

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan penelitian Samsinar, dkk (2016) Limbah serbuk gergaji dan kulit kakao untuk penentuan nilai kalor melalui proses pembriketan dengan perbandingan (90 : 10, 75 : 25 dan 50 : 50) penambahan serbuk gergaji, kulit kakao dan eceng gondok sebanyak 90% akan menghasilkan nilai kadar karbon yang tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh proses karbonisasi perbandingan tersebut sangat baik. Peningkatan nilai kalor dipengaruhi oleh kurangnya kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan meningkatnya kuat tekanan serta kerapatannya, nilai kalor terbaik didapatkan pada perbandingan kulit kakao 90 : eceng gondok 10 yaitu 6223,20 Kal/gr, serbuk gergaji 90 : kulit kakao 10 yaitu 6066,09 Kal/gr. Sedangkan nilai kalor terendah didapatkan pada perbandingan serbuk gergaji 50 : kulit kakao 50 yaitu 5521,17 Kal/gr dan perbandingan kulit kakao 50 : eceng gondok 50 yaitu 5593,16 Kal/gr.

Sudding dan Jamaluddin (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui jumlah perekat kanji yang ditambahkan pada pembuatan briket arang tempurung kelapa yang dapat terbakar paling lama. Penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu pirolisis, pembuatan serbuk arang, pencampuran dengan perekat kanji (kanji), pencetakan briket, pengeringan dan pembakaran dalam tungku. Pembuatan briket tempurung kelapa dengan menggunakan variasi perekat kanji 5%, 7%, 9%, 11%, 13% dan 15%. Lama pembakaran briket merupakan parameter mutu paling penting karena menentukan salah satu kualitas briket. Semakin lama terbakar semakin baik pula kualitasnya dengan jumlah perekat yang digunakan dan optimal pada 15%. Pengujian termal ini dimaksudkan untuk mengetahui titik lebur dari arang tempurung kelapa dan perekat kanji, semakin tinggi kadar kanji semakin kuat perlekatan antara partikel arang yang akan meningkatkan keutuhan arang briket. Hal ini akan berdampak mudah atau tidaknya briket terbakar

semakin keras suatu bahan bakar, semakin lama bahan tersebut terbakar dan dengan demikian jumlah energi pembakaran yang dihasilkan akan semakin besar pula.

Purwanto, dkk (2015) telah melakukan penelitian tempurung sawit dihancurkan kemudian di saring dengan kehalusan 7 mesh dilakukan penekan dengan tekanan 3ton, 5ton, dan 7ton. Perlakuan interaksi tekanan kempa biobriket dan kontrasi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar karbon, kadar zat terbang, kerapatan dan kuat tekan dihasilkan perlakuan terbaik untuk menghasilkan kualitas briket tempurung sawit yaitu dengan perlakuan tekanan kempa 3 ton dengan konsentrasi perekat 5% menghasilkan kadar air 9,06%, kadar abu 1,17%, kadar karbon 13,42%, kadar zat terbang 75,81%, nilai kalor 4442,78 kal/gr, menunjukkan kuat tekan dipengaruhi sangat nyata oleh tekanan kempa, konsentrasi perekat dan interaksinya. Namun tidak semua perlakuan interaksinya menyebabkan perbedaan sangat nyata terhadap kuat tekan. Sebagai contoh perlakuan tekanan kempa 7 ton dan konsentrasi perekat 5% tidak memberikan perbedaan sangat nyata terhadap perlakuan tekanan kempa 5 ton dan konsentrasi perekat 5%. Pada perlakuan interaksi tampak bahwa penambahan tekanan kempa dan konsetrasi perekat menghasilkan kuat tekan cenderung makin bertambah.

Irwan (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui variasi tekanan terhadap karakteristik pembakaran briket dengan metode *thermogravimetry analysis* (TGA) berbahan baku limbah industri kelapa sawit dengan perekat (binder) berupa kanji dengan persentase perekat sebesar 10%. Campuran serbuk limbah dan perekat tersebut lalu dicetak dengan variasi tekanan pengepresan 200 kg/cm², 250 kg/cm², dan 300 kg/cm². Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka dapat diketahui semakin besar tekanan pembriketan maka briket akan susah untuk terbakar. Hal tersebut dikarenakan tekanan pembriketan yang semakin besar membuat tingkat kerapatan dan kepadatan pada briket semakin tinggi sehingga akan mempersulit proses oksidasi dan juga energi aktivasi (E_a) dan briket tersebut semakin besar. Tekanan pembriketan yang semakin besar juga akan menurunkan kandungan air dan akan menaikkan kandungan fixed carbon sehingga

mengakibatkan nilai ITVM, ITFC, PT dan BT semakin tinggi yang membuat briket akan lama terbakar.

Maryono, dkk (2013) melakukan penelitian mutu briket arang tempurung kelapa ditinjau dari kadar kanji. Tempurung kelapa merupakan limbah organik yang memiliki peluang untuk dijadikan sebagai bahan bakar, tempurung kelapa digunakan sebagai dasar pembuatan briket pada penelitian ini. Pada proses karbonisasi terjadi penguraian bahan-bahan organik yang terkandung di dalam tempurung kelapa. Pada suhu 100-120°C terjadi penguapan air, pada suhu 270-310°C terjadi penguraian selulosa menjadi larutan piroglinat, pada suhu 310-500°C terjadi penguraian lignin sedangkan larutan piroglinat dan gas CO₂ menurun sedangkan gas CH₄, CO dan H₂ meningkat pada suhu 500-1000°C. kadar air sangat memengaruhi kualitas briket. Pembuatan briket arang dari tempurung kelapa dengan menggunakan variasi kadar kanji yaitu 1%,2%,3%,4%,5%,6%,7% dan 8%. Pada penelitian ini kadar air berkisar 3,4562-5,5626% dimana telah sesuai dengan standar (SNI 01-6235-2000) yaitu maksimal 8%, kadar air briket yang dihasilkan pada kadar kanji 1-3% juga memenuhi standar inggris dimana kadar air untuk standar inggris yaitu 3-4%. Kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 7,4900-9,9411% pada kadar kanji 1-2% sesuai dengan SNI dan kadar kanji 3-8% sesuai dengan standar inggris yaitu 8-10%. Kadar zat yang hilang pada suhu 950°C berkisar 2,86-4,77%.

Aryani, dkk (2017) telah melakukan penelitian pengembangan briket bonggol jagung sebagai energi terbarukan. Pembuatan briket dimulai dengan membuat arang bonggol jagung dengan metode pyrolysis kemudian arang dihaluskan dan dicampur dengan lem kayu. Perbandingan komposisi arang bonggol jagung dan lem kayu yaitu 1:1, 2:1, dan 3:1. Pengukuran kapasitas panas dilakukan menggunakan bom calorimeter dan menghasilkan kapasitas panas yang baik sebesar 9454,083 kal/g yaitu pada perbandingan arang bonggol jagung dengan lem kayu 2:1 sedangkan untuk perbandingan 1:1 sebesar 7865 kal/g, dan untuk perbandingan 3:1 sebesar 6785 kal/g, yang menunjukkan angka yang cukup baik jika digunakan sebagai sumber energi.

Isa, dkk (2012) melakukan penelitian briket dari limbah tongkol jagung di campur dengan perekat tepung sagu dengan perbandingan 1:3, 1:4, 2:3, dan 2:5. Dalam penelitian ini kadar air sebesar 8,66% dengan perbandingan 2:3 sedangkan untuk kadar air terkecil terdapat pada perbandingan 1:3 sebesar 6,66%. Kadar abu terendah sebesar 3,11% pada perbandingan 1:4 sedangkan untuk nilai kadar abu tertinggi terdapat pada perbandingan 2:3 sebesar 3,50%. Kadar dekomposisi senyawa volatil tertinggi sebesar 64,85% diperoleh pada briket arang dengan perbandingan perekat sagu dan bubuk arang tongkol jagung 1:3 sedangkan kadar dekomposisi senyawa volatil terendah sebesar 44,72% diperoleh pada briket dengan perbandingan dengan perbandingan perekat sagu dan bubuk jagung 2:3. Kadar karbon terikat rata-rata briket tongkol dengan perekat kanji adalah 34,18% menunjukkan bahwa nilai karbon terikat berada dibawah standar briket komersial. Nilai kalor pada perbandingan 1:3 sebesar 6757 kal/g dan perbandingan 1:4 sebesar 6150 kal/g lebih tinggi dari nilai standar SNI. Sedangkan nilai kalor terendah dengan perbandingan 2:5 sebesar 2912 kal/g.

Anggoro, dkk (2017) telah melakukan penelitian briket arang tempurung kelapa dan serbuk gergaji kayu sengon untuk mengetahui pengaruh suhu, konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku terhadap nilai kalor briket. Kualitas briket arang pada umumnya ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimianya antara lain ditentukan oleh kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, ketaguhan, tekan dan nilai kalor. Hasil uji nilai kalor briket sampel dan bahan perekat menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi perekat, maka nilai kalor akan semakin rendah. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak komposisi bahan yang memiliki kalor lebih tinggi maka nilai kalor campuran briket akan tinggi, semakin tinggi kadar perekat maka nilai kalor akan berkurang.

Adyaningsih, dkk (2017) penelitian ini bertujuan untuk mengerahui pengaruh variasi perekat tepung sagu terhadap nilai kalor briket tongkol jagung. Serbuk arang dicampur dengan perekat sagu yang telah dipanaskan dan berbentuk gel dengan variasi 1%,2%,3%,4% dan 5% dengan total berat keseluruhan 200gr. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian ini bahwa briket yang

mempunyai nilai kalor paling tinggi terdapat pada variasi perekat 1% terhadap serbuk arang yaitu 6410,03 kal/g dan telah memenuhi SNI 01-6235-2000 yaitu minimal 5000 kal/g.

Caroko, dkk (2015) memanfaatkan limbah padat industri kelapa sawit yang sebelumnya dilakukan proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan untuk mendapatkan arang sebagai bahan baku dan tar sebagai perekat. Arang bahan baku kemudian dihancurkan hingga mendapatkan serbuk yang lolos ukuran 20 mesh. Serbuk arang ditimbang masing-masing 3 gram, kemudian dicampur dengan perekat kanji, tar dan campuran kanji dengan tar sebanyak 10% dengan tekanan 200 kg/cm, kemudian dilakukan uji pembakaran dengan menggunakan metode *Heat Flux Constant* pada temperatur 300°C hasil dari pengujian ini didapatkan bahwa kadar volatile matter yang semakin tinggi akan menyebabkan nilai ITVM, ITFC, PT, BT dan lamanya waktu pembakaran akan semakin rendah.

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Tongkol Jagung

Tongkol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung), tongkol jagung terbungkus oleh kelobot (kulit buah jagung). Secara morfologi tongkol jagung merupakan tangkai utama malai yang termodifikasi, malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir jagung pada kondisi tertentu. Tongkol jagung muda disebut juga *babycorn* dapat dimakan dan dijadikan sayuran, tongkol yang lebih tua ringan namun kuat dan menjadi sumber furfural sejenis monosakarida dengan lima atom karbon.

Selain menjadi sumber pangan, jagung juga menjadi sumber pakan ternak tak hanya sampai disitu limbah nya yaitu tongkol dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam, antara lainnya adalah:

- Bahan makanan
- Pengganti bahan plastik

- Bahan kerajinan
- Bahan pembakar
- Pengganti bahan bakar gas

dari pemanfaatan diatas tongkol jagung bukan merupakan limbah yang biasa dalam artian sangat banyak sekali pemamfaat dan mudah dalam mengolahnya, karena bagian jagung ini selalu diremehkan atau menurut sebagian orang tidak dapat dimanfaatkan atau menganggap sebagai limbah yang tidak bisa dimanfaatkan (Herawati, 2017).



Gambar 2.1 tongkol jagung

Manfaat jagung untuk kesehatan dapat ditelaah dari kandungan nutrisinya. Jagung mengandung beragam nutrisi seperti karbohidrat, protein, serat, dan sejumlah vitamin dan mineral yang baik untuk kesehatan tubuh. Jagung sebenarnya merupakan tanaman yang kaya akan beragam nutrisi diantaranya yang memberikan manfaat sebagai antioksidan bagi tubuh manusia. Lutein dan zeaxanthin merupakan karotenoid utama yang ditemukan pada jagung. Karotenoid berfungsi sebagai antioksidan. agar maksimal, jagung sebaiknya dimasak dengan cara dikukus.

Nutrition Facts: Corn, yellow, boiled - 100 grams	
	Amount
Calories	96
Water	73 %
Protein	3.4 g
Carbs	21 g
Sugar	4.5 g
Fiber	2.4 g
Fat	1.5 g
Saturated	0.2 g
Monounsaturated	0.37 g
Polyunsaturated	0.6 g
Omega-3	0.02 g
Omega-6	0.59 g
Trans fat	~

Gambar 2.2 kandungan nutrisi pada jagung kuning (healthline.com)

2.2.2 Tempurung kelapa

Tempurung atau batok kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3–6 mm. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6-9 % (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa (Fariadhie, 2009).

Tabel 2.1 Komponen kimia tempurung kelapa

Selulosa	26,60%
Hemiselulosa	27,70%
Lignin	29,40%
Abu	0,60%
Komponen ekstraktif	4,20%
Uronat anhidrat	3,50%
Nitrogen	0,10%
Air	8,00%

Tempurung kelapa memiliki sifat difusi termal yang baik yang diakibatkan oleh tingginya kandungan selulosa dan lignin yang terdapat di dalam tempurung. Tempurung kelapa yang akan dijadikan briket harus tempurung yang berasal dari kelapa yang sudah tua, kering dan bersih dari pengotor seperti serabut, tanah ataupun pasir yang menempel pada tempurung karena akan berpengaruh pada saat proses karbonisasi dan pada mutu briket yang dihasilkan. Tempurung yang basah akan menimbulkan banyak asap pada saat dilakukan karbonisasi. Proses karbonisasi dilakukan dengan sistem suplai udara terbatas dengan tujuan agar tidak terjadi pembakaran lebih lanjut pada tempurung kelapa sehingga rendemen arang yang diperoleh tinggi karena terbentuk arang secara sempurna dan hanya menyisakan sedikit abu (Maryono, 2013).

Pada proses karbonisasi terjadi penguraian bahan-bahan organik yang terkandung di dalam tempurung kelapa. Pada suhu 100-120°C terjadi penguapan air, pada suhu 270-310°C terjadi penguraian selulosa menjadi larutan piroglinat, gas kayu dan sedikit ter, pada suhu 310-500°C terjadi penguraian lignin dihasilkan lebih banyak ter sedangkan larutan piroglinat dan gas CO₂ menurun sedangkan gas CH₄, CO dan H₂ meningkat dan pada suhu 500-1000°C merupakan tahap pemurnian arang atau peningkatan kadar karbon. Adapun reaksi yang terjadi pada proses karbonisasi yaitu:

1. Reaksi penguraian selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow 270-310^\circ C \rightarrow CH_3COOH + 3CO_2 + 2H_2O + CH_3OH + 5H_2 + 3CO$
2. Reaksi penguraian lignin $[(C_9H_{10}O_3)(CH_3O)]_n \rightarrow 310-500^\circ C \rightarrow C_{18}H_{11}CH_3 \text{ (ter)} + C_6H_5OH + CO + CO_2 + CH_4 + H_2$
3. Reaksi umum pembentukan karbon $(C_xH_yO_z)_n + O_2 \rightarrow 500-1000^\circ C \rightarrow C(\text{grafit}) + CO(g) + H_2O(g)$

(Maryono, 2013)

Batok kelapa atau tempurung kelapa (endocarp) adalah bagian dari buah kelapa yang bersifat keras diselimuti sabut kelapa, yaitu sekitar 35% dari bobot buah kelapa. Batok kelapa yang telah diolah akan menghasilkan nilai tambah yang amat berharga, batok kelapa juga memiliki potensi yang sangat baik dan paraktis dalam pemanfaatannya. Secara tradisional dimanfaatkan menjadi perabotan rumah tangga seperti sendok, gayung air, asbak rokok dan alat rumah tangga lainnya. Kesadaran untuk kembali memakai bahan yang alami batok kelapa ini juga dapat dimanfaatkan menjadi aksesoris seperti kalung, gelang, figura dan lain-lainnya. Selain itu batok kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung seperti arang batok kelapa, juga dimanfaatkan menjadi briket bahan bakar (Febriansyah, 2016).



Gambar 2.3 Batok Kelapa

2.2.3. Perekat Maizena (Tepung jagung / *Cornstrach*)

Tepung maizena adalah tepung hasil pengolahan biji jagung sehingga mengandung pati atau karbohidrat dari endosperma biji jagung, sebenarnya nama maizena sendiri adalah nama produk tepung jagung dari Mexico, namun orang Indonesia sudah terlanjur menyebut tepung jagung dengan nama tepung maizena walaupun ada beberapa produk tepung jagung yang lainnya. Tepung ini dikenal memiliki kandungan bebas gluten yang aman dikonsumsi oleh penderita penyakit celiac dan penyakit penyimpanan glikogen.

Tepung maizena atau *cornstrach* adalah tepung pati jagung yang merupakan karbohidrat yang diekstrak dari biji jagung. Produk yang berbentuk serbuk atau tepung putih ini digunakan sebagai kebutuhan pembuatan snack atau jajanan, kebutuhan dapur rumah tangga dan kebutuhan industri. Untuk beberapa negara produk ini telah dianggap sebagai salah satu kebutuhan pokok mereka karena sereal berbahan baku tepung maizena ini memiliki kelebihan serta manfaat untuk kesehatan.



Gambar 2.4 Tepung jagung/cornstrach

Cornstrach atau tepung jagung terdiri dari rangkaian panjang molekul pati dan ketika di panaskan pada suatu larutan maka akan menimbulkan reaksi kondisi kental atau membuat campuran larutan tersebut akan mengental. Pengentalan ini terjadi karena adanya reaksi pengumpulan atau penyerapan air atau proses gelatinase ke dalam cornstrach atau tepung jagung tersebut, karena kondisi tersebut maka perlu diperhatikan ketika penyimpanan tepung jagung ini senantiasa dikemas yang kedap terhadap air selain itu juga harus dijauhkan dari area atau kondisi panas yang ekstrim.

2.3. Bahan Bakar dan Pembakaran

Pembakaran didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu. Dalam proses pembakaran energi kimia diubah dalam bentuk energi panas dimana setiap pembakaran selalu menghasilkan gas sisa dari hasil pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi komponen-komponen gas buang seperti CO_2 , NO_2 , H_2O , SO_2 , dan CO .

Jumlah suplai udara yang dibutuhkan secara ideal setiap bahan bakar berbeda dan memiliki spesifikasi campuran udara yang berbeda pula, pada kondisi ideal proses pembakaran dapat terjadi apabila jumlah bahan bakar dan udara pada proporsi tertentu yang berdasarkan prinsip kimia (stokiometrik). Namun faktanya campuran bahan bakar dengan udara di dalam furnace (ruang bakar) sangat mustahil untuk mencapai kondisi sempurna, oleh karena itu dibutuhkan adanya excess air yang disuplai kedalam proses pembakaran (Kusuma, 2014).

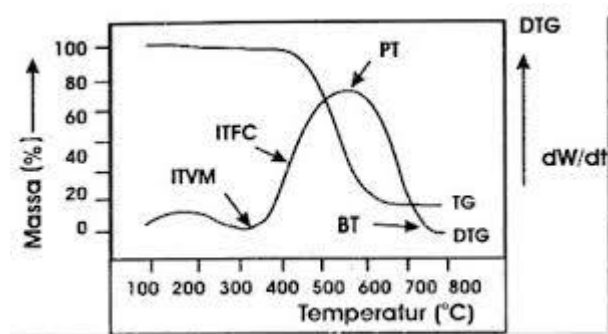


Gambar 2.5 skema segitiga pembakaran sempurna.

Bahan bakar ditinjau dari sudut teknis dan ekonomi dapat diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya disertai dengan pengurangan kalor, bahan bakar yang dibakar dengan tujuan untuk memperoleh kalor tersebut. Kalor yang dihasilkan digunakan baik secara langsung seperti memasak makanan maupun secara tidak langsung seperti pembangkit listrik tenaga uap (Susetyo, 2005).

Othman dan Shamsuddin (2003) melakukan penelitian tentang pembakaran batubara dengan metode thermogravimetry analysis. Batubara yang digunakan adalah *Blair Athol* (Batubara Australia), *Merit Pila* (Batubara Malaysia) dan *Tnito Harum* (Batubara Indonesia) penelitian ini dengan metode thermogravimetric diawali dari temperatur ruangan hingga mencapai 1000C. data turunan thermogravimetric kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan

reaksi Arrhenius orde pertama. Data dari sistem thermobalance kemudian diplotkan kedalam grafik hubungan temperatur dengan laju penurunan massa seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 grafik hubungan temperatur dengan laju penurunan massa. Dari gambar 2.6 diatas tersebut tiap tahap pembakaran dinotasikan dengan titik untuk mengetahui proses pembakaran. Titik ini dinyatakan dengan:

- ITVM (Initiation Temperature of Value Matter) adalah temperatur dimana volatile matter mulai keluar atau terlepas yang ditandai dengan penurunan massa yang meningkat. ITVM ditandai pada zona dimana laju pengurangan massa terbesar yang ditandai titik tertinggi dari grafik penurunan massa.
- ITFC (Initiation Temperature of Fixed Carbon) adalah temperatur dimana terjadi pengurangan massa terbesar yang ditandai titik tertinggi dari grafik pengurangan massa.
- PT (Peak of weight loss Temperature) adalah temperatur bahan bakar dimana laju pengurangan massa dari sampel mencapai nilai tertinggi yang ditandai dengan puncak dari kurva.
- BT (Burning out Temperature) adalah temperatur sampel dimana laju pengurangan massa berlangsung lambat dan cenderung stabil yang ditandai kurva yang sedikit mendatar.

2.4. Pengertian Arang dan Briket Arang

2.4.1. Arang

Arang adalah suatu residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang dan benda lainnya, arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan meyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya.

Arang adalah sisa-sisa abu gelap yang terdiri dari karbon dan setiap sisa abu yang diperoleh dengan menghapus air dan konstituen yang mudah menguap lainnya, dari hewan dan vegetasi zat. Arang ini biasanya dihasilkan oleh lambat pirolisis pemanasan kayu atau bahan lainnya tanpa adanya oksigen. Metode pembuatan arang ada 3, yaitu :

1. Metode konvensional

Pembuatan arang dengan cara ini di timbun merupakan cara tradisional banyak dilakukan dipedesaan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, arang yang dihasilkan biasanya digunakan untuk bahan bakar rumah tangga.

2. Metode kiln drum

Pembuatan arang ini umumnya digunakan untuk tujuan komersil. Dengan metode drum karbonisasi dapat diamati dan diawasi melalui pengaturan udara masuk dan tidak tergantung dari cuaca pada saat itu, suhu pengarangan dapat dicapai 400-1000C dengan waktu pengolahan 2-30jam.

3. Metode destilasi destruktif

Pembuatan arang dengan cara ini menggunakan alat yang bernama retort atau oven. Sistem pemanasan yang dilakukan di dalam atau di luar, pemanasan didalam dilakukan dengan sirkulasi gas panas yang inert (tidak bereaksi). Suhu maksimum pengolahan sekitar 400-500C, arang yang dihasilkan biasanya berbentuk batangan atau serbuk (Nurhayati dkk, 2000).

2.4.2 Briket Arang

Briket adalah sebuah blok bahan yang dapat dibakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket biomassa. Bahan baku briket diketahui dekat dengan masyarakat pertanian karena biomassa limbah hasil pertanian dapat dijadikan briket terutama briket yang dihasilkan dari biomassa dapat menggantikan bahan bakar fosil.

Tabel 2.2 Sifat briket arang buatan Jepang, Inggris, USA, dan Indonesia

Sifat-sifat arang briket	Jepang	Inggris	Amerika	SNI
Kadar air (moisture content) %	6-8	3,6	6,2	8
Kadar zat menguap (volatile matter) %	15-30	16,4	19-28	15
Kadar abu (ash) %	3-6	5,9	8,3	8
Kadar karbon terikat (fixed carbon) %	60-80	75,3	60	77
Nilai kalor (kal/g)	6000-7000	72889	6230	5000

(Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1994)

Menurut Seran (1990) dalam Isa, dkk (2012) briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori yang paling tinggi, dan dapat menyala dalam jangka waktu yang lama. Sedangkan menurut Marison, dkk (2015) briket arang merupakan arang kayu yang diubah bentuk, ukuran, dan kerapatan dengan cara pengepresan serbuk arang dengan campuran perekat. Hartoyo dan Tjutju (1976) membedakan tiga jenis arang yaitu :

1. Bahan arang yang dibuat pada suhu karbonisasi 400-700C banyak digunakan untuk pembuatan besi, silikon, serbuk hitam dan karbon bisulfida.
2. Bahan arang putih yang dibuat pada suhu karbonisasi diatas 700C digunakan dalam pembuatan karbon bisulfida, natrium sulfide, dan natrium sianida.
3. Bahan arang halus atau serbuk arang digunakan dalam pembuatan briket arang dan arang aktif.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket arang umumnya berasal dari limbah biomassa industri atau arang. Pembuatan briket arang dapat berasal dari arang batangan dan dapat dilakukan secara ekonomis tetapi memerlukan biaya tinggi untuk melakukan pembuatan serbuk arangnya (Soeparno, 1993).

2.5. Pembriketan Arang

Pembriketan adalah metode untuk mengubah material dengan densitas rendah menjadi material dengan densitas tinggi dengan mengkonversi bentuk menjadi bahan bakar padat. Tujuan pembriketan ini untuk menyeragamkan bentuk bahan bakar padat sehingga memiliki nilai karakteristik yang seragam. Briket memiliki sifat-sifat yang mempengaruhi kualitas bahan bakar yaitu sifat fisis dan kimia.

Manfaat pembriketan bahan bakar padat biomassa antara lain:

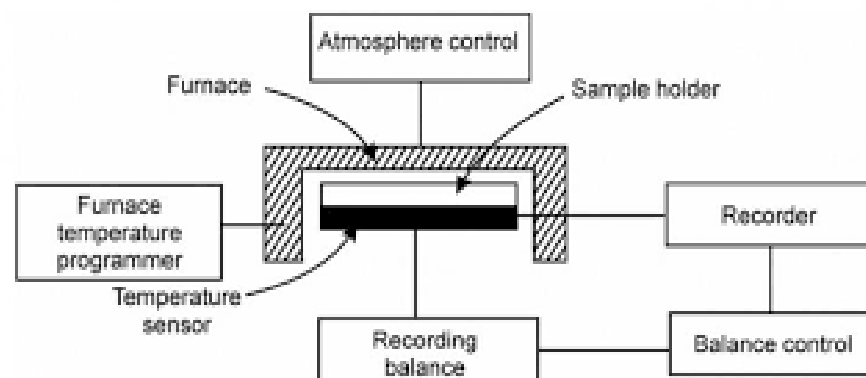
- a. Selama proses penyalaan dan pembakaran briket sangat sedikit menghasilkan asap.
- b. Minim kadar abu yang terbentuk (kurang dari 5% dari massa briket)
- c. Nilai kalor per unit volume meningkat.
- d. Meminimalisir bau yang ditimbulkan briket karena mengandung zat mudah menguap.
- e. Memudahkan pengangkutan dan penyimpanan.
- f. Briket tidak cepat habis terbakar.
- g. Mampu mengatasi masalah pembuangan limbah padat.

Pada umumnya Teknik pembriketan dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok berdasarkan pada besar tekanan briket (Grover dan Mishra, 1996) antra lain:

- Pembriketan tekanan tinggi ($1000 - 2500 \text{ kg/cm}^2$).
- Pembriketan tekanan medium ($500 - 1000 \text{ kg/cm}^2$) dengan pemanas.
- Pembriketan tekanan rendah ($250 - 500 \text{ kg/cm}^2$) dengan perekat.

2.6. *Thermogravimetric Analysis (TGA)*

Thermogravimetric Analysis (TGA) adalah metode untuk menganalisis stabilitas termal dan komponen zat volatile matter dengan merekam laju penurunan massa selama sampel diberi perlakuan panas. Metode ini biasa dilakukan dalam lingkungan oksidatif (udara atau oksigen bercampur) dengan gas inert seperti helium dan argon. Laju penurunan massa dicatat sebagai fungsi dari meningkatnya suhu, selaian itu TGA juga digunakan untuk memantau energi yang dilepas atau diserap saat proses pemanasan. Instrumentasi yang mengukur laju penurunan massa pada sampel di dalam sebuah ruang bakar dengan *thermocontroller* disebut *thermobalance*.



Gambar 2.7 Skema *thermobalance*

Dalam beberapa kasus, analisis TGA dilakukan dalam kondisi oksidatif (oksigen dan campuran gas inert). Pemilihan temperatur maksimum bertujuan untuk menstabilkan berat sampel pada akhir pengujian, hal ini menunjukkan

bahwa reaksi kimia selesai atau karbon telah terbakar habis. Pendekatan ini memberikan 2 indikasi yaitu kadar abu atau massa residu (M_{res}) dan suhu oksidasi (T_o). Penentuan temperatur oksidasi dapat ditentukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan penggunaan laju penurunan massa maksimum (dm/dT_{max}) dan temperatur oksidasi saat massa mulai berkurang (T_{onset}). Temperatur laju penurunan massa maksimum menandakan bahwa pada temperatur tersebut oksidasi berlangsung secara maksimum dan temperatur saat massa mulai berkurang menandakan bahwa oksidasi dimulai, ada dua alasan penggunaan model $T_o = dm/dT_{max}$ banyak diminati, pertama karena inisiasi laju penurunan massa berjalan secara bertahap (diatas temperatur 100C) menjadikan sulit dalam menentukan T_{onset} secara tepat. Inisiasi yang bertahap dipercaya karena zat yang mengandung karbon teroksidasi pada temperatur lebih rendah dari bahan yang terdapat pada nanotube, kedua laju penurunan massa akibat oksidasi karbon tertutup oleh kenaikan massa akibat katalisator oksidasi pada temperatur rendah.

Terdapat keanehan dari hasil pengamatan TGA dimana grafik penurunan massa berbalik pada absis dan kembali seperti semula. Fenomena tersebut akan mudah dijelaskan apabila grafik penurunan massa dan temperatur diplotkan terhadap waktu, pada grafik terlihat jelas meskipun mengalami penurunan massa yang tajam namun secara bersamaan terjadi fluktuasi dan kembali linier, hal ini menunjukkan adanya kemungkinan terjadinya pembakaran pada sampel dan melepaskan sebagian besar kalor secara tiba-tiba dan mengakibatkan kenaikan temperatur secara tajam diiringi hilangnya kalor dari turunnya temperatur.

2.7. Pengujian Proksimate

Pengujian proksimate adalah salah satu teknik analisis yang dapat dilakukan untuk mengetahui karakteristik biobriket. Analisis proksimate adalah analisis bahan bakar padat biomassa yang menghasilkan fraksi massa dari kadar air (*Moisture Content*), zat-zat yang mudah menguap (*Volatile Matter*), kadar karbon terikat (*Fixed Carbon*), dan kadar abu (*Ash*). Pengujian proksimate menggunakan standar pengujian ASTM D1762-84 tahun 2007.

a. Kadar air (*Moisture Content*)

Kadar air biobriket adalah kandungan air (H_2O) yang terkandung dalam suatu bahan bakar padat dan merupakan perbandingan massa kandungan air dalam biobriket dengan massa kering tamur dari biobriket setelah dikarbonisasi. Tingginya kandungan kadar air pada biobriket dapat menyebabkan penurunan nilai kalor, hal ini disebabkan karena panas yang digunakan untuk melakukan pembakaran digunakan untuk mengeluarkan kandungan air terlebih dahulu. Banyaknya kandungan air pada suatu bahan bakar padat dapat menyebabkan penurunan mutu bahan bakar dikarenakan:

1. Menurunkan nilai bakar karena memerlukan sejumlah panas untuk penguapan.
2. Menurunkan titik nyala bahan bakar padat.
3. Memperlambat proses pembakaran bahan bakar padat.
4. Menambah volume gas buang dan menimbulkan asap.

kadar air (*Moisture Content*) yang terkandung dalam bahan bakar padat biobriket dapat dinyatakan dalam dua macam yaitu, free moisture (uap air bebas) adalah uap air yang terkandung pada permukaan biobriket dan dapat menguap ketika dilakukan penjemuran, yang kedua inherent moisture (uap air terikat) adalah uap air yang terkandung dalam bahan bakar padat dan dapat ditentukan dengan memanaskan briket antara temperatur $104C - 110C$ selama satu jam.

b. Zat-zat yang mudah menguap (*Volatile Matter*)

Zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*) adalah salah satu zat yang keluar dari suatu bahan bakar padat yang dibakar selain air yang menjadi uap. Semakin banyak kandungan volatile matter pada bahan bakar padat maka akan semakin mudah terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat. Kandungan gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen (H), karbon monoksida (CO), dan metana (CH_4), tetapi kadang juga terdapat gas-gas yang tidak terbakar seperti CO_2 dan H_2O . banyakanya kadar volatile matter pada proses pembakaran akan menyebabkan penyalaan yang panjang dan menghasilkan banyak asap, sedangkan kadar volatile matter yang rendah akan menghasilkan asap yang sedikit yaitu berkisar antara 15% - 25%.

c. Kadar abu (*Ash*)

Kadar abu (*Ash*) adalah kadar zat yang tersisa setelah proses pembakaran yang tidak akan terbakar. Kadar abu sebanding dengan kandungan bahan bakar anorganik di dalam suatu bahan bakar padat. Abu terdiri dari bahan mineral seperti silika (SiO_2), kalsium (Ca), serta magnesium oksida (MgO) dan lain-lain. Banyak kandungan silika dapat menyebabkan penurunan kandungan kualitas nilai kalor yang dihasilkan.

d. Karbon terikat (*fixed carbon*)

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) adalah komponen utama yang digunakan dalam proses pembakaran, kadar karbon tidak menimbulkan gas ketika dibakar oleh karena itu sering juga disebut dengan karbon tetap.

2.8 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah besarnya panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat. Nilai kalor terdiri dari *Gross Heating Value* (GHV) atau nilai kalor atas dan *Nett Heating Value* (NHV) adalah panas yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu satuan besar bahan bakar padat atau cair, atau satu satuan volume bahan bakar gas pada tekanan tetap. Nilai bakar bawah atau *Nett Heating Valve* (NHV) atau *Lower Heating Value* (LHV) adalah panas yang besarnya sama dengan nilai panas atas dikurangi panas yang diperlukan oleh air yang terkandung dalam bahan bakar dan air yang terbentuk dari pembakaran bahan bakar. Besarnya nilai kalor dapat dirumuskan pada persamaan berikut ini :

$$HHV = \frac{(EE \times \Delta T) - (\text{Acid}) - (\text{Fulse})}{\text{Massa Bahan}}$$

dengan :

HHV = Highest Heating Value (kal/gram)

Acid = sisa abu 10 kal/gram

Fulse = Panjang kawat yang terbakar = 1cm = 1 kal/gram

ΔT = selisih suhu ($^{\circ}\text{C}$)

EE = 2401,459 kal/gram