

UNJUK KERJA GASIFIKASI SEKAM PADI TERHADAP PANJANG FLAME SYN-GAS PADA VARIASI JUMLAH OUTLET BERPOLA CIRCULAR

Suliono¹, Felix Dionisius²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Indramayu. Jl. Lohbener Lama No.08,
Lohbener, Legok, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat 45251 Tel. 0234-5746464

¹email :Sulionolee@gmail.com,

²email :Dionisiusfelix@gmail.com

Abstract

Rice husk can produce flammable gas through the gasification process. The application of the use of rice husk syn-gas biomass has been thoroughly studied to be used as an additional material in combustion on diesel engines to reduce fuel consumption costs. This study uses a downdraft type gasification process. Inclusion of 5 kg of rice husk in the reactor is done once in testing one variation. Syn-gas produced in the gasification reactor is sucked by a suction blower whose tip blower will be given a variation of outlet holes with the number of holes 7, 15, and 25 with a hole diameter of 5 mm. The gas that comes out through the burner hole is burned and the length of the flame measured. Taking long flame images through a photo camera mounted near the syn-gas burner. Flame length data that has been taken and then measured using AutoCAD. From the results of measurements in the variation of the number of holes 7 with a diameter of 5 mm obtained a length of 137.81 mm flame with a constant flame of 5 minutes. In the variation of 15 holes obtained a flame length of 205.76 mm with a constant flame of 10 minutes. And variations with the number of holes 25 with 5 mm hole length of the flame obtained 320.71 mm with a constant flame of 12 minutes. The data obtained in addition to the length of the flame is also a visualization of the flame at the end of the outlet.

Keywords: Gasification, Flame Length, Number of Holes, Gas Flame at the Burner

1. PENDAHULUAN

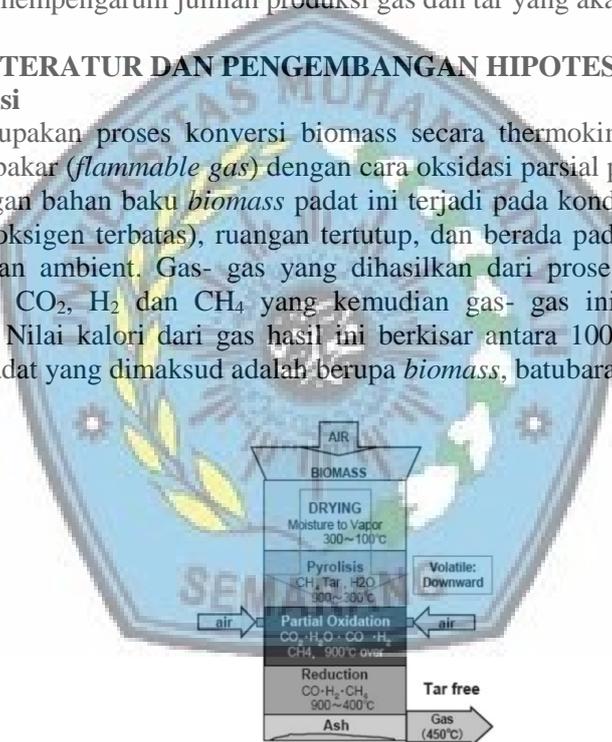
Energi merupakan kebutuhan utama manusia yang sangat berperan dalam mendukung kelangsungan hidup manusia. Pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan perlu dikembangkan guna mengganti sumber energi fosil yang semakin menipis. Harga BBM terus meningkat dan melambung tinggi membuat manusia berfikir untuk mengganti energi dari fosil menjadi energi terbarukan. Berbagai cara yang sudah dilakukan untuk mengetahui potensi sumber daya energi yang dapat diperbaharui di Indonesia, yaitu berupa biomassa, kacang-kacangan dan energi listrik yang sumbernya dari energi matahari [1]. Berdasarkan data penelitian Singh, H. [2] diperoleh dapat ditentukan langkah serta strategi dalam pemanfaatan Biomassa yang merupakan bahan organik yang berasal dari alam, termasuk didalamnya tumbuhan, hewan dan limbah serta memiliki sifat yang dapat diperbaharui karena dapat diproduksi dengan cepat. Biomassa sekam padi merupakan sumber energi yang sangat melimpah dan dapat diperbarui karena dalam setahun panen padi bisa mencapai tiga kali. artinya biomassa yang sekam padi dapat diperbarui hingga empat bulan sekali. Mengetahui karakteristik suatu biomassa digunakan metode pengujian secara analitis (proximate analysis) dan

secara kimia (ultimate analysis). Proximate analysis melakukan pengujian komposisi bahan bakar yang berupa kandungan air (moisture), volatile matter, fixed carbon, ash serta nilai kalor yang dimiliki oleh biomassa, sedangkan ultimate analysis melakukan pengujian terhadap komposisi kimia biomassa berupa karbon, hidrogen, nitrogen, belerang, dan oksigen. Sejumlah model telah dikembangkan oleh berbagai pihak peneliti yang menggunakan hasil analisis langsung untuk menentukan nilai kalor bahan bakar. Hasil menunjukkan bahwa data proximate berguna untuk menemukan nilai pembakaran (HHV) dengan sedikit penyimpangan dari hasil eksperimen yang sebenarnya dan juga telah mengembangkan model dengan menggunakan data akhir & proximate untuk penentuan nilai pemanasan tinggi. Dua model korelasi yang diperkenalkan olehnya bergantung pada kandungan karbon & bahan volatil dari residu biomassa. Pada penelitian Longdong, Irene A. [3] yang meneliti gasifikasi serabut kelapa dengan memberikan tiga perlakuan pada kadar air yang berbeda serta menganalisis bagaimana kandungan tersebut mempengaruhi gas yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kadar air akan mempengaruhi jumlah produksi gas dan tar yang akan dihasilkan.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

2.1 Gasifikasi

Gasifikasi merupakan proses konversi biomass secara termokimia menjadi gas yang memiliki nilai bakar (*flammable gas*) dengan cara oksidasi parsial pada temperatur tinggi. Gasifikasi dengan bahan baku *biomass* padat ini terjadi pada kondisi yang terisolasi dari udara sekitar (oksigen terbatas), ruangan tertutup, dan berada pada tekanan yang cukup terhadap tekanan ambient. Gas-gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi umumnya berbentuk CO, CO₂, H₂ dan CH₄ yang kemudian gas-gas ini disebut *Syngas* atau *Synthetic Gas*. Nilai kalori dari gas hasil ini berkisar antara 1000- 1200 kcal.N/m³[4]. Bahan bakar padat yang dimaksud adalah berupa *biomass*, batubara atau arang.



Gambar 1. Pengujian gasifikasi

Pada gasifier tipe downdraft, terdapat empat zona diurut dari bagian atas gasifier hingga bawah yaitu drying, pyrolysis, oxidation, dan reduction. Pada tipe ini bahan bakar (biomass) dan udara dimasukkan dari bagian atas gasifier melalui laluan hopper dan mengalir turun ke grate yang merupakan tempat abu. Sementara pada gasifier tipe updraft juga terdapat empat zona dengan urutan dari atas ke bawah yaitu drying, pyrolysis, oxidation, dan reduction [5]. Gasifier tipe updraft merupakan counter flow reactor dimana bahan bakar dimasukkan dari bagian atas dan selama operasi bahan bakar ini akan mengalir ke bawah, sementara gasifying agent yang berupa udara, uap, atau oksigen dihembuskan dari bawah dan mengalir ke atas. Sudarmanta, B. [6] melakukan pengujian komposisi air (moisture), volatile matter, fixed carbon, ash serta nilai kalor yang dimiliki oleh syngas dari biomassa, hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut adalah karbon, hidrogen, nitrogen, belerang, dan oksigen. Kandungan moisture untuk sekam

padi berkisar 9,2 % sehingga dalam pemanfaatan sekam padi menjadi syn-gas membutuhkan energi panas untuk mengeluarkan kandungan moisture tersebut. Komposisi terbesar berupa volatile matter, yaitu mencapai 65,3%. *Volatile matter* merupakan hasil dekomposisi pada saat proses pemanasan, terdiri dari flammable gas seperti H₂, CO dan HC dan non-flammable gas seperti CO₂. Kandungan fixed carbon pada sekam padi mencapai 17,4%, sedangkan sisa-sisa organik yang tidak teroksidasi berupa ash mencapai 17,4%.

Tabel 1. Hasil proximate dan ultimate sekam padi

No	Parameter	Unit	Nilai	
1	Moisture content	% wt	9,2	
2	Ash content	% wt	17,5	
3	Volatile matter	% wt	65,3	
4	Fixed carbon	% wt	17,4	
5	Density	Kg/m ³	188	
6	LHV	MJ/kg	14,1	
7	Komponen	C	% wt	37,6
		H	% wt	5,0
		N	% wt	0,3
		S	% wt	0
		O	% wt	36,6

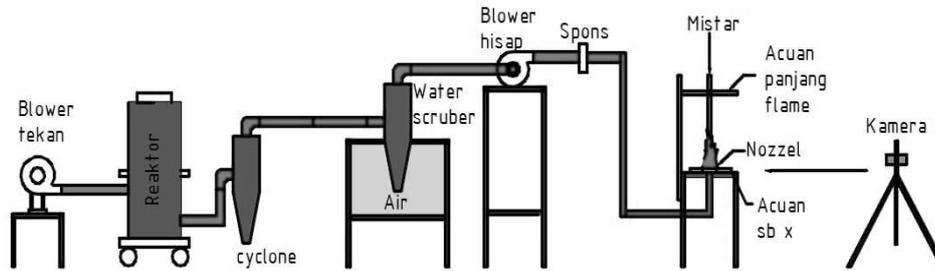
2.2 Heating Value

Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi merupakan jumlah panas yang dilepas pada pembakaran tertentu. Nilai kalor bahan bakar sekam padi yang diberikan sebagian besar merupakan komposisi kimia bahan bakar. Nilai kalor pada bahan bakar gas yang mempunyai batas lebih tinggi (HHV) adalah jumlah total energi panas yang tersedia dalam bahan bakar gas. Nilai kalor yang lebih rendah (LHV) adalah batas nilai bawah nilai kalor yang terkandung didalam gas sekam padi.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Putra, M.P [7] yang menggunakan mix chamber pada gasifikasi syngas dan serbuk kayu dengan hasil yang memiliki distribusi temperatur api maksimum sebesar 448, 15^oC pada tekanan syngas 1,2 bar dengan posisi nozle 1 cm dari ujung mixed chamber. Serta diperoleh hasil unjuk kerja terbaik pada tekanan 1,2 bar dengan posisi chamber 1 dengan daya burner sebesar 30,30 kW dan efisiensi sebesar 47,17%, serta konsumsi bahan bakar spesifik optimum 0,82 kg/ kW h.

3. METODE PENELITIAN

Limbah sekam padi yang dihasilkan dari beberapa penggilingan padi yang berada didaerah indramayu dapat dimanfaatkan untuk dijadikan gas yang mudah terbakar/flamable. Metode gasifikasi inilah yang akan digunakan agar sekam padi dapat diubah untuk dijadikan gas. caranya yaitu dengan menyiapkan alat uji berupa reaktor yang dilengkapi dengan blower tekan untuk suplai udara dalam pembakaran didalam reaktor. Pengaturan AFR antara bahan bakar sekam padi dan udara menjadi hal yang sangat penting, karena jika pencampuran tidak sesuai maka syngas tidak akan terbentuk. Jika gas yang sudah terbentuk maka gas akan hisap menggunakan blower hisap. Sebelum menuju blower hisap gas akan melewati cyclone dan water scubber untuk disaring terlebih dahulu. Penyaringan bertujuan untuk meyaring *tar* dan *ash* yang ikut larut dalam gas. Gambar berikut ini merupakan langkah dan metode yang dipakai dalam penelitian.



Gambar 2. Alat Pengujian

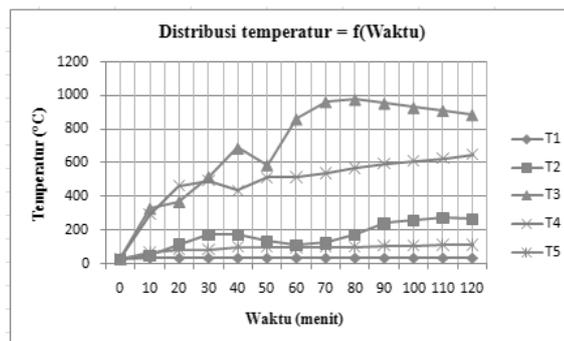
keterangan:

1. blower tekan
2. Reaktor gasifikasi
3. Cyclone
4. Water scrubber
5. Blower hisap
6. Spons
7. Mistar
8. Acuan panjang flame
9. nozzle
10. Batas nyala api
11. Kamera

Dari hasil pengujian diatas selanjutnya yaitu menentukan nilai proximate dan ultimate dari pengujian sekam padi. Hasil tersebut akan mempengaruhi nilai pembakaran LHV dan HHV pada *syn-gas* yang akan bakar.

3.1 Distribusi Temperatur

Distribusi temperatur yang dibutuhkan dalam pembakaran didalam reaktor merupakan jumlah yang dibutuhkan untuk mengkonversikan biomass secara thermokimia menjadi gas yang memiliki nilai bakar (*flammable gas*) dengan cara oksidasi parsial pada temperatur tinggi. Gasifikasi dengan bahan baku *biomass* padat ini terjadi pada kondisi yang terisolasi dari udara sekitar (oksigen terbatas), ruangan tertutup, dan berada pada tekanan yang cukup terhadap tekanan ambient. Gas- gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi umumnya berbentuk CO, CO₂, H₂ dan CH₄ yang kemudian gas- gas ini disebut *Syngas* atau *Synthetic Gas*. Gambar dibawah ini merupakan distribusi temperatur yang ada didalam reaktor gasifikasi.



Gambar 3. Distribusi temperatur

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Visualisasi Nyala Api Sebelum Pengujian

Visualisasi nyala api sebelum data diambil merupakan percobaan yang dilakukan guna mengetahui panjang nyala api yang sesungguhnya. artinya nyala api yang dihasilkan merupakan murni pembakaran biasa dari gasifikasi sekam padi yang belum divariasikan. Hal ini menunjukkan unjuk kerja nyala burner yang didapat pada pembakaran sekam padi 5 kg menunjukkan hasil yang maksimal pada proses pembakaran sekam padi. Berikut nyala api syngas sebelum divariasikan.

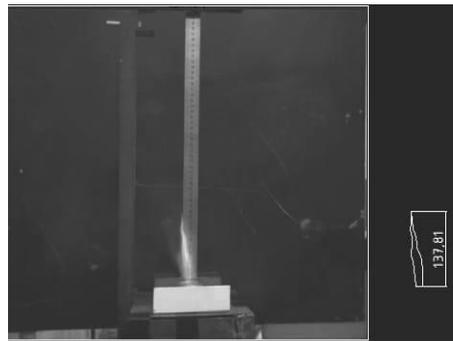


Gambar 4. Nyala api syngas sebelum divariasikan

dari hasil pengujian sebelum syngas divariasikan di lubang burner pada proses gasifikasi sekam padi, nyala api syngas pada burner saat di bakar mencapai 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses gasifikasi tersebut campuran bahan bakar dan udara didalam reaktor mencapai campuran yang stoikiometri, dimana tekanan udara yang ada didalam dengan jumlah sekam padi 5 kg terdapat campuran yang pas. Faktor berikutnya yang mempengaruhinya adalah suplai udara dari blower tekan yang di atur oleh dimmer dan hisapan gas dari blower yang tidak terlalu kencang, hingga dihasilkan pembakaran yang sempurna.

4.2 Pengukuran Panjang Flame Dengan Jumlah Lubang 7, Diameter Lubang 5 Mm

Visualisasi nyala api pada saat pengukuran dengan variasi jumlah lubang 7 dan diameter lubang 5 memiliki panjang nyala api 137.81 mm. Faktor yang mempengaruhi panjang nyala api pendek dan tidak sempurna yaitu dengan sedikitnya jumlah lubang pada ujung burner, sehingga gas yang keluar lebih kecil dan susah terbakar. pada pengujian ini cara dan langkah yang sama dengan dengan persamaan pengujian yang tanpa menggunakan variasi. Hasilnya dapat diketahui bahwa syngas yang terbakar pada ujung burner lebih kecil dari pengujian yang lain. Gambar berikut hasil pengujian pada variasi pertama yaitu:



Gambar 5. Visualisasi nyalai api

dari gambar diatas dapat dilihat nyala api syngas yang terbakar masih tercampur dengan asap. artinya pembakaran syngas ini sudah sempurna akan tetapi pengaruh diameter lubang yang kecil akan hasil dari pembakaran syngas. pembakaran syngas ini berbeda dengan pembakaran gas elpiji atau gas dari kotoran hewan yang mempunyai gas metana tinggi dari hasil pengujian syngas mempunyai jumlah gas metana sebesar $1,0768 \text{ KJ/m}^3$ dengan komposisi H_2 sebesar $3,586 \text{ KJ/M}^3$ dan CO sebesar $1,269 \text{ KJ/M}^3$.

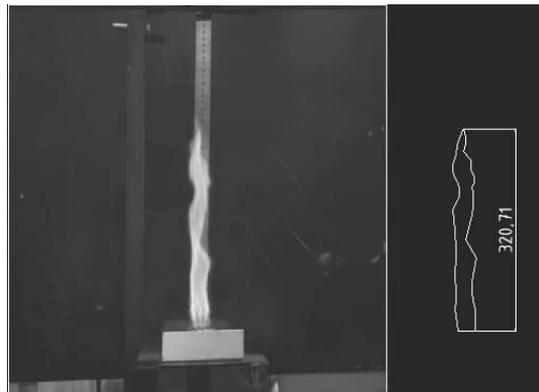
4.3 Visualisasi Nyala Api Saat Pengukuran Dengan Jumlah Lubang 15 Dan Diameter Lubang 5 mm

pada pengujian yang kedua dengan variasi jumlah lubang 15 dan diameter lubang 5 mm didapat panjang nyala syngas 204, 76 mm. Faktor yang mempengaruhi panjang nyala *syngas* tersebut adalah jumlah keluaran syngas dari lubang tersebut lebih banyak dari varasi pertama. Sehingga *syn-gas* yang dapat terbakar jauh lebih besar dan hampir sempurna. Tekanan *syn-gas* yang keluar dari lubang tersebut konstan dan tidak mati. Gambar dibawah ini merupakan pengujian visualisasi nyala dengan jumlah lubang 15 dan diameter lubang 5 mm. dengan panjang nyal api 204, 76 mm



Gambar 6. Visualisasi nyalai api

Pada pengujian nyala *syn-gas* diatas kandungan dari gas metana yang rendah dengan jumlah $1,0768 \text{ KJ/m}^3$ dengan komposisi H_2 sebesar $3,586 \text{ KJ/M}^3$ dan CO sebesar $1,269 \text{ KJ/M}^3$. nyala syngas diatas akan lebih baik jika perbandingan syngas yang keluar dengan jumlah lubang yang yang ada pada burner tersebut sehingga gas yang keluar dan terbakar masih pendek hanya mencapai 204, 76 mm. sehingga gas yang keluar belum maksimal dan gas akan terbuang pada celah-celah las-lasan/bocor. karena tekanan gas yang ada didalam reaktor sangat besar dan lubang burner yang lengkapi lubang kecil masih belum maksimal dalam pembakaran.



Gambar 7. Visualisasi nyala api

Pada pengujian nyala api syngas diatas dapat dilihat jumlah komposisi kandungan syngas pada nyala api adalah kandungan gas metana yang rendah dengan komposisi $1,0768 \text{ KJ/m}^3$ dengan komposisi H_2 sebesar $3,586 \text{ KJ/M}^3$ dan CO sebesar $1,269 \text{ KJ/M}^3$. besaran nilai kandungan syngas pada variasi ini tidak berbeda dengan variasi 1 dan 2. Pengaruh dari jumlah lubang pada variasi ini akan menentukan panjang nyala syngas serta nyala api yang konstan. dari pengujian ini panjangnya mencapai 320, 71 mm dan gas tidak mudah mati saat dibakar. sehingga nyala syngas dari awal sampai akhir aka tetap stabil sampai sekam yang ada pada reaktor tersebut habis. adapun kendala dari pengujian ini yaitu asap yang akan berubah menjadi gas banyak yang terbangun sehingga efisiensi gas menjadi berkurang. Adapun jika gas tidak bocor pada alat maka akan lebih sempurna dan tahan lama gas yang akan terbakar.

5. SIMPULAN

Kesimpulan

Karakterisasi suhu proses gasifikasi menggunakan reaktor downdraft dengan pendekatan sistem batch ini adalah sebagai berikut:

- Panjang nyala *syn-gas* tergantung dari jumlah banyaknya lubang karena semakin banyak lubang pada ujung burner akan semakin besar *syn-gas* yang terbakar.
- Pengaturan perbandingan jumlah AFR pada reaktor sangat berpengaruh untuk menghasilkan gas yang *flamable*.
- Pengaturan dimmer pada blower hisap akan memudahkan gas terbakar dengan konstan. Karena gas yang mengandung CH_4 rendah akan mudah mati jika tekanan gas dari blower terlalu besar.
- kekurangan dari kontruksi alat ini adalah susahnya pembuangan ash pada proses pengujian sehingga jika ingin melakukan pengujian lagi akan diambil dlu ash yang ada didalam reaktor.

Saran

- Dalam penelitian mengenai gasifikasi sekam padi ini sebaiknya bahan harus simple agar gas yang keluar tidak terlalu banyak yang terbangun ke udara bebas sehingga gas yang dihasilkan maksimal.
- Akibat banyaknya gas yang terbangun ke udara bebas maka syngas yang dihasilkan pada saat masuk burner menjadi sedikit keluarannya
- untuk mendapatkan gas yang sempurna bentuk ujung burner harus diperbanyak lubangnya sehingga gas yang keluar menjadi sempurna.
- harus disesuaikan jumlah lubang burner dengan tekana gas yang keluar sehingga gas yang terbakar akan semakin efisien tanpa ada pembuangan gas.

6. REFERENSI

- Kholiq, I., Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*. Vol.19 No. 2, (2015), ISSN: 1411-7010, e-ISSN: 2477-507X
- Harmandeep Singh., Evaluation and Characterization of Different Biomass Residues through Proximate & Ultimate Analysis and Heating Value. *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*. ISSN 2249-068X Vol. 2 No. 2,(2013) pp. 6- 10.
- Longdong, Ireine A and Tooy, Dedie., Technical Study of a Downdraft Reactor in the Gasification Process of Coconut Husks. *International conference on food, agriculture and biology.*, kuala lumpur, malaysia 2014.
- Basu, P., *Biomass Gasification, Pyrolysis, and Torrefaction Practical Design and Theory*, 2nd edition, Elsevier, (2013), San Diego, USA.
- Hagos, Y.F., *Study Of Syngas Combustion Parameters Effect On Internal Combustion Engine*. *Asian Journal of Scientific Research* 6 (2), (2013), hal. 187-196
- Sudarmanta, B., *Karakterisasi Gasifikasi Biomassa Sekam Padi Menggunakan Reaktor Downdraft dengan Dua Tingkat Lualan Udara*. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-8 Semarang*, 11-14 Agustus 2009
- Putra, M.P dan Sudarmanta, B., *Studi Eksperimen Unjuk Kerja Burner Type Partially Premixed Dengan Bahan Bahan Bakar Syngas Biomassa Serbuk Kayu Dengan Variasi Dimensi Mixed Chamber*". *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 1, No. 1, (2015), ISSN: 2301-9271

