

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia memiliki beragam sumber energi biomassa, salah satunya yaitu tanaman karet yang meliputi limbah kayu karet. Mengingat Indonesia memiliki hutan yang luas, memiliki pengolahan kayu industri, dan pengolahan kayu yang melimpah (Haryanto *et al.*, 2021). Sekitar 40% dari total perkebunan karet dunia, Indonesia menjadi sumber utama karet dunia (Woelan *et al.*, 2012). Menurut data (Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2022), total luas areal perkebunan karet rakyat 3.459, 815 ha, perkebunan besar negara 135.147 ha dan perkebunan rakyat swasta 231.299 ha.

Salah satu biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal yaitu limbah kayu karet. Perusahaan Perseroan (Persero) PT. Perkebunan Nusantara VII. Unit Way Berulu memiliki produk utama yaitu RSS (*Ribbed Smoked Sheet*). RSS (*Ribbed Smoked Sheet*) merupakan jenis karet berupa lembaran *sheet* yang dilakukan dengan proses pengasapan menggunakan kayu karet. Limbah dari hasil pengasapan kayu karet berupa abu dan arang kayu karet. Berdasarkan uraian diatas bahwasannya limbah arang kayu karet memiliki potensi sebagai energi terbarukan mengingat jumlahnya yang banyak sehingga dapat menjadi briket. Limbah arang kayu karet akan menjadi bahan baku dalam pembuatan briket.

Hasil pengolahan kelapa sawit *Palm Oil Mill Effluent* (POME) memiliki potensi energi yang tinggi. Namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Pada industri kelapa sawit. POME merupakan jenis limbah yang terbuat dari gas, cair, dan limbah padat (Eka, Nanda. 2016). Pengelolaan dan pemanfaatan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di pabrik kelapa sawit masih menjadi masalah dan keterbatasan. Hal ini karena tingkat produksi limbah yang banyak, konsumsi minim, harga limbah cair relatif murah. POME yang menumpuk di kolam penampungan atau IPAL mengkhawatirkan bahkan mengancam keseimbangan ekosistem tanah, air dan udara dalam jangka panjang.

Penelitian sebelumnya menggunakan limbah CPO cair digunakan sebagai perekat pakan ternak, hal ini menunjukkan bahwa limbah CPO cair dapat digunakan sebagai bahan perekat. Banyaknya perekat juga akan mempengaruhi kualitas briket. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai kalor briket arang kayu karet dengan perekat 15% sama dengan 5.999,81 cal/gr, sedangkan perekat 30% sama dengan 5.598,55 cal/gram. Terlihat bahwa semakin tinggi kadar perekat yang diberikan akan mengakibatkan penurunan pada kualitas suatu briket (Faizal *et al.*, 2014). POME diurai di kolam penanganan limbah yang dibiarkan membusuk dengan cara alami. POME adalah bahan *komprehensif* yang memiliki komposisi berbeda tergantung pada proses yang digunakan untuk mengubah minyak sawit mentah dari kelapa sawit (CPO). Biasanya POME terdiri dari molekul organik dengan konstituen tingkat tinggi termasuk protein, karbohidrat, senyawa nitrogen, dan lemak (termasuk *triasilgliserol*) dan mineral (Mirnandaulia *et al.*, 2019).

Salah satu jenis perekat yang dapat digunakan dalam pembuatan briket adalah *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Komposisi perekat dalam proses pembuatan briket akan mempengaruhi kualitas produk briket. Semakin tinggi persentase bahan perekat pada briket maka semakin menurun pula kualitas briket yang dihasilkan. Bahan baku dan komposisi perekat akan mempengaruhi kualitas briket. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait kualitas briket dari bahan dasar limbah arang kayu karet dengan memanfaatkan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) sebagai perekat.

Briket merupakan salah satu bahan bakar padat sebagai energi alternatif yang dapat mengatasi tingginya bahan bakar fosil yang menipis. Keunggulan briket adalah nilai karbon dan kalori yang tinggi, densitas yang tinggi, ukuran, kualitas yang seragam, serta kemudahan penyimpanan dan transportasi (Nasrul *et al.*, 2020). Biomassa kayu karet memiliki nilai kalor sebesar 4.559,8 cal/g, sedangkan briket arang karet sebesar 7.647,84 cal/g (Lukmuang *et al.*, 2019). Selain itu, secara ekonomi layak untuk dikembangkan. Perbedaan briket dibandingkan batubara diantaranya memiliki kadar belerang yang lebih sedikit sehingga emisi yang dihasilkan juga lebih sedikit, kemudian bersifat *biodegradable* sehingga tidak mencemari lingkungan, dan *renewable* (Nurhayati, 2018).

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh ukuran partikel arang kayu karet terhadap hasil karakteristik pembuatan briket.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi POME terhadap hasil karakteristik pembuatan briket.
3. Mengetahui karakteristik briket limbah arang kayu karet dari variasi uku dan konsentrasi POME.

## 1.3 Kerangka Pemikiran

Biomassa kayu karet masih belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu yang dapat dijadikan energi biomassa yaitu limbah kayu karet yang berasal dari Perusahaan Perseroan (Persero) PTPN. VII Unit Way Berulu. Limbah kayu karet didapatkan dari hasil pengasapan untuk membuat produk RSS (*Ribbed Smoked Sheet*). Proses pengasapan menggunakan kayu karet yang menghasilkan limbah arang kayu karet. Limbah arang kayu karet tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber alternatif pengganti bahan bakar salah satunya briket. Briket merupakan bahan bakar alternatif yang berbentuk kubus atau silinder dengan berwujud padar. Briket memiliki kelebihan tidak berbau, tidak berasap, pembakaran lebih lama serta gas pembakaran tidak mengandung CO (Karbon Monoksida). Pengelolaan dan pemanfaatan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) di pabrik kelapa sawit masih menjadi masalah dan keterbatasan. Limbah tersebut belum digunakan secara optimal. Komposisi campuran perekat dalam proses pembuatan briket akan mempengaruhi kualitas produk briket. Salah satu jenis perekat yang dapat digunakan dalam pembuatan briket adalah *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Dari kedua bahan tersebut yaitu limbah arang kayu karet dan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang pemanfaatannya belum optimal dapat dijadikan bahan bakar alternatif dalam bentuk briket. Dengan pemanfaatan ini dapat mengurangi limbah industri dan memanfaatkan limbah pertanian. Selain itu penggunaan briket dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar yang terus meningkat saat ini.

#### **1.4 Hipotesis**

Dapat diambil hipotesis penelitian ini sebagai berikut :

1. Adanya pengaruh ukuran partikel arang kayu karet terhadap briket.
2. Adanya pengaruh konsentrasi *Palm Oil Mill Effluent* (POME) terhadap kualitas briket.
3. Adanya pengaruh komposisi arang kayu karet dan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) terhadap kualitas briket.

#### **1.5 Kontribusi Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan berkontribusi pemanfaatan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Sebagai Perekat Pada Pembuatan Briket Dari Arang Pohon Karet.

1. Bagi Penulis

Dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berhubungan dengan bidang pembuatan briket.

2. Bagi Masyarakat

Dapat memberikan ilmu kepada masyarakat mengenai komposisi perekat dan konsentrasi perekat yang baik serta manfaat limbah arang kayu karet sebagai bahan bakar alternatif.

3. Bagi Civitas Akademika

Dapat bermanfaat untuk pembuatan briket dari arang kayu karet sehingga dapat digantikan sebagai alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kayu Karet

Tanaman karet (*Havea brasiliensis*) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan sebagai tanaman perkebunan dan memiliki nilai ekonomi tinggi bagi manusia dan bumi. Luas perkebunan karet di Indonesia adalah sekitar ( $\pm$  3,5 juta hektar) dengan jumlah petani yang terbesar di dunia, tetapi Indonesia memiliki perkebunan karet, sebagian besar (lebih dari 80%) merupakan kebun karet rakyat yang cenderung kurang produktif dan menjadikan Indonesia sebagai produsen karet alam terbesar kedua setelah Thailand (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015).



Gambar 1. Kayu Karet

Sumber : sanjayacopperindo.wordpress.com

Kayu karet mempunyai karakteristik pelekatan yang sempurna, baik semua jenis perekat. Kayu karet memiliki densitas berkisar antara 435-625 kg/m<sup>3</sup>. Budiman (2012) menyatakan taksonomi tanaman karet memiliki sistem klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* ( tumbuh-tumbuhan)  
Devisi : *Spermatophyte*  
Sub Divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Dicotyledonae*  
Ordo : *Euphorbiales*  
Family : *Euphorbiaceae*  
Genus : *Hevea*

Spesies : *Hevea brasiliensis muell. Arg.*

Kayu karet sebagai bahan baku biomassa dalam pembuatan briket memiliki suatu karakteristik dasar berupa sifat fisika dan kimia. Sifat kimia dari kayu karet dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Kayu Karet

<b>Komposisi Kimia</b>	<b>Persentase (%)</b>
Heloselulosa	67,38
Selulosa	43,13
Lignin	20,78
Pentosa	17,54
Kelarutan Dalam Air Dingin	4,75
Kelarutan Dalam Air Panas	8,21
Kelarutan dalam NaOH 1 %	14,69
Kelarutan dalam 1:2 Benzena Alkohol	4,58
Kadar Abu	0,779
Kadar Silika	0,193

Sumber: *Boerhendhy et al., 2010; Rubiyanti et al., 2020.*

## 2.2 Briket

Briket adalah bahan bakar alternatif yang dikompresi menggunakan bentuk kubik atau silinder. Produk briket memiliki kualitas tinggi sesuai peruntukannya, keunggulan briket adalah tidak berasap, tidak berbau, waktu pembakaran lebih lama, gas hasil pembakaran tidak mengandung karbon monoksida (CO) yang tinggi, bersih, mudah menyala, tidak menimbulkan kebakaran (Haryadi *et al.*, 2019).



Gambar 2. Briket

Sumber : Universitas Lambung Mangkurat

Briket dibuat dengan menggunakan bahan padat mentah maupun limbah dari kegiatan produksi lainnya. Selain itu, pembuatan briket memerlukan penambahan perekat untuk mengikat partikel-partikel menjadi kompak dan sebagai media pengeras briket (Patabang, 2012). Jenis dari perekat yang digunakan mempengaruhi

nilai kalor, kadar abu dan kadar air dari sebuah briket.

Penambahan perekat pada pembuatan briket dapat meminimalisir kerusakan briket dibandingkan dengan briket tanpa perekat. Bahan perekat tersebut dapat mengikat partikel sehingga butiran briket saling mengikat dan memperkecil pori-pori briket. Perekat diperlukan agar biomassa yang diubah menjadi briket lebih homogen. Tanpa perekat apapun, briket menjadi lebih mudah hancur pada saat dilepaskan dari cetakan tersebut. Namun, ada beberapa jenis biomassa yang tidak memerlukan perekat, seperti biomassa yang terdapat pada suhu dan kelembapan relatif yang memiliki arti yang sama dengan perekat atau perekat itu sendiri.

Umumnya briket dibuat dari limbah kayu yang dibakar hingga berwarna hitam, contohnya kayu karet. Bahan dasar berupa suatu padatan berpori hasil dari proses pembakaran pada suhu tinggi dan mengandung unsur karbon dalam kondisi tanpa oksigen agar bahan tidak teroksidasi. Setiap jenis kayu memiliki kandungan yang berbeda-beda satu sama lain, jenis kayu yang digunakan akan mempengaruhi briket yang dihasilkan. Briket yang dibuat dari kayu dengan potensi sebagai bahan bakar akan menghasilkan briket dengan mutu yang tinggi (Nurhayati, 2018).

Menurut Faizal dkk (2014) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sifat dari briket, yaitu berat jenis bahan baku, ukuran bahan, kondisi operasi, pencampuran bahan hingga pencetakan. Briket memiliki temperatur nyala lebih rendah dan *burnout time* yang lebih singkat dibandingkan dengan briket batu bara. Penambahan biomassa pada pembuatan briket dapat meningkatkan kemampuan nyala dari briket yang dihasilkan.

Biomassa merupakan materi organik hasil konversi sinar matahari melalui proses fotosintesis yang diproduksi oleh tumbuhan hijau. Biomassa memiliki komponen utama yang terdiri dari lignin dan selulosa (Qistina *et al.*, 2016). Jenis biomassa dapat dibedakan menjadi tiga kelompok besar, yaitu biomassa kayu, biomassa bukan kayu dan bahan bakar sekunder (Papilo *et al.*, 2015).

### **2.3 Teknologi Pembriketan**

Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang melibatkan penggilingan, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan dalam kondisi tertentu untuk menghasilkan briket dengan bentuk, ukuran fisik dan sifat kimia tertentu. Kadar air briket antara 10-20 %. Ukuran briket bervariasi antara 20 dan 100 gram.

Secara umum faktor-faktor yang diperhatikan dalam pembuatan briket yaitu :

#### 1. Bahan baku

Briket dapat dibuat dari berbagai bahan baku antara lain ampas tebu, sekam padi, serbuk gergaji, kayu karet dan lain-lain. Komponen utama bahan baku yang harus ada adalah selulosa. Semakin tinggi kandungan selulosa maka semakin tinggi kualitas briket.

#### 2. Bahan perekat

Untuk merekatkan partikel zat dari bahan baku selama proses pembuatan briket diperlukan zat pengikat agar briket yang kompak dapat dihasilkan (Purnama *et al.*, 2012). Bahan perekat dapat mengikat partikel-partikel sehingga butiran arang akan saling mengikat dan memperkecil pori-pori briket. Tujuan bahan perekat yang digunakan untuk menarik air dan membentuk tekstur padat dengan mengikat dua substrat yang akan disatukan atau direkatkan. Menambahkan bahan perekat menjadikan susunan partikel semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dan pembentukan briket akan semakin baik.

Pembuatan briket prinsipnya dilakukan dengan mencampurkan bahan baku yang telah dikempa pada teknanan yang yang diinginkan lalu dikeringkan sehingga terbentuk padatan yang serampak.

### 2.3.1 Jenis-Jenis Briket

Briket biasanya dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis perlakuan, bentuk serta bahan penyusunnya yaitu :

#### 1. Berdasarkan jenis metodenya

##### a. Briket Karbonasi (diarangkan)

Karbonisasi adalah sebuah proses pembakaran bahan yang tidak sempurna bahan organik dengan kandungan oksigen yang sangat tinggi terbatas, menciptakan karbon. Proses pembakaran ini menyebabkan penguraian senyawa organik yang membentuk struktur bahan dalam bentuk selulosa, hemiselulosa dan lignin dan berupa uap air, metanol, uap asam asetat dan hidrokarbon. Zat terbang yang terkandung dalam briket diturunkan sehingga produk akhir tidak berbau dan berasap (Lubis, 2011). Wahyusi dkk (2012) menyatakan bahwa suhu karbonasi dapat mempengaruhi kandungan air bahan Semakin tinggi suhu

karbonisasi, kadar air briket yang dihasilkan meningkat rendah.

b. Briket Non Karbonasi

Briket non karbonasi adalah briket yang tidak mengalami karbonasi (diarangkan). Sebelum diproses menjadi briket dan harganya lebih murah karena mengandung *volattile matter* yang tinggi. Pada penggunaan lebih baik menggunakan tungku sehingga akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dimana seluruh *volattile matter* yang muncul dari briket akan habis terbakar. Briket ini digunakan untuk industri kecil (Lap Teknologi Pemanfaatan batubara, 2013).

2. Berdasarkan bentuknya

Ada beberapa jenis briket berdasarkan bentuknya, antara lain bentuk telur, bentuk bantal, bentuk dom, bentuk elipse, bentuk kenari, bentuk biji jengkol, bentuk sarang tawon, bentuk bulat silinder dan lain-lain.

3. Berdasarkan bahan baku

Ada beberapa jenis briket berdasarkan bahan bakunya, antara lain sebagai berikut :

- a. Briket Biomassa
- b. Biobatubara (*biocoal*)
- c. Briket batu bara

#### 2.4 Karakteristik Briket

Standar kualitas briket Indonesia sudah memiliki standar nasional, yaitu terkait dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Briket yang terbuat dari biomassa didefinisikan berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Kualitas briket atau briket yang baik harus keras, berwarna hitam, halus dan keras, mudah terbakar, tidak berasap dan aman bagi manusia dan lingkungan. (Djajeng Sumangat dan Wisnu Broto, 2016). Karakteristik briket yang baik dan memenuhi standar kualitas briket yaitu nilai kalornya tinggi, mudah dinyalakan, menghasilkan bara api yang baik, tidak berasap, tidak menimbulkan bau yang tidak enak, tidak mudah pecah (kompak), kadar abu rendah, dan tidak cepat habis terbakar. Mutu Briket arang kayu berdasarkan data SNI No. 1/6235/2000 disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Standar Mutu Briket

No.	Parameter	Satuan	Mutu
1	Kadar Air	%	$\leq 8$
2	Kadar Abu	%	$\leq 8$
3	Kadar Zat Menguap	%	$\leq 15$
4	Kadar Karbon Terikat	%	$\geq 77$
5	Nilai Kalor	kal/g	$\geq 5.000$

Sumber: Standar Nasional Indonesia, 2000

Mutu kualitas briket standar internasional mengacu pada *International Organization For Standardization (ISO)* dan *American Standard For Testing Materials (ASTM)*. Kualitas briket memiliki standar yang berbeda di setiap negara, tergantung pada kondisi iklim dan teknologi. Berdasarkan bahan penelitian (Rindayatno dan Lewar, 2017) terkait standar ASTM, mutu briket arang kayu secara internasional dari beberapa negara disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Standar Mutu Briket Beberapa Negara

No	Parameter	Jepang	Inggris	Amerika
1	Kadar air %	6-8	3-4	6
2	Kadar abu %	3-6	8-10	18
3	Kadar zat terbang %	15-20	16	19
4	Kadar karbon terikat %	60-80	75	58
5	Kerapatan (gr/cm <sup>2</sup> )	1-2	0,84	1
6	Kekuatan tekan (kgf/cm <sup>2</sup> )	60	12,7	62
7	Nilai kalor (cal/g)	6000-7000	7300	6200

Sumber: Rindayatno dan Lewar 2017

#### 2.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Briket

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas briket diantaranya adalah:

##### 1. Kadar Air

Kadar air briket mempengaruhi nilai kalor. Semakin rendah kadar air dalam briket, semakin tinggi nilai kalorinya. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Gandhi, 2010), yaitu. semakin tinggi komposisi perekat maka nilai kalorinya semakin rendah dan kadar air yang dihasilkan juga semakin tinggi, namun berat jenis dan densitas energi yang dihasilkan semakin rendah.

##### 2. Kadar Abu

Abu adalah bahan sisa pembakaran berasal dari bahan mineral dan unsur pengotor (pasir, tanah) yang mulai menyala seiring dengan dimulainya proses pembakaran. Mineral ini disebut sebagai pengotor dan berpotensi menimbulkan kerak (*scale*) dan menimbulkan korosi, yang dapat

mempengaruhi laju penggunaan peralatan pengotoran dan korosi. Semakin kecil kadar abu maka kualitas briket menjadi semakin baik (Ldpe dan Dan, 2014).

### 3. *Volatille Matter*

*Volatil matter* adalah bagian dari briket yang menjadi *volatill* (produk) ketika briket dipanaskan tanpa udara hingga suhu sekitar 950°C. Jika konsentrasi zat *volatill*  $\pm 40\%$ , pembakaran akan berlangsung lama dan banyak asap. Sebaliknya, dengan konsentrasi *volatil* rendah 15-25%, disarankan untuk menggunakannya karena asapnya sedikit (Riki Mugi Saputra *et al.*, 2022).

### 4. *Fix Carbon*

*Fix Carbon* atau dikenal sebagai karbon tetap, adalah karbon yang bersifat padat dan tetap di dalam suatu zat. Kandungan karbon tetap dalam briket berkarbonisasi lebih tinggi daripada briket non karbonasi. Hal ini disebabkan selama proses karbonisasi, karbon senyawa-senyawa non murni yang terdapat pada bahan baku akan menyebabkan kandungan unsur karbon bahan baku meningkat (Ldpe dan Dan, 2014).

### 5. Nilai Kalor

Nilai Kalor merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui karakteristik bioenergi pada bahan bakar biomassa (Hidayat *et al.*, 2017). Semakin besar nilai kalor suatu briket, maka semakin besar pula energi panas yang dihasilkan oleh briket tersebut, hal ini menunjukkan bahwa briket tersebut memiliki kualitas yang baik (Sulistio *et al.*, 2020).

## 2.4.2 Mesh

Mesh adalah jumlah lubang yang tersedia dalam satu inci persegi, namun jika pengukuran diberikan dalam milimeter, sudut yang ditunjukkan mewakili jumlah material terbanyak yang diayak. Mesh adalah material tunggal yang digunakan dalam penyaringan atau lebih sering dikenal dengan proses pengayaan untuk menunjukkan besar kecilnya dimensi material yang bersangkutan. Bahan terbagi antara partikel yang tersuspensi di udara (butiran halus) dan partikel yang terus-menerus berada di udara (butiran kasar). Arti dari 60 mesh yaitu per inci kuadrat terdapat lubang sebanyak 60 lubang (Khairunisa *et al.*, 2017).

## 2.5 Palm Oil Mill Effluent (POME)



Gambar 3. *Palm Oil Mill Effluent (POME)*

Sumber : [bpsipekanbaru.kemenperin](http://bpsipekanbaru.kemenperin)

POME merupakan cairan kental berwarna kecoklatan yang mengandung air (95-96%), minyak (0,6-0,7%) dan 4-5% kandungan padat seperti yang sebagian besar berasal dari limbah buah. Ketika limbah langsung masuk ke lingkungan, sebagian mengendap, perlahan terurai, mengkonsumsi oksigen terlarut di dalam air, menyebabkan kekeruhan, bau menyengat dan merusak ekosistem. Berikut tabel kadar air pada POME.

Tabel 4. Kadar Air POME

<b>Biomassa</b>	<b>Moisture content (%)</b>
POME	6,5-7,7 %

Sumber : (Awere *et al.*, 2020)

Tabel 5. Komposisi Kimia Dari Sludge Minyak Sawit

<b>Komposisi</b>	<b>Komposisi kimia</b>
Kadar air %	6,9 %
Protein %	12,4 %
Serat kasar %	15,2 %
Ekstrak eter %	24,1 %
Abu %	11,2 %
Ekstrak bebas nitrogen %	46,7 %
Kalsium %	0,28 %
Fosfor %	0,18 %
Magnesium %	0,25 %
Iron mg/L	1757 mg/L
Tembaga mg/L	62 mg/L
Zinc mg/L	1075 mg/L
Nilai kalor MJ/kg	19,6 MJ/kg

Sumber : Woon Chee Lung 2011

POME mengandung berbagai senyawa terlarut, di antaranya adalah serat-serat pendek, hemiselulosa, dan protein, asam organik bebas, dan campuran mineral-mineral. Selain itu mengandung toksin organik seperti antioksidan, karoten, polifenol, lignin, dan tanin (Kongnoo *et al.*, 2012). Berikut tabel karakteristik lumpur anaerobik POME.

Tabel. 6 Karakteristik lumpur anaerobik POME

No	Parameter (% berat kering)	Lumpur anaerobik POME
1	Karbon Total	36,1 %
2	Nitrogen total	4,1 %
3	Fosfor	1,2 %
4	Kalium	4,6 %
5	Rasio C/N	8,8 %
6	Minyak dan lemak	150,0 mg/L
7	Selulosa	15,3 %
8	Hemiselulosa	10,1 %
9	Lignin	43,8 %

Sumber : Baharuddin *et al.*, 2011

POME dikenal sebagai *efluen* yang mengandung komposisi dan konsentrasi tinggi karbohidrat, protein, senyawa nitrogen, lipid, dan mineral yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan oleh organisme akuatik. Selain itu, mengandung berbagai unsur hara esensial yaitu nitrogen, fosfor, kalsium, magnesium, dan kalium dalam POME yang dapat digunakan kembali atau dikembalikan ke perkebunan dalam bentuk pupuk. Tabel 7 menunjukkan karakteristik dalam POME.

Tabel 7. Karakteristik POME

Karakteristik	POME
Total padatan (% b/b)	6,7 ± 0,2 %
Padatan yang mudah menguap (b/b)	5,7 ± 0,3 %
COD	97,1
Nitrogen total (g/kg)	3,2 g/kg
SS (g/L)	40,6 g/L
Minyak (g/kg)	84 g/kg
VFA(g/L)	3,3 g/L
Etanol (g/L)	0,59 g/L
Alkalinitas (g CaCO <sub>3</sub> /L)	2,4 g/L
pH	4,3 ± 0,2
Selulosa %	11 ± 1,7 %
Hemiselulosa %	7 ± 0,6 %
Lignin %	42 ± 0,3 %

Sumber : O-Thong *et al.*, 2012

Menurut Okoroigwe, 2014 *Sludge* CPO sebagian besar padatannya berasal dari pada cangkang kelapa sawit yang banyak mengandung lignin sebesar 53,85%. Lignin merupakan polimer alami yang memiliki fungsi utama sebagai perekat pada lapisan tumbuhan yang memiliki gugus fungsi seperti hidroksi, karbonil dan metoksi serta memiliki kelarutan yang rendah terhadap air sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai perekat, maka dari itu pome dapat dijadikan bahan perekat di karenakan kadar ligninnya yang tinggi (Michael Tanuwijaya, 2020). Berikut tabel karakteristik kimia POME.

Tabel 8. Karakteristik kimia POME

No.	Parameter	Rata-Rata	Rentang
1	pH	4,2	4,3 – 5,2
2	BOD (mg/L)	25.000 mg/L	10.250 – 43.750 mg/L
3	COD (mg/L)	50.000 mg/L	15.000 – 100.000 mg/L
4	Oil And Grease (mg/L)	6.000 mg/L	150 – 18.000 mg/L
5	Ammoniacal nitrogen (mg/L)	35 mg/L	4 – 80 mg/L
6	Total nitrogen (mg/L)	750 mg/L	180 – 1400 mg/L
7	Padatan tersuspensi (mg/L)	18.000 mg/L	5.000 – 54.000 mg/L
8	Padatan total (mg/L)	40.000 mg/L	11.500 – 78.000 mg/L

Sumber : Hassan, Yacob, Shirai, & Hung, 2006

## 2.6 Respon Surface Methology (RSM)

Respon *Surface Methodology* (RSM) adalah teknik matematika dan statistika yang digunakan untuk menganalisis permasalahan dimana terdapat variabel independen yang mempengaruhi variabel respon bertujuan untuk mengoptimalkan respon.

$$Y = f(x^1 + x^2 + x^3 \dots x_k) + \epsilon \dots \dots \dots (2.1)$$

Variabel dikodekan sesuai dengan persamaan (2.1). Variabel kode diwakili -1,0 dan 1 sedangkam variabel asli adalah nilai sebenarnya untuk variabel kode. Untuk mencapai reliabilitas, analisis varians (ANOVA) harus dilakukan sambil mengevaluasi data respons menggunakan koefisien  $R^2$  dan uji F untuk ketidaksesuaian. Untuk melakukan verifikasi keandalan model, respon 11 yang diprediksi harus dibandingkan dengan hasil eksperimen pada kondisi variabel tetap (Mohamad Said dan Mohamed Amin, 2016).

## 2.7 Analisa Proksimat dan Analisa *Ultimate*

Analisa proksimat dilakukan untuk mengetahui komponen penyusun bahan bakar padat, Adapun komponen yang ditinjau yaitu kadar air (*Moisture Content*), Kadar Abu (*Ash Content*), bahan yang mudah menguap (*Volatille Matter*) dan karbon tetap (*Fix Carbon*) (Gusman 2016). Pengujian proksimat ini dilakukan dengan cara pemanasan atau pembakaran ke dalam *hight temperature furnace*. Sedangkan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan keberadaan unsur-unsur tertentu dan persentasenya dalam suatu material adalah metode Analisis Ultimat (*Ultimate Analysis*). Analisis ini adalah metode analisis yang menggunakan prinsip analisis pembakaran (*combustion analysis*) untuk menganalisis kandungan unsur dalam bahan tertentu. Alat ini mempunyai keunggulan analisis yang lebih cepat dibanding analisis dengan alat lain. (Banjow, 2014).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan pada penelitian ini.

Tabel 9. Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian	Keterangan
1	(Nurhayati, 2018)	Pengaruh Temperatur Karbonisasi, Komposisi Campuran Arang Kayu Karet dan Lumpur Batubara Terhadap Kualitas Biobriket	Biobriket dibuat dari campuran kayu karet dan lumpur batubara. Komposisi campuran arang kayu karet : lumpur batubara : lem kanji dengan perbandingan A1 (80%:10%:10%), A2(60%:30%:10%),A3 (40%:50%:10%) kemudian A4(20%:70%:10%). Faktor B adalah temperatur karbonisasi yang terdiri B1(300°C), B2(350°C), dan B3(400°C).	Perlakuan yang terbaik adalah perlakuan B3A1 dengan nilai Inherent Moisture 3,32%, Ash Cont 6,11%, Volatile Matter 25,31%, Fixed Carbon 65,26% dan Calori Value 6299 cal
2	(Syarief <i>et al.</i> , 2021)	Pengaruh variasi komposisi dan jenis perekat terhadap sifat fisik dan karakteristik pembakaran briket	Briket limbah arang kayu alaban dan sekam padi divariasikan komposisinya. Briket menggunakan perekat	Lamanya pembakaran dan penyalaan awal briket semakin lama seiring meningkatnya persentase perekat

		limbah arang kayu alaban (vitex pubescens vahl)-sekam padi (oryza sativa l.)	tepung tapioka, tepung terigu, dan tepung sagu sebanyak 5% dan 10%. Briket kemudian diuji sifat fisik dan karakteristik pembakarannya. Dari pengujian dan analisis diketahui bahwa kadar air, kadar abu, dan kadar zat-zat terbang (volatile matter) meningkat seiring bertambahnya persentase sekam padi dan perekat. Kadar karbon terikat (fixed carbon) dan nilai kalor mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase sekam padi dan perekat.	dan limbah arang kayu alaban. Laju pembakaran briket semakin melambat seiring dengan meningkatnya persentase perekat dan limbah arang kayu alaban. Temperatur pembakaran briket semakin meningkat seiring meningkatnya persentase limbah arang kayu alaban dan menurunnya persentase perekat
3	(Bazenet <i>et al.</i> , 2021)	Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg	Arang kayu karet diproduksi menggunakan double drum retort kiln pada suhu >500°C. Pembuatan briket dilakukan dengan mencampur serbuk arang dan tepung tapioka. Komposisi pencampuran berat serbuk arang dengan tepung tapioka, yaitu 95:5%; 90:10%, dan 85:15% dengan berat total kedua bahan sebesar 20 g. Campuran tersebut dipanaskan dalam panci dengan api sedang dan ditambahkan air 500 ml	Pemberian kadar perekat yang berbeda dapat mempengaruhi karakteristik briket. Kadar perekat 5% dengan bahan berupa arang limbah kayu karet menghasilkan karakteristik briket yang lebih baik dibandingkan dengan kadar perekat 10 dan 15%
4	(Purnama <i>et al.</i> , 2012)	Pemanfaatan Limbah Cair CPO Sebagai Perekat Pada Pembuatan Briket Dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit	TKKS dapat diolah menjadi arang, dan limbah cair CPO diketahui dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dari penggunaan limbah cair CPO dan arang tandan kosong kelapa sawit dalam pembuatan briket. Dengan	Briket hasil penelitian ini telah memenuhi standar mutu briket sebagai bahan bakar dilihat dari nilai kalor dan kadar air. Komposisi optimal antara limbah cair CPO dan arang tandan kosong kelapa sawit yaitu 30% : 70%.

---

5	Michael Tanuwijaya <i>et al.</i> , 2020	Pembuatan Briket Kalori Tinggi Menggunakan Limbah Pulp dan Tempurung Kelapa Sebagai Cofiring dengan Campuran Limbah Sludge CPO Sebagai Bahan Perekat	perbandingan limbah cair CPO dan arang tandan kosong kelapa sawit yaitu 30% : 70%, 35% : 65%, 40% : 60%, 45% : 55%, 50% : 50%, 55% : 45%, 60% : 40%, 65% : 35%, dan 70% : 30%. Bahan baku pada pengujian penelitian ini yaitu limbah reject pulp dan arang tempurung kelapa sebagai cofiring serta sludge CPO sebagai bahan perekat.. Komposisi perekat yang digunakan yaitu 10% & 20%	didapatkan kualitas briket terbaik yaitu pada komposisi reject pulp 0% dan arang tempurung kelapa 90% serta sludge CPO sebagai perekat sebesar 10% dengan nilai kalor 5274 Kal/gr, kadar abu 2.65%, kadar air 5.37% dan kandungan zat terbang sebesar 63.94%
6	(Santosa Pamungkas <i>et al.</i> , 2022)	Kajian Variasi Komposisi Perekat Terhadap Karakterisasi Biobriket Kayu Karet	Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang kayu karet, tanah liat, dan tepung tapioka. Penelitian ini membuat empat variasi komposisi biobriket P1 (70:20:10), P2 (80:10:10), P3 (90:5:5), dan P4 (100:0:0)	Hasil pengujian menunjukkan bahwa formulasi biobriket perlakuan P3 dengan komposisi arang:tanah liat:tepung tapioka sebesar 90:5:5 sudah memenuhi syarat mutu biobriket menurut SNI No. 01-6235-2000

---