

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Bambu merupakan komoditas kehutanan yang banyak diproduksi di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2019, Indonesia memproduksi bambu sebanyak 17.063.847,56 batang. Bambu sebagai tanaman tropis merupakan salah satu jenis biomassa yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Dalam penerapannya, bambu memiliki banyak kegunaan, mulai dari bahan bangunan *indoor* dan *outdoor*, bahan bangunan tradisional, bahan kerajinan tangan, dan bambu juga bisa dimanfaatkan menjadi asap cair melalui proses pirolisis yang akan menghasilkan produk samping yaitu residu berupa arang. Setelah tidak digunakan lagi, bambu dan biomassa lainnya akan berubah menjadi sampah dan tidak memiliki nilai ekonomis lagi karena akan menumpuk di tempat pembuangan. Sehingga, perlu adanya alternatif pengolahan limbah biomassa, termasuk limbah bambu agar bisa bernilai ekonomi.

Biomassa adalah limbah padat yang digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena bersifat terbarukan dan tidak mengandung unsur belerang, sehingga tidak menimbulkan pencemaran udara. Salah satu biomassa yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah limbah pirolisis bambu, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai energi terbarukan yang digunakan sebagai biobriket.

Biobriket merupakan bahan bakar padat dengan dimensi yang seragam, diperoleh dari proses pengempaan serbuk yang berukuran relatif kecil dan tidak beraturan sehingga sulit digunakan sebagai bahan bakar secara langsung. Biobriket yang dikembangkan dari limbah pertanian dapat dipertimbangkan sebagai salah satu sumber energi positif bagi lingkungan. Pengembangan formulasi baru dalam pembuatan briket dari limbah pertanian telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Biomassa campuran yang telah banyak dilakukan saat ini adalah limbah tempurung kelapa, cangkang biji karet, jerami, limbah bambu dan jarak.

Kualitas yang dihasilkan dari biobriket tidak kalah dengan kualitas briket dari batubara ataupun bahan bakar jenis lainnya. Biobriket yang baik harus

memiliki permukaan yang halus dan tidak meninggalkan bekas hitam jika tersentuh. Biobriket yang ideal adalah briket yang memiliki ukuran ideal saat digunakan selama keperluan transportasi, tingkat kepadatan lebih tinggi, kandungan energi cukup tinggi, durasi pembakaran yang tahan lama serta menghasilkan sedikit asap dan polusi udara saat dibakar (Moeksin dkk., 2017).

Berdasarkan uraian diatas bahwasannya limbah bambu memiliki potensi sebagai energi terbarukan mengingat jumlahnya yang banyak sehingga dapat menjadi biobriket. Limbah bambu akan menjadi bahan baku dalam pembuatan biobriket.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah arang limbah pirolisis bambu dapat dijadikan biobriket?
2. Berapakah nilai kalor tertinggi berdasarkan ukuran partikel dan jumlah perekat?
3. Bagaimanakah pengaruh ukuran partikel dan jumlah perekat terhadap nilai kalor biobriket yang dihasilkan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

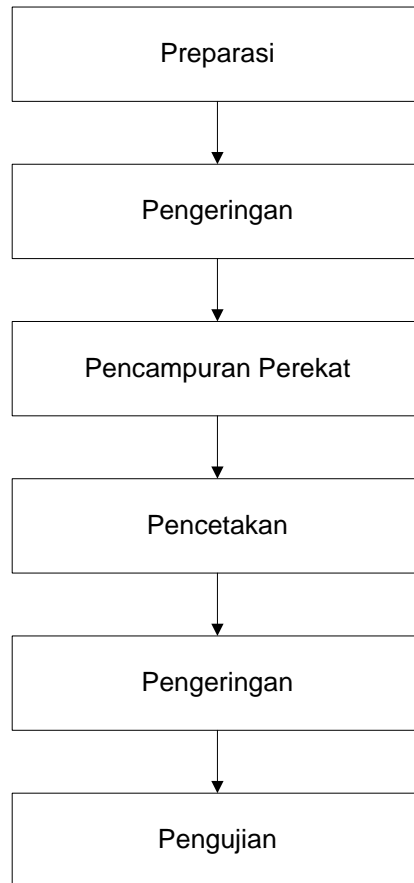
Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui kualitas produk biobriket dari arang limbah pirolisis bambu.
2. Mengetahui nilai kalor yang paling tinggi berdasarkan ukuran partikel dan jumlah bahan perekat pada biobriket berbahan baku limbah pirolisis bambu.
3. Mengetahui pengaruh ukuran partikel dan jumlah perekat terhadap nilai kalor biobriket.

## **1.4 Kerangka Pemikiran**

Potensi biomassa bambu yang cukup melimpah belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan, padahal disisi lain energi terbarukan yang berasal dari biomassa sangat prospektif. Biomassa adalah limbah padat yang digunakan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena bersifat terbarukan dan tidak mengandung unsur belerang, sehingga tidak menimbulkan pencemaran udara. Banyaknya biomassa yang memiliki potensi besar di Indonesia salah satunya adalah limbah pirolisis bambu, sehingga dapat

dimanfaatkan sebagai energi terbarukan. Limbah pirolisis bambu ini dapat digunakan sebagai biobriket. Secara ringkas pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran limbah pirolisis bambu menjadi biobriket

### 1.5 Hipotesis

Dapat diambil hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

1. Limbah pirolisis bambu dapat dijadikan biobriket dengan kualitas yang memenuhi standar
2. Ukuran partikel arang dan persentase perekat akan mempengaruhi kualitas biobriket yang dihasilkan.

## **1.6 Kontribusi Penelitian**

Dari serangkaian kegiatan yang dilakukan, ditargetkan mampu menghasilkan biobriket dengan kualitas yang memenuhi standar biobriket. Dengan adanya penemuan ini diharapkan mampu berkontribusi dalam bidang energi bersih dan terbarukan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bambu

Bambu merupakan tanaman yang tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia. Tanaman ini sudah menyebar diseluruh kawasan nusantara. Dalam pertumbuhannya tanaman ini tidak terlalu banyak menuntut persyaratan. Bambu dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai kering, dari daratan rendah hingga ke daerah pegunungan. Tak heran jika bambu banyak dijumpai diberbagai tempat, baik sengaja ditumbuhkan maupun secara alami. Tanaman ini termasuk dalam orde Graminales, famili gramineae, dan subfamili Bambusoideae (Saputra, 1995).

Tanaman bambu banyak ditemukan didaerah tropis dibenua Asia, Afrika, dan Amerika. Benua Asia merupakan daerah penyebaran bambu terbesar. Tanaman bambu yang kita kenal umumnya berbentuk rumpun. Arah pertumbuhan biasanya tegak kadang-kadang memanjat, dan batangnya mengayu. Jika sudah tinggi, batang bambu ujungnya agak menjuntai dan daun-daunnya seakan melambai. Tinggi tanaman bambu pada umumnya sekitar 0.3 m sampai 30 m, diameter batangnya 0.25 – 25 cm dan ketebalan dindingnya sampai 25 mm.



Gambar 2. Bambu  
Sumber : [www.republika.co.id](http://www.republika.co.id)

Secara biofisik, pohon bambu menghasilkan selulosa per ha 2 – 6 kali lebih besar dari pohon kayu pinus. Peningkatan biomassa bambu per hari 10 – 30 % dibanding 2,5 % untuk pohon kayu pinus. Bambu dapat dipanen dalam 4 tahun,

lebih singkat dibanding 8 – 20 tahun untuk jenis pohon kayu pinus. Berikut ini karakteristik arang bambu yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Karakteristik Arang Bambu

Komponen	Kandungan (%)
Rendemen	27,67
Kadar Air	2,52
Kadar Abu	5,75
Kadar Zat Terbang	23
Kadar Karbon Terikat	71,23
Nilai Kalor	5.785

Sumber : Hendra 2014

## 2.2 Biobriket

Biobriket merupakan arang atau bahan bakar padat yang dibuat dengan teknik pengepresan dengan tambahan bahan perekat sebagai media pengeras. Biobriket atau yang disebut juga briket biomassa adalah bahan bakar briket yang dibuat dari arang biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Biomassa yang digunakan bisa dari bahan yang memang sengaja dijadikan briket atau bahkan limbah dari proses produksi (agroindustri) atau limbah hasil pertanian (agrikultur). Biomassa merupakan sisa atau limbah padat dari sebuah proses yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, serta bersifat *renewable* (Rumiyanti dkk., 2018). Biomassa yang telah diubah terlebih dahulu menjadi arang kemudian dihaluskan, dicampur dengan bahan perekat dan terakhir dicetak dalam berbagai bentuk dan ukuran (Vachlepi., 2013).

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 dkk., 2016). Jenis biomassa dapat dibedakan menjadi tiga kelompok besar, yaitu biomassa kayu, biomassa bukan kayu dan bahan bakar sekunder (Papilo dkk., 2015).

Biobriket adalah briket yang dibuat dari arang biomassa hasil pertanian atau limbah dari hasil pertanian. Biobriket bisa menjadi sumber energi terbarukan yang *biodegradable* dan ramah lingkungan karena menggunakan bahan yang berasal dari limbah organik. Biobriket menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan

dengan sumber bahan bakar lain seperti minyak bumi (Gunawan dan Slamet., 2015). Prinsip dasar dari pembuatan briket adalah proses pembakaran, pencampuran bahan baku, pengepresan dan pencetakan. Pembriketan dilakukan untuk meningkatkan kualitas biomassa sebagai bahan bakar, serta mengurangi kehilangan bahan dalam bentuk debu karena proses produksinya yang tidak begitu sulit, biobriket dinilai memberikan keuntungan secara teknis dan ekonomis (Thoha, 2010).

Umumnya biobriket 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 biobriket dengan mutu yang tinggi (Nurhayati, 2018).

Biobriket dari arang biomassa dibuat dengan mencampurkan bahan baku yang memiliki nilai karbon cukup tinggi, memampatkannya pada suhu dan tekanan tertentu untuk mengurangi kadar air seminimal mungkin. Hasil yang diperoleh berupa sebuah bahan bakar alternatif pengganti batu bara dengan nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah, memiliki densitas yang tinggi serta asap buangan yang ditimbulkan sedikit dibandingkan bahan bakar batu bara (Pane dkk., 2015).



Gambar 3. Biobriket  
Sumber : id.wikipedia.org

Biobriket dibuat dengan menggunakan bahan padat mentah maupun limbah dari kegiatan produksi lainnya. Selain itu, pembuatan biobriket memerlukan penambahan perekat untuk mengikat partikel-partikel menjadi kompak dan sebagai media peneras briket (Patabang, 2012). Jenis dari perekat yang digunakan mempengaruhi nilai kalor, kadar abu dan kadar air dari sebuah biobriket. Penambahan perekat memiliki peranan penting terhadap kualitas biobriket, biobriket dengan nilai kalor rendah dapat memiliki nilai kalor yang cukup dengan adanya perekat. Perekat berfungsi sebagai media peneras yang juga memiliki nilai kalor karena berasal dari bahan organik lain seperti lindi hitam dan tepung tapioka (Saleh, 2013).

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

### 2.3 Karakteristik Biobriket

Mutu briket di Indonesia telah memiliki standarisasi nasional yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Biobriket dari briket biomassa ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Kualitas dari briket ataupun biobriket yang baik harus memiliki ciri yang keras, berwarna hitam, tekstur yang halus dan keras, mudah dinyalakan, tidak menghasilkan asap, serta aman bagi manusia dan lingkungan (Sumangat dan Broto, 2009). Mutu biobriket arang kayu berdasarkan data SNI No. 1/6235/2000 disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. Standar Nasional Mutu Briket

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kadar Air	%	< 8
2	Kadar Abu	%	≤ 8
3	Kadar Zat Menguap	%	≤ 15
4	Nilai Kalor	kal/g	≥ 5.000

(Sumber: *Standar Nasional Indonesia*, 2000)



Mutu briket standar internasional mengacu pada *International Organization for Standardization (ISO)* dan *American Standard for Testing Material (ASTM)*. Mutu briket di setiap negara memiliki standar yang berbeda-beda, tergantung pada penyesuaian kondisi iklim dan teknologi. Berdasarkan data penelitian Rindayatno dan Lewar (2017) yang mengacu pada standar ASTM, mutu briket arang kayu secara internasional di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3. Standar Mutu Briket Internasional

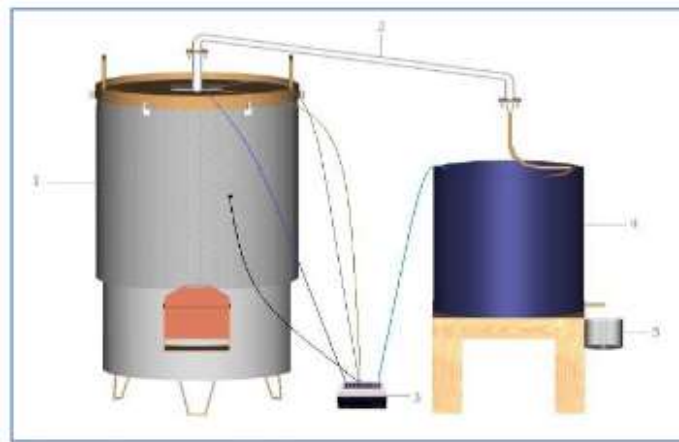
No.	Parameter	Satuan	Jepang	Inggris	Amerika
1	Kerapatan	g/cm <sup>3</sup>	1-2	0,84	1
2	Kadar Air	%	6-8	3-4	6
3	Keteguhan Tekan	kg/cm <sup>2</sup>	60	12,7	62
4	Zat Menguap	%	15-30	16	19
5	Kadar Abu	%	3-6	8-10	18
6	Karbon Terikat	%	60-80	75	58
7	Nilai Kalor	kal/g	6.000-7.000	7.300	6.500

Sumber: Rindayatno dan Lewar, 2017

#### 2.4 Pirolisis

Pirolisis adalah dekomposisi bahan kimia organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi gas. Pirolisis adalah kasus khusus dari *thermolysis* terkait dengan proses kimia *charring* dan yang paling sering digunakan yaitu bahan organik. Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat dengan oksigen terbatas sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. Pada proses pirolisis energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang dan distilasi adalah suatu cara pemisahan larutan dengan menggunakan panas sebagai pemisah atau *separating agent*. Pembakaran pirolisis menggunakan berbagai biomassa yang berasal dari beberapa jenis tumbuhan. Biomassa adalah material biologis yang berasal dari suatu kehidupan atau organisme yang masih hidup yang berstruktur karbon dan campuran kimiawi bahan organik yang mengandung hidrogen, nitrogen, oksigen, dan sejumlah kecil dari atom-atom &

elemen-elemen lainnya. Setiap biomassa memiliki karakteristik dan komposisi berbeda-beda tergantung dari jenisnya dan bentuknya. Seperti biomassa jenis sekam padi memiliki ukuran butiran kecil dengan tekstur sedikit keras dan kadar air sedikit. Kemudian bambu dengan tekstur keras, panjang, dan sedikit air. Kemudian kulit durian dengan biji besar, lunak, kandungan air tinggi. Pada pembakaran pirolisis akan menghasilkan produk asap cair yang berbeda pula. Menurut Guillen (2021) asap cair yang berasal dari bahan baku yang berbeda akan menghasilkan komponen kimia yang berbeda.



Gambar 4. Sistem rangkaian reaktor pirolisis dan kondensornya  
Sumber : Kemas Ridhuan(2020)

Asap cair adalah bahan cairan yang berwarna kehitaman yang berasal dari biomassa seperti kayu, kulit kayu dan biomassa lainnya seperti dari limbah kehutanan dan industri hasil hutan melalui proses pirolisis. Mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. Kandungan asam organik dalam asap cair adalah air, tetapi air tidak bersifat kontaminan seperti pada petroleum karena air bercampur dengan asap cair.

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Asap cair bisa juga berarti hasil pendinginan dan pencairan asap dari tempurung kelapa yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap yang semula partikel padat didinginkan dan kemudian menjadi cair itu disebut dengan nama asap cair. Asap cair biasanya digunakan sebagai bahan bakar atau juga sebagai pengawet makanan atau produk

tertentu. Menurut Kamulyan (2008), *liquid smoke* atau lebih dikenal sebagai asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan sekarang ini adalah kayu, bongkol kelapa sawit, dan ampas hasil penggergajian kayu.

Proses pirolisis dikategorikan menjadi 4 tipe yaitu:

1. Pirolisis lambat (*slow pyrolysis*)

Pirolisis yang dilakukan pada pemanasan lambat (5-7 K/menit). Pirolisis ini menghasilkan cairan yang sedikit sedangkan gas dan arang lebih banyak dihasilkan.

2. Pirolisis cepat (*fast pyrolysis*)

Pirolisis ini dilakukan pada lama pemanasan 0,5-2 detik, suhu 400°C-600°C dan proses pemadaman yang cepat pada akhir proses. Pemadaman yang cepat sangat penting untuk memperoleh produk dengan berat molekul tinggi sebelum akhirnya terkonversi menjadi senyawa gas yang memiliki berat molekul rendah. Dengan cara ini dapat dihasilkan produk minyak pirolisis hingga 75 % lebih tinggi dibandingkan dengan pirolisis konvensional.

3. Pirolisis Kilat (*flash pyrolysis*)

Proses pirolisis ini berlangsung hanya beberapa detik saja dengan pemanasan yang sangat tinggi. *Flash pyrolysis* pada biomassa membutuhkan pemanasan yang cepat dan ukuran partikel yang kecil sekitar 105 – 250 µm.

4. Pirolisis katalitik biomassa

Pirolisis ini untuk membuktikan kualitas minyak yang dihasilkan. Minyak tersebut diperoleh dengan cara pirolisis katalitik biomassa dimana tidak memerlukan teknik pra-pengolahan sampel yang mahal yang melibatkan kondensasi dan penguapan kembali.

## 2.5 Tepung Tapioka

Tapioka adalah pati dengan bahan baku singkong dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan, farmasi, tekstil, perekat, dan lain-lain. Tapioka memiliki sifat-sifat fisik yang serupa dengan pati sagu, sehingga penggunaan keduanya dapat dipertukarkan. Tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat.



Gambar 5. Tapioka  
Sumber : <https://nourcery.in>

Perekat tepung tapioka dalam bentuk cair sebagai bahan perekat menghasilkan fiberboard bernilai rendah dalam hal kerapatan, kuat tekan, kadar abu, dan zat mudah menguap, tapi akan lebih tinggi dalam hal kadar air, karbon terikat dan nilai kalornya apabila dibandingkan dengan yang menggunakan perekat molase. Partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan biobriket batang jagung membutuhkan zat pengikat sehingga dihasilkan biobriket yang kompak. Penggunaan tepung tapioka sebagai bahan perekat pada penelitian ini akan menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi dan kualitas briket yang berbeda. Penggunaan tapioka akan menghasilkan briket yang tidak berasap dan tahan lama, sedangkan molases menghasilkan briket yang berkekuatan tinggi tetapi mengeluarkan banyak asap ketika proses pembakaran (Saleh, 2013).

Tabel 4. Karakteristik tapioka

No.	Karakteristik	Nilai %
1	Kadar air	13,12
2	Kadar protein	0,13
3	Kadar lemak	0,04
4	Kadar abu	0,162

Sumber : Thoha, dkk. 2010

Tapioka adalah salah satu pengikat organik yang memiliki kadar karbohidrat cukup tinggi. Tapioka merupakan salah satu sumber karbohidrat yang ketersediaannya cukup melimpah khususnya di daerah yang memiliki usaha perkebunan singkong. Sebagai sumber karbohidrat, tapioka juga memiliki pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang menjadikannya mampu mengikat karbon-karbon dalam briket arang. pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket.

## **2.6 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Biobriket**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas briket diantaranya adalah.

### **1. Kadar Air**

Kadar air briket berpengaruh terhadap nilai kalor. Semakin sedikit kadar air dalam briket, maka semakin tinggi nilai kalornya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Gandhi, 2010) yaitu semakin tinggi komposisi perekat maka nilai kalornya semakin rendah dan kadar airnya yang dihasilkan semakin tinggi pula, tetapi berat jenis dan kepadatan energi yang dihasilkan akan semakin rendah.

### **2. Kadar Abu**

Abu dalam hal ini merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran briket. Salah satu penyusun abu adalah silika dimana pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Jika bahan pembuatan briket dikarbonisasi terlebih dahulu, maka semakin banyak penambahan bahan dalam komposisi, maka nilai kadar abu briket yang dihasilkan akan semakin rendah. Ini disebabkan kandungan yang terdapat dalam bahan banyak yang terbuang pada proses karbonisasi.

Penentuan kadar abu dilakukan untuk setiap perlakuan pada setiap kali ulangan. Contoh uji diletakkan 1 gram bahan ke dalam cawan kemudian dimasukkan kedalam tungku pengabuan dan dibakar secara perlahan selama 4 jam sampai suhu pembakaran akhir  $580^{\circ}\text{C} - 815^{\circ}\text{C}$  sehingga semua karbon hilang, dinginkan cawan beserta isinya kedalam desikator kemudian ditimbang untuk mendapatkan kadar abu.

### 3. Kadar Zat Terbang

Kandungan Zat Terbang (*Volatile matter*) terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen ( $H_2$ ), karbon monoksida (CO), dan metana ( $CH_4$ ), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti  $CO_2$  dan  $H_2O$ . *Volatile matter* adalah bagian dari briket yang akan berubah menjadi zat yang terbang atau menguap (produk) bila briket tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu lebih kurang  $95^\circ C$ . Untuk kadar *volatile matter*  $\pm 40\%$  pada pembakaran akan memperoleh nyala yang panjang dan akan memberikan asap yang banyak. Sedangkan untuk kadar *volatile matter* rendah antara 15 – 25% lebih disenangi dalam pemakaian karena asap yang dihasilkan sedikit. Senyawa *volatile* adalah sejumlah zat yang terdapat pada sebuah senyawa dimana kecenderungannya untuk menguap (zat yang mudah menguap). Menurut Hendra Djedi (2014) terlihat bahwa kadar zat menguap briket arang berkisar antara 13,45 – 19,89%. Kadar zat menguap terendah 13,45% terdapat pada briket arang dari campuran bambu dan sabut kelapa, sedangkan kadar zat menguap tertinggi 19,89% terdapat pada briket arang dari campuran kayu dan tempurung kelapa. Tinggi rendahnya kadar zat menguap briket arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga perbedaan jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap briket arang. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket arang dinyalakan.

### 4. Karbon Terikat

Karbon terikat adalah sejumlah karbon atau banyaknya karbon (%) yang terkandung. Kadar karbon terendah dihasilkan oleh briket arang dari sabut kelapa (67,17%), sedangkan kadar karbon terikat tertinggi terdapat pada briket arang dari tempurung kelapa (75,75%). Berdasarkan perhitungan sidik ragam memperlihatkan bahwa faktor jenis bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon terikat briket arang yang dihasilkan. Adapun standarisasi kualitas briket arang Jepang (60% – 80%), Amerika (58%), dan sebagian kualitas briket arang Inggris (75%). Jika dibandingkan dengan kualitas briket arang dari Indonesia (78,35%).

### 5. Nilai Kalor

Nilai kalor dinyatakan sebagai *heating value*, merupakan suatu parameter yang penting dari suatu *thermal coal*. *Gross calorific value* diperoleh dengan membakar

suatu sampel biobriket didalam bomb calorimeter dengan mengembalikan sistem ke ambient temperatur. *Net calorific value* biasanya antara 93-97% dari *gross value* dan tergantung dari kandungan *inherent moisture* serta kandungan hidrogen dalam biobriket.

Nilai kalor adalah total panas yang dihasilkan oleh satu gram bahan bakar dengan meningkatkan temperatur satu gram air dengan satuan kalori. Fungsi dari nilai kalor adalah untuk mengetahui panas pembakaran (Sari, 2020). Nilai kalor mempengaruhi kualitas bahan bakar biobriket yang dihasilkan. Biobriket yang dihasilkan harus lebih dari 5.000 kkal/g untuk memenuhi standar SNI 01-6235-2000.

## 2.7 Penelitian Terkait

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

Tabel 5. Penelitian Terkait

Peneliti	Judul	Variabel	Metode	Hasil
La Ode Sabindo, dkk, 2020	Pengaruh Variasi Ukuran Mesh Terhadap Nilai Kalor Briket Arang Tempurung Kelapa	Variasi ukuran partikel arang 20 mesh, 30 mesh, dan 40 mesh.	Pengeringan bahan baku, pengarangan, penggilingan, pencetakan, pengeringan biobriket, pengujian	Hasil Penelitian yang sudah dilakukan bahwa kecil ukuran partikel maka nilai kalor semakin tinggi sebesar 6.118,49 cal/g. kadar air 8,45 %, kadar abu 2,56 %, zat terbang 13,28 % dan karbon terikat 75,71 %. kesimpulan adalah tingkat karakteristik termal briket arang tempurung kelapa dipengaruhi oleh ukuran partikel, semakin kecil ukuran partikel maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan.

Muhammad Arisanto Tahir (2019)	Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa dengan Arang Bambu	variasi komposisi yang digunakan adalah 40%:60%, 30%:70%, 20%:80%, dan 10%:90% kemudian pengayakan ukuran partikel untuk semua sampel 40, 100 dan 170 mesh	Preparasi Bahan baku, Pengeringan, Karbonisasi, Pengecilan Ukuran, Pencampuran dengan perekat, pencetakan, pengeringan	Pengujian kadar air menggunakan alat moisture analyzer karakteristik terbaik didapatkan pada komposisi 20% :80% dengan ukuran partikel 40 mesh yaitu 3.80 %. Untuk nilai kalor dengan menggunakan alat bomb calorimeter didapatkan nilai kalor tertinggi pada komposisi 10%:90% dengan ukuran partikel 40 mesh yaitu 7.110,73 kal/gram
Lilih Sulistya ningkarti dan Budi Utami (2017)	Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat.	Penelitian ini menggunakan variasi jenis perekat yaitu tepung tapioka dan tepung terigu serta persentase bahan perekat yaitu 5%, 10% serta 15% dari berat total serbuk arang	Persiapan bahan baku, karbonasi, penghancuran dan pengayakan, pencampuran perekat, pencetakan, pengeringan, pengujian.	Briket arang limbah organik tongkol jagung dengan perekat tepung tapioka memiliki kualitas yang lebih baik daripada perekat tepung terigu; briket persentase perekat 5% memiliki kualitas lebih baik dari segi kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat dan nilai kalornya. kadar air sebesar 3,665%; kadar zat menguap (volatile matter) sebesar 11,005%; kadar abu sebesar 4,825%; kadar karbon terikat (fixed carbon) sebesar 80,515%; dan tinggi nilai kalor yaitu 5.661,071%.



Ahmad Zaenul Amin (2017)	Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa.	Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah perekat sebesar 5%, 7%, dan 9%	Persiapan baku, karbonisasi, pengecilan ukuran, pencampuran perekat, pencetakan briket, pengeringan briket, pengujian.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah perekat berpengaruh terhadap nilai kalor, kadar air, dan shatter index . nilai kalor dan shatter index terbaik dihasilkan oleh pencampuran perekat sebesar 7%, yaitu nilai kalor sebesar 7.652,64 kal/g, shatter index sebesar 0,18 % , kadar air terbaik dihasilkan oleh pencampuran perekat 5% yaitu sebesar 3,10333 %. jumlah perekat berpengaruh terhadap nilai nilai kalor, kadar air, dan shatter index, pencampuran perekat yang terbaik yaitu pada campuran sebanyak 7%.
Taufik Iskandar dan Hesti Poerwanto (2015)	Identifikasi Nilai Kalor dan Waktu Nyala Hasil Kombinasi Ukuran Partikel dan Kuat Tekan Pada Biobriket dari Bambu	Variable yang ditentukan adalah ukuran partikel: 20 mesh, 25 mesh, 30 mesh, 35 mesh dan 40 mesh, dan dengan kuat tekan: 4 kg, 5 kg dan 6 kg	Preparasi bahan baku, pengeringan, karbonasi, pengecilan ukuran, pencampuran perekat, pencetakan, pengeringan biobriket.	Nilai kalor tertinggi didapat pada ukuran partikel 35 mesh dan kuat tekan 6 kg yaitu sebesar 7.624,00 kkal/gr sedang lama waktu nyala terlama terjadi pada ukuran partikel 40 mesh dan kuat tekan 6 kg yaitu selama 67,64 menit. Titik optimal berada pada ukuran partikel 34,93 mesh dan kuat tekan 4,57 kg dimana diperoleh nilai kalor sebesar 7.098,14 kkal/gr dengan lama waktu nyala sebesar 63.2723 menit