

PENGARUH PUTARAN EXHAUSTER TERHADAP KARAKTERISTIK DAN PERSENTASE KANDUNGAN SYNGAS HASIL GASIFIKASI CANGKANG KEMIRI DENGAN REAKTOR UPDRAFT GASIFIER

Ferdian Dwi Mahardika

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: ferdianmahardika16050754081@mhs.unesa.ac.id

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: wayansusila@unesa.ac.id

Abstrak

Kebutuhan energi meningkat secara signifikan, seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. EBT (Energi Baru Terbarukan) merupakan solusi dari terus meningkatnya kebutuhan energi yang tak terkendali. Gasifikasi merupakan pengkonversian bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (H_2 , CO, CH_4 , CO_2) melalui proses pembakaran menggunakan udara yang. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji perbedaan karakteristik biomassa cangkang kemiri sebelum dan sesudah dilakukannya proses gasifikasi, menguji putaran blower apakah bisa mempengaruhi persentase kandungan dan karakteristik *syngas*nya, menguji variasi rpm paling optimal pada *exhauster* di gasifikasi cangkang kemiri terhadap persentase kandungan dan karakteristik *syngas*nya. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen murni (*true experimental*) dengan rancangan *post-test only control design*. Data dikumpulkan dengan metode dokumentasi dan observasi terseleksi. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi rpm dari *exhauster*, dengan variasi 1200 rpm, 1400 rpm, 1600 rpm dan 1800 rpm. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perbedaan sebelum dan setelah proses gasifikasi dimana *fixed carbon* dari 8,254% menjadi 9,2%, *ash content* dari 3,247% menjadi 7,33%, *volatile matter* dari 80,952% menjadi 12,38%, dan dari *fixed carbon* 15,801% menjadi 70,6% setelah proses gasifikasi. Didapatkan hasil terbaik pada 1200rpm dengan persentase CO 11,36%, CH_4 2,34%, H_2 15,35%, CO_2 8,73%, dengan nilai LHV sebesar 3929,96 Kj/m^3 .

Kata Kunci: gasifikasi, *exhauster*, *syngas*, heating value

Abstract

Energy needs increase significantly, along with population growth and technological advances. New Renewable Energy (EBT) is a solution to the uncontrollable increase in energy demand. Gasification is the conversion of solid fuels into combustible gases (H_2 , CO, CH_4 , CO_2) through a combustion process using compressed air. The purpose of this study was to test the differences in the characteristics of the pecan shell biomass before and after the gasification process, to test the blower rotation whether it could affect the percentage of content and syngas characteristics, to test the most optimal rpm variation on the exhauster in the gasification of candlenut shells to the percentage content and syngas characteristics. This research method uses a true experimental method with a post-test only control design. Data were collected by selected documentation and observation methods. The variables used in this study are the rpm variations of the exhauster, with variations of 1200 rpm, 1400 rpm, 1600 rpm and 1800 rpm. The results showed that there was a difference before and after the gasification process where fixed carbon from 8.254% to 9.2%, ash content from 3.247% to 7.33%, volatile matter from 80.952% to 12.38%, and from fixed carbon 15.801% to 70.6% after the gasification process. The best results were obtained at 1200 rpm with a percentage of CO 11.36%, CH_2 2.34%, H_2 15.35%, CO_2 8.73%, with an LHV value of 3929.96 Kj/m^3 .

Keywords: gasification, *exhauster*, *syngas*, heating value

PENDAHULUAN

Energi merupakan unsur yang paling penting bagi kehidupan. Dengan peningkatan pertumbuhan jumlah penduduk serta perkembangan teknologi yang semakin canggih, mengakibatkan kebutuhan energi semakin tak terkendali. Berdasarkan data Kementerian ESDM Republik Indonesia pada tahun 2018, total produksi energi primer yang terdiri dari energi fosil dan energi terbarukan mencapai 411,6 MTOE. 64% dari total produksi tersebut menjadi komoditas ekspor utamanya LNG dan batubara yang mencapai 261,4 MTOE. Selain melakukan ekspor komoditi LNG dan batubara Indonesia juga melakukan impor minyak mentah serta batubara dengan nilai kalor tinggi untuk memenuhi produksi industri dalam negeri sebesar 43,2 MTOE. Dengan konsumsi energi total (tanpa biomassa dalam negeri) pada tahun 2018 sekitar 114 MTOE terdiri dari sektor transportasi 40%, 36% sektor industri, 16% sektor rumah tangga, 6% sektor komersial dan 2% untuk sektor lainnya.

Dengan harga bahan bakar fosil dunia yang terus mengalami peningkatan akibat berkurangnya cadangan diperut bumi, penggunaan bahan bakar fosil juga memunculkan isu lingkungan dalam emisi CO₂ dan pemanasan global. Ini tentunya bertolak belakang dengan rencana pemerintah, seperti halnya kota Surabaya yang mencanangkan program “*Surabaya Green and Clean*” untuk terus mengontrol dan memperhatikan pengurangan polusi udara untuk menciptakan kualitas udara yang lebih sehat. Seperti yang dikemukakan oleh Arsana et al., (2021) yang melakukan kajian tentang tingkat emisi mobil di kota besar terutama kota Surabaya, yang diakibatkan oleh tingkat emisi gas buang karena produksi kapasitas mesin dan tahun produksi pada kendaraan mesin bensin dan diesel yang terus meningkat pada tiap tahunnya. Yang bertujuan untuk mencegah turunnya kualitas udara yang akan berdampak negatif untuk pernafasan manusia dan makhluk hidup lain.

Berdasarkan dengan Peraturan Presiden Nomor 5, Tahun 2006 tentang Bauran Energi Primer Nasional 2025, pemerintah Indonesia memiliki sasaran bahwa penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) seperti pemanfaatan biofuel, panas bumi serta biomassa dll haruslah mencapai 17%. Ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan energi nasional terhadap energi fosil. Sudah waktunya untuk Indonesia mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dengan mengembangkan sumber EBT salah satunya adalah dengan memanfaatkan biomassa yang tersedia di hutan Indonesia. Dengan sumber kekayaan hutan Indonesia yang sangat melimpah, maka Indonesia kemungkinan besar dapat merealisasikan Peraturan Presiden Nomor 5,

Tahun 2006 dan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan beralih menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT). Dimana dengan kondisi geografis Indonesia yang beriklim tropis mengakibatkan banyaknya keragaman tanaman hutan yang sangat berlimpah, misalnya pohon kemiri. Pohon kemiri tidak dipungkiri mempunyai banyak manfaat, dari buah yang bisa dimanfaatkan sebagai rempah dan bumbu dapur, serta pohonnya yang bisa digunakan sebagai kayu bakar dan kerajinan. Namun dari banyaknya manfaat dari pohon kemiri tersebut masih ada limbah yang terbuang dan tidak dimanfaatkan yaitu cangkang dari buah kemiri. Dapat kita ambil contoh dari penelitian yang sudah dilakukan oleh (Putra, 2020) dimana dari hasil uji *proximate* cangkang kemiri yang di dapat dari pengepul di wilayah Cirebon dapat kita lihat dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1 Hasil Pengujian *Proximate* Cangkang kemiri

Parameter	Satuan	Hasil analisa	Metode analisa
Total Moisture	%	8,72	ASTM D3302
Kadar Abu (Ash Content)	%	3,56	ASTM D3174
Volatile matter	%	67,48	ASTM D3175
Fixed Carbon	%	20,22	PERHITUNGAN
Nilai Kalor	Kal/gr	4.554	ASTM D5865

Sumber: Putra, 2020

Dari hasil uji lab yang telah disajikan pada tabel 1.1 tersebut dapat kita lihat, dengan cangkang kemiri yang diambil dari pengepul di daerah Cirebon ini mendapatkan hasil nilai kalor sebesar 4.554 Kal/gr merupakan biomassa dengan nilai kalor yang cukup tinggi. Adapun pemanfaatan biomassa untuk sumber energi alternatif sendiri ada banyak cara seperti dengan cara gasifikasi biomassa yang dapat merubah limbah cangkang kemiri ini menjadi suatu produk yang dapat kita manfaatkan lagi dan tentunya sisa proses gasifikasi ini bisa kita manfaatkan untuk pembuatan arang briket. Seperti yang dilakukan oleh Utami et al., (2021) yang memanfaatkan batok kelapa dan tempurung durian untuk dijadikan arang briket untuk menjadi sumber energi terbarukan lainnya.

Gasifikasi merupakan pengkonversian biomassa padat menjadi gas mampu bakar (H₂, CO, CH₄) melalui proses pembakaran dengan udara yang terbatas yaitu antara 20% hingga 40% udara stoikiometri (Rinovianto, 2012). Gas hasil proses gasifikasi juga disebut gas mampu bakar, *syngas* atau *producer gas*. Selama proses gasifikasi diperlukan ruang bakar tertutup pada suhu oksidasi >1000°C yang berfungsi untuk mengubah material karbon menjadi gas mampu bakar. Ruang bakar tersebut dinamakan reaktor atau *gasifier*. *Gasifier* yang digunakan pada penelitian ini yaitu tipe *updraft gasifier*, dimana udara sekunder disemprotkan dari bagian bawah melalui dinding reaktor, sedangkan bahan bakar masuk

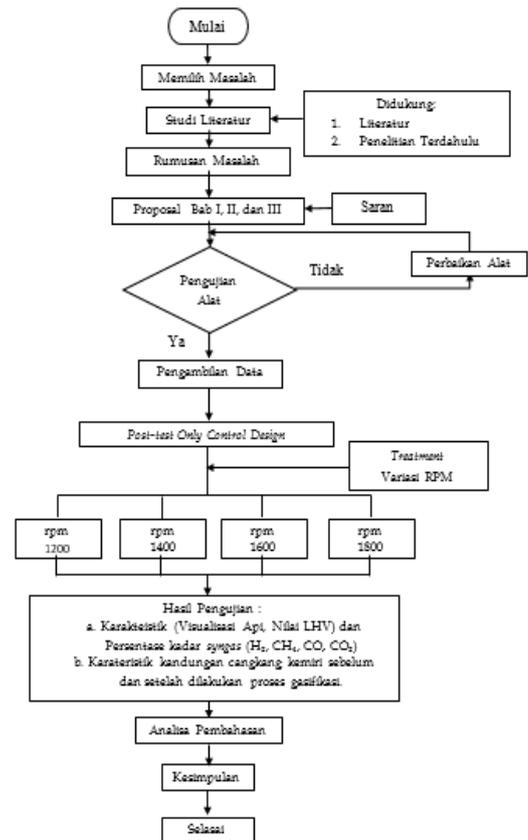
dari bagian atas sehingga arah aliran udara dan bahan bakar terjadi secara berlawanan (*counter current*). Gasifier ini memiliki efisiensi panas paling baik diantara tipe lainnya, namun menghasilkan kadar tar dari pembersihan *syngas* yang cukup tinggi.

Pada reaktor gasifikasi terdapat gasifier sebagai tempat pembakaran, *exhauster* sebagai pendorong gas produser dari gasifier menuju *cyclone* untuk dilakukan pemisahan zat padat, *cyclone* sebagai pemisah zat padat dan selanjutnya *syngas* akan menuju *trap* untuk dilakukan pembersihan *syngas* karena terdapat *nozzle* yang menspray air untuk membersihkan *syngas*. Namun dalam banyak penelitian tentang gasifikasi banyak menggunakan variasi AFR untuk penelitian atau pengambilan variabel, dan pada reaktor gasifier terdapat *exhauster* yang digunakan untuk pendorong gas produser ke *cyclone* belum ada penelitian yang membahas tentang pengaruh putaran blower pada *exhauster* terhadap hasil gasifikasi karena sebagian besar alat *gasifier tipe updraft*, *exhauster* ditetapkan konstan.

Berdasarkan dari pro serta kontra di latar belakang dapat diangkat rumusan masalah sebagai berikut ingin mengetahui perbedaan persentase kandungan biomassa cangkang kemiri sebelum dan sesudah dilakukan proses gasifikasi, mengetahui pengaruh perubahan kecepatan putaran pada *exhauster* terhadap karakteristik (LHV dan visualisasi nyala api) serta persentase kandungan *syngas* (H_2 , CO , CH_4 , CO_2) hasil gasifikasi cangkang kemiri, memvariasikan kecepatan putaran pada *exhauster* sebesar 1200rpm, 1400rpm, 1600rpm dan 1800rpm. Sedangkan tujuan yang ingin dicapai adalah menguji perbedaan kandungan biomassa cangkang kemiri sebelum dan setelah proses gasifikasi, pengaruh variasi kecepatan putaran pada *exhauster* terhadap persentase dan karakteristik *syngas*, mengetahui putaran paling optimal. Diharapkan penelitian ini dapat memperkaya ilmu pengetahuan, serta sebagai sumber studi literatur untuk penelitian selanjutnya yang meneliti tentang gasifikasi dan juga biomassa sebagai sumber energi alternatif, mengetahui pemanfaatan biomassa cangkang kemiri untuk dijadikan bahan bakar energi alternatif dengan metode gasifikasi, serta untuk mengetahui putaran terbaik pada *exhauster* dengan melihat persentase kandungan dan karakteristik *syngas* yang ada dalam cangkang kemiri.

METODE

Rancangan Penelitian

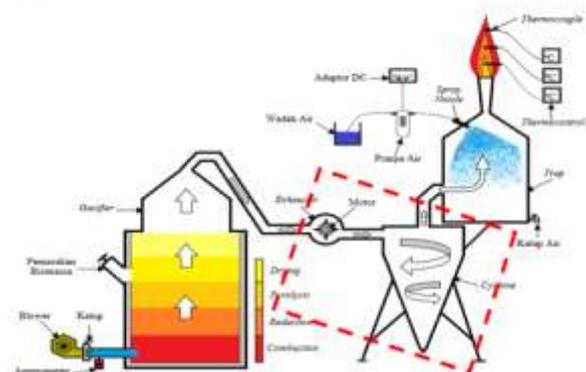


Gambar 1. Diagram Alir Rancangan Penelitian

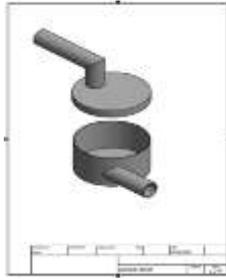
Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah:

- Reaktor *Updraft Gasifier*
- *Exhauster*
- Cangkang Kemiri



Gambar 2. Reaktor *Updraft Gasifier*

Gambar 3. Desain *Exhauster*

Gambar 4. Cangkang Kemiri

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- *Anemometer*
- *Tachometer*
- *Gas Chromatography*
- *Bomb Calorimeter*
- *Timbangan*
- *Thermometer*

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

Pada penelitian ini yang bertindak sebagai variabel bebas adalah variasi kecepatan putaran pada *exhauster* pada rpm 1200, rpm 1400, rpm 1600 dan rpm 1800.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang ditetapkan adalah udara sekunder sebesar 1,3 m/s, ukuran cangkang kemiri (*mesh*) 20 mm²–40 mm² dengan berat cangkang 5,5 kg (5 kg bahan bakar biomassa, 0,5 kg pemantik awal).

- Variabel Terikat

Yang bertindak sebagai variabel terikat pada penelitian ini adalah persentase kandungan *syngas* (H₂, CO, CH₄, CO₂) dan karakteristik *syngas* (nilai LHV *syngas* dan visualisasi nyala api).

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Mempersiapkan serta membersihkan reaktor gasifikasi.
 - Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian.
 - Menyiapkan serta menyetel instrumen penelitian yang akan digunakan (*blower keong*, katup udara, *exhauster*, *dimmer*, *thermocouple* dan *thermocontrol*).
 - Mempersiapkan dan menyetel putaran yang akan digunakan untuk pengambilan data (rpm1200, rpm 1400, rpm1600 dan rpm1800)
 - Menimbang biomassa cangkang kemiri yang akan digunakan sebesar 5,5 kg.
 - Menyiapkan bara api dari biomassa cangkang kemiri seberat 0,5 kg sebagai pemantik awal pembakaran.
- Tahap Pengujian
 - Memastikan bara api untuk pemantik awal sudah terbakar sempurna dan siap digunakan.
 - Masukkan bara api ke tungku gasifier dan dibantu oleh udara sekunder sebesar 1,3 m/s dari blower keong yang sudah diatur dengan katup udara, untuk menjaga bara tetap menyala.
 - Masukkan biomassa cangkang kemiri seberat 5 kg kedalam tungku gasifier dan tunggu 10-15 menit zona pembakaran terjadi.
 - Nyalakan *exhauster* yang sudah di atur kecepatan putarannya untuk pembantu pendorongan *syngas* ke *cyclone* untuk pemisahan zat dan partikel padatnya.
 - Mengamati serta memantik *syngas* hasil proses gasifikasi pada bagian *burner* menggunakan pemantik (ketika gas produser sudah bisa dibakar atau sudah menjadi api) maka *syngas* sudah bisa diambil sampelnya untuk selanjutnya dilakukan pengujian persentase kandungannya.
 - Menyiapkan kantong kedap udara untuk menangkap *syngas* dan mengambil sampel *syngas* untuk dilakukan proses pegujian uji kromatografi gas.
 - Melakukan pengujian ulang pada putaran rpm 1200, rpm 1400, rpm 1600 dan rpm 1800.
- Tahap Akhir
 - Mematikan serta merapikan instrumen penelitian yang terpasang.
 - Mengambil abu sisa pembakaran dan tar sisa proses pemisahan zat serta partikel padat.
 - Membersihkan raktor gasifikasi.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data untuk mendukung keperluan penganalisisan dalam penelitian ini adalah:

- **Klasifikasi Data Menurut Sifatnya**
Menggunakan data kuantitatif dengan jenis data ordinal, karena data berkaitan dengan angka dengan gradasi yang berbeda.
- **Klasifikasi Data Menurut Cara Memperolehnya**
Menggunakan data primer dimana data dikumpulkan, diuji dan diamati langsung oleh penguji.
- **Klasifikasi Menurut Metode Pengumpulan Data**
 - **Metode Dokumentasi**
Metode dokumentasi ini dilakukan untuk memperoleh sebanyak mungkin data dan dasar teori yang dapat digunakan sebagai pedoman landasan berpikir dalam pembahasan masalah.
 - **Metode Observasi Terseleksi**
Metode ini digunakan untuk menemukan perbedaan atau persamaan serta karakteristik dari data yang sudah diperoleh atau diuji.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- **Analisis Deskriptif**
Data hasil pengujian akan disampaikan dengan bahasa yang mudah dimengerti dalam bentuk grafik, gambar atau tabel.
- **Analisi Komparatif**
Membandingkan data hasil penelitian perbedaan apa yang terjadi baik pada karakteristik, bentuk maupun persentase kandungan yang dimiliki.
 - **Uji Normalitas Data**
Mengetahui data yang didapat apakah sudah terdistribusi normal atau tidak sebelum dilakukannya pengujian statistik lanjutan. Pada penelitian ini menggunakan uji normalitas *skewness* dan *kurtosis*.
 - **Uji *One Sampel T-test***
Digunakan untuk mengetahui t-tabel serta t-hitung untuk menjawab hipotesis yang diajukan.

Hipotesis Penelitian

- **H₀** = Tidak ada pengaruh persentase berat kandungan biomassa cangkang kemiri sebelum dan sesudah dilakukan proses gasifikasi.
- **H₁** = Terdapat pengaruh persentase berat kandungan biomassa cangkang kemiri sebelum dan sesudah dilakkan proses gasifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel 2. Analisis *Proximate* Cangkang Kemiri Sebelum Proses Gasifikasi:

Parameter	Unit	Hasil analisa	Metode analisa
Total Moisture	%	8,254	Gravimetri
Kadar Abu (Ash Content)	%	3,247	Gravimetri
Volatile matter	%	80,952	Gravimetri
Fixed Carbon	%	15,801	Stokiometri

Tabel 3. Analisis *Proximate* Cangkang Kemiri Setelah Proses Gasifikasi:

Parameter	Unit	Hasil analisa	Metode analisa
Total Moisture	%	9,2	Gravimetri
Kadar Abu (Ash Content)	%	7,33	Gravimetri
Volatile matter	%	12,88	Gravimetri
Fixed Carbon	%	70,6	Stokiometri

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Kalor Biomassa Cangkang Kemiri:

Parameter	Satuan	Hasil analisa	Metode analisa
Nilai Kalor	kal/gr	4446,81	ASTM D5865

Tabel 5. Hasil Pengujian Karakteristik *syngas* pada tiap-tiap rpm:

Kecepatan Putaran	Udara Sekunder	Konsentrasi Kandungan <i>Syngas</i> (%)			
		CO	CH ₄	H ₂	CO ₂
1200 rpm	1,3 m/s	11,36	2,34	15,35	8,73
1400 rpm	1,3 m/s	10,53	2,11	14,74	9,14
1600 rpm	1,3 m/s	8,21	1,76	12,83	11,21
1800 rpm	1,3 m/s	6,96	1,33	10,41	12,53

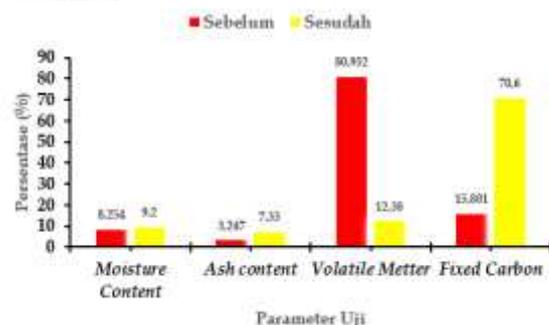


1200 rpm 1400 rpm 1600 rpm

Gambar 5 Hasil Visualisasi Nyala Api Pada Tiap-tiap rpm

PEMBAHASAN

- Hasil Analisis *Proximate* Sebelum dan Setelah Proses Gasifikasi



Gambar 6. Grafik Analisis *Proximate* Sebelum dan Sesudah Proses Gasifikasi

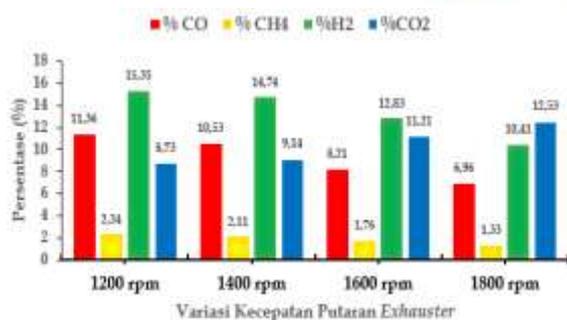
Terlihat bahwa *total moisture* untuk biomassa cangkang kemiri sebelum proses gasifikasi berkisar 8,25% sedangkan setelah proses berkisar 9,2%, terjadi peningkatan jumlah kandungan air (*total moisture*) setelah dilakukannya proses gasifikasi. Kenaikan nilai persentase tersebut bisa diakibatkan oleh reaksi pencampuran perekat pada proses pembriketan pada cangkang setelah proses gasifikasi sebelum dilakukan proses pengujian *proximate* pada sampel.

Komposisi terbesar berupa *volatile matter*, yaitu mencapai 80,95% sebelum proses gasifikasi, sedangkan setelah proses gasifikasi berkisar 12,88%. Trend penurunan *volatile matter* merupakan hasil dekomposisi pada saat proses pemanasan, terdiri dari *flammable gas* seperti H₂, CO dan CH₄ dan *non-flammable gas* seperti CO₂. Nilai *volatile matter* adalah parameter yang sangat penting di sebagian gasifikasi, pengkorvesian *volatile matter* menjadi gas, masih cukup energi sisa yang bisa dimanfaatkan menjadi *syngas* diluar energi untuk menguapkan air dari kandungan biomassa (Myzhar, 2019).

Kandungan *fixed carbon* pada biomassa cangkang kemiri hanya 15,80% namun meningkat drastis menjadi 70,6% setelah proses gasifikasi. Meningkatnya kandungan *fixed carbon* ini diakibatkan karena proses dari dekomposisi *thermal volatile matter* dan juga proses oksidasi parsial pada sisa arang karbon pada interval suhu diatas 900°C setelah proses *pyrolysis* di dalam tungku reaktor gasifikasi.

Sedangkan sisa-sisa organik yang tidak teroksidasi berupa *ash content* mencapai 3,24% sebelum proses gasifikasi dan naik menjadi 7,33% setelah proses gasifikasi.

- Persentase Kandungan dan Karakteristik Syngas



Gambar 7. Grafik Hubungan Kecepatan Putaran Exhauster Terhadap Persentase Syngas

Berdasarkan data yang telah didapatkan dan disajikan oleh penulis pada tabel 5 dan gambar 7, hubungan antara pengkondisian kecepatan putaran

pada exhauster (1200 rpm, 1400 rpm, 1600rpm dan 1800 rpm) terhadap persentase kandungan syngas (CO, H₂, CH₄ dan CO₂). Pada senyawa *syngas* sendiri memiliki senyawa yang dapat terbakar antara lain CO, H₂, CH₄ serta senyawa yang tidak dapat bisa terbakar (CO₂, N₂, O₂). Terjadi *trendline* penurunan persentase kandungan *syngas* dari rpm 1200 sampai rpm 1800, yang diakibatkan oleh perubahan variasi kecepatan putaran pada *exhauster* sehingga menyebabkan meningkatnya laju aliran massa udara menuju *cyclone*. Akibatnya mempengaruhi proses penguraian (pemisahan) serta reaksi kimia pembentukan kandungan gas terbakar (*combustible gas*). Meningkatnya kecepatan laju aliran massa udara ini juga berpengaruh terhadap tinggi, bentuk serta warna dari visualisasi apinya yang bisa dilihat pada gambar 5.

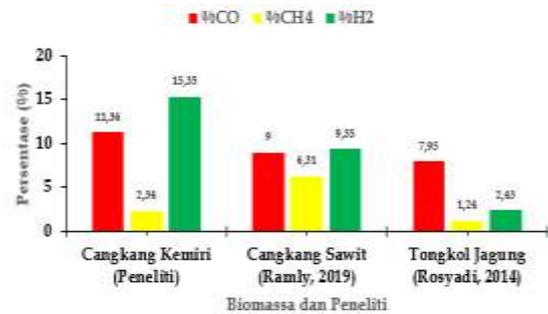
Dimana menurut penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah, (2017) pada proses gasifikasi membutuhkan suplai udara terbatas, ketika kecepatan suplai laju aliran massa udara meningkat gas terbakar seperti (H₂,CO dan CH₄) akan cenderung menurun, sedangkan untuk kandungan (CO₂, N₂ dan O₂) justru meningkat.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan LHV Syngas dan Visualisasi Api Pada Tiap Putaran (rpm).

Kecepatan Putaran	Satuan	Hasil Perhitungan LHV	Visualisasi Apinya
1200 rpm	kJ/m ³	3929,96	
1400 rpm	kJ/m ³	3676,80	
1600 rpm	kJ/m ³	3052,16	
1800 rpm	kJ/m ³	2479,01	Karena kecepatan aliran udara terlalu kencang, maka api langsung mati ketika dipantik dengan pemantik.

• Analisa Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian dari Myzhar (2019) limbah cangkang sawit, Rosyadi (2014) limbah tongkol jagung, yang ditinjau dari komposisi *flameable gas*nya (CO, CH_4, H_2) yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Persentase *Syngas* (CO, CH_4, H_2) Dengan Biomassa Lain

Perbedaan kandungan persentase tiap-tiap biomassa ini dipengaruhi oleh besarnya nilai persentase *volatile matter* yang teroksidasi pada masing-masing biomassa saat proses pembakaran terjadi. Dari gambar 4.6. diatas terlihat untuk senyawa CO dan H_2 pada biomassa cangkang kemiri lebih tinggi dari biomassa lain, ini diakibatkan oleh reaksi *steam-carbon* pada saat zona reduksi karena tingginya kandungan karbon dari konversi bahan bakar (umpan) yang bereaksi dengan uap air (H_2O) sehingga menghasilkan kandungan hidrogen dan karbon monoksida yang tinggi. Sedangkan untuk senyawa CH_4 biomassa cangkang sawit memiliki nilai persentase terbesar menandakan api yang dihasilkan oleh biomassa cangkang sawit lebih biru dan lebih panas dari biomassa yang lain. Pembentukan senyawa CH_4 ini diakibatkan oleh senyawa karbon monoksida (CO) yang bereaksi dengan senyawa hidrogen (H_2) yang menghasilkan gas methane (CH_4) dan uap air (H_2O) yang dinamakan dengan reaksi *CO methanation*. Dimana $CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_4 + H_2O$ (*CO methanation*)

Dari perbedaan nilai kandungan persentase *syngas* diatas maka akan berpengaruh juga pada nilai kalor untuk tiap-tiap properti biomassa.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian serata hasil pengujian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan:

- Terdapat perbedaan persentase berat dari kandungan *fixed carbon* dari 8,254% menjadi 9,2%, *ash content* dari 3,247% menjadi 7,33%, *volatile matter* dari

80,952% menjadi 12,38%, *fixed carbon* dari 15,801% menjadi 70,6% setelah proses gasifikasi. Diperkuat dengan hasil analisis statistik dengan SPSS 22 dimana diperoleh t hitung 1,491 dan t tabel 5,841. Karena t tabel < dari t hitung (1.491 < 5,841), maka H_0 ditolak, dan H_1 tak ditolak. Artinya Terdapat perbedaan persentase berat kandungan biomassa cangkang kemiri sebelum dan setelah dilakukan proses gasifikasi.

- Persentase kandungan *syngas* pada rpm 1200 yaitu CO 11,36%, H_2 15,35%, CH_4 2,34% dan CO_2 8,73%.
- Persentase kandungan *syngas* pada rpm 1400 yaitu CO 10,53%, H_2 14,74%, CH_4 2,11% dan CO_2 9,14%.
- Persentase kandungan *syngas* pada rpm 1600 yaitu CO 8,21%, H_2 12,83%, CH_4 1,76% dan CO_2 11,21%.
- Persentase kandungan *Syngas* pada rpm 1800 yaitu CO 6,96%, H_2 10,41%, CH_4 1,53% dan CO_2 12,53%.
- Kecepatan putaran *exhauster* mempengaruhi persentase kandungan *syngas* hasil gasifikasi biomassa cangkang kemiri. Ketika kecepatan *exhauster* semakin meningkat justru berakibat pada menurunnya persentase kandungan H_2 , CO dan CH_4 , namun pada kandungan CO_2 malah sebaliknya.
- 1200rpm pada penelitian ini bisa dikatakan menjadi rpm terbaik dilihat dari hasil uji persentase kandungan *syngas*, bentuk dan warna nyala api serta memiliki nilai kalor tertinggi dari rpm lain yang diajukan yaitu $3929,96 \frac{Kj}{m^3}$.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan peneliti setelah menyelesaikan penelitian dan pengujian gasifikasi cangkang kemiri dengan raktor *updraft gasifier*, sebagai berikut:

- Perlunya peralatan tambahan untuk mengukur *flowrate* secara kontinyu selama pengujian, untuk mengetahui jumlah *syngas* yang dihasilkan.
- Perlunya penelitian lebih lanjut tentang rancang bangun alat gasifikasi dengan menambahkan *thermocouple* pada tungku gasifier untuk melihat distribusi temperatur pada tiap zona gasifikasi yaitu (*drying, pirolisis, oksidasi parsial dan reduksi*) tentunya dengan menggunakan biomassa lain.
- Perlunya penelitian lebih lanjut tentang gasifikasi terutama untuk parameter unjuk kerja reaktor gasifikasi antara lain: komposisi (persentase) *syngas*, nilai kalor *syngas*, *Cold gas efficiency* (efisiensi gasifikasi).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, I. M. (2017). *Studi Eksperimental Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Proses Gasifikasi Pelet Municipal Solid Waste (MSW) Terhadap Unjuk Kerja Gasifier Tipe Downdraft Sistem Kontinyu*. i-84 pp.
- Arsana, I. M., Irfai, M. A., & Kurniawan, W. D. (2021). *Study on Car Emission Level in Big City and Its Prevention : Evidence from Surabaya , Indonesia*. 44(11), 89–95.
- Myzhar, R. (2019). Uji kualitas syngas gasifikasi biomassa cangkang sawit terhadap afr dan kadar air pada gasifier tipe updraft. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2).
- Putra, A. . (2020). Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara Pada Updraft Gasifier Sistem Semi Kontinyu Terhadap Kualitas Nyala Api Syn Gas Pada Gasifikasi Biomassa Limbah Cangkang Kemiri. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2).
- Rinovianto, G. (2012). Karakteristik Gasifikasi Pada Updraft Double Gas Outlet Gasifier Menggunakan Bahan Bakar Kayu Karet. *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok*.
- Utami, G. S., Caroline, J., Ningsih, E., & Arsana, I. M. (2021). *Production and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquettes and Durian Shell in Terms of Composition*. 44(11), 108–114.

