

Peningkatan Nilai Tambah Kotoran Sapi Penghasil Arang Dengan Slow Pirolisis

Mega Nur Sasongko, Widya Wijayanti, Abraham, Aris Wijaya

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya Jl. MT Haryono 167, 242, Malang 65145
Email : megasasongko@ub.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui massa dan volume arang yang dapat dihasilkan oleh proses pirolisis, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat alternatif juga sebagai *biochar* yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran material yang bernilai tinggi, karena mempunyai nilai C yang tinggi. Arang hasil pirolisis, nilai kalornya diuji dengan menggunakan *bomb calorimeter* dimana temperatur pirolisis divariasikan antara 100 °C-500 °C. Sebelum proses pirolisis, kotoran sapi dibuat serbuk dengan ukuran partikel sekitar 484 μm , selanjutnya dikeringkan di dalam oven hingga mempunyai kadar air sebesar 4%. Selain dipirolisis pada temperatur yang berbeda, kotoran sapi juga dipirolisis pada laju pemanasan yang berbeda pula dari 0,13 °C/detik hingga 0,29 °C/detik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pirolisis, terjadi kenaikan nilai kalor dari arang kotoran sapi. Namun, kenaikan nilai kalor yang terjadi tidak signifikan yaitu sebesar 6-10% dibandingkan kotoran sapi yang tidak dipirolisis. Selain itu, semakin cepat laju pemanasan pada proses pirolisis terhadap nilai kalor arang kotoran sapi menyebabkan nilai kalornya semakin menurun. Hal ini disebabkan karena seiring dengan kenaikan laju pemanasan pada slow pirolisis memberikan massa arang yang cenderung semakin sedikit, karena gas yang dikeluarkan semakin banyak.

Keywords: kotoran sapi, temperatur pirolisis, laju pemanasan, nilai kalor, arang

Pendahuluan

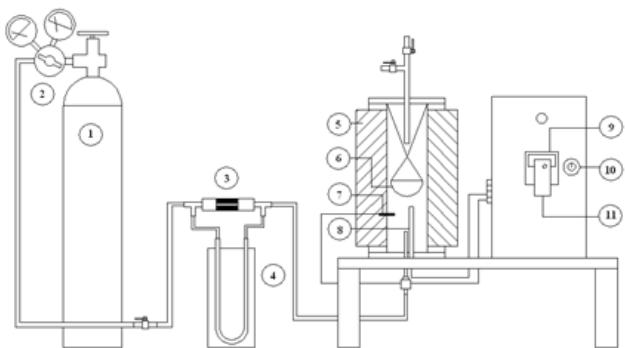
Isu terpenting energi saat ini adalah pencarian berbagai macam energi alternatif yang mudah, murah, efisien, serta ramah lingkungan. Daur siklus sampah dianggap sebagai potensi energi yang dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain dapat mengurangi polusi, juga dapat bersinergi untuk menghasilkan sumber energi baru. Di bidang peternakan, kotoran sapi merupakan salah satu kotoran ternak yang harus dikelola dengan baik agar tidak menurunkan kualitas kesehatan lingkungan (Bock, B. 2006). Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi dampak kotoran sapi terhadap lingkungan, diantaranya dengan mengkonversi kotoran ini menjadi biogas sebagai penghasil methane (bahan bakar alternatif). Sayangnya, penumpukan volume kotoran sapi sisa konversi biogas dianggap sebagai masalah baru, karena penumpukan volumenya masih tinggi, pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk tidak diimbangi oleh produksi kotoran sapi yang semakin tidak terkendali. Salah satu cara untuk menekan volume (Tanoue, 2010) kotoran sapi agar dapat termanfaatkan secara maksimal adalah dengan metode termolisis/pirolisis (Funazukuri, 1986), sehingga seluruh kotoran sapi dapat dikonversi menjadi bahan bakar. Bila biogas

hanya menghasilkan satu jenis bahan bakar dalam fase gas, maka pirolisis dapat mengkonversinya menjadi fase padat (arang), fase cair (tar), dan fase flammable gas (CH_4 , CO_2 , dan H_2) (Tanoue, 2007).

Selain untuk mengurangi volume kotoran sapi, arang hasil pirolisis juga diuji untuk mengetahui nilai kalor arang yang dihasilkan oleh kotoran sapi tersebut. Sehingga, kotoran sapi mempunyai nilai guna yang tinggi karena selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat alternatif, arang juga dapat dimanfaatkan sebagai campuran material yang bernilai tinggi, karena mempunyai nilai C yang tinggi (Sadaka, 2007). Oleh karena itu, pirolisis dilakukan pada berbagai variasi temperatur pirolisis dan laju pemanasan pirolisis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap arang hasil pirolisis dan nilai kalornya.

Metode Penelitian

Gambar 1 menjelaskan instalasi penelitian beserta keterangannya.



Keterangan :

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| 1. Tabung Gas N ₂ | 6. wadah spesimen |
| 2. Pressure Gauge | 7. Thermocouple |
| 3. Orifice | 8. Heater |
| 4. Manometer U | 9. Thermocontrol |
| 5. Rock wool (isolator) | 10. Potensio |
| 11. Kamera | |

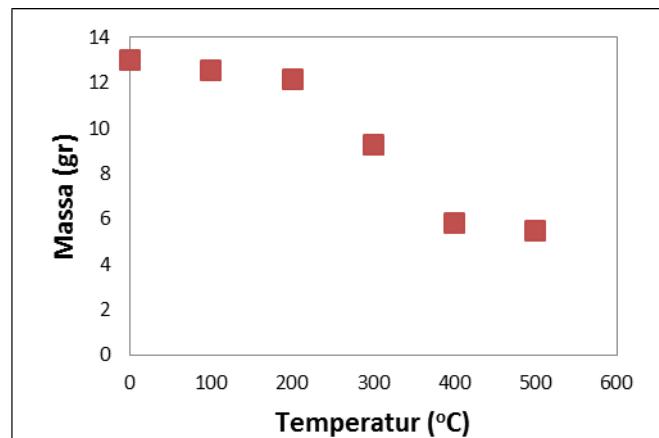
Gambar 1 Instalasi Penelitian

Kotoran sapi disiapkan sebagai spesimen dengan kadar air 4 %, ukuran butir < 0,7 mm dan massa 13 gram/spesimen. Kemudian spesimen dimasukkan kedalam furnace dan dialiri gas N₂ ke dalam furnace sampai kadar O₂ ± 1 % dari volume furnace. Variasi laju pemanasan adalah 0,13 °C/detik, 0,16 °C /detik, 0,21 °C/detik, 0,27 °C/detik, dan 0,29 °C/detik dengan temperatur yang sama untuk tiap variasinya yaitu 500 °C. Setiap proses pirolisis berlangsung selama 2 jam. Hasil padatan dari proses ini di uji nilai kalornya pada bomb kalori meter. Dari penelitian tersebut data yang didapatkan antara lain, nilai kalor padatan hasil pirolisis, pengurangan massa dan volume dari spesimen, kenaikan temperatur selama proses pirolisis, dan perbedaan secara visual padatan hasil pirolisis

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan pengujian pirolisis biomassa kotoran sapi dengan laju pemanasan konstan 0,16 °C/detik. Gambar 2 memperlihatkan selisih pengukuran massa specimen sebelum dan setelah pirolisis pada beberapa variasi temperatur pirolisis dari 100 °C sampai 500 °C.

Dari gambar dibawah terlihat bahwa temperatur pirolisis berdampak signifikan terhadap hasil pirolisis. Semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin besar pula pengurangan massa spesimennya. Sebaliknya, pada temperatur lebih rendah pengurangan massanya lebih sedikit.



Gambar 2. Grafik hubungan temperatur pirolisis dan massa tersisa spesimen

Pada saat temperatur pirolisis 100 °C pengurangan massa yang terjadi sangat sedikit karena pada temperatur tersebut, panas hanya dapat menguapkan kadar air yang terkandung dalam spesimen tanpa mengalami dekomposisi pada komponen-komponen spesimen. Sedangkan pada temperatur pirolisis 500 °C mengalami pengurangan massa yang paling besar, karena komponen-komponen spesimen mengalami dekomposisi termal menjadi bentuk cair, gas dan padat, sehingga massa padatan yang tersisa tentunya lebih sedikit akibat dikurangi oleh hasil pirolisis dalam bentuk cair dan gas

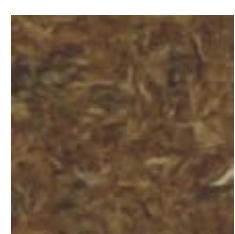
Gambar 3 menunjukkan Perbandingan Padatan Hasil Pirolisis dengan berbagai Variasi Temperatur.



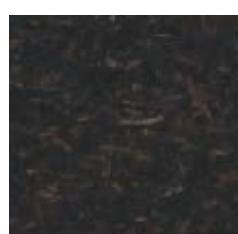
Sebelum Pirolisis



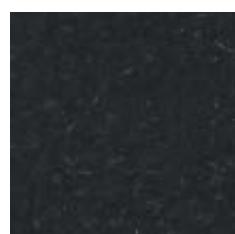
100 °C



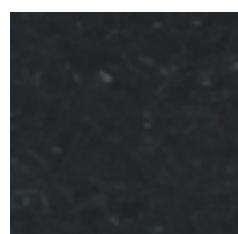
200 °C



300 °C



400 °C



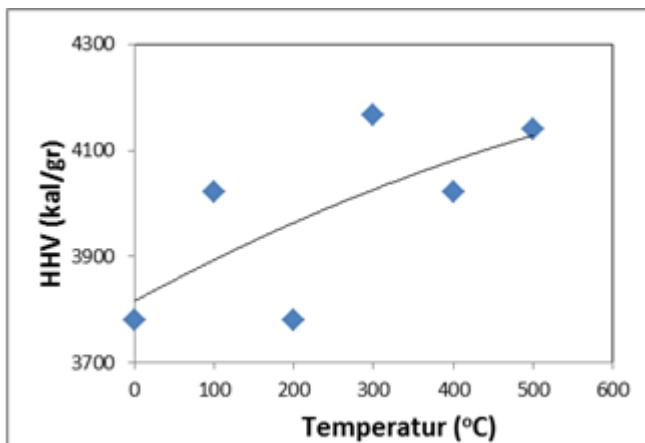
500 °C

Gambar 3 Padatan Hasil Pirolisis

Perbedaan padatan hasil pirolisis dapat dianalisa secara visual dengan melihat perbedaan warna dari spesimen yang difoto. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa spesimen sebelum dipirolisis berwarna coklat terang dan spesimen yang dipirolisis 100 °C berwarna lebih coklat. Hal tersebut terjadi karena spesimen yang belum dipirolisis masih mengandung kadar air sebesar 4 %, sedangkan spesimen yang dipirolisis 100 °C kadar airnya 0 % atau lebih kering dari sebelumnya.

Pada temperatur 200 °C warna spesimen tersebut menjadi coklat gelap. Hal itu dikarenakan hanya sebagian hemiselulosa yang terdekomposisi. Dan pada temperatur 300 °C hemiselulose spesimen telah terdekomposisi sepenuhnya yang ditandai dengan warna specimen hasil pirolisis berwarna coklat lebih gelap daripada temperatur 200 °C. Sedangkan lignin dan selulosa belum sepenuhnya terdekomposisi. Sehingga char yang terbentuk masih sedikit. Char tersebut bercampur dengan biomassa yang belum terdekomposisi sehingga hasil warnanya coklat gelap.

Namun saat temperatur 400 °C, warna dari spesimen berubah menjadi hitam. Warna hitam sendiri menunjukkan bahwa specimen hasil pirolisis sudah menjadi char. Pada tahap ini hanya lignin yang belum sepenuhnya terdekomposisi. Untuk pirolisis dengan temperatur 500 °C, padatan hasil pirolisis lebih hitam. Hal tersebut mengindikasikan bahwa komponen-komponen biomassa telah terdekomposisi sepenuhnya, dan menyisakan char sebagai hasil padatan (solid residue).



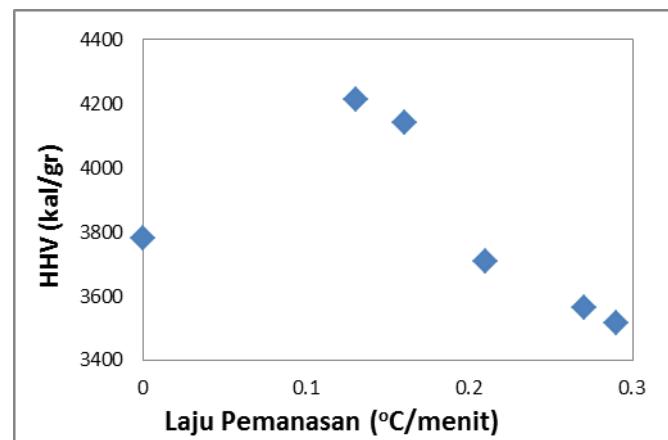
Gambar 4. Nilai kalor spesimen pada variasi temperatur pirolisis

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian nilai kalor biomassa kotoran sapi sebelum dan setelah dipirolisis pada berbagai variasi temperatur. Secara umum biomassa yang dipirolisis dengan temperatur 100 °C - 500 °C selama 2 jam memiliki nilai kalor yang lebih tinggi 6-10% dibandingkan biomassa yang tidak dipirolisis. Hal tersebut terjadi karena saat dipirolisis terjadi dekomposisi komponen biomassa menjadi

char, tar dan gas. Char yang merupakan hasil padatan pirolisis mengandung fixed carbon yang nantinya akan menaikkan nilai kalornya. Semakin tinggi temperatur pirolisisnya maka semakin sedikit char yang terbentuk, namun kandungan fixed carbonnya semakin tinggi sehingga nilai kalornya akan semakin tinggi pula.

Tetapi pada titik tertentu terjadi penurunan nilai kalor. Penurunan tersebut dikarenakan beberapa hal, diantaranya karena holding time setiap variasi yang tidak sama mengakibatkan belum terdekomposisinya seluruh komponen biomassa/spesimen. Selain itu, kemungkinan adanya oksigen yang masuk atau oksigen yang masih terjebak di dalam furnace akan memicu terjadinya reaksi oksidasi sehingga meninggalkan abu yang akan mengurangi nilai kalornya.

Untuk mengetahui kualitas char yang terbentuk, penelitian ini juga melakukan pengujian nilai kalor untuk biomassa kotoran sapi pada berbagai variasi laju pemanasan pada proses pirolisis (heating rate). Pada pengujian ini, temperatur pirolisis ditetapkan pada suhu 500 °C. Hasil pengujian nilai kalor ini dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Nilai kalor biomassa kotoran sapi pada variasi heating rate.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa besarnya laju pemanasan sangat berpengaruh terhadap kenaikan nilai kalor arang kotoran sapi. Gambar 5 menunjukkan terjadinya penurunan nilai kalor seiring dengan semakin cepatnya laju pemanasan. Semakin cepat laju pemanasan maka nilai kalornya akan semakin kecil hal ini disebabkan karena seiring dengan kenaikan laju pemanasan pada pirolisis lambat memberikan massa char yang cenderung semakin sedikit, karena gas yang dikeluarkan semakin banyak.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi temperatur pirolisis akan menyebabkan semakin besar pengurangan massa spesimen dan semakin banyak char (arang) yang terbentuk, sehingga warna padatan hasil pirolisis semakin gelap atau hitam yang menunjukkan besarnya kadar C.
2. Pada laju pemanasan yang sama, biomassa kotoran sapi yang dipirolisis dengan temperatur 100-500 °C selama 2 jam memiliki kenaikan nilai kalor yaitu sebesar 6-10% dibandingkan biomassa kotoran sapi yang tidak dipirolisis.
3. Semakin cepat laju pemanasan maka nilai kalornya akan semakin kecil hal ini disebabkan karena seiring dengan kenaikan laju pemanasan pada pirolisis lambat memberikan massa char yang cenderung semakin sedikit, karena gas yang dikeluarkan semakin banyak.

Referensi

Bock, B. 2006. Feasibility of Renewable Energy from poultry litter in the TVA Region. EPRI, Palo Alto, CA and Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals, AL. 1010486.

Funazukuri, T., R. Hudgins and P. Silveston. 1986. Product distribution in pyrolysis of cellulose in microfluidized bed. J. Anal. Pyrolysis. Vol. 9: 139-158.

Samy Sadaka. 2007. Pyrolysis. Department of Agricultural and Biosystems Engineering Iowa State University. Nevada.

Tanoue, K., Widya, W., Yamasaki, K., Kawanaka, T., Yoshida, A., Nishimura, T., Taniguchi, M., Sasauchi, K., Numerical Simulation of the thermal conduction of packed bed of woody biomass particles accompanying volume reduction induced by pyrolysis, J. Jpn. Inst. Energy, 89 (10), 948 (2010)

Tanoue, K., T. Hinauchi, T. Oo, T. Nishimura, M. Taniguchi, and K. Sasauchi, Modeling of heterogeneous chemical reactions caused in pyrolysis of biomass particles, Advanced Powder Technology 18, 825-840 (2007)