

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tebu

Tebu (*saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan dan hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Dalam proses produksi di pabrik gula, ampas tebu dihasilkan sebesar 40 % dari setiap tebu yang diproses, dan hasil lainnya berupa tetes tebu (molase) dan air ampas tebu. Ampastebu memiliki serat kasar dengan kandungan lignin sangat tinggi (19.7 %) dengan kadar protein kasar rendah.



Gambar 2.1 Ampas Tebu

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30% berat tebu dengan kadar air sekitar 50%. Berdasarkan bahan kering ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (carbon) 47%, H (Hydrogen) 6,5%, O (Oxygen) 44% dan abu (Ash) 2,5%. Menurut rumus Pritzelwitz tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal. Kelebihan ampas (*bagasse*) tebu dapat membawa masalah bagi pabrik gula, ampas bersifat bulky (meruah) sehingga untuk menyimpannya perlu area yang luas. Ampas mudah terbakar karena di dalamnya terkandung air, gula, serat dan mikroba, sehingga bila tertumpuk akan terfermentasi dan melepaskan panas. Terjadinya kasus kebakaran ampas di beberapa pabrik gula diduga akibat proses tersebut. Ampas tebu sebagian besar mengandung ligno-cellulose. Panjang seratnya antara

1,7 mm sampai 2mm dengan diameter sekitar 20 mikr, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Bagasse mengandung air 48%-52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebageian terdiri atas selulosa, pentosan dan lignin

Komposisi kimia dari abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa yang dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Ampas Tebu

Kandungan Serat Ampas Tebu	Kadar Persentase (%)
Abu	3.82
Lignin	22.09
Selulosa	37.65
Sari	1.81
Pentosa	27.97
SiO ₂	3.01

Sumber : Wijayanti, R. 2009.

Bahan bakar boiler dari ampas tebu hampir digunakan setiap pabrik gula. Pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair, dan gas dari setiap proses produksi. Limbah padat yang dihasilkan berupa ampas tebu (*bagasse*), abu boiler dan blotong (*filter cake*). Selain dimanfaatkan sendiri oleh pabrik sebagai bahan bakar boiler, ampas tebu juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri kertas, *particleboard*, *fibreboard*, dan lain-lain (Indriani dan Sumiarsih, 1992).

Ampas tebu mudah terbakar karena di dalamnya terkandung air, gula, serat dan mikroba, sehingga bila tertumpuk akan terfermentasi dan melepaskan panas. Karakteristik dan kondisi ampas tebu yang seperti itu dapat diambil manfaatnya dengan dijadikan sebagai sumber energi alterative salah satunya digunakan sebagai bahan baku briket untuk meningkatkan kualitas pembakarannya. Ampas tebu selain dijadikan sebagai bahan bakar ketel dan dimanfaatkan oleh pabrik kertas sebagai pulp campuran pembuat kertas, di beberapa pabrik gula mencoba mengatasi kelebihan ampas dengan membakarnya secara berlebihan (inefisien). Sedangkan

ampas tebu yang dihasilkan oleh industri rumah tangga seperti penjual es tebu kebanyakan dibuang begitu saja.

2.2 Batubara

Batubara merupakan salah satu bahan galian dari alam. Batubara dapat didefinisikan sebagai Batuan sedimen yang terbentuk dari dekomposisi tumpukan Tanaman selama kira-kira 300 Juta tahun. Dekomposisi tanaman ini terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Perubahan yang terjadi dalam kandungan bahan tersebut disebabkan oleh adanya tekanan, pemanasan yang kemudian membentuk lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya memadat dan mengeras (Mutasim, 2007).

Pada dasarnya batubara terdiri dari tiga komponen yaitu karbon sebagai unsur utama, zat terbang (mineral organik dan anorganik), serta kadar air. Kandungan ini mempunyai komposisi yang berbeda setiap peringkat batubara. Batubara lignit biasanya ditandai dengan tingginya kandungan air dan zat terbang. Lignit merupakan batubara yang paling rendah, lignit berasal dari kata latin lignum yang berarti kayu. Warnanya coklat, strukturnya berlapis dan di dalamnya masih terlihat sisa kayu. Lignit kebanyakan berasal dari tumbuhan yang mengandung resin dan karena itu tinggi dalam kandungan kadar inherent dan zat terbangnya sampai 30%. Nilai kalornya berkisar (6300 – 8300 Btu/lb) atau (4800 – 5400 Kcal/kg) oleh karena itu kandungan kadar airnya tinggi dan nilai kalornya rendah (Dewi Agustin, 2005)



Gambar 2.2 Batubara

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam beberapa kelas yaitu:

a. Lignit Lignit

Merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah transisi dari jenis gambut ke batubara. Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu. Sifat batubara jenis lignit :

1. Warna hitam, sangat rapuh
2. Nilai kalor rendah, kandungan karbon sedikit
3. Kandungan air tinggi
4. Kandungan abu banyak
5. Kandungan sulfur banyak (Sukandarrumidi, 1995)

b. Sub-Bituminus

Batubara jenis ini merupakan peralihan antara jenis lignit dan bituminus. Batubara jenis ini memiliki warna hitam yang mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah. Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa batubara jenis sub-bituminus ini merupakan batubara tingkat rendah.

c. Bituminus

Batubara jenis ini merupakan batubara yang berwarna hitam dengan tekstur ikatan yang baik. Sifat batubara jenis bituminus:

1. Warna hitam mengkilat, kurang kompak
2. Nilai kalor tinggi, kandungan karbon relatif tinggi
3. Kandungan air sedikit
4. Kandungan abu sedikit
5. Kandungan sulfur sedikit

d. Antrasit

Antrasit merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca (Yunita, 2000). Sifat batubara jenis antrasit :

1. Warna hitam sangat mengkilat, kompak
2. Nilai kalor sangat tinggi, kandungan karbon sangat tinggi
3. Kandungan air sangat sedikit
4. Kandungan abu sangat sedikit
5. Kandungan sulfur sangat sedikit

Tabel 2.2 Jenis Jenis Batubara

No	Jenis	Nyala (Menit)	Nilai Kalor (kal/gr)
1	Antrasit	5-10	7.222 - 7.778
2	Semi Antrasit	9-10	5.100 - 7.237
3	Bitunimus	10-15	4.444 - 6.333
4	Sub-bituminus	10-20	4.444 - 6.111
5	Lignit	15-20	3.056 - 4.611

Sumber : *achmadinblog.wordpress.com*

Semakin tinggi kualitas batubara, maka kadar karbon akan meningkat, sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara bermutu rendah, seperti lignite dan sub-bituminous, memiliki tingkat kelembaban (moisture) yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga energinya juga rendah. Semakin tinggi mutu batubara, umumnya akan semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga kandungan energinya juga semakin besar.

2.3 Perekat

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembriketan maka diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan biobriket yang kompak. Berdasarkan fungsi dari perekat dan kualitas perekat itu sendiri, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut (Oswan Kurniawan et al., 2008 dalam Ade Kurniawan, 2013). Adapun karakteristik bahan baku perekatan untuk pembuatan biobriket adalah sebagai berikut :

- a. Memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampur dengan semikokas atau batubara.
- b. Mudah terbakar dan tidak berasap.
- c. Mudah didapat dalam jumlah banyak dan murah harganya.
- d. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

Penambahan konsentrasi perekat memperkuat ikatan antara molekul penyusun briket, sehingga mengurangi porositas briket. Sedangkan untuk mempertahankan nyala api saat pembakaran dibutuhkan oksigen yang cukup. Semakin banyak pori-pori pada briket memberi ruang lebih untuk jalan masuknya oksigen, sehingga pembakaran yang terjadi semakin baik dan memberikan laju pembakaran yang besar. Sebaliknya, ikatan antar molekul yang semakin kuat dengan bertambahnya konsentrasi perekat mengurangi porositas briket dan menurunkan laju pembakarannya (Samsinar, 2014).

2.3.1 Tepung Tapioka

Tapioka adalah tepung pati yang diekstrak dari umbi singkong. Tepung tapioka juga mempunyai beberapa sebutan lain, seperti tepung singkong atau tepung kanji, dan tepung aci. Pada umumnya tepung tapioka dibagi menjadi dua, yaitu tapioka halus dan tapioka kasar. Pembuatan tepung tapioka halus biasanya dari tapioka kasar yang mengalami penggilingan kembali. (Koswara, 2009).

Tepung kanji/tapioka yang bahan dasarnya dari singkong bisa menjadi bahan perekat yang baik untuk briket karena mengandung amilosa dan amilopektin serta lem kanji memiliki sifat tidak berbau, tidak beracun, tidak berbahaya dan mudah didapatkan. Tepung tapioka dipilih untuk pembuatan briket karena mempunyai viskositas atau kekentalan yang tinggi. Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi kimia tepung kanji

Bahan Penyusun	Jumlah	Bahan Penyusun	Jumlah
Air (gr)	14,0	Fosfor (mg)	13,0
Protein (gr)	0,7	Besi (mg)	1,3
Lemak (gr)	0,2	Vitamin A	0,01
Karbohidrat (gr)	84,7	Riboflavin	-
Thiamin	-	Niasin	-
Kalsium (mg)	11,0	Asam askorbat	-
Serat (gr)	0,2	Abu (gr)	0,4
Kalori (cal)	353,0	-	-

Sumber : *Jurnal Teknik Kimia No. 1 Vol 18, Januari 2012*

2.3.2 Maizena (Pati Jagung)

Maizena merupakan pati yang didapatkan dari proses pelepasan granula pati dari matriks protein dan komponen lain melalui proses penggilingan basah yang meliputi tahap pembersihan, perendaman (sleeping), penggilingan, pemisahan dengan ayakan, sentrifugasi, dan pencucian untuk mendapatkan pati yang bersih. (Koswara, 2009) Penggunaan pati jagung sangat luas baik untuk bahan pangan maupun non pangan .

Sebagai bahan pangan biasanya digunakan untuk pembuatan sirup jagung fruktosa tinggi. Sebagai bahan non pangan biasanya digunakan di industri kertas, tekstil dan untuk bahan perekat. Tepung maizena sekarang sudah menjadi hal yang sangat mudah ditemui di sekitar kita, oleh sebab itu dalam pengamanan bahan dan makanan maka ada suatu standar mutu yang diterbitkan pihak berkaitan.

Tabel 2.4 Komposisi kimia Maizena (Pati Jagung)

Bahan Penyusun	Jumlah	Bahan Penyusun	Jumlah
Air (gr)	14,0	Fosfor (mg)	1,5
Protein (gr)	0,3	Besi (mg)	30
Lemak (gr)	0	Vitamin A	0,01
Karbohidrat (gr)	85	Riboflavin	-
Thiamin	-	Niasin	-
Kalsium (mg)	20	Asam askorbat	-
Serat (gr)	0,2	Abu (gr)	0,4
Kalori (cal)	343,0	-	-

(Sumber: Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DIY tahun 2012)

2.3.3 Tetes Tebu

Tetes tebu (molase) adalah hasil samping yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Hasil samping ini cukup berpotensi karena masih mengandung gula 50%-60% selain sejumlah asam amino, dan mineral.

Tabel 2.5 Kandungan dalam Tetes Tebu

Kandungan	Persentase
Air	20%
Sukrosa	30% - 40%
Dektrosa (Glukosa)	4% - 9%
Laevulosa (Fruktosa)	5% - 12%
Karbohidrat	2% - 5%
Abu	4%
Unsur nitrogen	12%
Unsur bukan nitrogen	4,5%
Lilin, sterol, phosfolipid	0,5%
Pigmen	0,4%

(Sumber :Hambali, 2007)

2.4 Biobriket

Briket merupakan konversi dari sumber energi padat berupa batubara yang dibentuk dan dicampur dengan bahan baku lain sehingga memiliki nilai kalor yang lebih rendah daripada nilai kalor batubara itu sendiri. Batubara dan campuran lain yang digunakan untuk membuat briket akan melalui proses pembakaran tidak sempurna sehingga tidak sampai menjadi abu atau biasa disebut dengan proses pengarangan (karbonisasi). Selanjutnya arang tersebut dicampur dengan perekat, dipadatkan dan dikeringkan kemudian disebut sebagai briket.

Kualitas briket yang baik adalah yang memiliki kandungan karbon yang besar dan kandungan sedikit abu. Sehingga mudah terbakar, menghasilkan energi panas yang tinggi dan tahan lama. Sementara Briket kualitas rendah adalah yang berbau menyengat saat dibakar, sulit dinyalakan dan tidak tahan lama. Jumlah kalori yang baik dalam briket adalah 5000 kalori dan kandungan abunya hanya sekitar 8% (Sofyan Yusuf, 2013).

Briket memiliki karakteristik secara umum yaitu tidak lembab, bewarna hitam, tidak berjamur, mempunyai berbagai macam bentuk yaitu : bulat, sarang tawon, pipa kecil, dan cekung. Ketika dinyalakan, briket tidak mengeluarkan asap dan api berwarna kebiruan serta tidak berbau. Kelebihan penggunaan biobriket limbah biomassa antara lain: biaya bahan bakar lebih murah, tungku dapat

digunakan untuk berbagai jenis briket, lebih ramah lingkungan (green energy), merupakan sumber energi terbarukan (renewable energy), membantu mengatasi masalah limbah dan menekan biaya pengelolaan limbah.

Briket memiliki dua jenis dalam segi cara pembuatannya yaitu dengan cara karbonasi dan nonkarbonasi:

- a. Briket dengan Karbonasi Briket dengan cara karbonasi ialah membakar bahan baku briket dengan tujuan untuk menghilangkan bahan yang mudah terbang dan menguap sehingga akan menghasilkan bahan briket berupa arang yang nantinya akan dihaluskan dan di proses menjadi briket
- b. Briket dengan Nonkarbonasi Briket dengan cara nonkarbonasi ialah pembuatan briket secara langsung tanpa membakar bahan baku terlebih dahulu. Dimana bila menggunakan cara ini nantinya bahan yang mudah terbang masih akan tertinggal di bahan baku dan bisa menimbulkan asap.

Bentuk briket dan ukuran briket bermacam-macam, ada yang berbentuk, silinder, sarang tawon, kubus, dll. Untuk ukuran briketnya sendiri disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing Briket merupakan bahan bakar padat yang harus ditelaah mengenai spesifikasinya pada hal nilai kalor (heating value), kadar abu (ash content), kadar air (moisture), kadar zat terbang (volatile matter), dan fixed carbon.



Gambar 2.3 Biobriket

Kualitas briket yang baik adalah yang memiliki kandungan karbon yang besar dan kandungan sedikit abu. Sementara briket yang berkualitas rendah adalah

briket yang berbau menyengat saat dibakar, sulit dinyalakan dan nyala api tidak tahan lama. Standar mutu briket menurut SNI No 01-6235-2000 dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Standar Mutu Briket Menurut SNI No 01-6235-2000

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air b/b	%	Maksimum 8
2	Kadar abu	%	Maksimum 15
3	Karbon terikat	%	Maksimum 77
4	Nilai kalor	cal/gr	Minimum 5000

(Sumber : Prabowo, 2018)

2.5 Karbonisasi (Pengarangan)

Proses pembakaran merupakan reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen (O₂) dari udara. Menurut ketersediaan oksigennya, proses pembakaran dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna (Darmansyah Dalimunthe, 2006). Pembakaran sempurna terjadi apabila terdapat cukup oksigen (O₂) yang dapat membakar bahan bakar yang tersedia sehingga menghasilkan karbon dioksida dan air, suatu proses pembakaran dapat dikatakan sempurna apabila diperoleh abu sebagai residunya. Sedangkan proses pembakaran tidak sempurna terjadi apabila ketersediaan oksigen (O₂) yang ada tidak mencukupi untuk membakar habis semua bahan bakar yang ada. Proses pembakaran tidak sempurna ini sering pula disebut sebagai proses pengarangan, karena residu yang dihasilkan dari proses ini berupa arang.

Karbonisasi adalah proses pemecahan selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 2750C. (Tutik M dan Faizah H, 2001). Proses pirolisis berlangsung dalam dua tahapan yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer terdiri dari proses cepat yang terjadi pada suhu 50 – 3000C, dan proses lambat pada suhu 300 – 4000C. Proses pirolisis primer cepat menghasilkan arang, berbagai gas, dan H₂O. Sedangkan proses lambat menghasilkan arang, H₂O, CO, dan CO₂. Pirolisis sekunder merupakan proses pirolisis yang berlangsung pada suhu lebih dari 6000C dan terjadi pada gas – gas hasil, serta menghasilkan CO, H₂, dan hidrokarbon (Pari 2004). Penilaian kualitas arang dilakukan berdasarkan :

Ukuran meliputi : batangan, halus, atau pecah.

- a. Sifat fisik meliputi, warna, bunyi, nyala, kekerasan, kerapuhan, nilai kalor, dan berat jenis.
- b. Analisis arang, meliputi : kadar air, kadar abu, karbon sisa, dan zat mudah menguap.
- c. Suhu maksimum pengarangan dan kemurnian arang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi :

1. Waktu karbonisasi, bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat. Waktu karbonisasi berbeda-beda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah. Misalnya tempurung kelapa memerlukan waktu 3 jam (BPPI Bogor, 1980), sekam padi kira-kira 2 jam (Joni TL ,1995) dan tempurung kemiri 1 jam (Bardi M dan A Mun'im,1999).
2. Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, karbon yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan. Untuk tempurung kemiri suhu karbonisasi 4000C (Bardi M dan A Mun'im, 1999), dan tempurung kelapa suhu karbonisasi 6000C (BPPI Bogor, 1980).

2.6 Alat Pencetak Briket

Alat pencetak briket memberikan tekanan pada saat proses pembriketan sehingga briket memiliki dimensi dan bentuk yang seragam. Namun semakin tinggi tekanan pembriketan membuat laju pembakaran briket akan menurun. Hal ini terjadi karena tekanan pembriketan yang tinggi membuat butir-butir briket semakin menyatu dan semakin rapat sehingga hanya sedikit udara yang terjebak di dalam briket serta membuat pori-pori (porositas) briket mengecil (Nugraha, dkk, 2017). Dengan menggunakan sebuah sistem pada alat pencetak briket sehingga dapat mengontrol tekanan pada saat proses pembriketan.

Saat ini alat yang sudah banyak dipasaran menggunakan sistem hidrolis dan *screw*. Pada sistem hidrolis menggunakan fluida cair bertekanan. Fluida cair pada

sistem hidrolis bersifat mudah tercemar oleh kotoran yang menyebabkan peralatan hidrolis menjadi cepat rusak.

Alat pencetak briket yang berteknologi pneumatik merupakan alat yang dapat bekerja (bergerak) dengan memanfaatkan tekanan udara dari kompresor yang bekerja pada tekanan 6-8 bar sebagai fluida penggerak, pengatur, pengendali, dan penghubung sistem kerja silinder pneumatik. Pada alat pencetak briket sistem pneumatik, memanfaatkan silinder pneumatik yang memiliki komponen berupa piston. Ketika udara bertekanan dari kompresor mengenai piston tersebut maka piston akan bergerak dan mendorong batang penumbuk (*Shaft*).

Keuntungan sistem kerja pneumatik adalah ketersediaan udara yang tidak terbatas, mudah disalurkan, fleksibilitas, aman, bersih dan dapat dengan mudah untuk diatur. Selain itu dengan menggunakan alat pencetak briket sistem pneumatik, dapat mencetak lebih banyak briket dalam waktu singkat seperti pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu 36 buah/menit (Alfauzi., dkk, 2015).

2.7 Pengujian Biobriket

2.7.1 Kadar Air (*Moisture Content*)

Kadar air briket sangat mempengaruhi nilai kalor atau nilai panas yang dihasilkan. Tingginya kadar air akan menyebabkan penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran (D. Patabang, 2011).

Untuk menghitung kadar air dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air, \%} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

(ASTM D-3173-03)

Dimana:

a = Massa awal briket (gram)

b = Massa briket setelah pemanasan (gram)

2.7.2 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan

massa atau volume bahan bakar tersebut. Analisa nilai kalor suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang energi kalor yang dapat dibebaskan oleh suatu bahan bakar dengan terjadinya reaksi atau proses pembakaran (Tjokrowisastro dan Widodo, 1990).

Kalor adalah energi yang dipindahkan melintasi batas suatu sistem yang disebabkan oleh perbedaan temperatur antara suatu sistem dan lingkungannya. Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan alat bom kalorimeter yang telah disetujui oleh ASTM yang dapat dengan cepat dan tepat menentukan nilai kalor dari bahan bakar berupa padat maupun cair.

Automatic bomb calorimeter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur bahan pembakaran atau daya kalori dari suatu material. *Automatic bomb calorimeter* dapat digunakan untuk mengukur beberapa aplikasi dan telah dirancang sehingga sesuai dengan ISO, DIN dan standard internasional lainnya. Satuan yang digunakan pada *automatic bomb calorimeter* adalah kalori/gram, karena kalori merupakan unit untuk mengukur energi kimia (INFIC, 1997). Adapun cara menggunakan alat tersebut yaitu menimbang sampel seberat 1 gram kemudian diletakkan pada cawan khusus untuk bom kalorimeter. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam *vessel* dan ditutup. Selanjutnya temperatur sebelum dan sesudah serta hasil nilai akan langsung terbaca di layar komputer.

2.7.3 Kadar Abu (*Ash Content*)

Senyawa yang banyak terkandung dalam abu hasil pembakaran briket adalah silikat. Kandungan silikat yang tinggi menunjukkan kadar abu yang tinggi dalam briket. Kadar abu yang terkandung pada briket akan mempengaruhi nilai kalornya. Semakin tinggi kadar abu yang terkandung dalam briket maka semakin rendah nilai kalornya (Nursyiwana and Nuryetti, 2005). Untuk menghitung kadar abu dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Abu} = \frac{D}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

(ASTM D-3174-12)

Keterangan:

D = bobot abu (g)

A = bobot sampel (g)