

## KARAKTERISTIK PEMBAKARAN LIMBAH DAUN CENGKEH SISA PROSES PENYULINGAN MINYAK CENGKEH MELALUI SISTEM CO COMBUSTION DAN BRIKETING

Nur Aklis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan Surakarta  
nur\_akh@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pembakaran limbah daun cengekeh sisa destilasi secara murni dan jika dipadukan dengan bahan bakar padat lain berupa arang kayu. Pengujian karakteristik pembakaran dilaksanakan untuk mengetahui temperatur, massa sisa dan laju pembakaran yang dihasilkan oleh campuran arang kayu dan daun cengekeh dengan dua proses pembakaran, model briking dan model pembakaran langsung (CO Combustion). Variasi komposisi yang diuji adalah 100 % daun cengekeh, 100 % arang kayu, 20 % daun cengekeh : 80 % arang kayu, 40 % daun cengekeh : 60 % arang kayu dan 60 % daun cengekeh : 40 % arang kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur maksimal panas yang dihasilkan oleh bahan bakar limbah sisa penyulingan daun cengekeh jika dibandingkan dengan arang kayu memiliki nilai yang lebih rendah, masa sisa pembakaran limbah daun cengekeh menunjukkan angka yang lebih rendah dari arang kayu dan laju pembakaran limbah daun cengekeh juga memiliki angka yang lebih tinggi daripada arang. Pada variasi campuran antara daun cengekeh dengan arang kayu pengujian dengan briking didapatkan bahwa temperatur maksimum didapatkan pada komposisi 20 % daun cengekeh: 80 % arang kayu, Sisa massa terkecil dan laju pembakaran tertinggi diperoleh pada briking komposisi 60 % daun cengekeh dan 40 % arang kayu. Hal ini juga terjadi pada pembakaran langsung (CO Combustion). Pembakaran dengan briking akan menghasilkan temperatur maksimum yang lebih tinggi daripada pembakaran langsung, massa sisa pembakaran briking lebih kecil dan laju pembakaran juga lebih lambat.

**Kata Kunci :** Arang Kay;, Briking; CO Combustion; Daun Cengekeh

### Pendahuluan

Minyak cengekeh merupakan salah satu produk unggulan Kabupaten Boyolali disamping ternak dan hasil sapi serta kerajinan tembaga. Berdasarkan data yang didapatkan, di Kabupaten Boyolali sentra minyak cengekeh terletak di Desa Musuk Kecamatan Musuk dengan jumlah unit usaha potensial sebanyak 4 buah.

Bahan baku yang digunakan adalah daun cengekeh kering, air dan bahan bakar, semua bahan baku tersebut mudah diperoleh dengan harga relatif terjangkau. Untuk bahan bakarnya menggunakan kayu bakar dan batu bara ditambah sebagian menggunakan ban bekas.

Disinilah sebenarnya muncul permasalahan, yaitu bahan bakar yang digunakan dalam merebus daun cengekeh adalah batubara yang harganya relatif mahal sehingga dikhawatirkan ongkos produksi akan melampaui biaya bahan bakunya.

Daun kering sisa proses destilasi merupakan sisa dari proses penyulingan daun cengekeh untuk bahan baku minyak atsiri. Sisa proses yang merupakan limbah sebenarnya memiliki peluang untuk menjadi bahan bakar proses destilasi sehingga akan mendatangkan keuntungan dari aspek lingkungan dan aspek ekonomisnya.

Peluang tersebut perlu dikaji melalui penelitian yang diharapkan dapat menjawab pertanyaan tentang bagaimanakah karakteristik pembakaran dari limbah daun kering sisa proses penyulingan minyak cengekeh.

Subroto (2007) melakukan penelitian karakteristik pembakaran arang kayu dicampur dengan biomassa jerami dimana penambahan biomassa menyebabkan naiknya *volatile matter* sehingga lebih cepat terbakar dan laju pembakaran lebih cepat. Penambahan biomassa juga dapat menurunkan emisi polutan yang dihasilkan pada saat pembakaran.

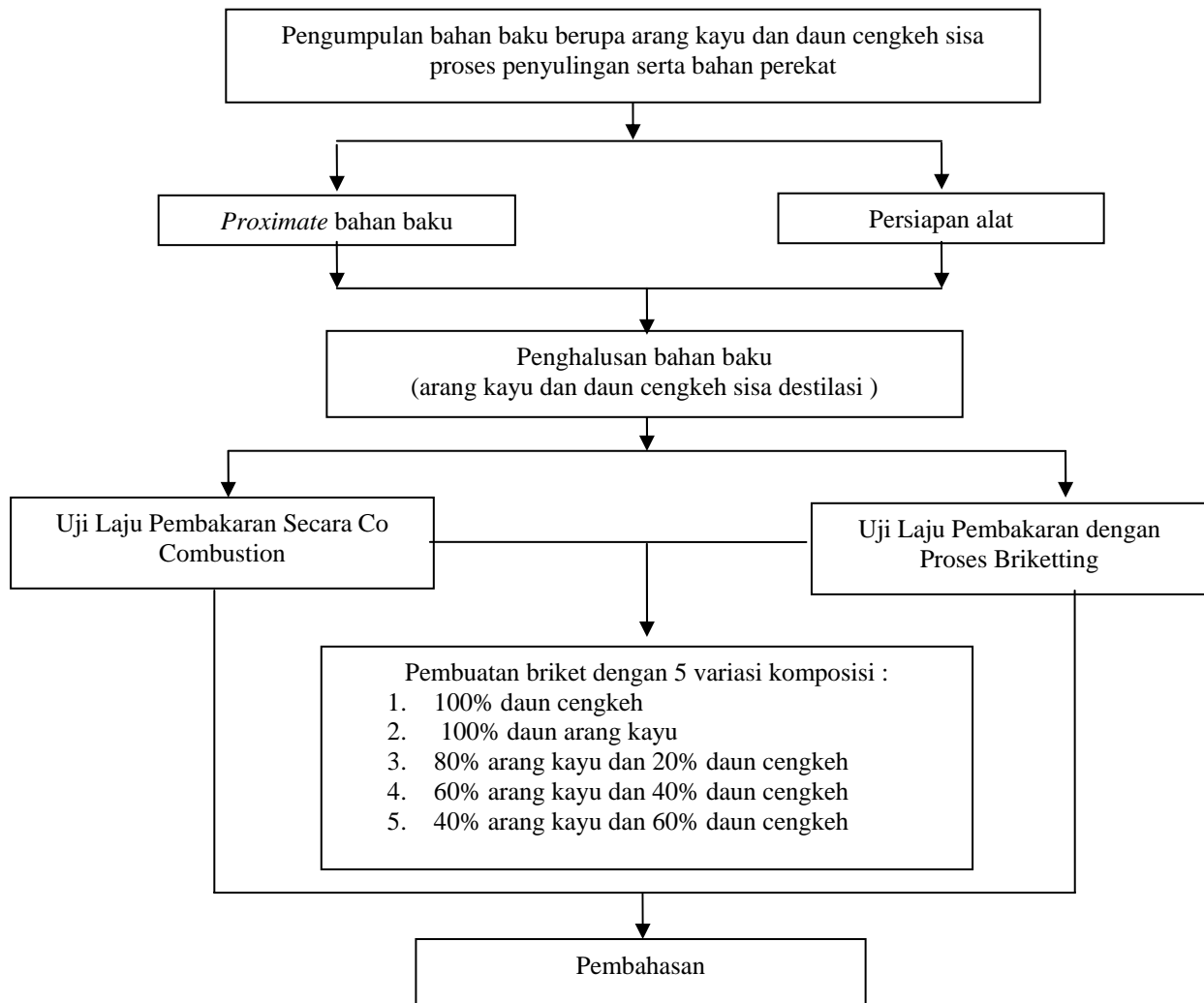
Sedangkan Antolin dkk. (1991) melakukan penelitian tentang pembakaran limbah kopi, mendapatkan bahwa pembakaran limbah kopi menghasilkan kadar sulfur yang rendah, selain itu keringnya campuran awal dari limbah kopi akan sangat menguntungkan karena menyebabkan naiknya *higher heating value*-nya. Dan juga dari penelitian didapatkan satu kesimpulan bahwa pengeringan merupakan hal yang sangat penting dalam menyiapkan limbah kopi menjadi bahan bakar.

Lu dkk. (2001) melakukan penelitian mengenai perilaku pembakaran dan kontrol emisi pada pembakaran biobriket, dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa biobriket memiliki temperatur penyalaan yang lebih rendah dan waktu pembakaran yang lebih singkat daripada batu bara normal dan juga didapatkan hasil dari pengujian pada tungku api biasa bahwa dari pembakaran biobriket, emisi partikulat yang dihasilkan rendah.

**Metode Penelitian**

**Alur Penelitian**

Alur penelitian seperti pada gambar 1 di bawah



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

**Bahan Penelitian**

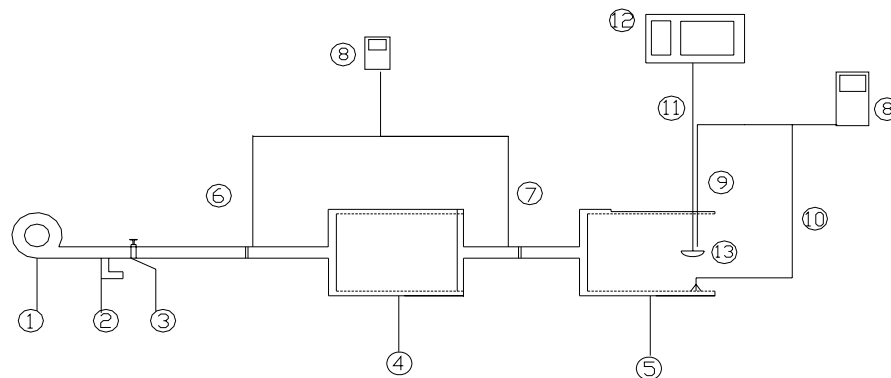
Bahan Penelitian terdiri dari dari

- a) Daun cengkeh sisa proses penyulingan yang diambil dari dari industri minyak cengkeh
- b) Arang kayu.
- c) Aspal sebagai bahan perekat

**Alat Penelitian**

- a) Alat Uji Proximate Bahan Baku
- b) Alat Pengepres Briket
- c) Alat Uji Karakteristik Pembakaran

Alat uji karakteristik pembakaran dapat dilihat seperti pada gambar 2.



**Keterangan**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Blower                      | 7. Termokopel temperatur udara <i>pre heater</i>            |
| 2. Saluran by pass             | 8. <i>Digital thermocouple reader</i>                       |
| 3. Katup pengatur aliran udara | 9. Termokopel temperatur briket                             |
| 4. Tungku 1                    | 10. Termokopel temperatur dinding                           |
| 5. Tungku 2                    | 11. <i>Kawat ke timbangan digital</i>                       |
| 6. Termokopel temperatur udara | 12. <i>elektronik profesional scale</i> (timbangan digital) |

**Gambar 2. Skema Alat Uji Karakteristik Pembakaran**

**Hasil Dan Pembahasan  
Karakteristik Bahan Baku**

**Tabel 1. Karakteristik dasar bahan baku**

Kandungan	Arang Kayu	Daun cengkeh
Volatile mater (%)	10.7302	46.0091
Fixed carbon (%)	60.8027	13.0309
Kadar air (%)	11.27	9.925
Kadar abu (%)	25.9	6.22
Kadar kalori (kal/kg)	6650.2055	4089.199

Tabel 1 menunjukkan hasil uji *proximate* bahan dasar berupa arang kayu dan cengkeh . Hasil mengujian menunjukkan *volatile matter* daun cengkeh memiliki nilai lebih tinggi dari arang kayu sehingga mengindikasikan daun cengkeh mudah menyala dan terbakar. Hasil diatas juga mengungkap bahwa nilai kalor *biomass* daun cengkeh yang diteliti relatif cukup walaupun lebih kecil dari arang kayu, sedangkan untuk daun cengkeh memiliki kandungan karbon yang lebih rendah dimana nilai kadar karbon akan memegang peranan penting dalam hal polusi udara yang ditimbulkan selama proses pembakaran. Untuk nilai kadar abu daun cengkeh memiliki nilai yang lebih rendah daripada arang kayu.

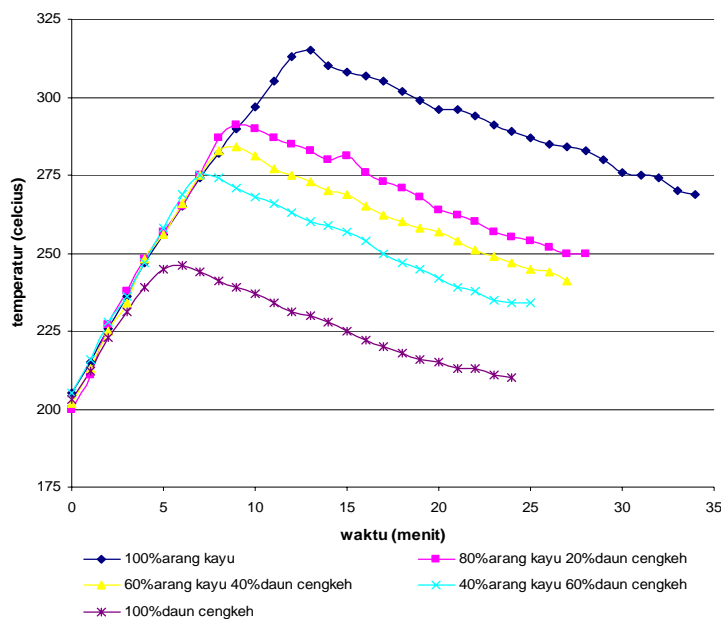
**Hasil Uji Pembakaran dengan Proses Briketing**

Gambar 3 menunjukkan grafik pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik temperatur pembakaran pada pembakaran *briketing*. Pada pembakaran briket dengan komposisi 100% daun cengkeh menghasilkan temperatur tertinggi pada temperatur 246°C dalam waktu 6 menit, briket dengan komposisi 40% arang kayu dan 60% daun cengkeh menghasilkan temperatur tertinggi pada temperatur 275°C dalam waktu 7 menit, briket dengan

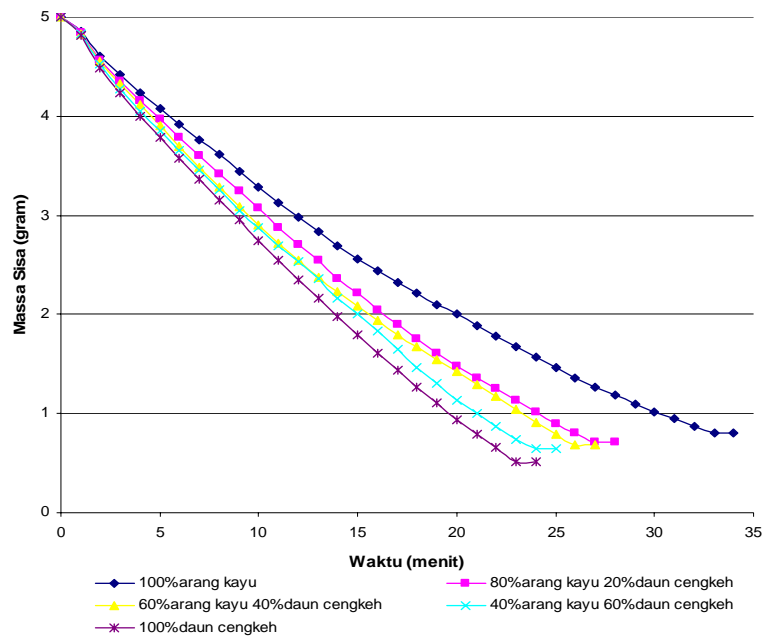
komposisi 60% arang kayu dan 40% daun cengkeh mampu menghasilkan temperatur tertinggi pada temperatur 284 °C dalam waktu 9 menit, briket dengan komposisi 80% arang kayu dan 20% daun cengkeh mampu menghasilkan temperatur tertinggi pada temperatur 291 °C dalam waktu 9 menit dan temperatur tertinggi dihasilkan oleh briket dengan komposisi 100% arang kayu pada temperatur 315 °C dalam waktu 13 menit. Perbedaan pencapaian temperatur tertinggi pada tiap biobriket berbeda, ini disebabkan oleh laju pembakaran yang berbeda dari tiap biobriket. Semakin banyak campuran arang kayu dalam biobriket maka akan menyebabkan semakin tingginya temperatur pembakaran yang dihasilkan.

Gambar 4. menunjukkan pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik massa sisa pada pembakaran briket. Briket pada waktu pembakaran nol menit mempunyai massa yang sama sebesar 5 gram. Terlihat bahwa briket dengan komposisi 100% arang kayu mempunyai sisa massa 0,84 pada menit 34, briket komposisi 80% arang kayu dan 20% daun cengkeh mempunyai sisa massa 0,71 pada menit 28, briket komposisi 60% arang kayu dan 40% daun cengkeh mempunyai sisa massa 0,69 pada menit 27, briket komposisi 40% arang kayu dan 60% daun cengkeh mempunyai sisa massa 0,64 pada menit 25, sedangkan untuk briket yang sisa massanya paling sedikit yaitu briket komposisi 100% daun cengkeh dengan sisa massa 0,51 pada menit 24. Semakin banyak kandungan arang kayu dalam komposisi briket maka semakin banyak sisa pembakarannya atau abu yang terbentuk dalam briket dan sebaliknya semakin sedikit daun cengkeh maka akan semakin sedikit abu yang terbentuk.

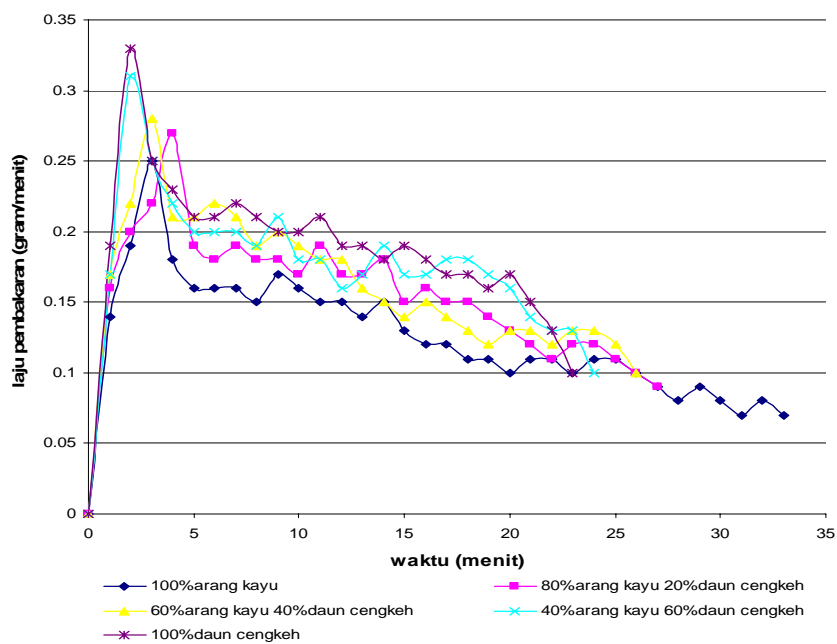
Sedangkan pengaruh komposisi briket terhadap laju pembakaran briket dapat dilihat pada gambar 5. Dari gambar didapatkan informasi bahwa briket dengan komposisi 100% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,33 gram/menit pada menit ke 2, briket dengan komposisi 40% arang kayu dan 60% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,31 gram/menit pada menit ke 2, briket dengan komposisi 60% arang kayu dan 40% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,28 gram/menit pada menit ke 3 dan briket dengan komposisi 80% arang kayu dan 20% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,27 gram/menit pada menit ke 4. dan briket dengan komposisi 100% arang kayu mendapatkan laju pembakaran tertinggi sebesar 0,25 pada menit ke 3. Dari gambar juga terlihat laju pembakaran yang hampir sama terjadi pada komposisi 60% arang kayu 40% daun cengkeh, dan 40% arang kayu 60% daun cengkeh, dan ini terjadi pada menit ke-4 sampai menit ke-11, akan tetapi pada menit ke-12 pada komposisi 40% arang kayu 60% daun cengkeh terjadi penurunan laju pembakaran dari 0.18 gram/menit turun menjadi 0.11gram/menit lalu naik lagi sampai menit ke-14 menjadi 0,19gram/menit, sedangkan 40% arang kayu 60% daun cengkeh pada menit ke-12 stabil pada 0,18gram/menit lalu terjadi penurunan sampai menit ke-15 menjadi 0,14gram/menit. Ini terjadi karena tingkat homogenitas campuran arang kayu dan daun cengkeh. Sehingga pada sisi yang banyak terdapat kandungan daun cengkeh maka akan terbakar terlebih dahulu. Ini juga menjelaskan bahwa kandungan *zat volatile matter* akan sangat berpengaruh dalam kecepatan pembakaran



Gambar 3. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Temperatur pada Pembakaran Briket



**Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Masa Sisa Pembakaran Briket**



**Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Karakteristik Laju Pembakaran pada Pembakaran Briket**

**Hasil Uji Pembakaran dengan Proses Langsung (CO Combustion)**

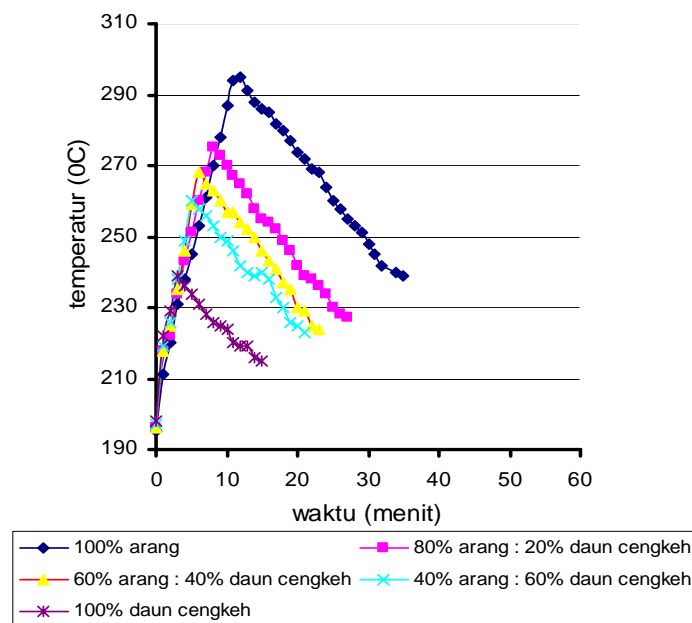
Gambar 6 menunjukkan pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristk temperatur pembakaran pada pembakaran langsung. Pada komposisi 100% daun cengkeh menghasilkan temperatur tertinggi pada temperatur 239°C pada menit ke-3, dengan komposisi 40% arang kayu dan 60% daun cengkeh menghasilkan temperatur tertinggi 260°C pada menit ke-5, dengan komposisi 60% arang kayu dan 40% daun cengkeh mampu menghasilkan

temperatur tertinggi 268 °C pada menit ke-6, dengan komposisi 80% arang kayu dan 20% daun cengkeh mampu menghasilkan temperatur tertinggi 268 °C pada menit ke-7 dan temperatur tertinggi dihasilkan oleh komposisi 100% arang kayu pada temperatur 304 °C pada menit ke-12. Perbedaan pencapaian temperatur tertinggi pada tiap komposisi berbeda, ini disebabkan oleh laju pembakaran yang berbeda dari tiap komposisi. Seperti pada proses pembakaran dengan briking pada pembakaran dengan CO combustion jumlah presentase arang yang semakin tinggi akan meningkatkan temperature pembakaran. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya kadar arang kayu dalam biobriking, maka kandungan kalori biobriking juga akan semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin sedikit campuran arang kayu dalam biobriking maka akan menyebabkan semakin rendahnya temperatur pembakaran yang dihasilkan karena kandungan kalori biobriking semakin kecil.

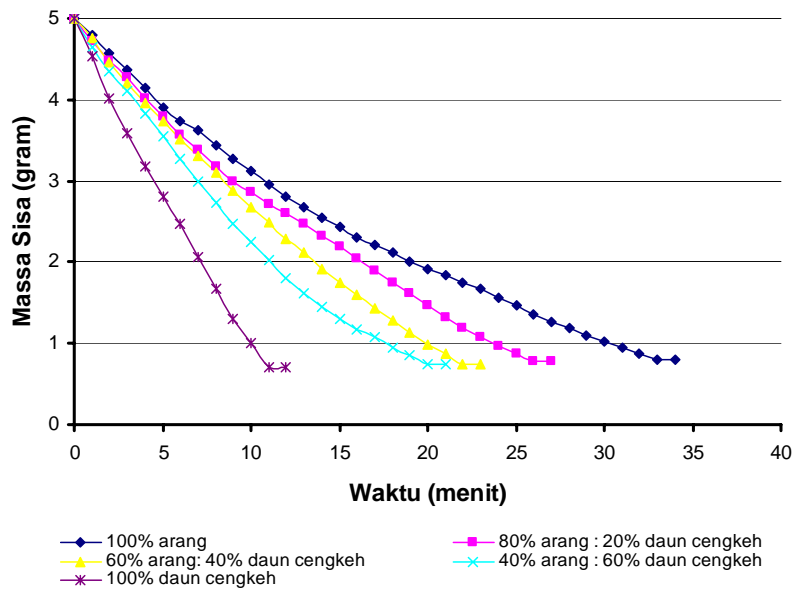
Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) juga berpengaruh, semakin besar kandungan arang kayu dalam biobriking akan berakibat temperatur puncak yang dicapai dalam waktu yang lama dan biobriking habis dalam waktu yang lama pula, ini terjadi pada briking 100%.

Pengaruh komposisi terhadap masa sisa pembakaran ditunjukkan gambar 7. Pada komposisi 100% arang kayu, massa sisa yang dihasilkan adalah 0.8 gram, pada komposisi 80% arang kayu : 20% daun cengkeh massa sisa yang terwujud sebesar 0.78 gram, pada komposisi 60% arang kayu : 40% daun cengkeh massa sisa pembakarannya sebesar 0.75 gram, massa sisa pembakaran yang hampir sama terjadi pada komposisi 40% arang kayu : 60% daun cengkeh, sedangkan massa sisa paling kecil terjadi pada komposisi 100% daun cengkeh sebesar 0.71 gram. Seperti halnya pada pembakaran briking, pada pembakaran langsung semakin tinggi prosentase arang kayu dalam komposisi maka semakin banyak sisa pembakarannya atau abu yang terbentuk. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kadar abu yang terkandung dalam batubara dan daun cengkeh. Dimana kadar abu pada arang kayu lebih besar daripada daun cengkeh.

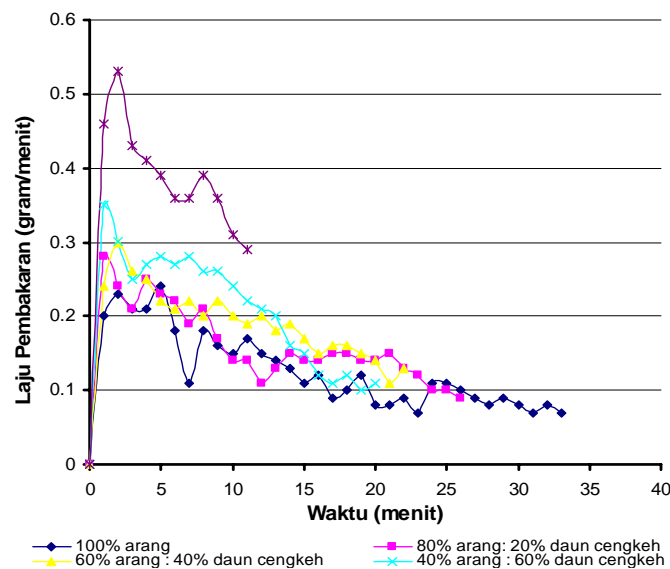
Gambar 8 menunjukkan pengaruh komposisi terhadap laju pembakaran. Komposisi 100% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi pada menit ke-2 dengan laju pembakaran 0.53gram/menit, komposisi 40% arang kayu : 60% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi pada menit ke-1 dengan laju pembakaran 0.35gram/menit, komposisi 60% arang kayu : 40% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi pada menit ke-2 dengan laju pembakaran 0.3gram/menit, komposisi 80% arang kayu : 20% daun cengkeh mempunyai laju pembakaran tertinggi pada menit ke-2 dengan laju pembakaran 0.28gram/menit dan komposisi 100% arang kayu mendapatkan laju pembakaran tertinggi pada menit ke-2 dengan laju pembakaran 0.23gram/menit. Sama dengan pembakaran model briking, waktu yang dibutuhkan arang kayu dan daun cengkeh dalam mencapai laju pembakaran tertingginya berbeda-beda. Laju pembakaran dipengaruhi oleh sifat dasar dari arang kayu dan daun cengkeh, semakin banyak massa yang terbakar laju pembakarannya akan semakin tinggi. Dimana nilai volatile matter yang tinggi akan mempermudah proses pembakaran biobriking. Dengan naiknya kadar arang kayu dalam komposisi maka kadar *fixed karbon* akan semakin meningkat sehingga akan menyebabkan sulit terbakar dan memakan waktu yang cukup lama untuk proses pembakarannya. Untuk komposisi 100% arang kayu laju penurunan massanya paling lama, hal ini disebabkan tingginya nilai karbon terikat (*fixed carbon*) yang dimiliki oleh arang kayu.



Gambar 6. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Temperatur pada Pembakaran Langsung



Gambar 8. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Masa Sisa Pembakaran Briket



Gambar 9. Grafik Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Laju Pembakaran pada Pembakaran Langsung

**Kesimpulan**

Dari data dan pembahasan di atas dengan pengujian model briketing dan pengujian secara langsung (Co Combustion) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Temperatur maksimal panas yang dihasilkan oleh bahan bakar limbah sisa penyulingan daun cengkeh jika dibandingkan dengan arang kayu memiliki nilai yang lebih rendah, ini disebabkan oleh kadar kalori yang dimiliki oleh daun cengkeh lebih rendah dari arang kayu, tetapi karena memiliki prosentase *fixed carbon* yang lebih rendah maka daun cengkeh akan dapat mencapai temperatur maksimum lebih cepat. Masa sisa pembakaran limbah daun cengkeh menunjukkan angka yang lebih rendah dari arang kayu ini menyebabkan

tingkat polusi arang lebih tinggi daripada limbah daun cengek. Laju pembakaran limbah daun cengek juga memiliki angka yang lebih tinggi daripada arang.

2. Pada variasi campuran antara limbah cengek sisa penyulingan dengan arang kayu pengujian dengan briking didapatkan bahwa variasi cengek : arang kayu 20:80, disusul oleh briking dengan komposisi 40:60 dalam capaian waktu yang sama dan komposisi 60:40 dengan capaian waktu yang lebih pendek. Sisa massa terkecil diperoleh pada briking komposisi cengek:arang kayu 60: 40 disusul 40:60 dan 20:80. Laju pembakaran tertinggi dicapai oleh komposisi cengek arang kayu 60:40, disusul komposisi 40:60 dan 20:80. Hal ini juga terjadi pada pembakaran langsung (Co Combustion).
3. Pembakaran dengan briking akan menghasilkan temperatur maksimum yang lebih tinggi daripada pembakaran langsung, massa sisa pembakaran briking lebih kecil dan laju pembakaran yang lebih lambat.

#### **Persantunan**

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DP2M) Ditjen Pendidikan Tinggi Dinas Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Dosen Muda 2007.

#### **Daftar Pustaka**

- Antolin, G., Velasco,E.,Irusta,R.,Segovia,J.J.,(1991), "Combustion of Coffe Lignocellulose Waste", Proceedings of First Internasional Conference, Vilamoura, Portugal.
- Lu G, Wang Q, Sakamoto K, Kim H, Naruse I, Yuan J, et al. (2000),. "Experimental study on combustion and pollutant control of bio-briquette". Energy Fuels 14 pp: 1133–1138.
- Subroto, (2007), "Karakteristik Pembakaran Campuran Arang Kayu Jerami",*Media Mesin*, Vol 8 (1) pp:10-16.