BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Briket Arang

Briket merupakan energi alternatif pengganti bahan bakar yang dihasilkan dari bahan bahan organik atau biomasa yang kurang termanfaatkan. Beberapa jenis limbah biomasa memiliki potensi yang cukup besar seperti limbah kayu, sekam padi, jerami, ampas tebu, cangkang sawit, cangkang kemiri, tempurung kelapa, tongkol jagung dan masih banyak lagi. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan permintaan energi semakin meningkat pula. Sektor energi memiliki peran penting dalam rangka mendukung kelangsungan proses pembangunan nasional. Energi sebagian besar digunakan pada sekror rumah tangga industri dan transportasi. Briket adalah bahan yang potensial dan dapat diandalkan untuk rumah tangga. Briket mampu menyuplai energi dalam jangka Panjang. Briket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organtik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Pemanfaatan briket sebagai energi alternatif merupakan langkah yang tepat. Hasil uji Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan bahwa briket memiliki karakteristik lingkungan yang baik, yaitu emisi karbon monoksida (CO) yang sangat rendah, sekitar 106 ppm dari pembakaran 1 kg briket selama 2-3 jam. Hal ini membuktikan bahwa briket merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan aman bagi Kesehatan (Junianti *et al.*, 2024).

Briket memiliki keuntungan dan manfaat sebagai bahan bakar alternatif, tetapi bukan halnya itu saja briket juga bisa digunakan sebagai bahan bakar alternaltif yang efektif, dengan kelebihan biaya produksi rendah karena menggunakan bahan baku dari sampah atau limbah. Cocok untuk pembakaran kontinu di industri kuliner seperti warung makan, warung soto dan pengolahan sate. Briket arang dapat membantu melindungi lingkungan yang berkelanjutan dengan mengurangi emisi gas beracun. Melalui penggunaan lem alami seperti tepung tapioka, tetes tebu dan tanah liat, produksi briket menjadi lebih ramah lingkungan (Padapi, 2022).

Keunggulan briket arang yang diperoleh dari penggunaan briket arang antara lain adalah biayanya lebih murah. Bahan yang digunakan untuk pembulatan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah atau daun-daun kering yang sudah tidak berguna. Ada beberapa keuntungan briket antar lalin :

a. Biayanya lebih murah dibandingkan dengan minyak atau arang kayu
b. Tidak perlu berkali-kali mengipas atau menambah dengan bahan bakar yang baru.
c. Briket bioarang memiliki masa bakar jauh lebih lama.
d. Penggunaan briket arang relaltif lebih aman karena nyalanya ada ditengah tungku dan tidak akan bocor.
e. Briket arang mudah disimpan dan dipindah-pindahkan.

Ciri-ciri briket dengan kualitas yang baik memiliki syarat biobriket yang baik adalah biobriket yang permukaannya halus dan tidak meninggalkan bekas hitam ditangan. Selain itu ada kriteria yang harus dipenuhi ulntulk menentukan syarat kualitas briket yalitu :

a. Mudah dinyalakan. Pada Pengujian ini, cara yang dilakukan aldalah dengan menyulut alpi kebriket lalu dihitung waktu yang dibutuhkan oleh api untuk menyalakan bagian dari briket tersebut.
b. Tidak mengeluarkan asap. Proses Pengujian ini adalah proses lanjutan dari pengujian kriteria yang pertama. Setelah briket dinyalakan, maka selanjutnya memperhatikan asap yang di keluarkan oleh briket yang telah menyala. Apabila briket mengeluarkan asap, maka kualitas briket tersebut dinyatakan kurang baik, dan sebaliknya apabila briket tidak berasap maka briket berkualitas baik.
c. Menunjukkan upaya waktu dan laju pembakaran yang baik. Pengujian laju pembakaran dilakulkan untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar. Pengujian laju pembakaran adalah suatau proses pengujian yang berguna untuk mengetahui warna atau lama nyala dalri suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Massal briket ditimbalng dengan menggulnalkaln timbangan dan lamanya waktu yang digunakan briket untuk terbakar di hitung menggunakan stopwatch.

Perhitungan yang di gunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah :

Laju pembakaran = $\frac{Massa\ briket\ terbakar\ (g)}{Waktu\ pembakaran\ (s)}$

Keterangan :

Laju pembakaran = gram/detik

Massa briket terbakar = massa awal briket – massa briket sisa (gram)

Waktu pembakaran = detik

Perhitungan yang digunakan untuk mengukur massa kepadatan adalah:

Massa Kepadatan = $\frac{Massa\ (g)}{Volume\ (cm3)}$

Keterangan :

Massa Kepadatan = g/cm^3

Massa = gram (g)

Volume = (cm^3)

Briket dibuat dengan menekan dan mengeringkan campuran bahan menjadi blok yang keras. Metode ini umum digunakan untuk batu bara yang memiliki nilai kalori rendah atau serpihan batu bara agar memiliki tambahan nilai jual dan manfaat. Briket digunakan di industri dan rumah tangga (Vrans *et al.*, 2023).

Bahan yang digunakan untuk pembuatan briket sebaiknya yang memiliki kadar air rendah untuk mencapair nilai kalor yang tinggi. Keberadaan bahan volatil juga mempengaruhi seberapa cepat laju pembakaran briket; bahan yang memiliki bahan volatil tinggi akan lebih cepat habis terbakar. Fasilitas pembuatan briket harus memiliki berbagai langkah dalam pembuatan bahan baku hingga selesai menjadi briket. Perlakuan awal yang biasanya diberikan dalam pembuatan briket adalah debarking (penghilangan kulit kayu, bark), pengecilan ukuran partikel, pengeringan, dan pengayakan. Kadar air harus rendah untuk mendapatkan nilai kalori tertinggi, namun pengeringan lebih lanjut umumnya menjadi tidak efisien. Kadar air antara 12- 15% diperkirakan angka yang ideal, tergantung bahan baku yang digunakan (Setyani *et al.*, 2024).

Pemanfaatan bahan bakar padat seperti briket batu bara umumnya tidak disarankan untuk digunakan di rumah tangga karena asapnya yang pekat. Diperlukan tungku khusus yang mengatasi masalah tersebut. Briket memiliki harga yang murah dibandingkan bahan bakar jenis lainnya sehingga penggunaannya dalam dunia industri dapat memberikan penghematan biaya.

B. Syarat dan kriteria briket yang baik

Menurut (Marwanto Adriana, 2025) Selain sebagai bahan bakar, briket juga harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

a. mudah dinyalakan
b. tidak mengeluarkan asap
c. emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun
d. kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama dan menunjukkan upaya laju pembakaran (waktu, laju pembakaran dan suhu pembakaran) yang baik.

C. Kualitas Briket

Kualitas briket mengacu pada (Badan Standarisasi Nasional, 2021) **SNI 1683:2021** tentang baku mutu arang kayu. Kualitas briket dapat dilihat dari uji kadar air, kadar abu, kadar karbon dan nilai kalor seperti tabel dibawah ini:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Briket Arang (SNI 1683:2021)

Parameter	Mutu	Satuan
Kadar air	≤8	%
Kadar abu	≤4	%
Kadar zat mudah menguap	10-17	%
Kadar karbon terikat	≥ 79	%
Nilai kalor	>6500	(Kal/g)

Sumber: (Badan Standarisasi Nasional, 2021)

Beberapa parameter utama yang dinilai dalam penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, kepadatan (densitas), dan kekuatan tekan.

C.1 Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam briket setelah proses pencetakan dan pengeringan. Kadar air yang tinggi akan menyebabkan briket mudah berjamur, sulit menyala, menghasilkan asap lebih banyak, serta menurunkan nilai kalor. Menurut **SNI 1683:2021**, kadar air maksimal untuk briket arang adalah 8%. Faktor-faktor yang memengaruhi kadar air briket:

a. Lama dan metode pengeringan
b. Kadar air bahan baku arang
c. Jenis dan jumlah perekat

d. Kondisi lingkungan penyimpanan

Briket dengan kadar air rendah akan menghasilkan pembakaran yang lebih efisien dan panas yang lebih stabil.

C.2 Kadar Abu

Kadar abu adalah jumlah residu yang tersisa setelah pembakaran briket selesai. Abu berasal dari mineral anorganik yang terdapat dalam bahan baku biomassa. Kadar abu yang tinggi dapat mengurangi kualitas pembakaran dan efisiensi panas.

Menurut **SNI 1683:2021**, kadar abu briket arang maksimal 4%. Faktor yang memengaruhi kadar abu:

a. Komposisi bahan baku (cangkang sawit cenderung memiliki kadar abu lebih rendah dibanding tongkol jagung)
b. Tingkat kemurnian arang
c. Kadar mineral dalam perekat

Briket dengan kadar abu rendah dianggap lebih baik karena menghasilkan pembakaran bersih dan sisa residu minimal.

C.3 Nilai Kalor

Nilai kalor menggambarkan jumlah energi panas yang dihasilkan dari pembakaran satu gram briket. Nilai kalor merupakan parameter yang paling penting dalam menentukan kualitas bahan bakar padat. Menurut SNI, nilai kalor minimal briket arang adalah 6.500 kal/gr. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kalor:

a. Komposisi biomassa
b. Cangkang sawit memiliki nilai kalor tinggi
c. Tongkol jagung memiliki nilai kalor sedang
d. Proses karbonisasi
e. Suhu karbonisasi ideal 350–500°C
f. Kadar air dan kadar abu
g. Tingkat pemadatan briket

Briket dengan nilai kalor tinggi lebih disukai karena menghasilkan panas besar dan waktu bakar lebih lama.

C.4 Kepadatan (Density)

Kepadatan atau densitas merupakan massa briket per satuan volume. Densitas memengaruhi kekuatan mekanik, kemudahan penanganan, dan lama pembakaran briket. Densitas yang terlalu rendah menyebabkan briket rapuh dan cepat habis terbakar, sedangkan densitas terlalu tinggi dapat menyulitkan penyalaan.

Faktor-faktor yang memengaruhi densitas:

a. Tekanan pada saat pencetakan
b. Jenis dan jumlah perekat
c. Komposisi arang biomassa
d. Ukuran partikel arang

Briket yang baik memiliki densitas seimbang, yaitu cukup padat namun tetap mudah menyala.

C.5 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan (compressive strength) adalah kemampuan briket menahan beban atau tekanan tanpa mengalami kerusakan atau kehancuran. Parameter ini penting untuk mengetahui daya tahan briket selama penyimpanan dan transportasi.

a. Faktor yang memengaruhi kekuatan tekan:
b. Tekanan saat pencetakan briket
c. Jenis perekat
d. Tepung tapioka secara umum memberikan kekuatan tekan lebih tinggi
e. Tepung kulit ubi kayu memberikan kekuatan tekan sedang
f. Jumlah perekat yang ditambahkan
g. Kadar air
h. Homogenitas pencampuran

Briket yang memiliki kekuatan tekan tinggi tidak mudah hancur dan lebih aman dibawa maupun disimpan.

D. Cangkang kelapa sawit

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah padat hasil pengolahan buah kelapa sawit yang berasal dari bagian keras antara daging buah dan inti. Limbah ini tersedia dalam jumlah besar di daerah penghasil sawit dan memiliki potensi tinggi

sebagai bahan bakar biomassa karena kandungan karbonnya yang tinggi serta nilai kalor yang besar. Secara umum, cangkang kelapa sawit tersusun atas beberapa komponen utama seperti:

a. Karbon tetap (fixed carbon): 70–80%
b. Kadar abu: 1–5%
c. Kadar air: 5–8%
d. Zat volatil: 10–20%

Komposisi tersebut menunjukkan bahwa cangkang sawit memiliki kandungan karbon tinggi yang sangat baik untuk bahan bakar padat karena mampu menghasilkan energi panas yang besar dan stabil saat pembakaran (Rahmawati et al., 2021). Nilai kalor (heating value) cangkang sawit berkisar antara 18–22 MJ/kg atau sekitar 4300–5200 kcal/kg, tergantung pada kadar air dan proses karbonisasi. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan biomassa lain seperti tongkol jagung atau sekam padi. Tingginya nilai kalor disebabkan oleh kandungan lignin dan karbon tetap yang tinggi (Setyani *et al.*, 2024.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kelapa Sawit

Kingdom	*Plantae (Tumbuhan)*
Klad	*Tracheophyta*
Klad	*Angiospermae*
Klad	*Monokotil*
Klad	*Commelinidae*
Ordo	*Arecales*
Famili	*Arecaceae*
Subfamili	*Arecacoideae*
Tribus	*Cocoseae*
Genus	*Elaeis*

Sumber : (Rufinusta Sinuraya, Jojon Soesatrijo, 2025)

Cangkang kelapa sawit memiliki struktur keras, padat, dan berwarna coklat tua hingga hitam setelah dikarbonisasi. Kepadatan material ini berpengaruh terhadap hasil briket yang dihasilkan - semakin tinggi densitas bahan, semakin besar pula massa jenis briket yang terbentuk (Arifin et al., 2022).Kandungan *Lignoselulosa* merupakan Komponen penyusun utama cangkang sawit terdiri dari:

a. *Selulosa: 26–30%*
b. *Hemisellulosa: 25–28%*
c. *Lignin: 35–40%*
d. *Lignin* berperan penting sebagai pengikat alami (binder alami) selama proses karbonisasi dan pembentukan briket, sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik briket (Putra et al., 2024).



Gambar 2. 1 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang sawit Potensi Sebagai Bahan Bakar Alternatif , Beberapa keunggulan cangkang kelapa sawit sebagai bahan bakar alternatif antara lain:

a. Nilai kalor tinggi
b. Kandungan air rendah
c. Abu pembakaran sedikit
d. Tidak menimbulkan asap berlebihan
e. Ramah lingkungan karena berasal dari limbah biomassa terbarukan

Selain itu, pemanfaatan cangkang sawit sebagai bahan bakar padat dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

E. Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan bagian pusat dari buah jagung yang tersisa setelah biji jagung dilepaskan. Limbah ini umumnya tidak dimanfaatkan secara optimal dan sering dibuang begitu saja, padahal memiliki potensi besar sebagai bahan bakar biomassa padat seperti briket. Menurut Saputra et al. (2021), tongkol jagung memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi, sehingga berpotensi dijadikan bahan baku energi alternatif karena mudah dikarbonisasi dan memiliki nilai kalor yang cukup baik.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Jagung (Zea mays L. (cob))

Kingdom	Plantae (Tumbuhan)
Divisi	*Spermatophyta*
Subdivisi	*Angiospermae*
Kelas	*Monocotyledonae*
Ordo	*Poales*
Famili	*Poaceae atau Graminae*
Genus	*Zea*
Spesies	*Zea mays L*

Sumber : (Nuraprilia *et al.*, 2024)(Nuraprilia *et al.*, 2024)

Komposisi Kimia Tongkol jagung tersusun dari tiga komponen utama penyusun biomassa, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin, dengan proporsi sebagai berikut:

a. Selulosa: 38–42%
b. Hemisellulosa: 33–36%
c. Lignin: 10–15%
d. Kadar air: 8–12%
e. Kadar abu: 1–3%

Kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi membuat tongkol jagung mudah terbakar, tetapi karena kadar lignin relatif rendah, briket yang dihasilkan biasanya memiliki kekuatan mekanik lebih rendah dibandingkan cangkang sawit (Rahman et al., 2022).

Nilai kalor tongkol jagung berada pada kisaran 15–18 MJ/kg atau sekitar 3600–4300 kcal/kg, bergantung pada kadar air dan tingkat karbonisasi. Nilai kalor ini sedikit lebih rendah dibandingkan cangkang kelapa sawit, namun masih termasuk dalam kategori biomassa berkualitas baik (Fitriani et al., 2023).

Proses karbonisasi mampu meningkatkan nilai kalor tongkol jagung hingga 20%, karena pengurangan kadar air dan zat volatil yang mudah menguap. Secara fisik, tongkol jagung berbentuk silindris dengan struktur berpori dan ringan. Setelah dikarbonisasi, warna menjadi hitam pekat dan mudah hancur. Struktur yang berpori ini meningkatkan reaktivitas saat pembakaran, namun membuat densitasnya lebih

rendah dibandingkan bahan biomassa padat seperti cangkang sawit (Nasution & Dewi, 2021). Tongkol jagung berpotensi menjadi bahan bakar alternatif antara lain:

Tongkol jagung memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya bahan bakar biomassa potensial, di antaranya:

a. Ketersediaan melimpah sepanjang tahun di daerah agraris.
b. Mudah dikeringkan dan dikarbonisasi.
c. Emisi gas buang relatif rendah.
d. Mudah bercampur dengan bahan lain seperti serbuk kayu atau arang cangkang sawit.



Gambar 2. 2 Tongkol Jagung (Zea mays L. (cob))

Secara umum, tongkol jagung merupakan limbah biomassa yang memiliki potensi tinggi sebagai bahan bakar alternatif karena kandungan selulosa dan hemiselulosanya yang tinggi. Namun, karena kandungan lignin dan densitasnya lebih rendah, kualitas briket dari tongkol jagung murni cenderung lebih rapuh dan cepat terbakar. Oleh sebab itu, pencampuran dengan bahan biomassa padat seperti cangkang kelapa sawit dan penggunaan perekat alami diperlukan untuk meningkatkan kualitas fisik dan termalnya.

F. Kulit ubi kayu

Ubi kayu atau singkong merupakan tanaman berkeping dua yang ditanam untuk mengambil pati yang sangat mudah dicerna. Sebagai tanaman semak tahunan, ubi kayu dapat tumbuh setinggi antara 1 sampai 4 meter dan memiliki daun besar dengan bentuk menjari yang terdiri dari 5 sampai 9 belahan. Daundaunnya yang memiliki batang panjang mudah gugur dan hanya bertahan beberapa bulan. Batang ubi kayu memiliki cara bercabang yang khas, dan variasi ini tergantung pada jenisnya. Pertumbuhan batang yang tegak sebelum bercabang lebih disukai karena

memudahkan proses penyiangan. Batang yang bercabang terlalu banyak dan terlalu rendah kurang diinginkan (Harli and Hasanuddin, 2025).

Kulit ubi kayu *(Manihot esculenta Crantz)* merupakan limbah hasil pengupasan umbi yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini memiliki kandungan pati dan serat lignoselulosa yang cukup tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai perekat alami (binder) dalam pembuatan briket biomassa. Penggunaan kulit ubi kayu sebagai perekat dapat menjadi solusi ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah organik serta mengurangi ketergantungan terhadap perekat sintetis (Puri *et al.*, 2022). Komposisi Kimia Kulit Ubi Kayu Secara umum, terdiri atas:

Tabel 2. 4 Komponen dan Kandungan Kulit Ubi Kayu

Komponen	Kandungan %
Pati	10-20
Selulosa	25-30
Hemisellulosa	20-23
Lignin	15-20
Kadar air	8-12

Sumber : (Puri *et al.*, 2022)



Gambar 2. 3 Kulit Ubi Kayu *(Manihot esculenta Crantz)*

Kandungan pati yang cukup tinggi inilah yang menjadikan kulit ubi kayu berfungsi sebagai perekat alami, karena pati akan mengalami gelatinisasi ketika dipanaskan dengan air, menghasilkan lapisan lengket yang mampu merekatkan partikel-partikel arang pada briket (Endah *et al.*, 2024).

G. Tepung tapioka

Tepung tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong melalui proses pengupasan, pemarutan, penyaringan, pengendapan, dan pengeringan. Tepung ini berwarna putih, halus, dan tidak berbau, serta memiliki sifat mudah larut dalam air panas dan membentuk gel kental atau elastis. Menurut Wulandari et al. (2021), tepung tapioka memiliki kandungan utama karbohidrat (sekitar 85–90%), serta sedikit protein, lemak, dan mineral. Kandungan patinya yang tinggi menjadikannya baik digunakan sebagai perekat alami dalam pembuatan briket biomassa.

Tabel 2. 5 Komposisi dan Kandungan Tepung Tapioka

Komponen	**Kandungan (%)**
Air	12–13
Karbohidrat (pati)	85–90
Protein	0.2–0.4
Lemak	0.1–0.2
Abu	0.2–0.3

(Sumber: Haryono et al., 2020)

G.1 Sifat fisik dan kimia

a. Sifat fisik: berwarna putih, tidak berbau, dan teksturnya halus.
b. Sifat kimia: memiliki kemampuan gelatinisasi pada suhu sekitar 60–70°C, sehingga dapat membentuk massa lengket yang efektif sebagai perekat.
c. Sifat perekat: sangat baik karena kandungan amilosa dan amilopektin yang tinggi.



Gambar 2. 4 Tepung Tapioka (*Manihot esculenta*)

G.2 Fungsi Tepung Tapioka sebagai Perekat Briket

Dalam pembuatan briket biomassa, tepung tapioka berfungsi untuk:

a. Meningkatkan kekuatan mekanik briket (tidak mudah hancur).
b. Memperbaiki struktur dan kepadatan briket.
c. Meningkatkan kestabilan bentuk saat pengeringan dan pembakaran.

Menurut Sari et al. (2022), penggunaan tepung tapioka sebanyak 5–10% dari total bahan briket dapat menghasilkan kualitas briket dengan densitas tinggi, kadar air rendah, dan waktu nyala lama.

H. Proses Pirolisis

Pirolisis adalah proses pembuatan blochair atau arang dari bahan biomassa mentah dengan memanaskan bahan biomassa dengan pasokan oksigen terbatas untuk menghilangkan zat volatil, yang juga dikenal sebagai asap. Umumnya, untuk pirolisis yang efektif, suhu harus berada pada kisaran antara 350 °C dan 450 °C. Waktu yang dibutuhkan untuk proses ini biasanya 6 hingga 3 jam. Namun, waktu yang dibutuhkan untuk wadah dan peralatan pirolisis biasanya lebih lama. Oleh karena itu, proses pirolisis satu batch biasanya memakan waktu satu hari dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk Menyalakan api, melepaskan gas buang, membakar sisa bahan bakar yang memicu api, dan mendinginkan seluruh sistem (Augustino A. Masse, Kunda S. Sikazwe, A and REPOA, 2023).

Proses ini melibatkan pemanasan pada suhu tinggi dalam kondisi anaerob, sehingga menghasilkan produk berupa gas,cairan, dan padatan. Setelah didinginkan, produk yang dihasilkan memiliki nilai panas yang cukup tinggi, sekitar setengah dari pembakaran bahan bakar fosil, dan dapat digunakan sebagai bahan bakar atau diolah lebih lanjut menjadi bahan baku industri.

Pirolisis 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. Proses pirolisis dikategorikan menjadi 4 tipe yaitu:

Pirolisis lambat (slow pyrolysis). Pirolisis yang dilakukan pada pemanasan rata–rata lambat (5-7 K/menit). Pirolisis ini menghasilkan cairan yang sedikit sedangkan gas dan arang lebih banyak dihasilkan (Iskandar Taufik, 2021).

1. Pirolisis cepat (fast pyrolysis). Pirolisis ini dilakukan pada lama pemanasan 0,5-2 detik, suhu 400-600 oC 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 yang hingga 75 % lebih tinggi dibandingkan dengan pirolisis konvensional.
2. 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.
3. Pirolisis katalitik biomassa. Pirolisis ini untuk membuktikan kualitas minyak yang dihasilkan. Minyak tersebut diperoleh dengan cara pirolisis katalitik biomassa tidak memerlukan teknik pra-pengolahan sampel yang mahal yang melibatkan kondensasi dan penguapan kembali.

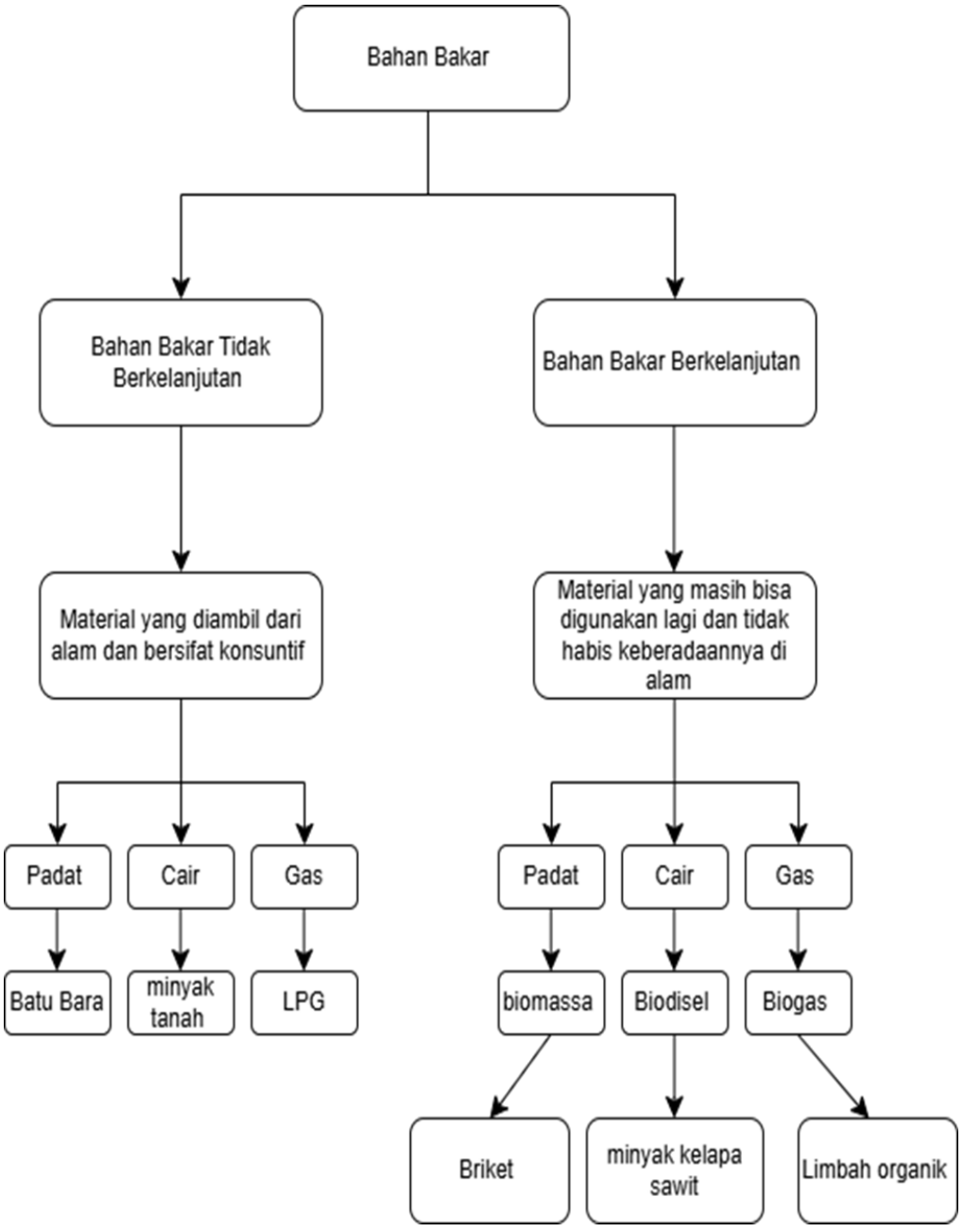
I. Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Jenis	Kadar Air	Kadar Abu	Nilai Kalor
1	(Junianti *et al.*, 2024)	Cangkang dan Tandang Kelapa Sawit	4,9197%,	3,9698%,	6257 kal/g
2	(Vrans *et al.*, 2023)	Cangkang Sawit	6,4%,	6,9%	6.802,56 cal/gr.
3	(Sianturi et al., 2023)	Tempurung kelapa dan Tongkol jagung	(7,7-4,8%),	(30,10-11,72%)	(14522.11282 -24486.21246 kJ/kg)

1. Menurut Penelitian (Junianti *et al.*, 2024) Pembuatan briket dengan perbandingan bahan baku dan perekat 10:1 pada variasi ukuran partikel 60, 80, dan 100 mesh. Tahapan terakhir yaitu analisa kualitas briket terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan nilai kalor. Hasil penelitian untuk semua variasi ukuran partikel telah memenuhi SNI 01-6235-2000 tentang briket arang. Pada pengujian kadar air, kadar abu, dan zat terbang terjadi penurunan sejalan dengan semakin kecilnya ukuran partikel. Kadar air terendah pada sampel briket ukuran 100 mesh sebesar 4,9197%, untuk kadar abu sebesar 3,9698%, dan kadar zat terbang terendah pada sampel ukuran partikel 100 mesh sebesar 10,1453%. Nilai kalor yang dihasilkan dari ukuran partikel yang semakin kecil cenderung meningkat. Nilai kalor tertinggi pada sampel briket ukuran partikel 100 mesh sebesar 6257 kal/g**.**
2. Menurut Penelitian **(Vrans et al., 2023)** Pembuatan briket ini berbahan baku dari cangkang sawit yang dimulai dari proses pengarangan kemudian ditumbuk dan disaring dengan ukuran ayakan 50 mesh, kemudian dicampur dengan perekat dan dicetak lalu dioven selama 3 jam. Adapun perekat yang digunakan adalah tepung kanji dengan variasi perekat masing-masing 10%, 15%, dan 20%. Hasil penelitian menunjukan bahwa beberapa briket sudah memenuhi SNI No.1/6235/2000 briket arang. Hasil terbaik diperoleh pada variasi perekat 10%, menunjukan kadar air 6,4%, kadar abu 6,9% dan nilai kalor 6.802,56 cal/gr.
3. Menurut Penelitian **(Sianturi et al., 2023)** pengujian diperoleh dengan penambahan arang tempurung kelapa dapat meningkatkan kualitas briket arang tongkol jagung dengan nilai kepadatan mesh 400 (0,61-0,70 gr/cm3) dan mesh 800 (0,57–0,65), kadar karbon terikat pada mesh 400 (23,52-57,95%) dan pada mesh 800 (11,74 - 44.65), nilai kalor (14522.11282-24486.21246 kJ/kg), kadar air pada mesh 400 (7,7-4,8%),dan pada mesh 800(9,6 – 7,73), nilai kadar zat menguap pada mesh 400(39,37-26,64%)dan pada mesh 800 (53,03 – 29,37), nilai kadar abu pada mesh 400 (30,10-11,72%) dan mesh 800 (33,04 – 18,35). Nilai kalor tertinggi pada mesh 600 dengan perbandingan komposisi 75% serbuk tongkol jagung dengan 25% serbuk tempurung. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan dan semakin kecil nilai kadar air,kadar zat menguap, kadar abu maka semakin bagus

nilai kalornya. Maka briket arang yang mempunyai kualitas lebih baik dan mendekati standar adalah briket arang dengan kombinasi 25% arang tongkol jagung : 75% arang tempurung kelapa.

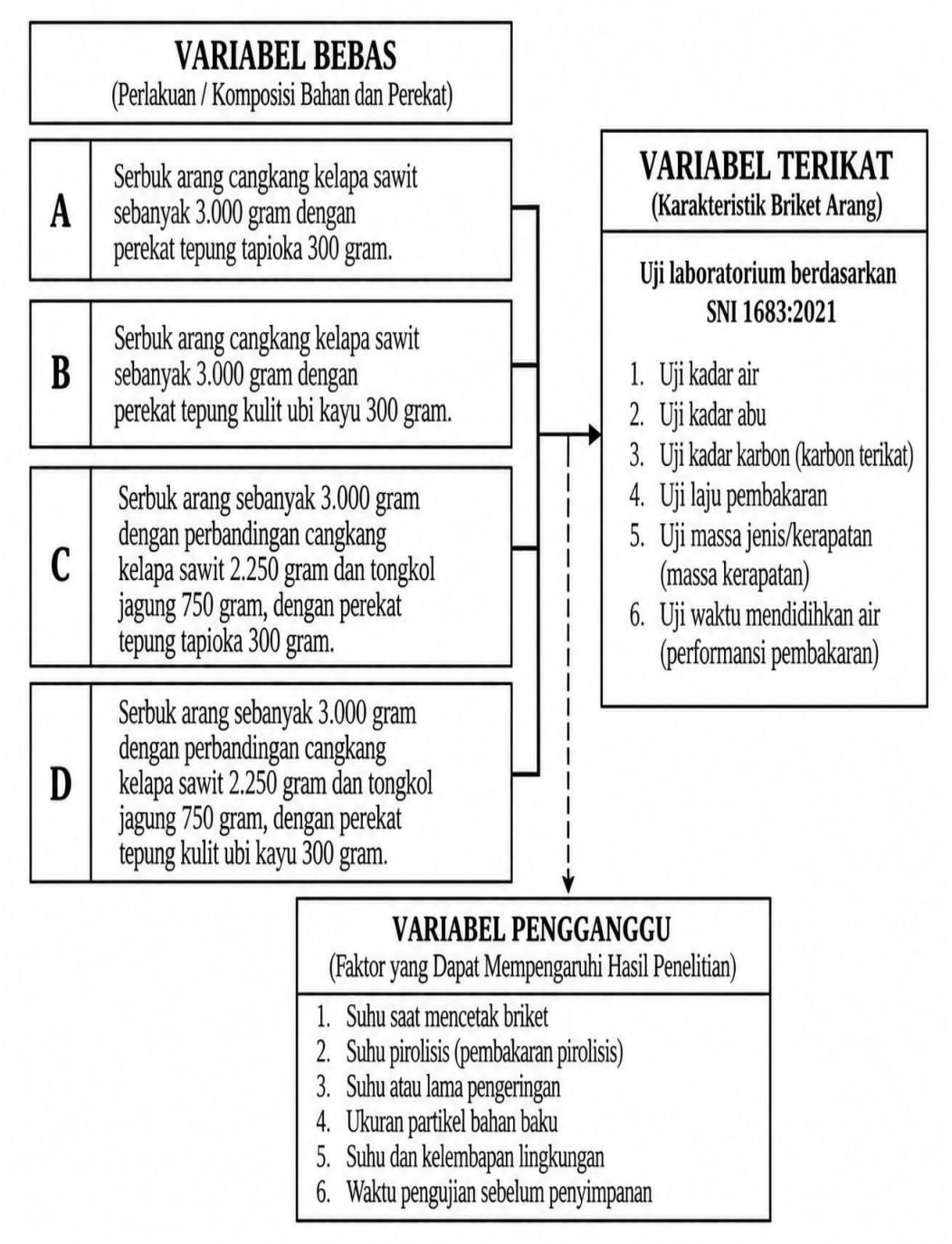
J. Kerangka Teori



Gambar 2. 4 Kerangka Teori

Sumber : (Setyono, Fajar and Kiono, 2025)

K. Kerangka konsep



L. Definisi Operasional

Tabel 2.6 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Cangkang Kelapa Sawit	limbah padat hasil pengolahan buah kelapa sawit yang berasal dari bagian keras antara daging buah dan inti.	Timbangan	gram	Ratio
2.	Tongkol Jagung	bagian pusat dari buah jagung yang tersisa setelah biji jagung dilepaskan.	Timbangan	gram	Ratio
3.	Briket	bahan bakar padat hasil pemadatan campuran arang cangkang kelapa sawit dan tongkol jagung dengan penambahan perekat tertentu sehingga memiliki bentuk, ukuran, dan sifat pembakaran yang seragam.	Timbangan	gram	Ratio
4.	Varian A	Komponen penyusun briket Cangkang Kelapa Sawit, yakni serbuk Cangkang Kelapa Sawit 100%	Timbangan	gram	Ratio

		dengan campuran perekat tepung tapioka			
5.	Varian B	Komponen penyusun briket Cangkang Kelapa Sawit, yakni serbuk Cangkang Kelapa Sawit 100% dengan campuran perekat kulit ubi kayu	Timbangan	gram	Ratio
6.	Varian C	Komponen penyusun briket Cangkang Kelapa Sawit 75% dan tongkol jagung 25%, yakni serbuk Cangkang Kelapa Sawit dengan campuran tongkol jagung dan perekat tepung tapioka	Timbangan	gram	Ratio
7.	Varian D	Komponen penyusun briket Cangkang Kelapa Sawit 75%dan tongkol jagung 25% , yakni serbuk Cangkang Kelapa Sawit dengan campuran tongkol jagung dan perekat	Timbangan	gram	Ratio

		kulit ubi kayu			
8.	Uji Kadar Air	Pengujian persentase air dalam briket	Moisturemeter	menit	Ratio
9.	Uji Kadar Abu	Pengujian sisa pembakaran briket.	Furnace ashing	%	Ratio
10.	Uji Kadar Karbon	Pengujian kandungan karbon tetap.	Muffle fumace	%	Ratio
11.	Laju Pembakaran	Kecepatan briket habis terbakar	Rumus: gram /detik	menit	Ratio
12.	Massa Kepadatan	Ukuran yang menunjukkan seberapa padat massa briket	Rumus : massa/volume	gram	g/cm^3
13.	Uji Mendidihkan Air	Waktu briket mendidihkan air	Stopwatch	menit	Ratio

M. Hipotesis

H0

a. Tidak ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3000 gram dengan perekat Tapioka 300gram dan Cangkang kelapa sawit 3000 gram dengan perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.

b. Tidak ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Tapioka 300gram dan Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.

c. Tidak ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3000gram dengan perekat Tapioka 300gram dan Cangkang

kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Tapioka 300gram.

d. Tidak ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon,laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3.000gram dengan perekat Kulit Ubi Kayu 300gram dan Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.
e. Tidak ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon,laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian tepung tapioka dan kulit ubi kayu.

Ha

a. Ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3000 gram dengan perekat Tapioka 300 gram dan Cangkang kelapa sawit 3.000gram dengan perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.
b. Ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Tapioka 300gram dan Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.
c. Ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon, laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3000gram dengan perekat Tapioka 500gram dan Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Tapioka 300gram
d. Ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon,laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian Cangkang kelapa sawit 3.000gram dengan perekat Kulit Ubi Kayu 300gram dan Cangkang kelapa sawit 2.250 gram dan Tongkol Jagung 750gram variasi perekat Kulit Ubi Kayu 300gram.
e. Ada perbedaan kadar air, kadar abu, kadar karbon,laju pembakaran,masa kepadatan dan mendidih air antara varian tepung tapioka dan kulit ubi kayu.