makanan dimasukan kedalam microwave juga akan memanaskan. Tidak hanya itu, hal yang perlu diperhatikan bahwa molekul makanan akan menimbulkan panas karena terdapat kontak langsung antara molekul-molekul tersebut.

#### **a. Microwave**

Microwave merupakan salah satu peralatan memasak yang mengandalkan gelombang radiasi sebagai sumber pemanas untuk memasak atau hanya memanaskan makanan saja. Menurut Kingston (1997). Cara kerja microwave yaitu radiasi gelombang mikro dilewatkan melalui molekul air, lemak, atau berbahan gula yang banyak ditemukan pada bahan makanan. Energi elektromagnetik akan menyerap molekul-molekul tersebut. Pemanas

dielektrik (*dielectric heating*) merupakan istilah dari penyerapan energi tersebut. Molekul yang terdapat pada makanan mempunyai sifat elektrik dipol (*electric dipoles*), yang mempunyai arti mengandung muatan negative berada pada satu sisi dan sisi lainnya bermuatan positif. Sehingga adanya medan elektrik yang selalu berubah mengakibatkan terinduksikan melalui gelombang elektromagnetik pada masing masing sisi ini berputar saling sejajar satu dengan yang lainnya. Terciptanya panas dikarenakan adanya pergerakan molekul yang bergesekan antara molekul satu dengan yang lainnya. Inilah fungsi dari energy panas yang diciptakan untuk sebagai pemanas makanan pada dapur microwave.

Magnetron merupakan sebuah alat berbentuk tabung vakum elektronik yang dapat menghasilkan pancaran gelombang radio yang sangat pendek. Gelombang tersebut dipancarkan ke sebuah kincir yang terbuat dari logam yang disebut "stirrer" atau pengaduk. Stirrer ini berputar selama magnetron memancarkan gelombang radio sehingga gelombang radio tersebut terpancarkan dan terdistribusi secara merata ke dalam ruang masak dari microwave. Dalam ruang masak, gelombang microwave yang sudah didistribusikan akan mengubah arah molekul-molekul bahan makanan ( terutama air ). Perubahan tersebut terjadi dengan sangat cepat yaitu sekitar 2450 megahertz atau 2,45 milyar siklus perdetik. Perubahan sedemikian cepat menimbulkan panas yang akhirnya memasak makanan tersebut. Microwave memasak makanan dengan cepat karena panas langsung ditimbulkan di dalam

makanan itu sendiri, berbeda dengan oven konvensional yang cuma memanaskan dinding tempat makanan dan udara disekitarnya.



Gambar 2.2 Microwave

**b. Spesifikasi Microwave**

- Model ME731K
- Kapasitas Oven (L): 20
- Konsumsi Daya (Moda microwave): 800 Watt
- Ukuran (L x W x H cm): 54.7 x 32.8 x 38.8 cm
- Berat (kg): 12
- Warna Multi- Display LED
- push button door opening
- interior dari ceramic enamel
- max time 99 min. 90 detik

### c. Cara kerja microwave

Dibawah ini adalah sebuah microwave bekerja untuk memanaskan suatu objek:

1. Arus listrik bolak-balik dengan beda potensial rendah dan arus searah dengan beda potensial tinggi diubah dalam bentuk arus searah.
2. Magnetron menggunakan arus ini untuk menghasilkan gelombang mikro dengan frekuensi 2,45 GHz.
3. Gelombang mikro diarahkan oleh sebuah antenna pada bagian atas magnetron kedalam sebuah waveguide.
4. Gelombang mikro ini kemudian dipantulkan oleh dinding dalam microwave dan diserap oleh molekul – molekul makanan.
5. Karena setiap gelombang mempunyai sebuah komponen positif dan negatif, molekul-molekul makanan didesak kedepan dan kebelakang selama 2 kali kecepatan frekuensi gelombang mikro, yaitu 4,9 juta kali dalam setiap detik.

### 2.5 Torefaksi

Pirolisis temperature rendah atau torefaksi merupakan *pretreatment* pada biomassa agar terciptanya bahan bakar yang relative lebih stabil dengan tingkat kepadatan energy yang cukup tinggi dan tingkat kerapuhan lebih tinggi (*grindabilit*). Cara atau sifat ini diyakini dapat mengurangi beberapa kelemahan pemanfaatan biomassa sebagai energi terbarukan, meliputi kadar air yang terlalu tinggi, nilai kalor yang rendah (*low heating value*), resistensi terhadap peluluhan (menjadi sulit dan berserat), umur penyimpanan yang tidak lama dan harga

transportasi yang relatif tinggi. Tidak hanya itu, biomassa mentah akan menyerap kelembaban cukup banyak jika di simpan dengan jangka waktu yang cukup lama karena mempunyai sifat *hidrofilik* yang mengakibatkan terjadinya pembusukan pada biomassa mentah. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut dilakukannya torefaksi biomassa yang mempunyai sifat *hidrofobi*. Sifat ini mempunyai keseimbangan daya serap pada kelembaban tergantung pada tingkat proses torefaksi tersebut yang umumnya sangat rendah dari 1 - 6%. Pengaruh dari proses torefaksi memiliki ketahanan (*shelf-life*) lebih dari biomassa tanpa proses torefaksi. Hasil dari proses torefaksi tersebut mempunyai kerapuhan (*grindability*) yang sangat baik dari pada biomassa mentah sehingga sangat cocok untuk digunakan berbagai keperluan industri kecil maupun besar seperti bahan bakar boiler. (Batidzirai dkk., 2013).

Pada proses torefaksi material lignoselulosa akan mengalami dekomposisi kimia sehingga struktur polimernya akan berubah. Perubahan material lignoselulosa tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor selama proses torefaksi berlangsung. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi selama proses torefaksi :

a) Temperatur

Pada umumnya proses torefaksi memiliki temperature mencapai 200-300°C. Temperature sangat berpengaruh pada torefaksi dikarenakan mempunyai dalam menentukan tingkat degradasi termal pada biomassa. Selain itu, meningkatnya laju dekomposisi pada struktur material biomassa dipengaruhi oleh peningkatan pada temperature reaksi torefaksi. Temperature juga sangat berpengaruh pada energy dan kerapuhan pada bahan bakar, semakin tinggi temperature maka



semakin tinggi juga energy yang dihasilkan dan jumlah massa yang didapatkan relatif menjadi redah. Fraksi karbon tetap pada biomassa meningkat sedangkan kandungan hidrogen dan oksigen akan berkurang pada saat kenaikan temperatur torefaksi (Bridgeman dkk, 2008).

#### b) Waktu Tinggal

Waktu tinggal juga sangat berpengaruh pada produk yang akan diciptakan melalui proses torefaksi. Waktu tinggal merupakan berapa lamanya bahan biomassa berada didalam tabung reaktor. selama proses torefaksi berlangsung, proses karbonisasi dan dekomposisi juga dipengaruhi oleh parameter ini. Waktu tinggal bergantung paa jenis biomassa, temperature torefaksi, dan produk yang akan dibuat. Pengaruh dari proses torefaksi jika menggunakan waktu tinggal yang cukup lama akan mengakibatkan penurunan pada massa prosuk padatan tetapi menghasilkan energy padatan yang lebih tinggi, meskipun efek dari waktu tinggal tersebut tidak berpengaruh pada sifat biomassa secara signifikan (Pimchuai dkk., 2010).

#### c) Ukuran Partikel

Selain temperature dan waktu tingaal, ukuran partikel juga berperan dan berpengaruh dari reaksi proses torefaksi, tetapi dari tingkat berpengaruhnya lebih rendah daripada temperature dan waktu tinggal. Pengaruh ukuran partikel terletak pada banyak kontak permukaan berpindahnya panas antara sumber panas dan material biomassa selama terjadinya proses dekomposisi termal. Jika semakin besar bahan utama yang pakai maka permukaan perpindahan panas semakin kecil dan menurunnya laju panas pada permukaan bahan baku. Hal

tersebut menimbulkan peningkatan pada laju dekomposisi bahan baku biomassa dan semakin tinggi tingkat efisiensi torefaksi khususnya pada kebutuhan waktu tingga yang singkat (Pimchuai dkk, 2010).

#### d) Jenis Biomassa

Proses torefaksi juga dipengaruhi oleh jenis biomassa itu sendiri dan juga memiliki peran penting pada proses torefaksi tersebut. Hal tersebut dikarenakan jenis biomassa sendiri memiliki kandungan sejenis *hemiselulosa* yang mengalami degradasi terbanyak, akibat dari proses tersebut akan terjadinya hilangnya jumlah massa yang lebih banyak pada biomassa yang mengandung *hemiselulosa* lebih tinggi. Kandungan xilan dari *hemiselulosa* paling reaktif dalam kisaran suhu torefaksi sehingga menurunkan massa lebih cepat dari komponen padat lainnya dari biomassa (Pimchuai dkk., 2010).

### 2.6 Sekam Padi

Sekam padi merupakan hasil dari proses penggilingan padi yang diambil bagian kulit luar dari butiran padi yang digiling. Padi yang digiling dapat menghasilkan sekitar 20-30% sekam padi. Sekam padi merupakan serat kasar yang berfungsi untuk melindungi *kariopisis* dengan persentase sebesar 35,68%. Ada dua bagian pada serat kasar yang disebut *lemma* dan *pahlea* yang saling mengikat. Sekam memiliki kerapatan jenis (*bulk density*) 125 kg/m<sup>3</sup>, dengan nilai kalori 1 kg sekam padi sebesar 3300 kalori (Hambali dkk, 2008)

Setiap tahun produksi padi di Indonesia selalu mengalami peningkatan. Dari peningkatan tersebut, juga berpengaruh pada potensi limbah padi yang berupa sekam padi dan jerami yang cukup besar. Berdasarkan data yang diketahui

bahwa pada tahun 2009 dihasilkan padi sebesar 63,8 juta ton maka jerami pada yang dihasilkan adalah sebesar 95,7 juta ton. Produksi dari 1 ton gabah, sekamnya adalah 25%, jadi akan diperoleh sekam sebesar 250 kg. Jumlah menir dan bekatul sekitar 2% atau 20 kg dan dedak sebesar 8-10% (Kumalaningsih, 2014). Dari data tersebut sekam padi yang biasanya hanya sampah dapat digunakan sebagai bahan pembuatan briket yang mempunyai nilai ekonomis. Pembuatan bahan bakar briket merupakan salah satu pemanfaatan limbah sekam padi yang sangat berguna. Bukan hanya menghasilkan keuntungan yang berlipat ganda, juga dapat mencegah krisis energy bahan bakar yang semakin lama semakin berkurang contohnya pembuatan briket menggunakan sekam padi. Berikut hasil dari kandungan sekam padi:

Tabel 2.3 Kandungan Sekam Padi

Kandungan	Persentase
Kadar air	9,02%
Protein kasar	3,03%
Lemak	1,18%
Serat kasar	35,68%
Abu	17,17%
Karbohidrat dasar	33,37%

Sumber: Balai Penelitian Pasca Panen, 2006 dalam (Hambali dkk, 2008).

## 2.7 Nitrogen

Secara resmi nitrogen ditemukan pada tahun 1772 oleh Daniel Rutherford yang diambil dari Bahasa Yunani yaitu Nitron yang berarti (*soda asli, pembentukan, atau gen*), selain itu juga disebut sebagai udara tetap atau udara beracun. Pada akhir abad ke-18 para ahli kimia sudah mengetahui bahwa ditemukannya pecahan udara yang tidak memiliki peran atau tidak membantu

saat proses pembakaran berlangsung. Joseph Priestley, Carl Wilhelm Scheele, dan Henry Cavendish juga mengkaji nitrogen yang menyimpulkan bahwa sebagian udara terbakar atau telah flogistat.

Nitrogen merupakan suatu unsur yang mempunyai golongan 5A dan termasuk unsur non logam dan termasuk gas terbanyak setelah oksigen di Bumi. Nitrogen mempunyai kestabilan unsur yang baik, tetapi mempunyai sifat radioaktif yang dibentuk 4 dari isotop yang berada pada kandungan nitrogen. Sifat nitrogen yang terdapat di alam dapat berbentuk  $N_2$  yang tidak memiliki warna dan tidak mengeluarkan aroma, tidak mempunyai rasa dan tidak terdapat racun pada kandungan gas  $N_2$ . Nitrogen akan mempunyai bentuk cairan atau Kristal padat pada saat suhu nitrogen rendah. Tidak hanya itu nitrogen juga dapat berbentuk senyawa nitrat, amoniak, protein dan beberapa (Sunardi, 2006: 61-62).

Nitrogen merupakan molekul diatomik yang memiliki ikatan rangkap tiga. Energi ikatannya cukup tinggi sehingga sangat stabil dan sulit bereaksi. Karena itu kebanyakan entalpi dan energi bebas pembentukan senyawa nitrogen bertanda positif. Molekul nitrogen ini sangat ringan dan nonpolar sehingga gaya van der Waals antar molekul sangat kecil. Gas ini masuk dan keluar tubuh manusia sewaktu bernafas tanpa berubah. Gas ini tidak berbau dan tidak berasa. Nitrogen sangat diperlukan digunakan sebagai pembuatan senyawa penting seperti amonia dan urea. Karena kestabilan yang tinggi, nitrogen dipakai untuk gas pelindung gas oksigen dalam pabrik kimia, industri logam, dan dalam

pembuatan komponen elektronika. Nitrogen cair juga di gunakan untuk membekukan makanan secara cepat (Syukri, 1999: 579).

Nitrogen terdapat diudara kira-kira 78,09% dari atmosfer bumi dan terdapat dalam banyak jaringan hidup. Zat lemas membentuk banyak senyawa penting seperti asam amino, amoniak, asam nitrat, dan sianida. Nitrogen adalah zat non logam, dengan elektronegatifitas 3.0. Mempunyai 5 elektron dikulit terluarnya. Oleh karena itu trivalen dalam sebagian besar senyawa. Nitrogen mengembun pada suhu 77K (-196°C) pada tekanan atmosfer dan membeku pada suhu 63K (-210°C).

Nitrogen yang dapat ditemukan di alam meliputi:

- a. Nitrogen terdapat di alam sebagai unsur bebas berupa molekul diatomik ( $N_2$ ) kira-kira 78,09% volume atmosfer.
- b. Dijumpai dalam mineral penting seperti ( $KNO_3$ ) dan sendawa Chili ( $NaNO_3$ ).
- c. Pada tumbuhan dan hewan, nitrogen berupa bentuk protein yang komposisi rata-ratanya 51% C; 25% O; 16% N; 0,4%P; dan 0,4% S.

### **Kegunaan nitrogen**

- 1) Nitrogen jenis ammonia, sering digunakan sebagai bahan pupuk, produksi garam nitrat dan asam nitrat, pembuatan urea, hidroksilamina, dan hidrazina.
- 2) Bahan peledak dapat terbuat dari asam nitrat.
- 3) Nitrogen sering digunakan jika diperlukan lingkungan yang inert, misalnya dalam bola lampu listrik untuk mencegah evaporasi filament.

- 4) Sedangkan nitrogen cair banyak digunakan sebagai refrigerant (pendingin) yang sangat efektif karena relatif murah.
- 5) Banyak digunakan oleh laboratorium – laboratorium medis dan laboratorium – laboratorium penelitian sebagai pengawet bahan-bahan preservatif untuk jangka waktu yang sangat lama, misalnya pada bank sperma, bank penyimpanan organ-organ tubuh manusia, bank darah, dsb.
- 6) Fungsi Dalam Ekologi

Nitrogen sangatlah penting untuk berbagai proses kehidupan di Bumi. Nitrogen adalah komponen utama dalam semua asam amino, yang nantinya dimasukkan ke dalam protein, tahu kan kalau protein adalah zat yang sangat kita butuhkan dalam pertumbuhan. Nitrogen juga hadir dibasis pembentuk asam nukleat, seperti DNA dan RNA yang nantinya membawa hereditas.. Meskipun atmosfer bumi merupakan sumber berlimpah nitrogen, sebagian besar relatif tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pengolahan kimia atau fiksasi alami (melalui proses konversi seperti yang dilakukan bakteri rhizobium), diperlukan untuk mengkonversi gas nitrogen menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh organisme hidup, oleh karena itu nitrogen menjadi komponen penting dari produksi pangan. Kelimpahan atau kelangkaan dari bentuk “tetap” nitrogen, (juga dikenal sebagai nitrogen reaktif), menentukan berapa banyak makanan yang dapat tumbuh pada sebidang tanah.

## 2.8 Aluminium

Aluminium (Al) merupakan suatu unsur kimia yang berada pada golongan 13, periode 3, dan mempunyai nomor atom 13. Aluminium mempunyai komposisi yang terdiri dari 33% tanah liat dan 66% bauksit. *Sir Humphrey Davy* menemukan aluminium pada tahun 1809, sebagai unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh *H.C.Oersted* pada tahun 1825. *Paul Heroult* di Perancis menemukan logam aluminium dengan cara elektrolisis garam yang terfusi, begitu juga yang dilakukan *C.M.Hall* dari Amerika Serikat yang menemukan aluminium dengan elektrolisis yang sama. Keduanya menemukan aluminium pada tahun 1886. Sampai sekarang proses *Heroult-Hall* masih digunakan meskipun menggunakan energy yang cukup banyak untuk memproduksi aluminium. Pemanfaatan bahan aluminium menempati urutan kedua setelah besi dan baja, meskipun itu penggunaan aluminium menjadi yang tertinggi diantara logam non ferro (Prasetyana, 2016).

Pada proses rancang bangun ini yang dipakai yaitu plat aluminium dengan ketebalan 2 mm. Plat aluminium merupakan olahan produk logam dengan bahan utama aluminium dengan bentuk lembaran. Bentuk lembaran inilah menjadi suatu keunggulan dengan massa yang cukup ringan dan mudah dalam pengaplikasiannya.