

KANGAS BERBAHAN UMPAN KOTORAN KUDA DENGAN VARIASI LAJU ALIRAN OKSIGEN SEBAGAI AGENT GAS PADA PROSES GASIFIKASI TIPE UPDRAFT

Rudy Sutanto^{1,a,*}, Nurchayati^{2,b}, Pandri Pandiatmi^{3,c}, Arif Mulyanto^{4,d}

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin . F.T. Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram, NTB, Indonesia ,83125

^ar_sutanto10@yahoo.com, ^bnurchayati_jamil@yahoo.co.id, ^cpandiatmi.pandri@yahoo.com,

^dA_mulyanto70@yahoo.co.id

Abstrak

Syngas merupakan salah satu produk dari teknologi hijau yang sekarang sedang dikembangkan. Hal ini dikarenakan gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi termal dari biomassa padat melalui pemberian sejumlah panas dengan suplay oksigen terbatas untuk menghasilkan *synthesis gases* atau gas mampu bakar yang terdiri dari unsur gas CO, H₂, CO₂, CH₄ dan H₂O. Gasifier yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter reaktor 600 mm dan tinggi reaktor 1500 mm. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan pengujian karakterisasi proses gasifikasi pada *updraft gasifier* berbahan umpan kotoran kuda dengan menggunakan metode dekomposisi termal dimana media agent gas yang digunakan berupa oksigen murni, dengan memperhitungkan variasi laju aliran agent gas (10, 15, 20 dan 30 lt/menit). Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar laju aliran agent gas (oksin) maka kadar gas CO semakin turun dengan rata-rata penurunan sebesar 6.4%, akan tetapi penurunan gas CO diikuti dengan kenaikan kadar gas metan (CH₄) yakni rata-rata kenaikan sebesar 8.78 % sedangkan gas CO₂ mengalami kenaikan rata-rata sebesar 14.6%. Sedangkan nilai kalor terjadi penurunan seiring dengan semakin besar laju aliran agent gas yakni rata-rata terjadi penurunan sebesar 15.3 %.

Kata kunci: Gasifikasi, kotoran kuda, oksigen, updraft, nilai kalor

Pendahuluan

Kotoran kuda (*feses*) memiliki bentuk dan ukuran yang beragam serta ukuran butiran yang halus. Selain itu kotoran kuda juga memiliki kadar air tinggi. Sebagai umpan gasifikasi, jika digunakan secara langsung, maka kotoran kuda akan sulit diproses dan dapat mengganggu kinerja gasifikasi. Oleh sebab itu, pengolahan awal terhadap kotoran kuda perlu dilakukan. Pengolahan awal tersebut berupa pengurangan kadar air pada kotoran kuda (*feses*).

Gasifikasi adalah suatu proses konversi senyawa yang mengandung karbon untuk mengubah material baik cair maupun padat menjadi bahan bakar gas mampu bakar (CO, H₂, CO₂, CH₄ dan H₂O) melalui proses pembakaran dengan suplai udara terbatas yaitu antara 20% hingga 40% udara stoikiometri. Reaktor tempat terjadinya proses gasifikasi disebut *gasifier*. Selama proses gasifikasi akan terbentuk daerah proses yang dinamakan menurut distribusi suhu dalam reaktor *gasifier*. Daerah-daerah tersebut adalah: Pengeringan,

Pirolyza, Reduksi dan Pembakaran. Masing-masing daerah terjadi pada rentang suhu antara 25°C hingga 150°C, 150°C hingga 600°C, 600°C hingga 900°C, dan 800°C hingga 1400°C. Gas hasil dari proses gasifikasi disebut *producer gas* atau *syngas*.

Didalam ulasan hasil riset (*review*) terhadap teknologi kontemporer gasifikasi termal yang ditulis oleh [1], diperlihatkan kelebihan dan kekurangan masing-masing reaktor serta jenis pereaksi yang biasa digunakan untuk proses gasifikasi. Disamping keuntungan-keuntungan yang tersedia, ternyata proses gasifikasi termal biomassa masih mempunyai tantangan-tantangan dalam hal pembentukan tar dan char yang berlebihan serta nilai kalor syngas yang rendah jika kondisi operasi tidak sesuai dengan karakteristik biomassa yang diproses.

Dari [2] tentang simulasi numerik gasifikasi - uap biomassa (tandan kosong kelapa sawit) dengan menggunakan model keseimbangan termodinamika, terlihat bahwa produksi hidrogen bertambah dengan kenaikan

suhu. Pada suhu-suhu rendah, produksi hidrogen rendah dan meningkat seiring dengan kenaikan suhu hingga mencapai suatu puncak dan kemudian produksi hidrogen menurun lagi.

Komposisi *syngas* bervariasi tergantung dengan bahan baku biomassa, namun rata-rata dapat menghasilkan *syngas* dengan kadar H₂ sebesar 18-20%, CO sebesar 18-20%, CH₄ sebesar 2-3%, CO₂ sebesar 12%, H₂O sebesar 2.5% dan sisanya N₂, dengan nilai kalor gas sekitar 4.7 – 5 MJ/m³ [3].

Gasifikasi yang selama ini kita kenal adalah gasifikasi dengan umpan batubara dan limbah pertanian, akan tetapi gasifikasi dengan umpan limbah peternakan khususnya feses kotoran kuda (biomassa) belum pernah dilakukan, padahal kotoran kuda memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku gasifikasi. Pada penelitian ini akan dikembangkan penggunaan kotoran kuda sebagai bahan umpan pada proses gasifikasi dengan pertimbangan ukuran butiran yang halus, kandungan karbohidrat, lemak dan serat kasar yang cukup tinggi sehingga dapat meningkatkan produksi carbon yang secara tidak langsung akan meningkatkan produksi gas metana dan *carbon monoksida*.

Kotoran kuda memiliki kadar karbon cukup tinggi sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan bakar. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah kotoran kuda menjadi bahan bakar adalah gasifikasi. Dengan teknik gasifikasi, kotoran kuda diharapkan dapat menjadi sumber bahan bakar yang potensial (*syngas*) untuk mengatasi krisis energi, namun selama ini pembuatan *syngas* melalui teknik gasifikasi dari limbah peternakan (*feses*) belum dicoba dan diteliti, oleh karena itu penelitian untuk memanfaatkan kotoran ternak kuda (*feses*) sebagai bahan alternatif sumber energi baru yang terbarukan dan ramah lingkungan perlu segera dilakukan secara menyeluruh hingga penerapannya.

Kotoran kuda (*feses*) memiliki bentuk dan ukuran yang beragam serta ukuran butiran yang halus. Selain itu kotoran kuda juga memiliki kadar air tinggi. Sebagai umpan gasifikasi, jika digunakan secara langsung, maka kotoran kuda akan sulit diproses dan

dapat mengganggu kinerja gasifikasi. Oleh sebab itu, pengolahan awal terhadap kotoran kuda perlu dilakukan. Pengolahan awal tersebut berupa pengurangan kadar air pada kotoran kuda (*feses*). Sedangkan rasio produksi limbah kotoran kuda (*feses*) mencapai 5.5 ton/tahun/kepala dengan koefisien konversi energi 14.9 Gjoule/ton [4].

Hasil penelitian sebelumnya untuk agent gas nya udara, didapatkan bahwa semakin besar laju aliran agent gas maka kadar gas CO semakin naik dengan rata-rata kenaikan sebesar 15%, akan tetapi kenaikan gas CO diikuti dengan penurunan kadar gas metan (CH₄) yakni rata-rata penurunan sebesar 13%. Sedangkan nilai kalor terjadi kenaikan seiring dengan semakin besar laju aliran agent gas yakni rata-rata terjadi kenaikan sebesar 22,67%. [5].

Metodologi

Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yaitu melakukan dua tahap percobaan : tahap pertama adalah menganalisa karakterisasi biomassa kotoran kuda (*feses*), sedangkan tahap kedua adalah melakukan pengujian terhadap potensi kotoran kuda sebagai bahan umpan pada reaktor gasifikasi dengan metode *dekomposisi thermal* dengan media agent gas berupa oksigen murni,

a. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, variabel – variabel yang dipilih antara lain:

Variabel tetap

- Komposisi *syngas* yang terdiri dari campuran gas – gas CO, CO₂, CH₄
- Reaktor gasifikasi jenis *updraft*
- agent gas: oksigen murni

Variabel Berubah

- laju aliran agent gas: 10 lt/menit; 15 lt/menit; 20 lt/menit; 30 lt/menit

b. Alat dan bahan

1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rangkaian alat gasifier dan Gas Analyser (ULTRA 4/5 GAS ANALYZER TYPE IM2400, dengan ketelitian 0,01 dalam % volume) sedangkan untuk data NKA menggunakan metode analysis.

2. Bahan : kotoran kuda

3. Alat pengujian

Gasifier yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter reaktor 600 mm, dan tinggi reaktor 1500 mm.

c. Prosedur Pengujian

Bahan utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah kotoran ternak (kuda), kotoran kuda memiliki kadar air tinggi. Sebagai umpan gasifikasi, jika digunakan secara langsung, maka kotoran kuda akan sulit diproses dan dapat mengganggu kinerja gasifikasi. Oleh sebab itu, pengolahan awal terhadap kotoran kuda perlu dilakukan. Pengolahan awal tersebut berupa pengurangan kadar air pada kotoran kuda (feses) melalui proses pengeringan terlebih dahulu.

Penelitian dilanjutkan dengan proses pembuatan *syngas* dengan bahan umpan kotoran kuda, dalam hal ini digunakan reaktor gasifikasi jenis *updraft* dan menggunakan metode *dekomposisi thermal* dengan media *agent gas* berupa oksigen murni serta dialirkan menggunakan sebuah kompresor. Laju alir *agent gas* divariasikan masing-masing 10, 15, 20 dan 30 lt/menit. Komposisi gas selanjutnya dideteksi menggunakan *gas analyser*, pengujian dilakukan di Laboratorium energi baru dan terbarukan Universitas mataram, yang selanjutnya akan diteliti pengaruh laju aliran oksigen murni terhadap komposisi gas, dan nilai kalor gas yang keluar dari gasifier.

d. Analisis Data

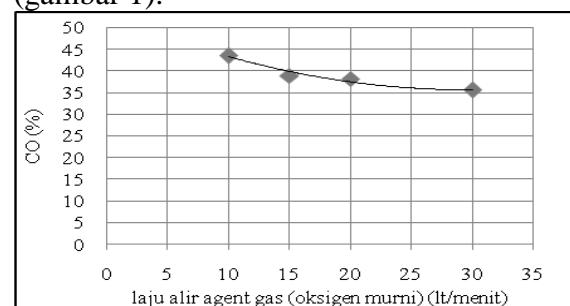
Analisis data ini dilakukan setelah dan mengacu pada data hasil percobaan, dengan cara membandingkan kandungan gas CO, CO₂, CH₄ yang dihasilkan pada proses gasifikasi dengan umpan kotoran kuda dengan berbagai variasi laju aliran agent gas, mengetahui hubungan laju aliran agent gas terhadap komposisi gas, dan nilai kalor gas yang keluar dari gasifier.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa selama proses gasifikasi reaksi kimia yang terjadi adalah reaksi endotermis (diperlukan panas dari luar selama proses berlangsung), sedangkan suhu yang terjadi pada reaktor gasifikasi dengan agent gas oksigen murni semakin tinggi seiring dengan semakin besar laju aliran oksigen murni yang

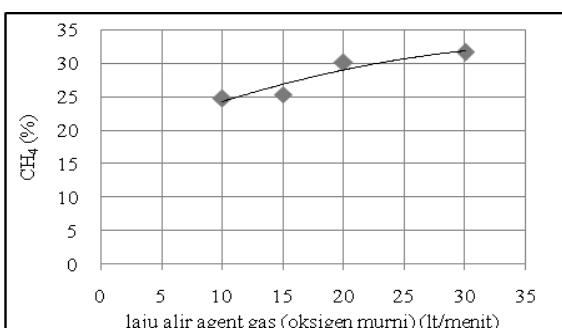
masuk ke dalam gasifier. Akibat dari suhu yang sangat tinggi akan mengakibatkan terjadi proses pembakaran biomassa (kotoran kuda) di dalam gasifier semakin sempurna sehingga gas CO₂ yang dihasilkan semakin banyak. Bilamana panas yang dihasilkan pada proses oksidasi semakin tinggi akan memberi pengaruh pada proses pirolisis berjalan dengan baik sehingga carbon yang terbentuk semakin besar. Sedangkan pada proses reduksi gas CO₂ dan carbon akan diuraikan menjadi gas carbon monoksida.

Akibat dari suhu yang masih sangat tinggi maka akan terjadi proses reaksi reduksi karbonmonoksida oleh kukus yang menghasilkan peningkatan perbandingan hidrogen terhadap karbonmonoksida pada gas produser, sehingga kadar gas CO₂ yang terkandung pada syngas akan semakin besar dengan rata-rata kenaikan sebesar 14.6% (gambar 3). Karena sebagian besar gas CO yang dihasilkan pada proses oksidasi sudah diuraikan menjadi gas CO₂ pada proses reaksi reduksi karbonmonoksida oleh kukus, maka hanya sebagian kecil gas CO yang ikut keluar bersamaan dengan syntesis gas (syngas) yang dihasilkan pada proses gasifikasi seiring dengan bertambahnya laju aliran agent gas dengan rata-rata penurunan sebesar 6.4 % (gambar 1).

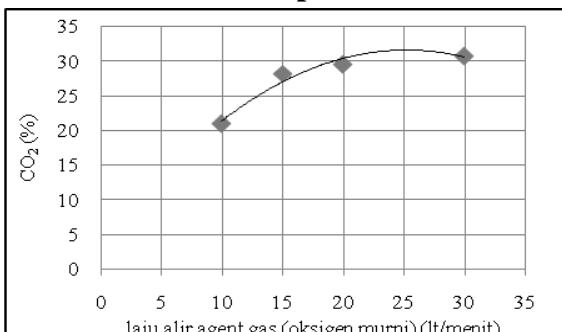


Gambar 1. Hubungan Laju Alir Agent

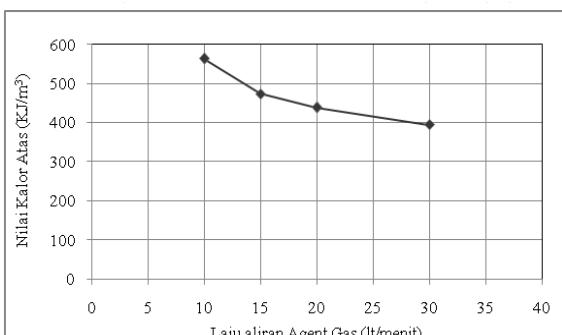
Selanjutnya pada proses methanation merupakan reaksi pembentukan gas metan dimana gas H₂ akan bereaksi dengan carbon akan membentuk gas CH₄, akibat tingginya gas H₂ yang terbentuk pada proses reaksi reduksi karbonmonoksida oleh kukus maka gas CH₄ yang terbentuk akan semakin besar seiring dengan bertambahnya laju aliran agent gas dengan rata-rata kenaikan sebesar 8.78 % (gambar 2).



Gambar 2. Hubungan Laju Alir Agent Gas Terhadap Kadar Gas CH₄



Gambar 3. Hubungan Laju Alir Agent



Gambar 4. Hubungan Laju Alir Agent

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kalor mengalami penurunan seiring dengan semakin besar laju aliran agent gas yakni rata-rata terjadi penurunan sebesar 15.28 %, hal ini diakibatkan oleh kadar gas CO yang dihasilkan semakin kecil seiring bertambahnya laju aliran agen gas, dimana nilai kalor gas CO sangat tinggi yakni berkisar 12696 KJ/m³

jauh diatas nilai kalor gas metan yang hanya berkisar 10768 KJ/m³.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah bahwasanya proses gasifikasi tidak hanya dapat dilakukan dengan bahan umpan limbah pertanian dan batubara saja melainkan untuk limbah padat peternakan bisa juga dilakukan dengan hasil yang sungguh luar biasa.

Pengaruh laju aliran agent gas berupa oksigen murni membawa dampak pada produksi gas CO yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya laju aliran agent gas, demikian halnya dengan nilai kalor yang dihasilkan akan semakin turun.

Referansi

- [1] Wang, L., Weller, C.L., Jones, D.D. and Hanna, M.A., Contemporary issues in thermal gasification of biomass and its application to electricity and fuel production, *Biomass and Bioenergy* 32 (2008) 573-581.
- [2] Pratoto, A. dan Raharjo, S., "Gasifikasi-uap Biomassa untuk Menghasilkan Hidrogen – Simulasi dengan Model Keseimbangan", *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VII*, Manado, 4 – 6 November 2008
- [3] Wahyu, H., Djunaedi, I. Affendi,I. , Sugiyatno dan Utomo,Y.U., Perancangan dan Pengembangan Model Reaktor *Circulating Fluidized Bed* Untuk Gasifikasi Biomassa, Pusat Penelitian Fisika (Research Centre fo Physics) LIPI, 2011
- [4] Hall, D. O. et al, "Biomass for Energy: Supply Prospects", in: Renewable Energi, Johansson, T. B. eds., 1993, pp.594, Washington, Island Press.
- [5] Sutanto, R., Nurchayati, Pandiatmi,P. dan Mulyanto,A., Pengaruh Laju Aliran Agent Gas Pada Proses Gasifikasi Kotoran Kuda Terhadap Karakteristik Syngas Yang Dihasilkan", *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XIV - UNLAM Banjarmasin*, 7 – 8 Oktober 2015.