

## PENGARUH BUKAAN KATUP AIR DAN VARIASI DIAMETER NOZZLE PADA REACTOR TRAPPING GASIFIKASI BIOMASSA CANGKANG SAWIT TERHADAP KUALITAS NYALA API

**Muhammad Farrasiandi Huda Wicaksono**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [muhammadw13@mhs.unesa.ac.id](mailto:muhammadw13@mhs.unesa.ac.id)

**Dwi Heru Sutjahjo**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [dwiheru@unesa.ac.id](mailto:dwiheru@unesa.ac.id)

### Abstrak

Di era sekarang bahan bakar minyak merupakan salah satu energi yang dekat dengan masyarakat. Namun makin hari minyak bumi semakin menipis seiring banyaknya permintaan dan tak menutup kemungkinan akan habis. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan dapat diperbarui sehingga dapat digunakan terus menerus. Potensi dalam mengaplikasikan biomassa di Indonesia juga cukup besar. Cangkang kelapa sawit adalah salah satu bahan baku biomassa yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental deskriptif kuantitatif dan kualitatif bertujuan untuk mengetahui pengaruh bukaan katup air dan variasi diameter *nozzle* terhadap kualitas nyala api yang ditinjau dari tinggi nyala api, temperatur nyala api, lama nyala api, dan warna nyala api. Obyek yang digunakan adalah *gasifier* tipe *updraft*. Variasi dilakukan dengan cara mengatur bukaan katup sebesar 70°, 80°, 90° pada tiap-tiap ukuran diameter *nozzle* sebesar 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm. Kemudian diamati bagaimana hasil kuantitatif dari tinggi nyala api, temperatur nyala api, lama nyala api, dan kualitatif warna nyala api. Hasil dari penelitian gasifikasi biomassa cangkang sawit didapatkan bahwa diameter *nozzle* 0,3 mm dan bukaan sudut katup 90° merupakan diameter lubang dan bukaan katup terbaik dengan temperatur api 383°C, lama nyala 12 menit, hasil kualitatif warna api didominasi dengan biru, sedangkan nyala api tertinggi dihasilkan dengan diameter *nozzle* 0,5mm dengan bukaan katup 70° yaitu sebesar 36cm.

**Kata kunci :** *nozzle*, katup, cangkang sawit, biomassa

### Abstract

*In this era, fuel oil is one of the energy that is close to the people. However, the petroleum is getting thinner day by day as there are many requests and it is possible that it will run out. To overcome this we need alternative fuels that are more efficient and renewable so that they can be used continuously. The potential in applying biomass in Indonesia is also quite large. Palm shells are one of the abundant biomass feedstocks in Indonesia. This research was conducted with quantitative and qualitative descriptive experimental methods aimed to determine the effect of water valve openings and variations in the nozzle diameter on the quality of the flame in terms of flame height, flame temperature, flame length, and color of the flame. The object used is an updraft type gasifier. Variations are made by adjusting the valve openings by 70°, 80°, 90° for each diameter of the nozzle diameter of 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm. Then the quantitative results of the flame height, the temperature of the flame, the length of the flame, and the qualitative color of the flame were observed. The results of gas shell biomass gasification research found that the nozzle diameter of 0.3 mm and the angle opening of the valve 90° is the best diameter of the hole and valve opening with a flame temperature of 383°C, 12 minutes of flame, the qualitative results of the color of the fire are dominated by blue, while the highest flame is produced with a diameter of 0.5mm nozzle with a valve opening 70° that is equal to 36 cm.*

**Keywords:** *nozzle*, valve, palm shell, biomass

## PENDAHULUAN

Di era sekarang bahan bakar minyak merupakan salah satu energi yang dekat dengan masyarakat. Hampir semua sektor membutuhkan minyak bumi khususnya dibidang industri. Namun makin hari minyak bumi semakin menipis seiring banyaknya permintaan dan tak menutup kemungkinan akan habis. Untuk menanggulangi hal tersebut diperlukan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan dapat diperbarui sehingga dapat digunakan terus menerus. Saat ini pemanfaatan energi terbarukan seperti panas bumi, matahari, angin, biomassa, dan air menjadi pilihan energi yang dapat dieksplorasi.

Biomassa memiliki energi yang besar, namun pemanfaatannya masih sekitar 10 % dari potensi yang ada. Bila kita dapat memaksimalkan potensi yang ada, maka kita akan dapat memanfaatkan pemakaian biomassa untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang selama ini menjadi tumpuan dari sebagian besar penggunaan energi di Indonesia. Pemanfaatan biomassa biasanya dilakukan dengan cara pembakaran secara langsung sehingga menghasilkan kalor. Namun pembakaran biomassa secara langsung memiliki kelemahan yakni kurang ramah lingkungan karena asap yang ditimbulkan. Salah satu teknologi yang saat ini berkembang untuk mengubah biomassa menjadi energi adalah gasifikasi biomassa.

Cangkang kelapa sawit adalah salah satu bahan baku biomassa yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia. Data dari statistik perkebunan Indonesia menunjukkan bahwa untuk kelapa sawit total luas area dari tahun 1999-2016 mencapai 6.462.147 dengan hasil produksi kebun seberat 83.980.917 Ton dengan volume ekspor 1.576.490 Ton (Statistik, 2016). Dari data hasil produksi tersebut tentu menghasilkan limbah cangkang kelapa sawit yang banyak pula.

Gasifikasi merupakan proses konversi energi dari bahan padat (biomassa) menjadi *syn gas* (gas hasil sintesa) yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses gasifikasi ini hampir mempunyai kesamaan dengan proses pembakaran, hanya saja udara yang dimasukkan ke sistem gasifikasi sangat terbatas.

*Recator Trapping* merupakan komponen yang berfungsi sebagai penyaring akhir gas keluaran dari *cyclone* yang akan dibawa menuju kontak dengan *liquid* pencuci berupa air dengan cara menyemprotkan, mengalirkannya atau dengan metode kontak lainnya.

Menurut Diky Riansuah pada tahun 2015, dengan desain baru dari *reactor trapping*, api yang dihasilkan lebih bagus dari desain yang lama.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Eka Agus Priana pada tahun 2015, semakin kecil tekanan dari water sprayer semakin bagus api yang dihasilkan.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan diatas masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana pengaruh variasi diameter *nozzle* 0,3mm, 0,4mm, 0,5mm dan bukaan katup terhadap tinggi nyala api temperature nyala api, lama nyala api, warna nyala api.

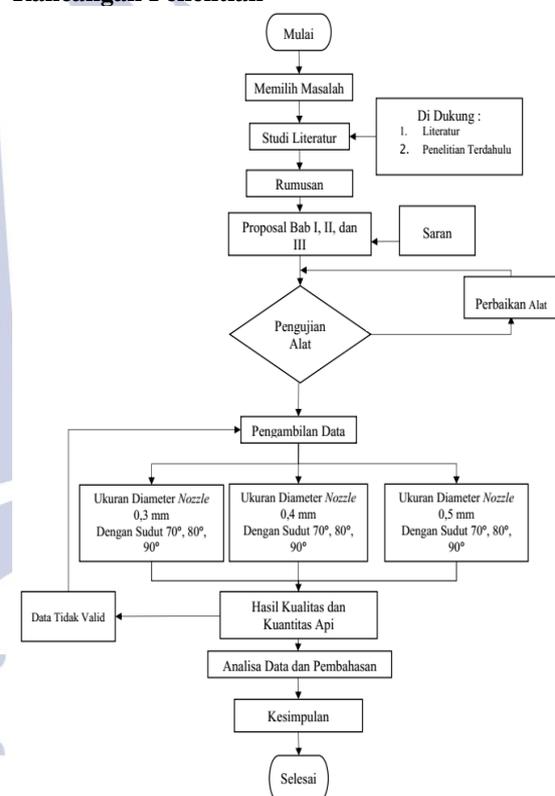
## Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan dari penelitian ini adalah :

Bagaimana pengaruh variasi diameter *nozzle* 0,3mm, 0,4mm, 0,5mm dan bukaan katup terhadap tinggi nyala api, temperatur nyala api, lama nyala api, warna nyala api.

## METODE

### Rancangan Penelitian

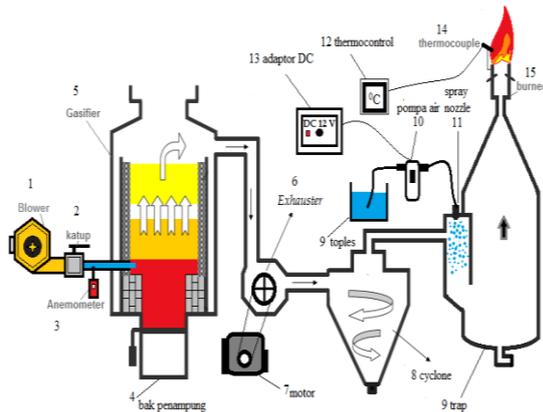


Gambar 1. Flowchart Penelitian

## Obyek Penelitian

Obyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Reaktor *Gasifier* Tipe Updraft
- Cangkang Kelapa Sawit
- Air



Gambar 2. Reaktor *Gasifier* Tipe *Updraft*



Gambar 3. Air



Gambar 4. Air

➤ **Alat Penelitian**

- *Blower* dan katup
- Pemantik
- Adaptor DC
- Pompa DC
- Selang
- Motor listrik 1 *phase*
- *Nozzle*
- *Valve*
- *Fuel cartridge*

➤ **Instrumen Penelitian**

- *Anemometer*
- *Bomb calorimeter*
- *Stopwatch*
- Busur
- Millimeter block
- Timbangan
- Kaca pelindung

**Variabel Penelitian**

• **Variabel Bebas**

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi sebab timbulnya variable terikat. Dalam penelitian ini variable bebasnya ukuran diameter lubang *nozzle* 0,3mm, 0,4mm, 0,5mm dan sudut buka-an katup 70°, 80°, 90°.

• **Variabel Terikat**

Variable terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variable terikat yaitu tinggi nyala api, temperatur api, lama nyala api, serta warna api yang dihasilkan.

• **Variabel Terikat**

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan (konstan) sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu yaitu berat cangkang uji 5,5 kg, AFR yang digunakan adalah 0,3 dan debit yang digunakan adalah 0,333L/menit.

**Prosedur Penelitian**

Tahap persiapan

- Mengambil dan menimbang cangkang sawit
- Membersihkan *gasifier*, *cyclone*, *trap*.
- Mempersiapkan blower, motor listrik dan anemometer.
- Menyiapkan *valve* dan *nozzle* 0,3mm, 0,4mm, 0,5mm.
- Membakar bara cangkang sawit yang digunakan sebagai pemantik didalam *gasifier*.

Tahap penelitian

- Masukkan bara cangkang sawit ke dalam *gasifier*.
- Memasukkan cangkang sawit yang ditentukan seberat 5,5 kg dalam *gasifier*.
- Menyalakan *blower* pada *gasifier*.
- Mununggu cangkang sawit pada zona pembakaran menjadi bara yaitu waktu 20-30 menit.
- Mengatur kecepatan udara pada *blower*.
- Mengukur kecepatan udara menggunakan *anemometer*.
- Menyalakan pompa dc yang sudah dipasang *nozzle* 0,3mm dan diatur buka-an katup 70, 80, 90.
- Melakukan pengujian ulang pada *nozzle* 0,4mm dan 0,5mm dengan buka-an katup yang sudah ditentukan.

#### Akhir Pengujian

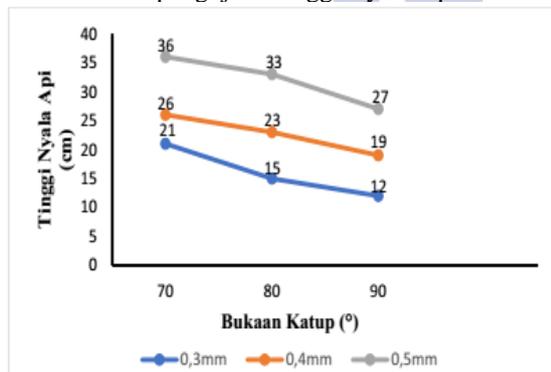
- Mematikan seluruh peralatan gasifikasi
- Mengambil tar dan abu yang ada di penampungan
- Membersihkan alat gasifikasi
- Merapikan alat gasifikasi dan alat-alat pengujian

#### Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan adalah dengan menggunakan metode deskriptif dimana hasil penelitian yang didapat akan di masukkan dalam bentuk tabel dari data eksperimen. Kemudian akan di jelaskan bagaimana data yang diperoleh dengan bahasa/ kalimat yang mudah di pahami dan di mengerti.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

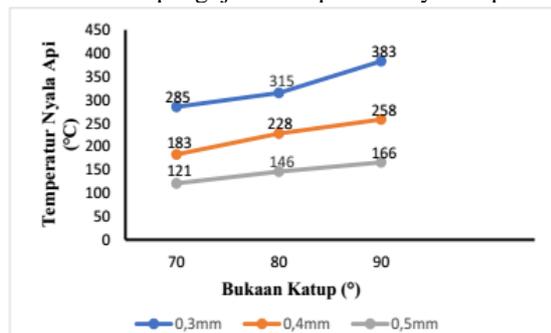
- Data hasil pengujian Tinggi Nyala Api



Gambar 5. Grafik Tinggi Nyala Api

Dari data diatas diketahui bahwa tinggi nyala api pada diameter *nozzle* 0,3 dengan bukaan katup 70, 80, 90 adalah 21cm, 15cm, 12cm. sedangkan untuk diameter 0,4 dengan bukaan katup 70, 80, 90 adalah 26cm, 23cm, 19cm. Untuk diameter 0,5 dengan sudut bukaan 70, 80, 90 adalah 36cm, 33cm, 27cm dengan AFR yang tetap yaitu 0,3. Dari data diatas terjadi penurunan dari tinggi nyala api pada tiap-tiap bukaan katup dan ukuran diameter dari *nozzle*. Dimana semakin kecil diameter dan semakin besar bukaan katup semakin rendah tinggi nyala api yang dihasilkan.

- Data hasil pengujian Temperatur Nyala Api



Gambar 6. Grafik Temperatur Nyala Api

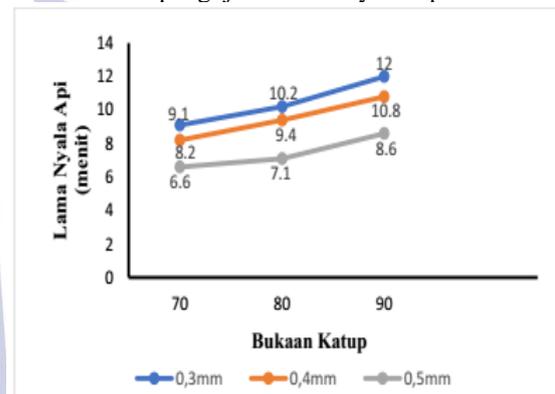
Dari data diatas diketahui bahwa temperatur nyala api pada diameter *nozzle* 0,3 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 285°C, 315°C, 383°C.

Sedangkan untuk ukuran 0,4 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 183°C, 228°C, 258°C.

Untuk ukuran 0,5 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 121°C, 146°C, 166°C dengan AFR

yang tetap yaitu 0,3. Dari data diatas terjadi peningkatan dari temperatur nyala api pada tiap-tiap bukaan katup dan ukuran diameter dari *nozzle*. Dimana semakin kecil diameter dan semakin besar bukaan katup semakin tinggi temperatur nyala api yang dihasilkan.

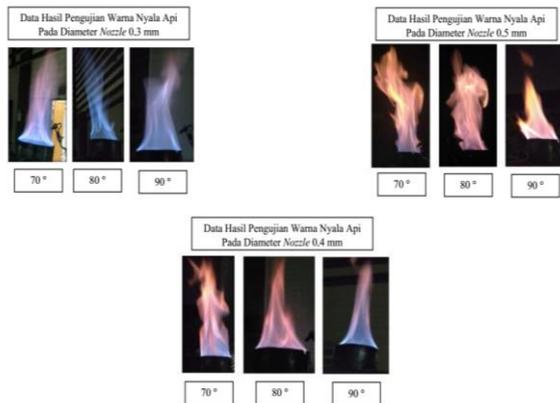
- Data hasil pengujian Lama Nyala Api



Gambar 7. Grafik Lama Nyala Api

Dari data diatas diketahui bahwa tinggi nyala api pada diameter *nozzle* 0,3 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 9,1 menit, 10,2 menit, 12 menit. Untuk diameter *nozzle* 0,4 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 8,2 menit, 9,4 menit, 10,8 menit. Sedangkan untuk diameter *nozzle* 0,5 dengan sudut bukaan katup 70, 80, 90 adalah 6,6 menit, 7,1 menit, 8,6 menit dengan AFR yang tetap yaitu 0,3. Dari data diatas terjadi peningkatan dari lama nyala api pada tiap-tiap bukaan katup dan ukuran diameter dari *nozzle*. Dimana semakin kecil diameter *nozzle* dan semakin besar bukaan katup semakin lama api tersebut untuk padam.

- Data hasil pengujian Kualitatif Warna Nyala Api



Gambar 7. Data Kualitatif Warna Nyala Api Pada *Nozzle* 0,3, 0,4, 0,5 mm

Dari data diatas diketahui bahwa tinggi nyala api pada diameter *nozzle* 0,3, 0,4, 0,5 dengan sudut bukaan katup 70°, 80°, 90° adalah biru, biru, biru kemerahan, biru kemerahan, biru kemerahan, biru kemerahan, biru kemerahan, merah, merah jingga dengan *AFR* yang tetap yaitu 0,3.

## PENUTUP

### Simpulan

Setelah dilakukan penelitian mengenai pengaruh bukaan katup dan diameter *nozzle* terhadap kualitas nyala api, maka dapat ditarik kesimpulan berikut :

- Tinggi nyala api tertinggi yaitu pada diameter *nozzle* 0,5mm dengan bukaan katup 70. Hal ini dikarenakan pada diameter dan katup tersebut merupakan debit terkecil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil debit air dan semakin besar lubang *nozzle* semakin tinggi nyala api yang dihasilkan.
- Temperatur nyala api tertinggi yaitu pada diameter *nozzle* 0,3mm dengan bukaan katup 90. Hal ini dikarenakan *syn gas* yang didapat bersih secara maksimal sehingga warna api yang dihasilkan adalah biru.
- Lama nyala api tertinggi yaitu pada diameter *nozzle* 0,3mm dengan bukaan katup 90. Hal ini dikarenakan pengkabutan yang dihasilkan oleh diameter *nozzle* 0,3mm sangat kecil dan sehingga mudah menyerap gas non *flameable* secara maksimal.
- Warna nyala api paling bagus yaitu pada diameter 0,3mm dengan bukaan katup 90 dikarenakan pada diameter dan katup tersebut lebih maksimal menyaring gas non *flameable* sehingga hasil yang didapat berwarna biru

### Saran

Dari penelitian mengenai pengaruh variasi debit *valve* dan diameter *nozzle* terhadap kualitas nyala

api, maka dapat diberikan beberapa saran sehingga mendapatkan hasil yang maksimal :

- Perlu adanya penelitian serupa dengan biomassa yang berbeda.
- Perlu adanya penelitian dengan memvariasikan jumlah dari *nozzle*.
- Perlu adanya penelitian terhadap kandungan tar sehingga dapat digunakan kembali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Goswami, Yogi. 1986. *Alternative Energy in Agriculture, Vol. II. CRC Press. Halaman 83-102.*
- Khalim, Nur. 2015. *Pengaruh Debit Udara Gaasifier Terhadap Temperatur dan Lama Nyala Api Syn Gas pada Gasifikasi.* Jurnal JTM. Volume 01 Nomor 01 Tahun 2015, 43-49.
- Najib, Lailun., dan Sudjud, Darsopuspito. 2012. *Karakteristik 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.
- Riansyah, Diky. 2015. *Rancang Bangun, Perbaikan dan Pengembangan Reactor Trapping Pada Gasifikasi Biomassa.* JRM. Volume 02 Nomor 03 Tahun 2015, 47-52.
- Priana, Eka Agus. 2015. *Pengaruh Tekanan Water Sprayer Pada Trap Jenis Wet Scrubber Terhadap Visualisasi, Temperatur dan Tinggi Nyala Api Gasifikasi Batok Kelapa.* JTM. Volume 04 Nomor 01 Tahun 2015, 1-6.
- Statistik, Badan Pusat. (2016). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*, 17-18. ISSN. 1978-9947.
- Basu, Prabir. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis.* Elsevier Inc.
- Hadi, Sholehul, dan Sudjud, Dasopuspito. 2013. *Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomassa Serabut Kelapa Secara Kontinyu.* JURNAL TEKNIK POMITS: 2 (3): B-384
- Rahman, Aulia. 2018 *Karakteristik Bahan Bakar Biomassa Jenis Tandan, Cangkang dan Serat Kelapa Sawit Serta Pengaruh Timbulnya Pengotoran Alat Penukar Kalor pada Ketel Uap.*

Rinovianto, G., (2012). *Karakteristik Gasifikasi Pada Updraft Double Gas Outlet Gasifier Menggunakan Bahan Bakar Kayu Karet.*

Abdullah, Kamaruddin. (2006). *Biomass Energy Potentials And Utilization In Indonesia.* Halaman 3.

Basu, Prabir. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis.* Elsevier Inc.

Fisafarani, Hanani. (2010). *Identifikasi Karakteristik Sumber Daya Biomassa dan Potensi Bio-Pelet di Indonesia.*



UNESA

Universitas Negeri Surabaya