

PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA UPDRAFT GASIFIER SISTEM SEMI KONTINYU TERHADAP KUALITAS NYALA API SYN GAS PADA GASIFIKASI BIOMASSA LIMBAH CANGKANG KEMIRI

Aji Pramana Putra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : ajipramanaputra98@gmail.com

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: wayansusila@unesa.ac.id

Abstrak

Konsumsi minyak bumi di Indonesia tiap tahunnya tercatat semakin meningkat. Untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi minyak bumi adalah dengan menemukan energi alternatif salah satunya adalah gasifikasi. Gasifikasi adalah proses konversi energi dari bahan padat (biomassa) menjadi *syn gas* (gas hasil sintesa) yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Permasalahan yang sering dihadapi dalam proses gasifikasi biomassa adalah rendahnya kualitas nyala api *syn gas* yang dihasilkan (warna, tinggi, temperatur, dan waktu). Salah satu variabel yang menentukan rendahnya kualitas nyala api adalah laju aliran udara yang memasuki *gasifier*. Penelitian eksperimen ini bertujuan untuk mencari pengaruh AFR (rasio udara : bahan bakar) dalam satuan (kg udara/detik/kg bahan bakar) yang masuk ke dalam gasifier tipe *updraft* aliran semi kontinyu. Variasi AFR (0,3; 0,5; 0,7; 0,9; dan 1,1) dilakukan dengan cara mengatur bukaan katup pada blower udara yang masuk ke dalam *gasifier*. Jumlah biomassa cangkang kemiri dibuat tetap yaitu 5,5 kg sekali proses. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk AFR 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; dan 1,1 diperoleh tinggi nya api masing-masing 22,2 cm; 25,7 cm; 31 cm; 51,2 cm; dan 54,6 cm. Lama waktu nyala api masing-masing: 100 menit, 80 menit, 60 menit, 40 menit, dan 30 menit. Sedangkan temperatur nyala api masing-masing: 249°C, 180°C, 161°C, 142°C, dan 140°C. Warna nyala api terbaik berwarna biru pada AFR 0,3 sedangkan lainnya berwarna kemerahan. Dari kelima AFR tersebut yang terbaik adalah AFR 0,3 karena warna nyala api biru, lama waktu menyala dan temperatur tertinggi meskipun tinggi nyala api terendah.

Kata Kunci : Laju Aliran Udara, Gasifikasi, Cangkang Kemiri, Kualitas Nyala Api

Abstract

Petroleum consumption in Indonesia is increasing every year. To overcome dependence on petroleum energy is to find alternative energy, one of which is gasification. Gasification is the process of converting energy from solid material (biomass) to syn gas (synthesis gas) which can later be used as fuel. The problem that is often encountered in the process of biomass gasification is the low quality of the syn gas produced (color, height, temperature, and time). One variable that determines the low quality of the flame is the rate of air flow entering the gasifier. This experimental study aims to find the effect of AFR (air to fuel ratio) in units (kg air / min / kg fuel) that enters the semi-continuous flow updraft gasifier. The variation of AFR (0,3; 0,5; 0,7; 0,9; and 1,1) is done by adjusting the valve opening in the air blower that enters the gasifier. The amount of hazelnut biomass made remains at 5.5 kg at a time. The results of this study indicate that for AFR 0.3; 0.5; 0.7; 0.9; and 1.1, the height of the fire was 22.2 cm each; 25.7 cm; 31 cm; 51.2 cm; and 54.6 cm. The duration of each flame: 100 minutes, 80 minutes, 60 minutes, 40 minutes, and 30 minutes. While the flame temperatures are respectively: 249 °C, 180 °C, 161 °C, 142 °C and 140 °C. The best flame colors are blue at AFR 0.3 while others are reddish. Of the five AFRs the best is AFR 0.3 because the color of the flame is blue, the length of time it is burning and the highest temperature despite the lowest flame height.

Keywords: Airflow Rate, Gasification, Candlenut Shells, Flame Quality

PENDAHULUAN

Hampir setiap bagian pohon kemiri dapat dimanfaatkan dari mulai sektor energi, manufaktur dan yang utama adalah sektor pangan. Namun pada bagian cangkang kemiri masih terbatas dalam

pemanfaatannya, meski ada sebagian yang menggunakan untuk pengasapan kemiri agar tetap kering (Fathul, 2019). Namun pada proses pengasapan yang dilakukan dapat mencemari lingkungan sekitar. Terdapat solusi untuk menyelesaikan masalah diatas adalah dengan cara

memanfaatkan limbah tempurung kemiri menjadi bahan baku biomassa gasifikasi (Jemseng, dan Johny, 2018).

Menurut Najib dan Sudjud (2012) untuk menghasilkan kalor biomassa akan dimanfaatkan dengan cara membakarnya secara langsung. Namun dalam melakukan pembakaran biomassa secara langsung terdapat kelemahan yaitu polusi udara akibat asap yang dihasilkan dalam proses pembakaran. Salah satu teknologi yang dikembangkan masa kini mengubah biomassa menjadi energi adalah gasifikasi biomassa.

Apabila biomassa hanya dimanfaatkan dengan cara membakarnya secara langsung, maka akan terdapat masalah yaitu nilai bakar yang rendah dan kadar polusi lingkungan yang tinggi. Untuk menyelesaikan masalah di atas biomassa harus terlebih dahulu diolah dengan mempertimbangkan apa saja faktor yang mempengaruhi dari segi pembakaran (Diaz dkk, 2014)

Menurut Pathak, *et al* (2008) berdasarkan arah aliran, gasifikasi dibedakan menjadi gasifikasi aliran searah (*downdraft gasification*) dan gasifikasi aliran berlawanan (*updraft gasification*). Pada gasifikasi *downdraft*, arah aliran gas dan arah aliran padatan adalah sama-sama ke bawah. Pada gasifikasi *updraft gasifier*, arah aliran padatan ke bawah sedangkan arah aliran gas ke atas. Pembakaran berlangsung dibagian bawah tumpukan bahan bakar dalam silinder, gas hasil pembakaran akan mengalir keatas melewati tumpukan bahan bakar sekaligus terjadi proses pengeringan. Bahan bakar dimasukkan kedalam ruang bakar melalui saluran pemasukan atas (Chopra and Jain, 2007).

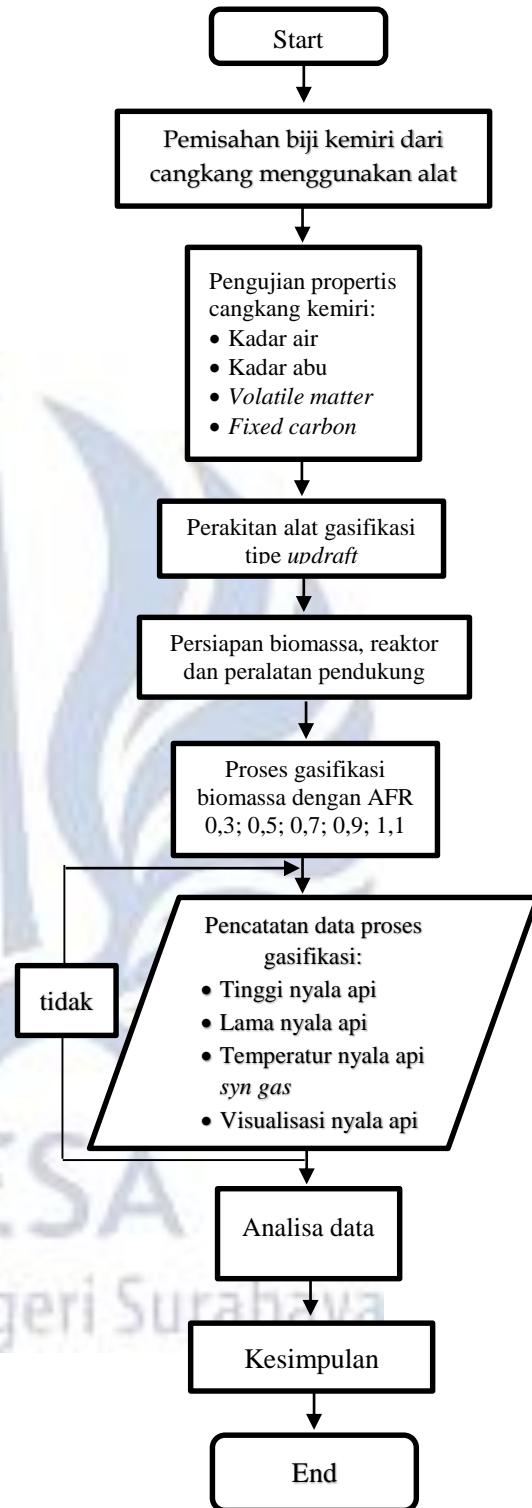
Udara yang masuk kedalam gasifier sangat diperlukan dalam proses gasifikasi. Salah satu alat pada komponen gasifikasi yang berfungsi sebagai menyuplai udara adalah blower. Kualitas *syn gas* dari hasil proses gasifikasi akan sangat dipengaruhi oleh jumlah udara yang masuk kedalam *gasifier* (Diky, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hadi dan Sudjud (2013:B-384), nilai laju aliran udara (AFR) semakin meningkat, akan mengakibatkan penurunan nilai kandungan energi ditinjau dari *Lower Heating Value syn gas*.

Pemanfaatan cangkang kemiri masih jarang dimanfaatkan. Untuk itu cangkang kemiri perlu dimanfaatkan lebih optimal lagi yaitu sebagai bahan baku gasifikasi biomassa.

METODE

Rancangan Penelitian

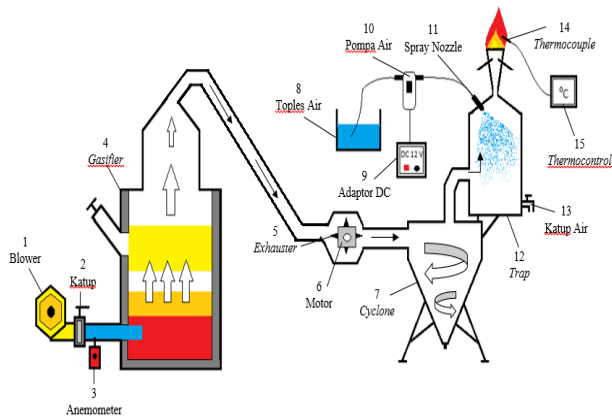


Gambar 1. Flowcart Penelitian

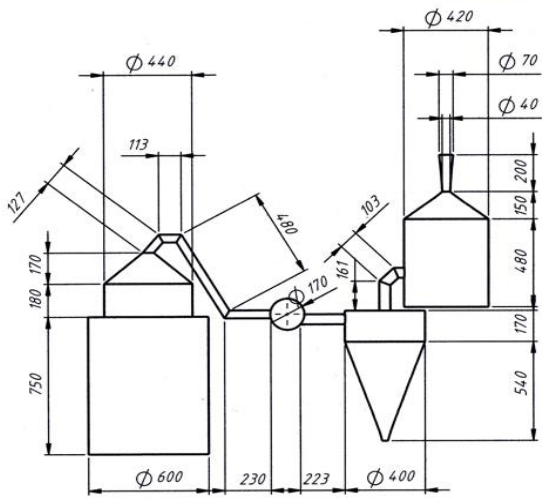
Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah :

- *Updraft Gasifier*
- Limbah Cangkang Kemiri



Gambar 2. Updraft Gasifier



Gambar 3. Spesifikasi alat



Gambar 4. Cangkang Kemiri

Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini sebagai berikut :

- *Thermocontrol*
- *Anemometer*
- *Thermocouple*
- Kaca box yang bergaris
- Timbangan
- *Stopwatch*

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu laju aliran udara (AFR) yang masuk ke *gasifier* yaitu pada laju aliran udara (AFR) 0,3; 0, ; 0,7; 0,9 dan 1,1 dengan satuan $\frac{kg\ udara}{s}$ / $\frac{kg\ bahan\ bakar}{s}$

• Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu tinggi api, lama nyala api, temperatur nyala api dan visualisasi warna nyala api.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu ukuran cangkang kemiri dengan luasan 9,5 mm² berat cangkang uji 5,5 kg, laju aliran volume air pompa pada trap 400 ml/menit.

Prosedur Penelitian

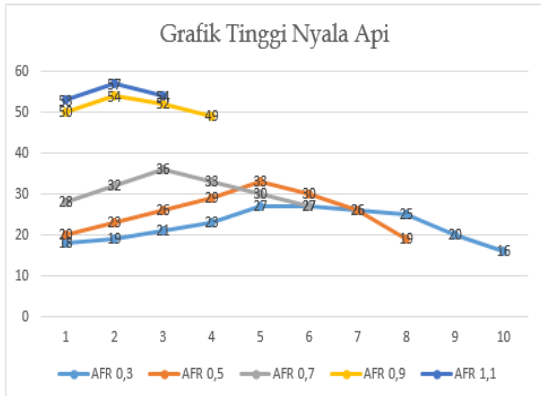
Tahap persiapan

- Menyiapkan limbah cangkang kemiri.
- Melakukan pengecekan dan perbersihan alat *gasifier*.
- Menyiapkan perlengkapan alat komponen pendukung pada saat melakukan pengujian.
- Memasang alat instrument seperti *thermocontrol*, *thermocouple* dan *anemometer*.
- Menyiapkan limbah cangkang kemiri dan menimbanginya sesuai ketentuan dalam penelitian ini
- Membakar cangkang kemiri sampai menjadi bara sebagai pemantik sebanyak 0,5 kg.

Tahap Penelitian

- Memasukkan limbah cangkang kemiri yang telah menjadi bara ke dalam *gasifier*.
- Memasukkan biomassa cangkang kemiri dengan berat 5,5 kg ke dalam *gasifier*.
- Menyalakan blower dan pompa air pada bagian trap.
- Mengatur bukaan tutup katub pada blower agar dapat mengontrol kecepatan udara sesuai laju aliran udara (AFR) 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 dan 1,1.
- Melakukan pengukuran pada kecepatan udara menggunakan anemometer pada setiap laju aliran udara (AFR) yang telah ditentukan .
- Menunggu cangkang kemiri yang ada didalam *gasifier* sampai pada zona pembakaran dan menjadi bara.
- Menyalakan *syngas* pada burner.
- Mendokumentasi gambar visualisasi warna nyala api.

Perbandingan tinggi nyala api syngas dengan variasi AFR dapat dilihat pada gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik tinggi nyala api

Dapat dilihat data diatas, rata-rata tinggi nyala api di tabel 1 pada setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 dan 1,1 adalah 22,2 cm, 25,7 cm, 31 cm, 51,2 cm dan 54,6 cm. pada tinggi nyala api laju aliran udara (AFR) 0,3 adalah 22,2 cm dan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara yang masuk sampai pada laju aliran udara (AFR) 1,1 yaitu 54,6 cm. Sehingga didapat nyala api tertinggi ada pada laju aliran udara (AFR) 1,1 dan nyala api paling rendah terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3.

Dapat dilihat dari data diatas nyala api akan semakin tinggi dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara yang masuk kedalam *gasifier*. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kecepatan udara yang masuk kedalam *gasifier*, maka *syngas* yang keluar akan semakin banyak dan menyebabkan api dari *syngas* akan semakin tinggi.

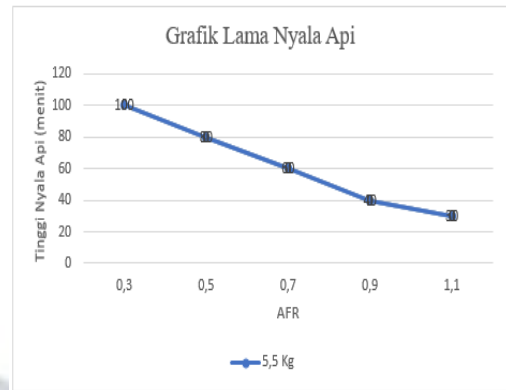
- Lama Nyala Api

Cara mengukur lama nyala api adalah dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil dari *syngas* yang sudah dinyalakan menjadi api akan diukur lama nyala apinya sampai cangkang kemiri yang ada didalam *gasifier* habis.

Tabel 2. lama nyala api

AFR	Massa Cangkang Kemiri (Kg)	Lama Nyala Api (Menit)
0,3	5,5	100
0,5	5,5	80
0,7	5,5	60
0,9	5,5	40
1,1	5,5	30

Perbandingan lama nyala api syngas dengan variasi AFR dapat dilihat digambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Grafik lama nyala api

Suplai udara yang masuk kedalam gasifier sangat mempengaruhi cepat lambatnya proses penyalaan api dari *syngas*. Semakin besar udara yang disuplai kedalam gasifier akan semakin mempercepat proses oksidasi, sehingga proses dekomposisi biomassa akan semakin cepat (Fajri, 2008).

Dapat dilihat dari data diatas lama nyala api setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; dan 1,1 adalah 100 menit, 80 menit, 60 menit, 40 menit, dan 20 menit. Lama nyala api pada AFR 0,3 adalah 100 menit dan menurun dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara sampai pada AFR 1,1 yaitu 20 menit. Nyala api terlama adalah pada AFR 0,3 dengan lama nyala api 100 menit dan nyala api tercepat adalah pada AFR 1,1 dengan lama nyala api 30 menit.

Dilihat dari data diatas lama nyala api akan menurun seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara (AFR) yang disuplai masuk kedalam *gasifier*. Ini disebabkan oleh semakin besarnya kecepatan laju aliran udara yang disuplai masuk kedalam *gasifier*, maka akan semakin banyaknya udara yang akan bereaksi bersama biomassa pada proses pembakaran di zona pembakaran didalam *gasifier*. Sehingga pada proses pembakaran yang terjadi akan semakin cepat kemudian biomassa yang ada didalam *gisifer* akan semakin cepat habis.

Ditinjau dari dari segi keluaran *syngas*, kecepatan *syngas* akan semakin besar seiring bertambahnya kecepatan laju aliran udara yang masuk. Jika semakin besar kecepatan udara yang masuk maka semakin cepat *syngas* yang

akan keluar. Sehingga dalam hal ini biomassa cangkang kemiri akan semakin cepat habis. Jika biomassa cangkang kemiri cepat habis makan lama nyala api akan semakin cepat.

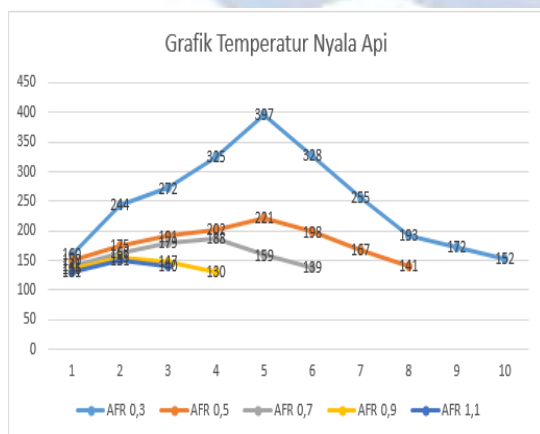
- Temperatur Nyala Api

Cara mengukur temperatur nyala api pada pembakaran syngas yaitu menggunakan *thermometer* yang diukur pada burner. Sensor *thermocouple* diletakan pada inti dari nyala api yang ada di burner tersebut. Besar kecilnya temperatur nyala api yang dihasilkan menentukan besarnya kalor yang dihasilkan oleh api. Jika semakin besar terperatur nyala api yang dihasilkan maka akan semakin besar kalor yang dihasilkan oleh api tersebut.

Tabel 3. Temperatur nyala api

AFR	Temperatur Nyala Api Syngas tiap 10 Menit ke (°C)										Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,3	160	244	272	325	397	328	255	193	172	152	249 °C
0,5	150	175	191	202	221	198	167	141			180 °C
0,7	141	163	179	188	159	139					161 °C
0,9	136	155	147	130							142 °C
1,1	131	151	140								140 °C

Perbandingan temperatur nyala api syngas dengan variasi laju aliran udara (AFR) dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini:



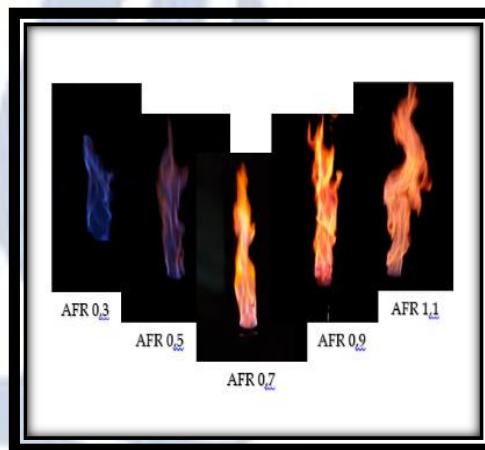
Gambar 8. Grafik temperatur nyala api

Dari data di atas dapat dilihat rata-rata teperatur nyala api pada setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7, 0,9; dan 1,1 adalah 249 °C, 180 °C, 161°C, 142°C dan 141°C. Temperatur tertinggi terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3 yaitu 249 °C, sedangkan temperatur terendah terdapat pada laju alira udara (AFR)

1,1 yaitu 141°C ini dikarenakan udara yang dimasukan terlalu besar sehingga pembentukan *syngas* didalam *gasifier* menjadi kurang sempurna dan optimal.

Jika udara yang masuk ke dalam *gisifier* terlalu banyak maka akan semakin banyak terbentuknya gas O_2 , N_2 , dan CO_2 sehingga berakibat pada kandungan *flammable gas* atau gas yang mudah terbakar yaitu CO , H_2 , dan CH_4 [metana] berkurang. Semakin kaya kandungan *flammable gas* yang ada di *syngas* maka nyala api *syngas* akan berwarna biru dan memiliki temperatur yang tinggi dan sebaliknya jika semakin sedikit kandungan *flammable gas* yang ada di *syngas* maka nyala api *syngas* akan berwarna kuning bercampur kemerah-merahan menyebabkan temperatur menjadi rendah.

- Visualisasi Nyala Api



Gambar 9. Visualisasi nyala api

Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,3 berwarna biru dengan terperatur tertinggi, sedangkan pada laju aliran udara (AFR) 0,5 juga masih menunjukan warna nyala api biru tapi pada ujung api berwarna kuning. Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,7 dan 0,9 terlihat mulai kuning dan nyala api pada laju aliran udara (AFR) 1,1 berwarna terlihat merah dengan terperatur terendah. Dilihat dari warna nyala api diatas, visualisasi warna nyala api terbaik terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan proses pengujian dan pengambilan data menggunakan *updraft gasifier* dengan biomassa cangkang kemiri mendapatkan

hasil yang sudah dianalisa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Temperatur paling tinggi pada nyala api *syngas* adalah pada AFR 0,3 dengan temperatur 249°C dan dengan visualisasi warna nyala api *syngas* yang terlihat berwarna biru. Hal ini menunjukkan bahwa seiringnya penurunan AFR maka mengakibatkan kandungan *flammable gas* dalam *syngas* meningkat, sehingga akan didapat visualisasi warna nyala api yang berwarna biru dan jika semakin meningkatnya AFR maka kandungan *flammable gas* dalam *syngas* akan menurun sehingga akan didapat visualisasi warna nyala api yang berwarna kuning bercampur kemerah-merahan dan temperatur nyala api akan semakin menurun.
- Nyala api *syngas* paling lama terdapat pada AFR 0,3 yaitu 100 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada AFR 0,3 memiliki kandungan perbandingan antara udara dan bahan bakar yang tepat, menyebabkan udara yang bereaksi dengan cangkang kemiri didalam *gasifier* pada zona pembakaran akan bereaksi dengan optimal sehingga nyala api *syngas* akan lama dan semakin besarnya AFR maka *syngas* yang dikeluarkan akan semakin besar, sehingga biomassa akan cepat habis dan lama nyala api akan semakin cepat. Sedangkan pada tinggi nyala api paling tinggi terdapat pada AFR 1,1 yaitu 54,6 cm. Hal ini disebabkan kecepatan udara yang masuk kedalam *gasifier* pada AFR 1,1 adalah yang terbesar sehingga mengakibatkan pembakaran *syngas* yang keluar pada burner juga menjadi tinggi dan dapat disimpulkan bahwa nyala api akan bertambah tinggi dengan bertambahnya AFR.

Saran

Setelah penyelesaian penelitian dengan menggunakan *updraft gasifier* dengan biomassa limbah cangkang kemiri, maka didapatkan saran sebagai berikut:

- Sebaiknya ada penelitian lebih lanjut membahas tentang distribusi temperatur pada *gasifier*.
- Diperlukannya penelitian lebih lanjut tentang kandungan yang ada didalam tar.
- Pengecekan alat secara rutin dan saat sebelum melakukan pengujian agar tidak ada kendala pada saat melakukan pengujian.
- Perawatan berkala dan pembersihan setelah melakukan pengujian akan menjaga keawetan dan kinerja alat pada saat melakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Chopra, S and A. Jain. 2007. "A review of Fixed Bed Gasification System for Biomass" Agricultural Engineering International : The CIGR Ejournal, No. 5. Vol. IX.
- Diaz Muhammad, Ilminnafik Nasrul dan Mulyono Tri. 2014. *Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Kualitas Syn-Gas Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Tahun 2014
- Diky Riansyah. 2019. *Pengaruh Variasi Air Fuel Ratio (Afr) Pada Gasifier Terhadap Kuantitas Nyala Api Syn Gas Pada Gasifikasi Biomassa Cangkang Sawit*. Jurnal Teknik Mesin. Volume 07 Nomor 02 Tahun 2019, Hal 37-42
- Fajri Vidian. 2008. *Gasifikasi Tempurung Kelapa Menggunakan Updraft Gasifier pada Beberapa Variasi Laju Alir Udara Pembakaran*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 10, No. 2, Oktober 2008: 88-93
- Fathul Rakhman. 2019. *Menjaga Kemiri, Pohon Uang Si Penyimpan Air*, (<https://www.mongabay.co.id/2019/02/22/menjaga-kemiri-pohon-uang-si-penyimpan-air/> diakses pada tanggal 22 januari)
- Hadi Sholehul, dan Sudjud Dasopuspito. 2013. *Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomass Serabut Kelapa Secara Kontinyu*. Jurnal Teknik POMITS. 2 (3): B-384.
- Jemseng Carles Abineno, dan Johny Agustinus Koylal. 2018. *Gasifikasi Limbah Tempurung Kemiri Sebagai Energi Alternatif Menggunakan updraft Gasifier pada laju Aliran Udara Berbeda*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol.7, No. 3:175-180
- Najib Lailun., dan Sudjud Darsopuspito. 2012. *Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR) dan Ukuran Biomassa*. Jurnal Teknik ITS 1 (1): B-12.
- Pathak, B.S, S.R. Patel, A.G. Bhawe, P.R. Bhoi, A.M. Sharma and N.P.Shah. 2008. *Performance Evaluation of and Agricultural Residue-based Modular Throat-type Down-draft Gasifier for Thermal Application*. Journal Biomass and Energy 32 (2008) 72-78 – Elsevier.
- Tim Penyusun. 2014. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*,
Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas
Negeri Surabaya.

