

KARAKTRISTIK PEMBAKARAN BERBAGAI JENIS BAHAN LIMBAH BIOMASSA DENGAN MENGGUNAKAN PROSES NONKARBONISASI

Kemas Ridhuan¹⁾, Sepit Adya P.²⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro¹⁾²⁾

Jl. Ki Hjar Dewantara No. 116 Kota Metro

kmsridhuan@yahoo.co.id

Abstrak

Limbah biomassa merupakan sisa dari proses produksi atau usaha seperti sisa pertanian. Biomassa sisa pertanian memiliki nilai kalori yang cukup besar sehingga cukup baik dibuat arang beriket. Pembuatan arang dengan cara pembakaran memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga perlu pengaturan udara untuk pembakaran atau Nonkarbonisasi. Distribusi udara yang dibutuhkan sangat menentukan hasil arang yang didapat. Dan juga karakteristik limbah biomassa yang digunakan. Semakin banyak udara maka bahan bakar akan terbakar dan menjadi abu, sebaliknya semakin sedikit udara maka pembakarannya akan lebih lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pembakaran nonkarbonisasi dari limbah sekam padi, kulit kelapa muda dan kulit durian dan mengetahui distribusi udara ke reaktor pembakaran. Metode yang digunakan yaitu menggunakan limbah biomassa sekam padi, kulit kelapa muda dan kulit durian. Kemudian membakarnya pada sebuah reaktor tertutup dengan menggunakan variasi lubang saluran udara, yaitu berbagai bukaan : $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, dan bukaan penuh. Kemudian diukur suhu udara masuk, suhu pembakaran, suhu gas asap buang dan suhu dinding reaktor serta waktu pembakaran juga berat sebelum dibakar dan berat setelah dibakar. Adapun hasil yang didapat yaitu sekam padi sebanyak 12 kg, kulit kelapa muda 16 kg dan kulit durian kg. Semakin besar bukaan lubang udara maka suhu pembakaran lebih besar dan waktu pembakaran lebih cepat. Dan sebaliknya semakin kecil bukaan lubang udara maka suhu pembakaran akan lebih kecil dan waktu pembakaran akan lebih lama. Dan semakin kecil bentuk atau ukuran bahan bakar semakin lama waktu pembakaran dan suhunya cenderung stabil. Sebaliknya semakin besar bentuk atau ukuran bahan bakar maka waktu pembakarannya lebih cepat dan suhunya cenderung berubah-ubah.

Keywords: Pembakaran, nonkarbonisasi, arang, sampah pertanian, biomassa, temperatur

Pendahuluan

Biomassa merupakan sumber energi yang berasal dari sisa tumbuh-tumbuhan atau sering disebut dengan limbah biomassa. Limbah biomassa didapat dari sisa proses produksi atau unit usaha seperti limbah pabrik, sisa pengolahan kayu, sisa pertanian dan lain sebagainya. Energi biomassa atau limbah pertanian memiliki keunggulan seperti lestari tidak akan habis, tersedia secara berlimpah, Ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah dan polusi, Sumber energi bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma. Pengembangan biomassa sebagai sumber energi untuk substitusi bahan bakar bisa menjadi solusi untuk mengurangi beredarnya gas rumah kaca di atmosfer karena konsentrasi CO₂ dalam atmosfer akan seimbang. Serta keberadaan limbah biomassa dapat memicu terjadinya peningkatan degradasi lahan. Oleh karena itu limbah biomassa suka diolah dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Biomassa sisa pertanian memiliki nilai

kalori yang cukup besar sehingga cukup baik dibuat arang beriket. Pembuatan arang dengan cara pembakaran memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga perlu pengaturan udara untuk pembakaran atau Nonkarbonisasi. Distribusi udara yang dibutuhkan sangat menentukan hasil arang yang didapat. Dan juga karakteristik limbah biomassa yang digunakan. Semakin banyak udara maka bahan bakar akan terbakar dan menjadi abu, sebaliknya semakin sedikit udara maka pembakarannya akan lebih lama.

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. Menurut Jamilatun, Siti (2013) pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala yaitu : 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 adalah reaksi pembakaran sempurna, karena hasilnya adalah karbon dioksida dan air. Dalam suatu reaksi pembakaran akan menghasilkan panas dan menaikkan suhu.

Kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh struktur bahan, kandungan karbon terikat dan tingkat kepadatan bahan. Jika briket memiliki kandungan senyawa volatile (zat yang mudah menguap) yang tinggi, maka briket akan mudah terbakar dengan kecepatan pembakaran tinggi (Jalal, 2013).

Berdasarkan kondisinya, pembakaran dibagi menjadi tiga, yaitu; pembakaran spontan, pembakaran sempurna dan pembakaran parsial. Sebelum proses pembakaran berlangsung, terlebih dahulu bahan bakar dinaikkan suhunya hingga titik bakarnya tercapai (*flash point*). Penguraian dan oksidasi dimulai pada suhu yang rendah ke suhu tinggi. Jika bahan bakar mengandung unsur oksigen dan zat penguap (*volatile matter*) yang tinggi maka suhu penguraian dan oksidasi akan semakin rendah.

Pada proses pembakaran biomassa, 80% energi yang dilepaskan dalam bentuk gas yang mudah terbakar dan sisanya dalam bentuk karbon. Oleh karena itu, selama proses pembakaran sangat penting untuk mempertahankan agar oksigen dapat selalu dijaga dalam kontak dengan bahan bakar dan gas-gas yang terbentuk ketika pembakaran berlangsung pada suhu penyalannya.

Jika bahan bakar dalam bentuk gas, maka pencampuran reaktan (oksigen dan bahan bakar) dapat dicapai secara optimal karena substansi gas-gas tersebut dapat dengan mudah dicampur secara cepat dan tepat sesuai dengan rasio kebutuhan udara yang diperlukan. Proses pembakarannya pun mungkin dapat terjadi secara cepat, dan kemudian pengontrolannya pun juga lebih cepat terutama dalam penambahan atau pengurangan bahan bakar maupun oksigen yang diperlukan. Supaya proses pembakaran bahan bakar biomassa juga dalam situasi yang sama dengan proses pembakaran gas alam, maka bahan bakar biomassa yang dioksidasi perlu direduksi ukurannya menjadi partikel-partikel lebih kecil dari kondisi awalnya.

Untuk mengetahui kebutuhan udara pada suatu pembakaran diperlukan analisis ultimasi, dimana analisis ini bertujuan untuk menentukan berbagai macam unsur kimia seperti karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, dll. Analisis ini berguna dalam penentuan jumlah udara yang

diperlukan untuk pembakaran dan menentukan volume gas pembakaran. Informasi ini diperlukan untuk perhitungan suhu nyala dan perancangan saluran gas buang dan lain-lain. Data analisis ini meliputi karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), oksigen (O) dan sulfur (S).

Sekam padi merupakan lapisan keras yang menutupi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang saling bertautan yang disebut *lemma* dan *palea*. Menurut Jalal (2013) sekam padi memiliki kandungan abu 17,71%, karbohidrat 33,71%, karbon 1,33, hidrogen 1,54%, oksigen 33,64%, Siliki 16,98%, air 9,02% dan nilai kalori 14,204 kJ/kg.

Menurut Jeni hendra 2007, memanfaatkan sabut kelapa sebagai bahan campuran utama briket, hasilnya kualitas dari briket tersebut mempunyai kadar air berkisar antara 2,59 - 9,31%, kadar abu 1,75 - 10,47%, kadar zat meng-uap 13,45 - 19,89%, kadar karbon terikat 67,17 - 75,75%, kerapatan 0,32 - 0,71 g/cm², keteguhan tekan 6,57 - 18,19 kg/cm³, dan nilai kalor bakar berkisar antara 5.953 - 6.906 kal/g.



Gambar 1. Sampah kulit kelapa muda

Kulit durian memiliki karakter yang sukar terurai sehingga berpotensi menjadi salah satu limbah hayati yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Padahal kulit durian mengandung banyak kandungan penting seperti flavonoid, minyak atsiri, saponin dan lignin yang sangat mudah terbakar. Dengan melihat pada struktur dan karakteristik dari kulit durian tersebut, sebenarnya dimungkinkan untuk memanfaatkan limbah kulit durian tersebut sebagai produk bioenergi berupa briket.



Gambar 2. Sampah kulit durian

Sedangkan briket, adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang yang sebenarnya termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk tertentu. Kualitas dari bioarang ini tidak kalah dengan batubara atau bahan bakar jenis arang lainnya.

Metode Penelitian

Peralatan yang digunakan Reaktor pembakaran dengan ukuran :

Diameter tabung	= 50 cm
Tinggi tabung	= 100 cm
Lubang udara (Tinggi x lebar)	= (16 cm x 17 cm)
Tebalan plat	= 2 mm
Tinggi cerobong asap	= 75 cm
Diameter cerobong	= 3 inch

Bahan baku (sampah) yang digunakan :

Sekam padi sebanyak 12 kg,

Kulit kelapa muda 16 kg.

Dan kulit durian 12 kg.

Yang dapat dimuat ke dalam reaktor



Gambar 3. Reaktor Pembakar

Tahapan Pengujian :

1. Ukur massa bahan sampah yang digunakan
2. Masukkan bahan bakar sekam padi ke dalam reaktor pembakaran dan ukur jumlahnya
3. Atur saluran udara dengan bukaan $\frac{1}{4}$
4. Hidupkan api pada bahan bakar sekam padi
5. Setelah terbakar tutup reaktor
6. Catat temperatur pada tiap bagian : udara masuk Udara buang, pembakaran, dinding dalam dan dingin luar.
7. Setelah api padam, buka reaktor dan keluarkan arang pembakaran
8. Timbang arang dan abu yang dihasilkan
9. Lakukan pengujian dengan bukaan saluran udara $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ dan bukaan penuh dengan cara yang sama.
10. Kemudian juga dengan cara yang sama lakukan pengujian dengan menggunakan bahan baku kulit durian dan kelapa muda.



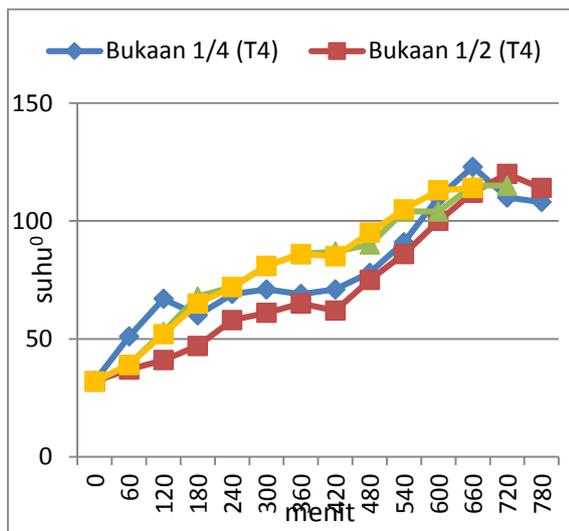
Gambar 4. Pengujian pada Reaktor



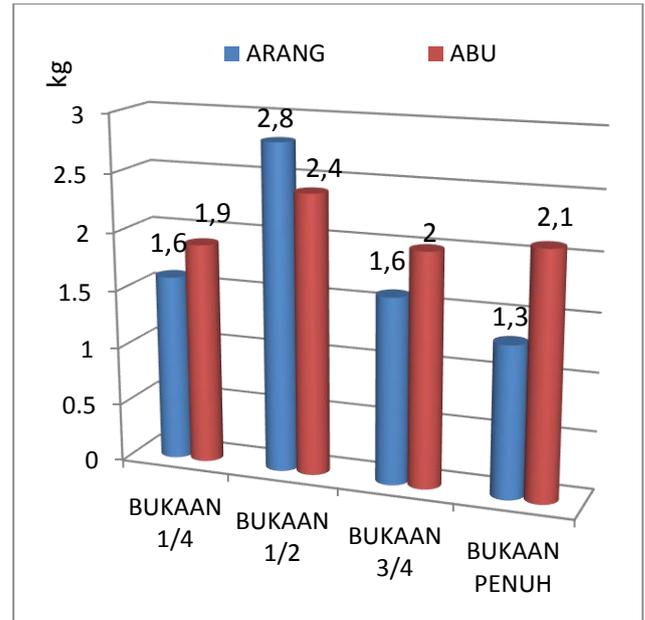
Gambar 5. Arang Hasil Pembakaran Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil pengujian bahan sekam padi bukaan 1/2

N O	s min	T1°C	T2°C	T3°C	T4°C	T5°C
00	32	32	32	32	32	32
2	60	36	37	41	37	34
3	120	38	39	46	41	37
4	180	42	44	55	47	41
5	240	52	58	75	58	58
6	300	48	70	79	61	55
7	360	62	71	81	65	49
8	420	60	80	75	62	51
9	480	82	110	72	75	66
10	540	102	136	69	86	86
11	600	110	152	72	100	100
12	660	107	180	68	112	110
13	720	102	140	50	120	90
14	780	85	128	59	114	82



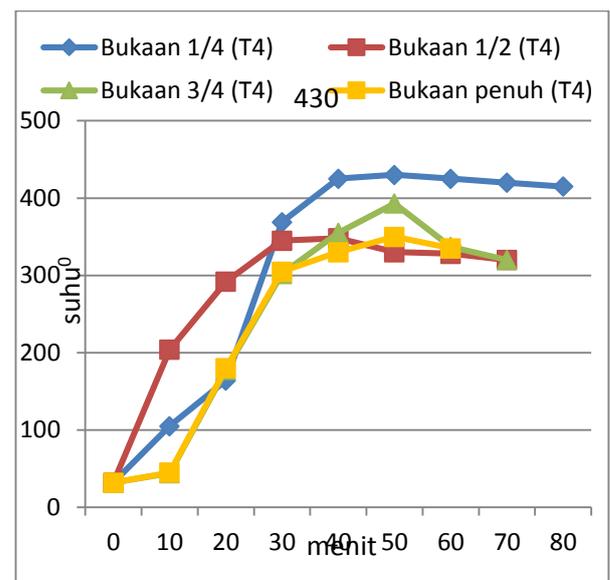
Gambar 6. Grafik temperatur pembakaran pada bahan padi



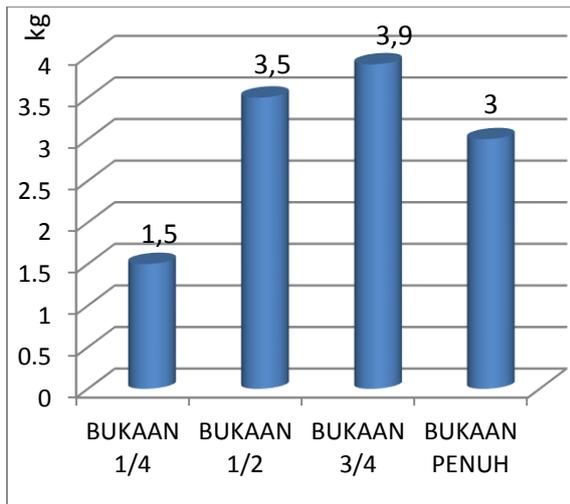
Gambar 7. Grafik jumlah arang dan abu yang dihasilkan pada bahan padi untuk tiap bukaan

Tabel 2. Hasil pengujian bahan Kulit Kelapa Muda bukaan 3/4

N O	s min	T1°C	T2°C	T3°C	T4°C	T5°C
1	00	32	32	32	32	32
2	10	48	99	39	44	55
3	20	126	355	56	178	112
4	30	190	495	76	302	194
5	40	220	557	97	355	233
6	50	240	548	115	393	256
7	60	215	502	125	337	278
8	70	206	440	153	320	291

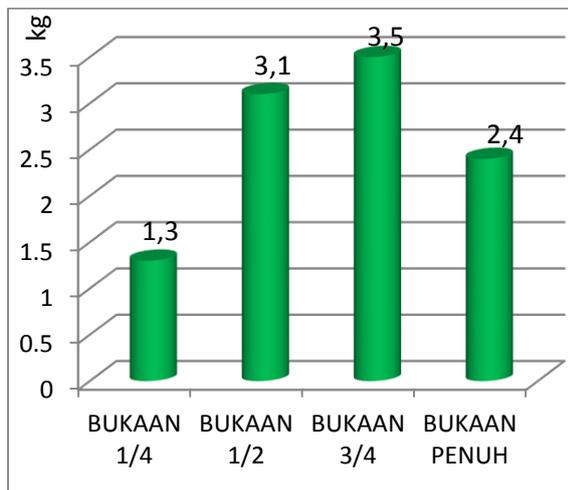


Gambar 8. Grafik temperatur pembakaran pada bahan kulit kelapa muda



Gambar 9. Grafik jumlah arang yang dihasilkan bahan kulit kelapa muda untuk tiap bukaan Tabel 3. Hasil pengujian bahan kulit durian bukaan 3/4

N O	s min	T1°C	T2°C	T3°C	T4°C	T5°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



Gambar 10. Grafik jumlah arang yang dihasilkan bahan kulit durian untuk tiap bukaan
Keterangan Tabel :

- T₁ = Temperatur Dinding Luar
- T₂ = Temperatur Dinding Dalam
- T₃ = Temperatur Udara Masuk
- T₄ = Temperatur Pembakaran
- T₅ = Temperatur Cerobong

Pembahasan.

Hasil yang didapat seperti pada gambar 7 grafik jumlah arang dan abu yang dihasilkan pada bahan padi untuk tiap bukaan menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk pembakarannya cukup lama yaitu 780 menit, karena butiran sekam padi kecil maka laju udara masuk terbatas sehingga pembakarannya kurang sempurna dan memerlukan waktu untuk pembakarannya. Dari perbandingan bukaan menunjukkan bahwa bukaan lobang udara 1/2 memiliki hasil arang yang lebih banyak yaitu 2,8 kg dan abu 2.4 kg dibandingkan dengan bukaan yang lainnya. Hal ini dikarenakan telah memenuhi kebutuhan udara yang sesuai. Jika kebutuhan udara kurang maka hasilnya lebih kecil dan sebaliknya jika kebutuhan udara berlebih maka hasilnya juga kecil karena kelebihan udara menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Untuk hasil arang yang terkecil yaitu pada bukaan penuh sebesar 1,3 kg dan abu sedikit lebih besar yaitu 2,1 kg.

Temperatur ruang pembakaran yang terukur cukup kecil yaitu 114°C hal ini dikarenakan massa jenis sekam padi juga lebih kecil. Laju pembakaran yang terjadi cenderung berbanding lurus antar temperatur dan waktu, untuk masing-masing bukaan hampir sama. Untuk pembakaran sekam padi menghasilkan abu, hal ini dikarenakan waktu pembakaran yang lama sehingga arang yang sudah jadi ikut terbakar juga dan kemudian menjadi abu.

Pada pembakaran bahan sampah kulit kelapa muda menunjukkan hasil berbeda dari bahan sekam padi yaitu pembakaran yang terbaik hasilnya pada bukaan 3/4 sebanyak 3,9 kg arang dan yang terkecil pada bukaan 1/4 sebanyak 1,4 kg arang. Hasil pembakaran karena kelapa muda memiliki bentuk bongkahan sehingga jumlah udara yang tersedia dan masuk lebih besar maka waktu pembakaran menjadi lebih cepat. Dan karena bongkahan bahan kulit kelapa muda lebih besar maka butuh udara yang lebih banyak sehingga pembakaran terbaik pada bukaan 3/4. Pembakaran pada bahan ini tidak menghasilkan abu karena waktu pembakarannya sesuai indikasi (tepat dengan waktu pembukaan). Waktu pembakaran lebih cepat yaitu 70 menit dengan temperatur ruang pembakaran tertinggi tercatat sebesar 393°C. Hal ini dikarenakan bahan kulit kelapa muda memiliki massa jenis yang besar dan bongkahan juga besar sehingga banyak rongga udara yang bisa masuk sehingga pembakarannya bisa menjadi sempurna.

Begitu pula pada bahan kulit durian yang memiliki bongkahan yang sama bentuk dan ukurannya dengan kulit kelapa muda sehingga kondisi pembakaran terbaik juga sama yaitu pada bukaan 3/4. Namun karena massa jenisnya berbeda

yaitu sedikit lebih ringan dibandingkan kulit kelapa muda maka massa arang yang dihasilkan dari pembakaran tersebut sedikit lebih kecil pula yaitu 3,5 kg namun temperatur ruang pembakaran yang tertinggi sebesar 443°C. Jumlah masa arang yang terkecil dihasilkan pada bukaan 1/4 sebesar 1,3 kg. Waktu pembakaran yang terjadi sedikit lebih lama dibanding bahan kulit kelapa muda yaitu 90 menit namun sangat lebih cepat jika dibandingkan dengan waktu pembakaran bahan sekam padi.

Perbandingan antara ketiga bahan tersebut tentunya masing-masing memiliki karakteristik tersendiri tergantung kegunaan dan peruntukan bahan bakar tersebut. Seperti sekam padi yang memiliki butiran yang kecil dengan waktu pembakaran yang lama tentunya sangat baik digunakan untuk pembakaran yang memerlukan waktu yang lama meskipun suhu yang dihasilkan tidak begitu besar seperti yang dihasilkan oleh kulit kelapa muda atau kulit durian yang suhunya tinggi dengan waktu yang cepat dan bentuk bongkahan besar.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan di atas maka dapat di simpulkan :

1. Proses pembakaran pada sekam padi dengan lobang udara bukaan $\frac{1}{2}$ menghasilkan arang 2,8 kg dan abu 2,4 kg. Sedangkan arang terbaik dari kelapa muda pada bukaan $\frac{3}{4}$ menghasilkan arang 3,9 kg. Kemudian pada bahan kulit durian bukaan terbaik pada $\frac{3}{4}$ yang menghasilkan arang 3,5 kg.
2. Hasil pembakaran sekam padi Pada bukaan $\frac{3}{4}$ temperatur 120°C menghasilkan arang 29,167 %, bukaan $\frac{1}{2}$ temperatur 117°C menghasilkan arang 43,3 %, bukaan $\frac{3}{4}$ temperatur 115°C menghasilkan arang sebanyak 2,8 kg atau 30 %, bukaan penuh temperatur 113°C menghasilkan arang 20 %. Dengan waktu pembakaran selama 780 menit.
3. Pada pembakaran kelapa muda Pada bukaan $\frac{1}{4}$ temperatur 324°C menghasilkan arang 9,3 %, bukaan $\frac{1}{2}$ temperatur 349°C menghasilkan arang 21,8 %, bukaan $\frac{3}{4}$ temperatur 355°C menghasilkan arang sebanyak 3,9 kg atau 24,3%, bukaan penuh temperatur 348°C menghasilkan arang 18,7 %. Waktu yang diperlukan untuk pembakaran ini selama 70 menit.
4. Kemudian pada pembakaran kulit durian pada bukaan $\frac{3}{4}$ menghasilkan temperatur tertinggi 443°C dan arang sebanyak

3,5 kg atau 29,16%. Dengan waktu pembakaran selama 90 menit

Saran

Proses pembakaran non karbonisasi ini terutama pada pembakaran bahan kulit kelapa muda dan kulit durian karena temperatur yang dihasilkan cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk proses pembakaran pirolisis yang menggunakan bahan bakar limbah pertanian sehingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar fosil atau gas. Waktu yang digunakan untuk pembakaran nonkarbonisasi ini juga tidak terlalu lama. Pemanfaatan proses pembakaran nonkarbonisasi ini untuk proses pirolisis didalam sebuah reaktor yang di dalamnya terdapat silinder kecil atau pitot yang berisi bahan baku untuk membuat bahan bakar dengan pembakaran pirolisis.

Daftar Pustaka

1. Jalal Rosyidi Soelaiman. 2013. *Perbandingan Karakteristik Antara Briket – Briket Berbahan Dasar Sekam Padi Sebagai Energi Terbarukan*. Jurusan Fisika, Universitas Jember.
2. Jamilatun, Siti. Maryudi. Setyawan, Martomo, 2013. *Kinerja Kombinasi Dari Alat Pirolisis Dengan Destilasi Secara Sinambung Dalam Memproduksi Asap Cair Tempurung Kelapa*, Prosiding Seminar Nasional Teknoin, Vol.3, ISBN: 978-602-14272-0-0. Hlm. 40-46.
3. Djeni Hendra.2007. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif*. UDC.
4. Pambayun, Gilar. Remigius. Rachimoellah. Endah. Putri, 2013. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator $ZnCl_2$ Dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah* *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539, Hlm. 2301-9271.
5. Saptoadi, H., 2006. *The Best Biobriquette Dimension And Its Particle Size*, The 2nd Joint International Conference On “Sustainable Energy And Environment (See 2006)” 21-23, Bangkok, Thailand.
6. Siahaan, Setyarini. Hutapea. Hasibuan. 2013. *Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi*, *Jurnal Teknik Kimia*, Univeritas Sumatera Utara, Vol. 2, No. 1,