

PERBANDINGAN PEMBAKARAN PIROLISIS DAN KARBONISASI PADA BIOMASSA KULIT DURIAN TERHADAP NILAI KALORI

Kemas Ridhuan, Joko Suranto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15A Metro, Lampung
kmsridhuan@yahoo.co.id, jokosuranto123@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan energi yang terus meningkat dan ketersediaan bahan bakar yang menipis memaksa manusia untuk mencari sumber alternative bahan bakar. Oleh karena itu, perlu diadakan suatu penelitian untuk memperoleh bahan bakar alternative yang dapat diperbarui seperti kulit durian, limbah kulit durian yang selama ini tidak termanfaatkan dengan baik, karena karakternya yang sukar terurai sehingga berpotensi menjadi salah satu limbah hayati yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karenanya diperlukan usaha untuk memanfaatkan sampah kulit durian sebagai bahan bakar alternative menggunakan metode pirolisis dan karbonisasi pada waktu penelitian ini dilakukan perlakuan yang sama untuk mengetahui perbedaannya. Pirolisis adalah proses *dekomposisi* suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas, sedangkan karbonisasi ialah proses pembakaran yang dilakukan tanpa titik temperatur tertentu udara yang masuk tidak terbatas, tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses pirolisis dan karbonisasi pada sampah kulit durian terhadap nilai kalori yang dihasilkan. Penelitian dilakukan di Kampus II Universitas Muhammadiyah Metro. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pirolisis dan karbonisasi, dalam proses pirolisis dengan menambahkan tabung pitot dan karbonisasi tanpa menggunakan tabung pitot. Hasil penelitian dengan metode pirolisis didapatkan temperatur tertinggi pada pitot sebesar 398⁰C pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dari 3 kg bahan baku menghasilkan arang 1 kg (33,33%) dan dari 12 kg bahan bakar menyisakan arang 4 kg (33,33%) dihasilkan nilai kalor sebesar 5609,453 Cal/gr, sedangkan pada penelitian dengan metode karbonisasi dihasilkan temperatur pada api sebesar 443⁰C pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dari 12 kg bahan baku menghasilkan arang 3,5 kg (29,16%) pada proses karbonisasi menghasilkan nilai kalor sebesar 3418,9846 Cal/gr.

Kata Kunci: Pirolisis, Karbonisasi, Kulit Durian, kalor

Latar Belakang

Dalam ragam teknologi di era sekarang mempunyai fungsi yang sangat penting dalam kehidupan sehari – hari. Namun, seiring dengan teknologi – teknologi baru yang bermunculan, timbul masalah yang seharusnya tidak muncul, yang dapat berakibat kepada kehidupan di masyarakat luas. Sebagai contoh, dampaknya saat ini yang dirasakan yaitu kelangkaan bahan bakar sampai pada isu kenaikan harga bahan bakar fosil. Ranah baru yang mampu menggantikan fungsi dari bahan

bakar fosil tersebut, sebagai upaya untuk mengendalikan konsumsi bahan bakar fosil. Bahan bakar merupakan suatu material yang apabila diberi sifat panas dapat terbakar dan mengeluarkan energi panas.

Sumber energi digolongkan menjadi dua kelompok besar antara lain energi konvensional yaitu energi yang diambil dari sumber yang ketersediannya sangat terbatas di bumi yang tidak dapat digenerasi, misal bahan bakar fosil. Selain itu terdapat juga energi terbarukan yaitu

energi yang dihasilkan dari sumber alami yang ketersediaannya akan terus melimpah dan dapat dipulihkan setelah digunakan, misal matahari, air dan angin serta biomassa.

Sebenarnya terdapat banyak alasan untuk memilih energi terbarukan dibandingkan bahan bakar fosil, tetapi perlu dipahami bahwa energi terbarukan masih belum cukup siap untuk sepenuhnya menggantikan bahan bakar fosil. Hal ini terutama dikarenakan energi terbarukan masih menjadi pilihan energi yang dimungkinkan secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil, dan dengan demikian banyak negara, terutama negara berkembang, tetap menggunakan bahan bakar fosil yang lebih murah seperti batubara.

Landasan Teori

1. Energi Biomassa

Biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan beberapa mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering kira-kira 75%), lignin (sampai dengan 25%) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda. Keuntungan penggunaan biomassa untuk sumber bahan bakar adalah keberlanjutannya, diperkirakan 140 juta ton *matrik* biomassa digunakan pertahunnya. Keterbatasan dari biomassa adalah banyaknya kendala dalam penggunaan untuk bahan bakar kendaraan bermobil.

2. Pembakaran

Pembakaran adalah suatu runutan reaksi kimia antara suatu bahan bakar dan suatu oksidan, disertai dengan produksi panas yang kadang disertai cahaya dalam bentuk pendar atau api. Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan

menimbulkan panas atau nyala : Bahan bakar padat + O₂ Gas buang + abu - ΔH. Noncarbonisasi merupakan proses pembakaran sempurna karena terjadi dengan pemberian udara atau adanya udara yang masuk, pembakaran metana merupakan reaksi pembakaran sempurna, karena menghasilkan karbon dioksida dan air.

Dalam suatu reaksi pembakaran akan menghasilkan panas dan menaikkan suhu, besar suhu yang dihasilkan pada pembakaran nonkarbonisasi dari berbagai limbah pertanian dapat mencapai suhu 430°C. Sementara itu Jamilatun (2013) mengatakan proses pirolisis dilaksanakan dalam suatu reaktor pada suhu 350°C – 400°C diikuti dengan kondensasi dalam kondensor berpendingin air, sehingga dihasilkan asap cair.

3. Pirolisis

Pirolisis adalah proses *dekomposisi* suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses *dekomposisi* pada pirolisis ini juga sering disebut dengan *devolatilisasi*.

Pirolisis atau bisa di sebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan berupa campuran tar dan beberapa zat lainnya. Produk lain adalah gas berupa karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan beberapa gas yang memiliki kandungan kecil. Hasil pirolisis berupa tiga jenis produk yaitu padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil). Dan umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya, Demirbas (2005). Temperatur pirolisis untuk mereduksi sampah dicapai secara optimal

4. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan metode atau teknologi untuk memperoleh arang sebagai produk utama dengan memasukan biomassa padat seperti kulit durian, kayu,

sekam padi dll. Pada 400-600⁰C, hal ini dapat menghasilkan tar, asam pyroligneus dan gas mudah terbakar sebagai hasil samping produk. Dalam kasus diskriminasi dari “destilasi kering” merupakan terminologi yang digunakan. Karbonisasi umumnya berarti pembuatan arang meskipun itu merupakan istilah termasuk destilasi kering.

karbonisasi merupakan suatu proses konversi dari suatu zat organik ke dalam karbon atau residu yang mengandung karbon dalam proses pembuatan arang berkarbon, karbonisasi dilakukan dengan membakar kulit durian untuk menghilangkan kandungan air atau content dan material-material lain dalam kulit durian yang tidak dibutuhkan oleh arang seperti hidrogen dan oksigen atau material yang menguap.

5. Nilai Kalor

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 kalorimeter. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan benamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan suhu kalorimeter naik. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator.

6. Kadar Abu

Abu dalam hal ini merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran briket. Salah satu penyusun abu adalah silika, 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. Penelitian lain yang dilakukan oleh Gandhi (2010) menyebutkan bahwa walaupun kadar abu dari briket yang tanpa perekat atau 0% adalah yang paling tinggi, ternyata nilai kalornya yang paling tinggi.

7. 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.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan eksperimen, pada tahapan pertama penelitian akan difokuskan kepada rincian alat yaitu mengenai temperatur tungku bakar, tabung pitot tabung utama dan kebutuhan udara yang masuk pada saat proses pembakaran. Selanjutnya tahapan kedua mengenai hasil dari pembakaran tersebut dengan melakukan perbandingan waktu massa jenis bahan awal dan akhir. Selanjutnya tahapan ketiga yaitu mengetahui pengaruh proses dan karakteristik pirolisis dan karbonisasi pada sampah kulit durian. Uji karakteristik produk dan melakukan perbandingan nilai kalor, adapun tahapan-tahapannya ialah sebagai berikut :

1) Persiapan alat dan bahan

Melakukan instalasi sensor termokopel pada alat yang telah ditentukan titik-titiknya. Setelah peralatan instalasi selesai, kemudian siapkan bahan yang akan digunakan dan melakukan penimbangan bahan baku untuk penelitian.

- 2) Tahapan pengujian
 - a. Proses pertama isi tabung pitot dengan bahan baku kulit durian dan isi tabung reaktor sebagai bahan bakar dalam proses pirolisis.
 - b. Proses kedua isi tabung reaktor sebagai bahan baku dan sebagai bahan bakar dalam proses karbonisasi.
 - c. Kemudian lakukan pengaturan udara yang masuk melalui pintu tungku bakar.
 - d. Setelah tabung reaktor terisi biomassa, siram sedikit minyak tanah untuk mempermudah saat proses pembakaran.
 - e. Nyalakan api pada bagian yang telah tersiram minyak tanah
 - f. Apabila api sudah telah dinyatakan benar-benar hidup membakar bahan bakar kemudian tuangkan seperempat bahan bakar dan masukan tabung pitot lalu tuang kembali bahan bakar sesuai kapasitas tabung reaktor tersebut hingga tabung pitot terselimuti oleh bahan bakar untuk proses pirolisis.
 - g. Apabila api telah dinyatakan benar-benar hidup membakar bahan baku tuangkan semua semua bahan baku disamakan sesuai dengan kapasitas berat pada bahan bakar pada waktu proses pirolisis untuk yang karbonisasi.
 - h. Lakukan pencatatan kenaikan temperatur pada tiap-tiap titik setiap kenaikan waktu per 10 menit.
 - i. Setelah selesai proses pembakaran, keluarkan arang dari alat pembakaran kemudian timbang massa arang yang telah dihasilkan.

3) Nilai kalor

- a. Uji kalor dilakukan dengan menggunakan bom kalorimeter. Hal tersebut digunakan untuk memperoleh keakurasian dari nilai.
- b. Melakukan perbandingan kualitas produk berdasarkan penelitian yang

telah diperoleh dengan berdasarkan pada ketentuan yang berlaku.

Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan penelitian maka di kumpulkan data-data yang di peroleh dari hasil pembakaran dengan menggunakan bahan bakar kulit durian, bahan bakar yang di gunakan untuk proses pembakaran sebanyak 12 kg, udara yang masuk ke dalam ruang bakar adalah udara tetap memakai bukaan $\frac{1}{2}$.

Tabel 1. Hasil penelitian pirolisis

No	Waktu (menit)	Dinding luar (t1) ^o c	Dinding dalam (t2) ^o c	Dinding luar pitot (t3) ^o c	Dalam pitot (t4) ^o c	Api (t5) ^o c
1	00	37	37	37	37	37
2	10	38	49	50	48	71
3	20	62	73	75	69	91
4	30	105	117	125	112	140
5	40	135	201	220	154	200
6	50	154	228	253	215	275
7	60	181	281	283	278	314
8	70	190	299	395	312	399
9	80	224	371	407	355	411
10	90	238	384	415	398	429

Proses penelitian pirolisis menggunakan bahan bakar kulit durian dengan bukaan $\frac{1}{2}$ menghasilkan beberapa data yang paling tinggi temperturnya pada dinding luar 238^oC pada menit ke 90, temperatur pada dinding dalam sebesar 384^oC pada menit ke 90, temperatur pada dinding luar pitot sebesar 415^oC pada menit ke 90, temperatur dalam pitot sebesar 398^oC pada menit ke 90, sedangkan temperatur pada api sebesar 429^oC pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dari 3 kg bahan baku menghasilkan arang 1 kg (33,33%) dan dari 12 kg bahan bakar menyisakan arang 4 kg (33,33%).

Tabel 2. Hasil penelitian karbonisasi

No	Waktu (menit)	Dinding luar (t1) ^o c	Dinding dalam (t2) ^o c	Udara (t3) ^o c	Api (t4) ^o c	Cerobong (t5) ^o c
1	00	37	37	37	37	37
2	10	71	83	65	90	69
3	20	87	109	81	148	75
4	30	115	155	94	183	90
5	40	134	200	106	214	105
6	50	181	243	130	273	131
7	60	199	298	137	310	146
8	70	224	345	145	392	153
9	80	238	389	152	415	158
10	90	241	437	173	443	169

Proses penelitian karbonisasi menggunakan bahan bakar kulit durian dengan bukaan $\frac{1}{2}$ menghasilkan beberapa data yang paling tinggi temperaturnya pada dinding luar 241^oC pada menit ke 90, temperatur pada dinding dalam sebesar 437^oC pada menit ke 90, temperatur pada udara sebesar 173^oC pada menit ke 90, temperatur api sebesar 443^oC pada menit ke 90, sedangkan temperatur pada cerobong sebesar 169^oC pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dengan menyisakan arang 3,5 kg (29,16%).



Gambar 1. Perbandingan Nilai Kalor Pirolisis dan karbonisasi

Pengujian nilai kalor dilakukan untuk mengetahui nilai kalor yang terkandung dalam proses pirolisis dan karbonisasi, nilai kalor adalah nilai yang menyatakan jumlah panas yang terkandung dalam bahan bakar, nilai kalor tersebut merupakan kualitas utama untuk suatu bahan bakar. Dilihat dari hasil pengujian di atas bahwa perbandingan pirolisis dan karbonisasi, menghasilkan nilai kalor yaitu

pirolisis 5726,1789 Cal/gr dan karbonisasi 3418,9846 Cal/gr jadi nilai kalor yang tertinggi adalah proses pirolisis.

1. Pirolisis

Pirolisis adalah proses *dekomposisi* suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses *dekomposisi* pada pirolisis ini juga sering disebut dengan *devolatilisasi*. Produk utama dari pirolisis yang dapat dihasilkan adalah arang (*char*), minyak, dan gas. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat additif atau campuran dalam bahan bakar. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif.

Proses pirolisis merupakan proses pengarangan dengan menggunakan udara terbatas. Artinya pada suatu sistem tertutup dengan panas tinggi. Proses pirolisis juga disebut sebagai metode dalam pengarangan briket, perbedaannya temperatur yang dipakai lebih dari 200 °C.

Proses penelitian pirolisis menggunakan bahan bakar kulit durian menghasilkan beberapa data yang paling tinggi temperaturnya pada dinding luar 238^oC pada menit ke 90, temperatur pada dinding dalam sebesar 384^oC pada menit ke 90, temperatur pada dinding luar pitot sebesar 415^oC pada menit ke 90, temperatur dalam pitot sebesar 398^oC pada menit ke 90, sedangkan temperatur pada api sebesar 429^oC pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dari 3 kg bahan baku menghasilkan arang 1 kg (33,33%) dan dari 12 kg bahan bakar menyisakan arang 4 kg (33,33%) dihasilkan nilai kalor sebesar 5609,453 Cal/gr.

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses konversi dari suatu zat organik ke dalam karbon atau residu yang mengandung karbon dalam proses pembuatan arang

berkarbon, karbonisasi dilakukan dengan membakar kulit durian untuk menghilangkan kandungan air atau content dan material-material lain dalam kulit durian yang tidak dibutuhkan oleh arang seperti hidrogen dan oksigen atau material yang menguap, proses penelitian karbonisasi menggunakan bahan bakar kulit durian menghasilkan beberapa data yang paling tinggi temperaturnya pada dinding luar 241°C pada menit ke 90, temperatur pada dinding dalam sebesar 437°C pada menit ke 90, temperatur pada udara sebesar 173°C pada menit ke 90, temperatur api sebesar 443°C pada menit ke 90, sedangkan temperatur pada cerobong sebesar 169°C pada menit ke 90 lamanya bahan bakar habis 90 menit dari 12 kg bahan baku menghasilkan arang 3,5 kg (29,16%) pada proses karbonisasi menghasilkan nilai kalor sebesar 3418,9846 Cal/gr.

Dari hasil uji kalor dengan menggunakan kedua metode tersebut dengan perlakuan yang sama ternyata memberikan pengaruh antara besarnya nilai kalor yang dihasilkan, yaitu perbedaan nilai kalor antara metode pirolisis dan metode karbonisasi. Metode pirolisis menghasilkan nilai kalor lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor yang dihasilkan oleh metode karbonisasi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian dapat di simpulkan bahwa:

1. Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi
 - a. Pembakaran pirolisis yang di dalam pitot menghasilkan temperatur tertinggi yaitu 398°C dari 3 kg bahan baku menghasilkan arang 1 kg (33,33%) dan dari 12 kg bahan bakar menyisakan arang 4 kg (33,33%) dihasilkan nilai kalor sebesar 5726,1789 Cal/gr.
 - b. Pembakaran karbonisasi yang di api menghasilkan temperatur tertinggi 443°C dari 12 kg bahan

baku menghasilkan arang 3,5 kg (29,16%) pada proses karbonisasi menghasilkan nilai kalor sebesar 3418,9846 Cal/gr.

2. Karakteristik pirolisis dan karbonisasi
 - a. Pirolisis menghasilkan dua arang yang berbeda yaitu dari tabung pitot dan bahan bakar sedangkan karbonisasi hanya menghasilkan satu jenis arang saja.
 - b. Dari perbandingan pirolisis dan karbonisasi menghasilkan nilai kalor yang tertinggi adalah proses pirolisis.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, penulis memiliki beberapa saran yang mungkin bisa dikembangkan lebih baik lagi, diantaranya:

1. Pada alat pembuat arang yang harus di perhatikan pada tutup tabung karena dalam proses pembakaran agar asap tidak menyebar.
2. Alat Perlu di rapatkan pada tutup tabung supaya asap tidak keluar dari sela-sela.
3. Di harapkan asap yang dihasilkan pada saat proses pembakaran pirolisis di proses untuk dijadikan bio oil.

Daftar Pustaka

- [1] Contained Energy Indonesia.2010. *Buku Panduan Energi Yang Terbarukan, Pembangunan Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri*.Kementrian Dalam Negeri; Indonesia.
- [2] Feri Puji Hartanto. 2012. *Optimasi Kondisi Operasi Pirolisis Sekam Padi Untuk Menghasilkan Bahan Bakar Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Teknik Kimia, Universitas Diponegoro ; Semarang.

- [3] Gandhi Subroto dan Pangkerego. 2010. *Pengaruh Kuantitas Bahan Perekat Pada Bahan Bakar Briket Bioarang*. Teknik Kimia, Universitas Diponegoro ; Semarang.
- [4] Hartoyo. 1983. *Pembuatan Briket Dari Limbah Pertanian*. Jurusan Teknologi Industri, ITB ; Bandung.
- [6] Jalal Rosyidi Soelaiman. 2013. *Perbandingan Karakteristik Antara Briket – Briket Berbahan Dasar Sekam Padi Sebagai Energi Terbarukan*. Jurusan Fisika, Universitas Jember.
- [7] Joko, Santoso,2010. *Uji Sifat Minyak Pirolisis Dan Uji Performasi Kompor Berbahan Bakar Minyak Pirolisis Dari Sampah Plastik*.
- [8] Ragil Purwaningsih. 2007. *Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif Dengan Proses Karbonisasi dan Non Karbonisasi*. Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Yessung Allo Padang. 2008. *Analisis Nilai Kalor Briket Bioarang Sampah Daun*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Mataram.