

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH TEMPERATUR KARBONISASI, DAN SUPLAI UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BIOBRIKET TONGKOL JAGUNG

Untoro Budi Surono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax . (0274) 543676
untoro_b_s@yahoo.co.id

ABSTRACT

The world energy consumption has been increasing continuously. On the other hand reserve of energy resources, specially fossil fuel energy resources tend to decrease. To anticipate the scarce of energy or even crisis of energy, the study to look for the source of alternative energy require to be done. Energy sources of agriculture residue biomass, specially corn cob is very attractive to be studied because of its availability which is abundante (7.315.861 ton / year) but not yet been exploited maximally.

This research investigated the influence of carbonisation temperature, briquetting pressure and velocity of air on combustion characteristic of corn cob biomass. In this research, carbonisation was conducted in three different temperatures, i.e. 220 °C, 300 °C and 380 °C. Supplay of combustion air were varied with four velocities, i.e. 0,1 m/s, 0,2 m/s, 0,3 m/s and 0,4 m/s.

From the experimental result, it can be concluded that process of carbonisation can improve content of fixed carbon, heating value and mean of heat released rate of fuel. Increasing carbonisation temperature will increase heating value, decrease mean of CO emission of charcoal production, but the mean of mass losses and heat released rate will decrease. Increasing velocity of supplay air will increase the mean of mass losses and flue gas temperatur will go down. From air velocity 0,1 m/s to 0,3 m/s, CO emission goes down and goes up at 0,4 m/s.

Keyword : biomass, briquetting pressure, carbonisation, combustion, corn cob

PENDAHULUAN

Dengan bertambahnya populasi penduduk dunia dan berkembangnya bidang industri, maka dari tahun ke tahun kebutuhan energi dunia mengalami kenaikan. Dalam laporan tahunan yang dikeluarkan oleh *Beyond Petroleum*, pada tahun 2006 konsumsi energi dunia naik 2,7 % dan pada tahun 2007 naik 2,4 % (Anonim, 2008). Di sisi lain cadangan sumber energi dari bahan bakar fosil semakin berkurang.

Sementara di Indonesia diperkirakan kebutuhan energi nasional akan meningkat dari 674 juta SBM (setara barel minyak) pada tahun 2002 menjadi 1680 juta SBM pada tahun 2020, atau naik dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,2 % per tahun (Anonim, 2006). Sedangkan cadangan minyak dan gas semakin berkurang. Cadangan minyak nasional misalnya, yang tinggal 4,4 milyar barel (Anonim, 2008) akan

habis dalam jangka waktu 12 tahun, bila diasumsikan produksi per hari sebesar satu juta barel. Sehingga untuk mencegah terjadinya krisis energi perlu dilakukan berbagai terobosan.

Salah satu terobosan yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah-limbah pertanian/perkebunan sebagai sumber bahan bakar. Limbah-limbah pertanian/perkebunan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi meliputi limbah hasil hutan seperti gergajian kayu, cabang, ranting dan batang yang berukuran kecil, limbah perkebunan seperti cangkang dan sabut sawit, cangkang dan sabut kelapa, limbah pertanian seperti sekam padi, jerami, ampas tebu, batang dan tongkol jagung serta limbah-limbah pertanian/perkebunan yang lain. Salah satu limbah pertanian yang cukup potensial untuk diolah menjadi bahan bakar alternatif adalah tongkol jagung, karena ketersediaanya yang melimpah (8.128.734

ton/tahun) namun belum dimanfaatkan secara maksimal.

Supaya limbah pertanian, khususnya tongkol jagung bisa digunakan dengan baik sebagai bahan bakar, sebelumnya dilakukan proses karbonisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur karbonisasi dan suplai udara pembakaran terhadap karakteristik pembakaran biobriket tongkol jagung.

Beberapa parameter mempunyai pengaruh terhadap laju pembakaran briket biomassa maupun batubara. Dujambi (1999) telah meneliti pengaruh ukuran partikel batubara, temperatur udara preheat, temperatur dinding tungku, dan laju aliran udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pembakaran akan turun seiring dengan kenaikan ukuran partikel, sebaliknya laju pembakaran akan meningkat seiring dengan kenaikan laju aliran udara, temperatur udara preheat, dan temperatur dinding tungku.

Suprpto (2004) melakukan penelitian laju dan temperatur gas pembakaran briket arang dari karbonisasi limbah padat penyulingan minyak nilam pada berbagai laju aliran udara. Hasilnya menunjukkan adanya hubungan positif antara laju aliran udara dan kenaikan laju pembakaran. Kenaikan laju pembakaran akan berpengaruh terhadap kenaikan temperatur gas pembakaran.

Pada dasarnya berbagai jenis biomassa dapat dibakar tanpa dibriket dan dikarbonisasi lebih dulu. Namun demikian biomassa yang tidak dikarbonisasi mempunyai beberapa kekurangan (Vest, 2003) antara lain sifat-sifat penyalaan dan pembakarannya kurang baik, dalam pembakarannya menghasilkan banyak asap, nilai kalornya rendah dan pada kondisi lembab tidak stabil.

Zanderson dkk (1999) dalam penelitiannya, mengkaji pengaruh temperatur karbonisasi terhadap kandungan fixed carbon dalam arang yang dihasilkan dari ampas tebu. Hasilnya menunjukkan bahwa dalam tahapan-tahapan kenaikan temperatur karbonisasi dari 320 °C sampai 600 °C diperoleh kadar karbon yang semakin bertambah. Hasil yang sama ditunjukkan oleh Debdoubi (2005) yang melakukan penelitian terhadap briket dengan bahan tumbuhan esparto. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi

akan meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan.

Berkaitan dengan emisi CO, Saeidy (2004) dalam penelitiannya terhadap biomassa dari tumbuhan poplar, rami dan jerami menunjukkan bahwa emisi CO dari pembakaran biomassa di atas dalam bentuk briket akan lebih rendah dibandingkan dengan biomassa yang tidak dibriket.

Kwong dkk (2004) melakukan penelitian pengaruh excess air terhadap emisi CO yang dihasilkan dari pembakaran campuran batubara dan sekam padi. Hasilnya menunjukkan bahwa emisi CO akan turun dengan excess air yang semakin besar.

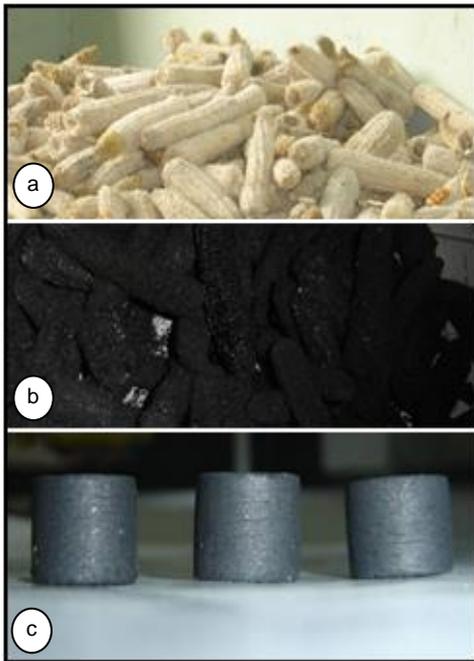
METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan yang Digunakan

Bahan yang berupa tongkol jagung (Gambar 1.a) dikarbonisasi dengan tiga variasi temperatur, yaitu 220 °C, 300 °C, 380 °C. Hasil karbonisasi (Gambar 1.b) selanjutnya diremuk dan diayak dengan mesin pengayak dengan ukuran mesh antara 30 dan 50. Bubuk arang dicampur dengan gel kanji (perbandingan 1 : 1) dan dicetak dengan cetakan berbentuk silinder yang berdiameter 16 mm setelah lebih dulu dioven selama 1 jam untuk mengurangi kadar airnya. Pembentukan briket dilakukan dengan menekan campuran arang dan gel kanji sebanyak 3,5 gram di dalam cetakan pada alat pembriket (Gambar 2). Setelah dicetak, biobriket (Gambar 1.c) dikeringkan lagi di dalam oven selama 2 jam pada temperatur 45 °C - 65 °C.

Untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, diperlukan alat-alat antara lain *bomb calorimeter* untuk mengetahui nilai kalor tongkol jagung baik yang tidak dikarbonisasi maupun yang dikarbonisasi. Untuk mengetahui kadar moisture, kadar volatile, kadar karbon terikat dan kadar abu dipakai oven khusus. Dan untuk mengetahui karakteristik pembakaran biobriket dipakai tungku pembakar yang dilengkapi dengan blower, burner, digital anemometer, termokopel, timbangan dan komputer.

Pengujian pembakaran dilakukan dengan peralatan-peralatan yang dipersiapkan dan disusun seperti pada gambar 3.



Gambar 1.a)Tongkol jagung, b) arang tongkol jagung, c) briket arang

Keterangan Gambar :

1. Blower
2. Katub pengatur aliran udara
3. Thermocouple reader
4. Kawat termokopel
5. Tungku pembakar
6. Gas Analyser
7. Kawat penggantung briket
8. Timbangan elektrik
9. Komputer

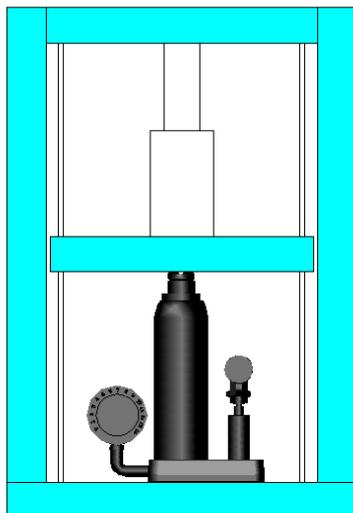
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Temperatur Karbonisasi

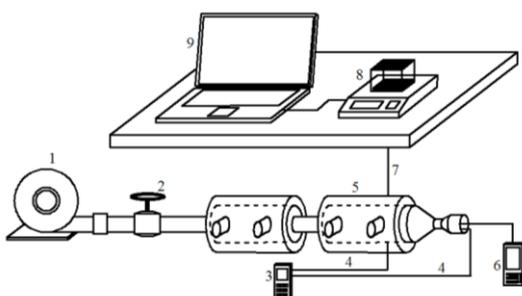
Dari hasil *proximate analysis* diketahui bahwa temperatur karbonisasi berpengaruh pada kadar karbon terikat pada arang yang dihasilkan. Semakin tinggi temperatur karbonisasi, kadar karbon terikat di dalam arang akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi maka semakin banyak *volatile* yang keluar. Dengan meningkatnya kadar karbon terikat di dalam arang ternyata juga akan menyebabkan nilai kalor arang menjadi naik. Dari Gambar 4 dapat dilihat peningkatan kadar karbon terikat dan nilai kalor dari tongkol jagung yang tidak dikarbonisasi maupun yang dikarbonisasi dengan temperatur yang berbeda.

Pengaruh temperatur karbonisasi terhadap karakteristik pembakaran diketahui dari uji pembakaran pada tongkol jagung kering dan briket dari arang tongkol jagung.

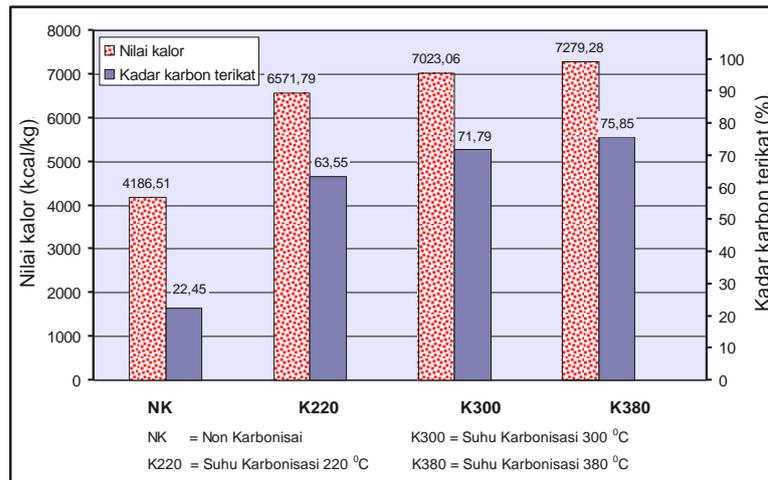
Parameter yang mempengaruhi laju pengurangan massa bahan bakar antara lain kadar *moisture*, kadar *volatile* dan kadar karbon terikat dalam bahan bakar. Bahan bakar dengan kadar *volatile* tinggi cenderung memiliki laju pengurangan massa yang tinggi. Sebaliknya bahan bakar dengan kadar karbon terikat yang tinggi cenderung memiliki laju pengurangan massa yang rendah, seperti yang terlihat pada Gambar 5. Kalor yang dilepaskan bahan bakar dihasilkan dari pembakaran beberapa gas yang terkandung dalam *volatile* dan pembakaran karbon. Besarnya laju pembangkitan kalor tergantung dari laju pengurangan massa dan nilai kalor bahan bakar.



Gambar 2. Alat pembriket



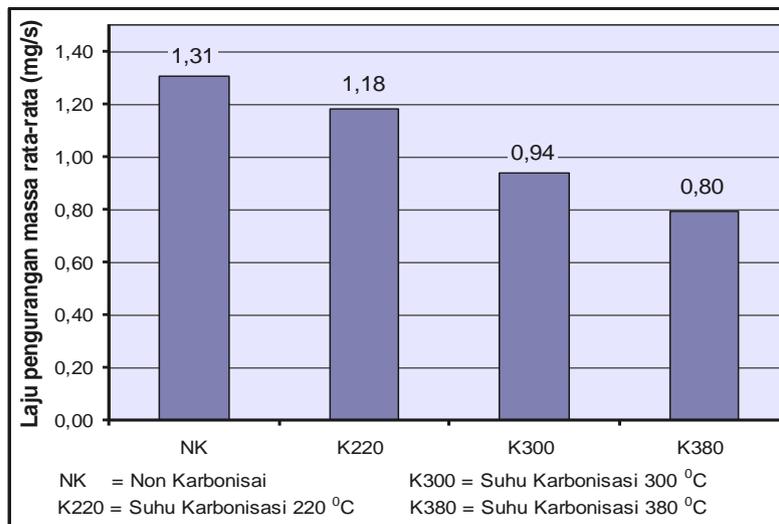
Gambar 3. Skema alat pengujian pembakaran



Gambar 4. Nilai kalor dan kadar karbon terikat tongkol jagung yang dikarbonisasi dengan suhu yang berbeda-beda

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa laju pembangkitan kalor rata-rata meningkat dengan dilakukan karbonisasi, tetapi dengan semakin tinggi temperatur karbonisasi laju pembangkitan kalornya justru semakin

rendah. Bila dilihat dari data *proximate analysis* laju pembangkitan kalor akan semakin tinggi dengan semakin besarnya jumlah kadar *volatile* dan kadar karbon terikat dalam bahan bakar.

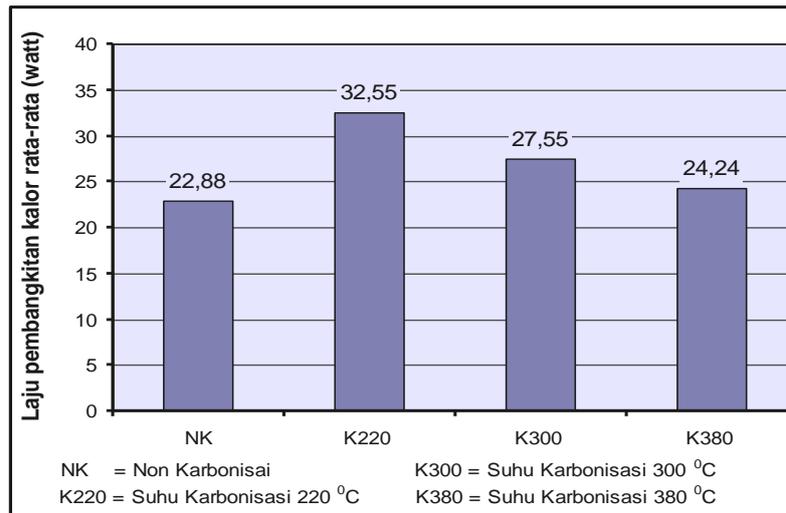


Gambar 5. Laju pengurangan massa rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi temperatur karbonisasi

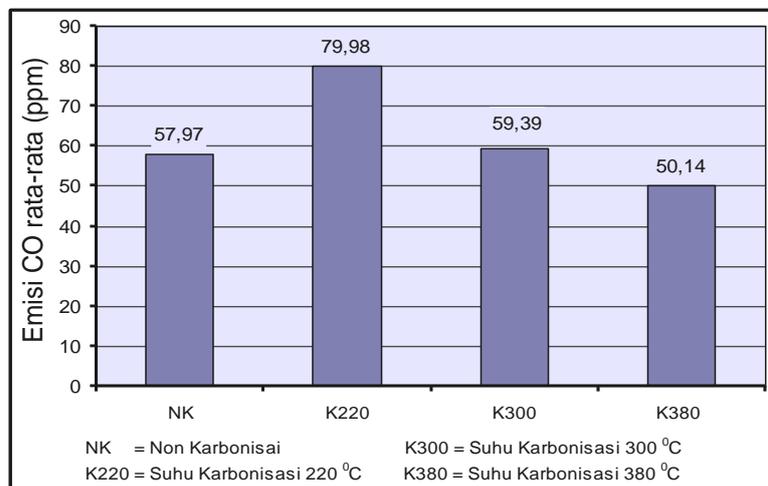
Emisi gas CO saat pembakaran dipengaruhi oleh kadar *volatile matter* dan kadar karbon terikat dalam bahan. Dari Gambar 7 diketahui bahwa emisi CO rata-rata mengalami kenaikan setelah dikarbonisasi, tetapi dengan semakin tingginya temperatur karbonisasi emisi CO rata-ratanya semakin rendah, bahkan yang dikarbonisasi 380 °C lebih rendah dari yang tidak dikarbonisasi. Emisi CO rata-rata ini

tergantung dari jumlah kadar *volatile matter* dan kadar karbon terikat dalam bahan bakar.

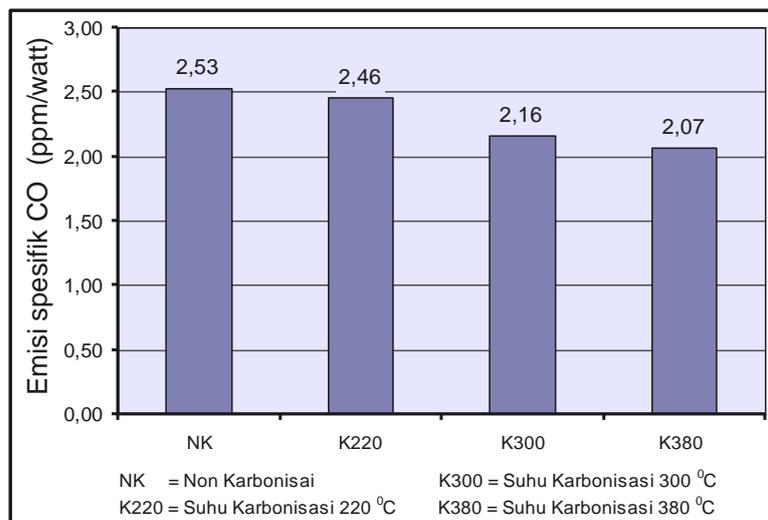
Apabila ditinjau dari perbandingan antara tingkat emisi CO dengan kalor yang dibangkitkan, dengan dilakukan karbonisasi emisi spesifik CO akan turun dan semakin rendah dengan semakin tingginya temperatur karbonisasi. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Laju pembangkitan kalor rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi temperatur karbonisasi



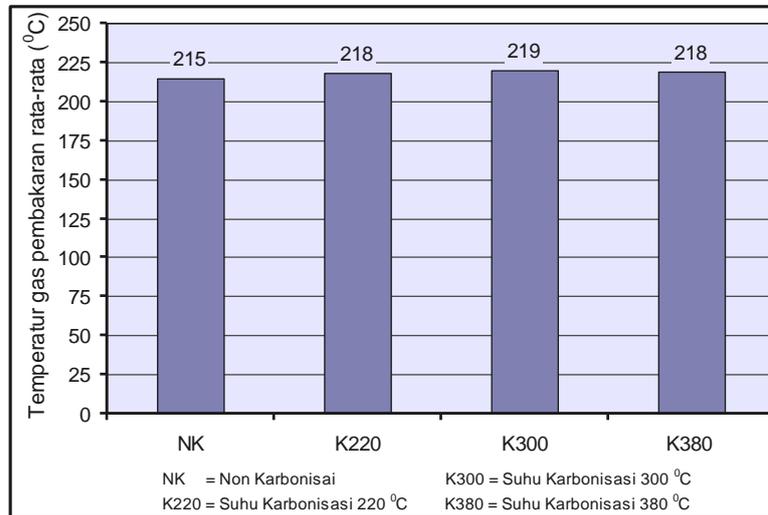
Gambar 7. Emisi CO rata-rata dan pada uji pembakaran briket dengan variasi temperatur karbonisasi



Gambar 8. Emisi spesifik CO rata-rata dan pada uji pembakaran briket dengan variasi temperatur karbonisasi

Temperatur gas pembakaran rata-rata mengalami kenaikan setelah dilakukan karbonisasi. Hal ini disebabkan tongkol jagung mengalami kenaikan nilai kalor setelah dikarbonisasi. Tongkol yang tidak dikarbonisasi menghasilkan temperatur gas

pembakaran rata-rata paling rendah. Sedangkan tongkol yang dikarbonisasi dengan temperatur 300 °C menghasilkan temperatur gas pembakaran rata-rata paling tinggi.. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 9.

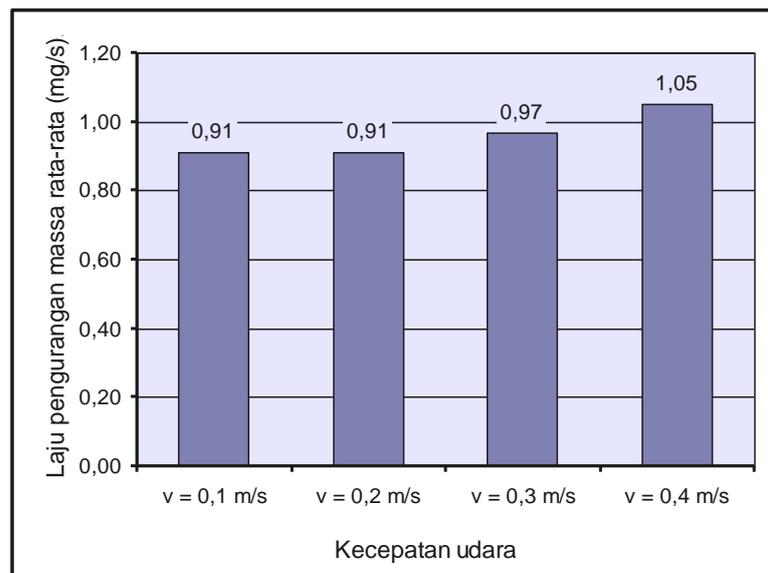


Gambar 9. Temperatur gas pembakaran rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi temperatur karbonisasi

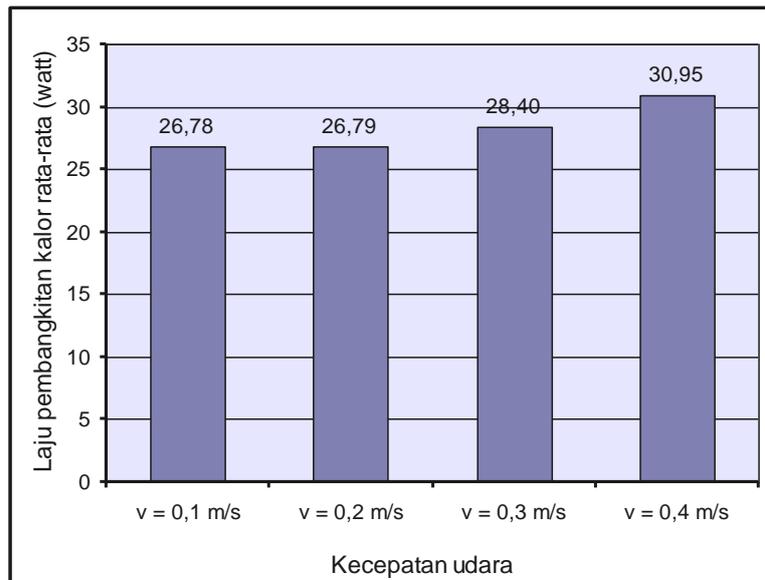
Pengaruh Kecepatan Udara

Untuk pengujian ini arang tongkol jagung yang digunakan adalah arang yang dibuat dengan temperatur karbonisasi 300 °C dan dibriket dengan tekanan 73,2 MPa.

Pengujian dilakukan dengan empat variasi kecepatan udara yaitu 0,1 m/s, 0,2 m/s, 0,3 m/s dan 0,4 m/s. Untuk pengujian ini temperatur dinding ruang bakar rata-rata 400°C.



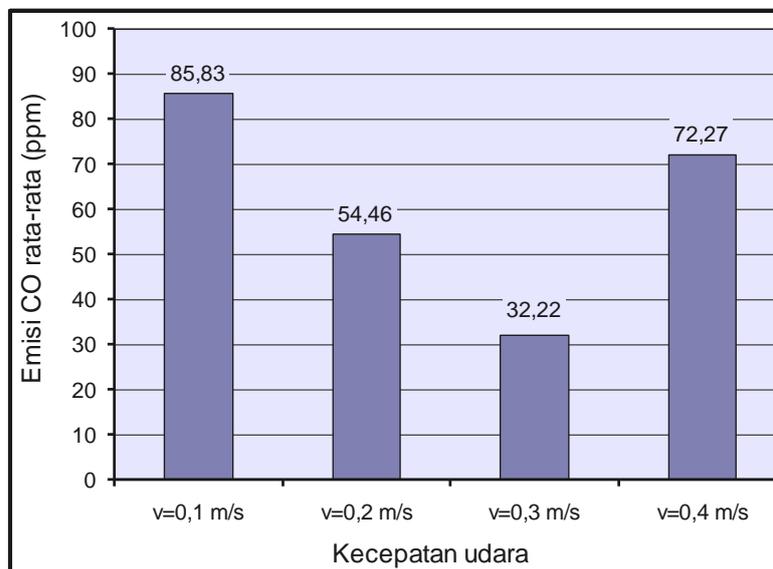
Gambar 10. Laju pengurangan massa rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi kecepatan udara



Gambar 11. Laju pembangkitan kalor rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi kecepatan udara

Pengaruh variasi kecepatan udara terhadap laju pengurangan massa briket dapat dilihat pada Gambar 10. Dengan kecepatan udara yang semakin tinggi maka suplai oksigennya menjadi semakin berlebih dan pembakaran karbonnya berlangsung lebih

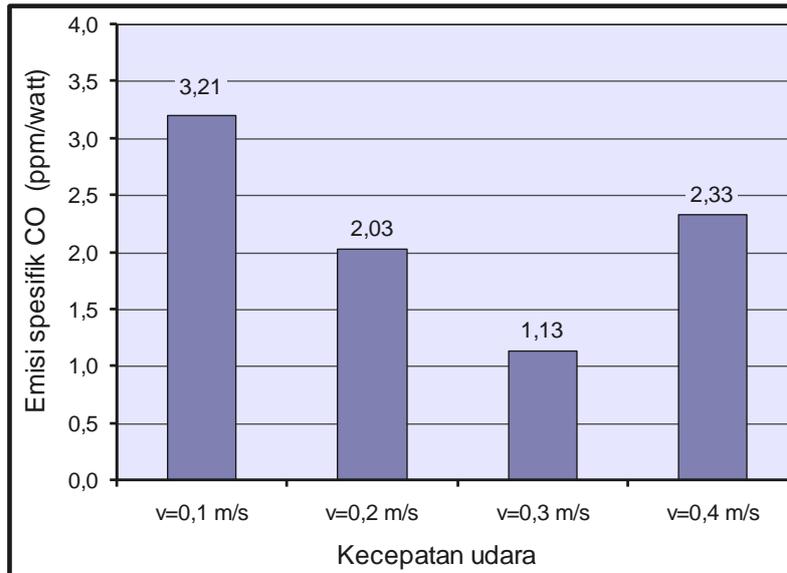
cepat, sehingga laju pengurangan massanya lebih tinggi dan briket lebih cepat habis. Dari Gambar 10 dan 11 bisa dilihat bahwa laju pengurangan massa dan laju pembangkitan kalornya sebanding dengan kenaikan kecepatan udara.



Gambar 12. Emisi CO rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi kecepatan udara

Emisi CO rata-rata dan emisi spesifik CO dari keempat variasi kecepatan udara dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13. Kenaikan kecepatan udara dari 0,1 m/s sampai 0,3 m/s akan menyebabkan emisi CO nya turun,

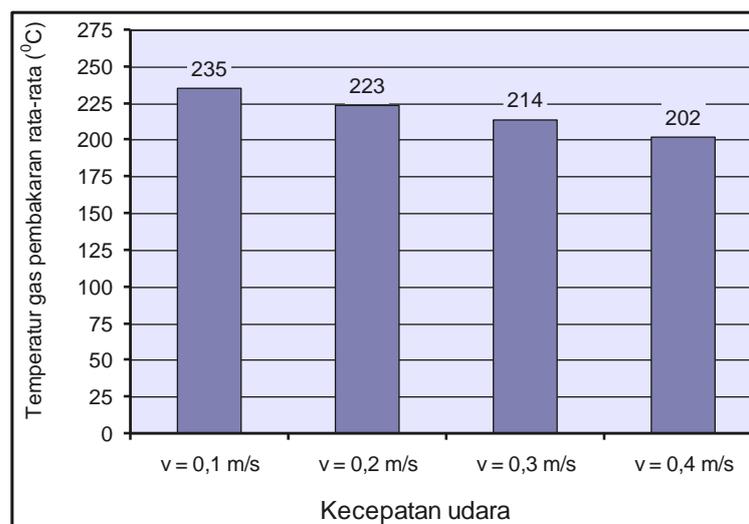
tetapi naik lagi pada kecepatan udara 0,4 m/s. Pada kecepatan udara rendah emisi CO nya paling tinggi karena suplai oksigen yang kurang, sehingga CO yang teroksidasi hanya sedikit.



Gambar 13. Emisi spesifik CO pada uji pembakaran briket dengan variasi kecepatan udara

Pada kecepatan udara tinggi emisi CO nya juga cenderung naik karena CO yang terbentuk di permukaan briket terhembus oleh aliran udara sebelum bereaksi dengan oksigen. Bila dilihat dari segi emisi CO dan laju pembangkitan kalor rata-ratanya, kecepatan udara 0,3 m/s adalah yang paling optimum karena menghasilkan emisi spesifik CO yang paling rendah. Hubungan antara temperatur gas pembakaran dan kecepatan udara dapat dilihat pada Gambar 14.

Temperatur gas pembakaran dipengaruhi oleh laju pembangkitan kalor dan jumlah udara yang melewati ruang bakar. Semakin tinggi kecepatan aliran udara ternyata akan menyebabkan temperatur gas pembakaran menjadi turun. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah udara yang masuk ke ruang bakar dengan semakin tingginya kecepatan udara. Dengan semakin banyaknya udara yang melewati ruang bakar maka kenaikan temperaturnya menjadi kecil.



Gambar 14. Temperatur gas pembakaran rata-rata pada uji pembakaran briket dengan variasi kecepatan udara

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses karbonisasi pada tongkol jagung akan meningkatkan nilai kalor, menaikkan laju pembangkitan kalor rata-rata, menaikkan temperatur pembakaran rata-rata dan menurunkan emisi CO per laju pembangkitan kalor, tetapi akan menurunkan laju pengurangan massa rata-ratanya.
2. Dengan temperatur karbonisasi yang semakin tinggi, nilai kalor arang tongkol jagung akan semakin meningkat, emisi CO rata-rata dan emisi CO per laju pembangkitan kalor akan turun, tetapi laju pengurangan massa dan laju pembangkitan kalor rata-ratanya juga mengalami penurunan.
3. Dengan kecepatan udara yang semakin tinggi akan menyebabkan laju pengurangan massa dan laju pembangkitan kalor rata-ratanya semakin meningkat, tetapi temperatur gas pembakarannya akan semakin rendah.
4. Dari kecepatan udara 0,1 m/s sampai 0,3 m/s emisi CO rata-rata maupun emisi CO per laju pembangkitan kalornya semakin rendah dan naik pada kecepatan 0,4 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006, **Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 2005 – 2025**, Kementrian Negara Riset dan Teknologi (KNRT), Jakarta.
- Anonim, 2008, **BP Statistical Review of World Energi**, Beyond Petroleum, www.bp.com/statisticalreview (diunduh : 9 Juli 2008).
- Debdoubi, A., El amarti, A., dan Colacio, E., 2005, **Production of Fuel Briquettes from Esparto Partially Pyrolized**, Energy Conversion and Management Journal Vol. 46, pp. 1877-1884
- Dujambi, S., 1999, **Burning Rate of Single Large Coal Briquettes : An Investigation on The Effect of Size, Air Preheat, Furnace Wall Temperatur and Air Flow Rate**, Thesis, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Kwong, P.C.W., Wang, J.H., Chao, C.W. dan Kendall, G., 2004, **Effect of Co-combustion of Coal and Rice Husk on Combustion Performance and Pollutant Emission**, The Seventh Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization, Hong Kong
- Saeidy, E.E., 2004, **Technological Fundamentals of Briquetting Cotton Stalks as Biofuel**, Dissertation, Humboldt University, Berlin
- Suprpto, S.H., 2004, **Pemanfaatan Limbah Padat Penyulingan Minyak Nilam Sebagai Briket Untuk Bahan Bakar Alternatif**, Tesis, Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.
- Vest, H., 2003, **Small Scale Briquetting and Carbonisation of Organic Residues for Fuel**, Infogate, Eschborn, Germany
- Zandersons, J., Gravitis, J., Kokorevics, A., Zhurinsh, A., Bikovens, O., Tardenaka, A. dan Spince, B., 1999, **Studies of Brazilian Sugarcane Bagasse Carbonisation Process and Product Properties**, Biomass and Bioenergy Journal Vol. 17, pp. 209-219