

GASIFIKASI SERBUK GERGAJI BATANG KELAPA UNTUK MENGHASILKAN BAHAN BAKAR GAS

Agus Aktawan¹, Maryudi¹, Muhammad Hakiim Marzun¹, Achmad Saidi Noor¹

¹Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan
maryudi@che.uad.ac.id

ABSTRAK. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa dengan hasil yang melimpah. Batang kelapa dimanfaatkan sebagai bahan baku furniture dimana hasil sampingnya berupa serbuk gergaji. Serbuk gergaji kayu kelapa merupakan salah satu biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar gas atau *syngas* dengan metode gasifikasi. Gasifikasi dilakukan dengan perbedaan variabel berat umpan dan sistem operasi *updraft* dan sistem operasi *downdraft*. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa serbuk gergaji kayu kelapa. Sedangkan variabel terikat yang akan didapatkan yaitu berupa *output syngas*, suhu gasifikasi, dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan *syngas*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak umpan serbuk gergaji kayu kelapa, maka semakin banyak *syngas* yang dihasilkan dan semakin lama waktu produksi *syngas*. Berdasarkan analisis *syngas*, didapatkan hasil pada gasifikasi *updraft* sebesar 15,8670% CO; 6,4133% CH₄; 20,3237% H₂ dan gasifikasi *downdraft* sebesar 13,7617% CO; 0,5693% CH₄; 6,1820% H₂. Sistem operasi *downdraft* lebih optimal jika dibandingkan dengan sistem operasi *updraft* berdasarkan nilai efektifitas yang ditinjau dari konsentrasi CO senilai 53,5529 : 46,4471; konsentrasi CH₄ senilai 91,8465 : 8,1535; konsentrasi H₂ senilai 76,6767 : 4,9204. Dapat disimpulkan bahwa gasifikasi *downdraft* lebih efektif dalam mengkonversi serbuk gergaji kayu kelapa menjadi bahan bakar gas.

Kata Kunci : serbuk gergaji kayu kelapa, gasifikasi, *syngas*, *updraft*, *downdraft*.

ABSTRACT. Indonesia is a coconut producing country with abundant yields. Coconut stem or coconut wood is one of the biomass that can be used as raw material for making *syngas* by gasification method. Gasification is done by varying the weight of the bait and the *updraft* operating system and the *downdraft* operating system. The gasification process uses a gasifier. In this study used independent variables such as coconut wood powder. While the dependent variable will be obtained in the form of *syngas* output, gasification temperature and time needed to produce *syngas*. The gasifier used can be operated into two operating systems namely the *updraft* system and the *downdraft* system. The results showed that the more coconut wood powder waste feeds, the more *syngas* was produced and the longer the time needed. Based on the *syngas* analysis, the results obtained in the *updraft* operating system were 15.8670% CO; 6.4133% CH₄; 20.3237% H₂ and *downdraft* operating system of 13.7617% CO; 0.5693% CH₄; 6.1820% H₂. *Downdraft* operating system is more optimal when compared to the *updraft* operating system based on the effectiveness value in terms of CO concentration of 53.5529: 46.44471; CH₄ concentration worth 91.8465: 8.1535; H₂ concentration worth 76.6767: 4.9204. It can be concluded that coconut wood powder waste is one of the biomass that can be used as a raw material for gasification in meeting energy needs and the *updraft* operating system is more effectively used compared to the *downdraft* operating system.

Keywords: coconut wood powder, gasification, *syngas*, *updraft*, *downdraft*.

PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa dengan hasil yang sangat melimpah dengan luas perkebunan total 2.776.230 hektar dengan hasil kelapa total sebesar 3.548.315 ton menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian tahun 2018 (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, 2017). Banyaknya produksi kelapa seiring dengan banyaknya kebutuhan kayu dari batang kelapa. Batang kelapa banyak diolah menjadi furniture, kayu pokok rumah, ataupun perabot dimana hasil samping pengolahan produk tersebut menghasilkan limbah berupa potongan kayu dan serbuk gergaji kayu kelapa.

Bahan bakar alternatif terus banyak dikembangkan ataupun terus diteliti di Indonesia, seperti bioetanol dari sampah sayuran (Anisah et al., 2014), etanol dari biji nangka (Ba'diyah & Yustinah, 2012), minyak dari pirolisis plastik (Maryudi, Salamah, et al., 2018) (Salamah & Aktawan, 2016) dan biodiesel dari minyak goreng bekas (Agus & Zahrul, 2019). Bahan bakar alternatif lain dalam bentuk gas seperti biometana dari sekam padi (Huseini et al., 2018), biohidrogen dari sampah rumah tangga (Fadlil et al., 2019), serta syngas atau gas sintetis hasil konversi biomassa menjadi gas dengan proses gasifikasi (Belgiorno et al., 2003). Gasifikasi dapat mengkonversi berbagai jenis biomassa seperti ampas tebu (Maryudi, Aktawan, et al., 2018), serbuk gergaji kayu mahoni (Nurwidayati et al., 2019), kulit buah asam jawa (Aktawan et al., 2019), dan jenis biomassa lainnya. Serbuk gergaji batang kelapa termasuk biomassa yang dapat digasifikasi, dimana batang kelapa memiliki kandungan kimia diantaranya adalah *celluloses* 28,1 ~ 36,55%; *holocelluloses* 69,51 ~ 80,07% dan *lignin* 26,58 ~ 36,35% (Wardhani et al., 2004).

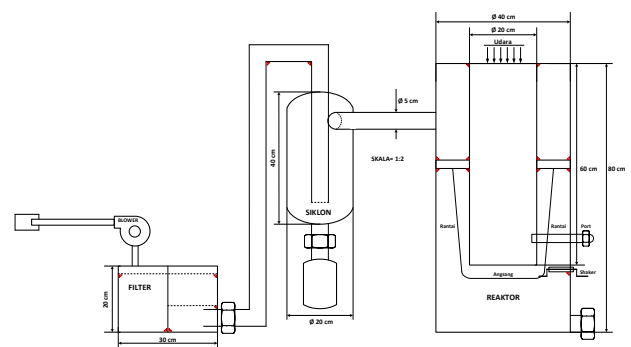
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah yield gas sintetis yang dihasilkan dari proses gasifikasi serbuk gergaji batang kelapa, mengetahui komposisi *syngas* yang dihasilkan dari proses gasifikasi serbuk gergaji batang kelapa, dan untuk mengetahui perbandingan efektifitas sistem operasi gasifikasi updraft dan downdraft.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian ialah serbuk gergaji kayu kelapa dari industri furniture di daerah peret, bantul, Yogyakarta.

Alat penelitian ialah rangkaian alat gasifikasi yang terdiri dari siklon, filter, serta kompressor yang terdapat pada Gambar 1. Dan korek api, timbangan, piknometer, oven, vacuum tube.



Gambar 1. Rangkaian alat gasifikasi

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggasifikasi serbuk gergaji kayu kelapa dengan variable massa 3500, 4000, dan 4500 gr di dalam reaktor gasifikasi. Reaktor gasifikasi dilengkapi termometer untuk mengukur suhu tiap interval waktu. Gas keluaran reaktor gasifikasi dimurnikan menggunakan siklon dan filter. Gas keluaran reaktor dialirkan dengan bantuan blower ataupun kompresor. Proses gasifikasi berhasil ketika gas hasil gasifikasi di reaktor dapat terbakar.

Metoda Analisa

Analisis komposisi CO, CH₄, dan H₂ yang terkandung dalam gas hasil gasifikasi serbuk gergaji kayu kelapa menggunakan analisis *Gas Chromatography* di Laboratorium Teknik Kimia UGM.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Yield gas hasil gasifikasi pada Tabel 1 didapatkan berdasarkan neraca massa di sistem gasifikasi untuk mendapatkan berat syngas. Pengaruh massa serbuk gergaji kayu kelapa terhadap gas CO, CH₄, dan H₂ hasil analisis terdapat pada Gambar 2, 3, dan 4. Perbandingan efektifitas sistem operasi gasifikasi updraft dan downdraft berdasarkan kadar CO, CH₄, dan H₂ hasil analisis gas chromatography terdapat pada tabel 2, 3, dan 4.

Yield Gas Hasil Gasifikasi

Yield gas hasil gasifikasi dihitung dengan cara mengukur berat serbuk gergaji kayu kelapa, berat abu dan arang sebagai produk padat, dan berat tar sebagai produk cair. Berat syngas didapatkan dari selisih berat umpan dengan produk padat dan cair. Dan yield merupakan perbandingan berat syngas dengan berat umpan.

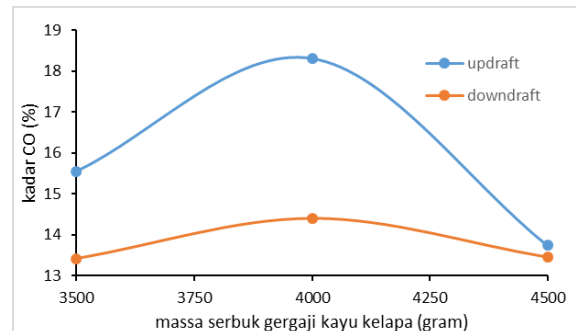
Tabel 1. Yield Gas Hasil Gasifikasi

Berat Serbuk Kayu Kelapa (gram)	Berat Abu & Sisa Pembakaran (gram)	Berat Tar (gram)	Berat Syngas (gram)	Yield Syngas (%)
(a)	(b)	(c)	(a-b-c)	$(\frac{a-b-c}{a} \times 100\%)$
3500	2200	12.520872	1287.479128	36.78511794
4000	2600	34.27598	1365.72402	34.1431005
4500	2200	13.6752896	2286.32471	50.80721579

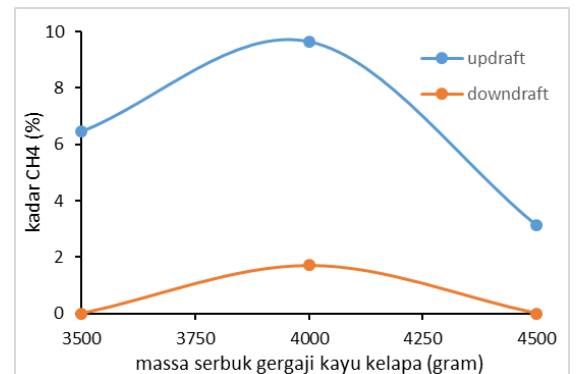
Dari Tabel 1. diketahui bahwa semakin besar berat serbuk gergaji kayu kelapa maka berat syngas yang dihasilkan juga akan semakin besar. Hasil ini dikarenakan semakin besar berat biomassa maka jumlah *celluloses* dan *holocelluloses* yang terkonversi menjadi syngas semakin besar.

Hubungan Perubahan Massa Umpan Terhadap Kadar CO, CH₄, dan H₂

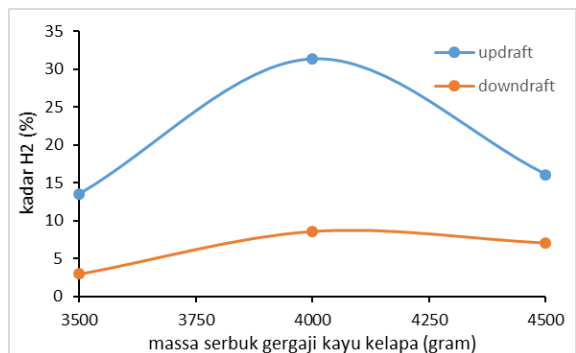
Kadar CO, CH₄, dan H₂ didapatkan dari hasil analisis gas chromatography terhadap sampel gas hasil gasifikasi dari sistem operasi updraft dan downdraft. Tiga zat tersebut sebagai pertanda bahwa konversi biomassa menjadi syngas pada proses gasifikasi berjalan dengan baik.



Gambar 2. Hubungan perubahan massa umpan terhadap kadar CO



Gambar 3. Hubungan perubahan massa umpan terhadap kadar CH₄



Gambar 4. Hubungan perubahan massa umpan terhadap kadar H₂

Dari gambar 2, 3, dan 4. didapatkan semakin besar massa umpan serbuk gergaji kayu kelapa maka semakin besar kadar CO, CH₄, dan H₂ pada syngas hasil gasifikasi. CO, CH₄, dan H₂ dihasilkan dari konversi *celluloses* dan *holocelluloses* yang terkandung dalam serbuk gergaji kayu kelapa, sehingga semakin besar massa umpan maka massa *celluloses* dan *holocelluloses* yang terkonversi menjadi CO, CH₄, dan H₂ akan semakin besar.

Efektivitas Sistem Operasi Gasifikasi Updraft dan Downdraft

Perbandingan efektifitas antara sistem operasi *updraft* dan *downdraft* diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Efektifitas Updraft} = \frac{\text{Konsentrasi Updraft}}{\text{Konsentrasi Updraft} + \text{Konsentrasi Downdraft}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Efektifitas Downdraft} = \frac{\text{Konsentrasi Downdraft}}{\text{Konsentrasi Updraft} + \text{Konsentrasi Downdraft}} \times 100\% \quad (2)$$

Dari persamaan 1 dan 2 didapat efektifitas system gasifikasi updraft dan downdraft untuk masing-masing komponen syngas yang terdapat pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 2. Perbandingan Efektifitas Sistem Updraft dan Downdraft berdasarkan Konsentrasi (CO)

Komponen	Konsentrasi rata-rata (%)	Efektifitas (%)
CO updraft	15,8670	53,5529
CO downdraft	13,7617	46,4471

Tabel 3. Perbandingan Efektifitas Sistem Updraft dan Downdraft berdasarkan Konsentrasi CH₄

Komponen	Konsentrasi rata-rata (%)	Efektifitas (%)
CH ₄ updraft	6,4133	91,8465
CH ₄ downdraft	0,5693	8,1535

Tabel 4. Perbandingan Efektifitas Sistem Updraft dan Downdraft berdasarkan Konsentrasi H₂

Komponen	Konsentrasi rata-rata (%)	Efektifitas (%)
H ₂ updraft	20,3237	76,6767
H ₂ downdraft	6,1820	4,9204

Dari tabel 2, 3, dan 4 dapat diketahui bahwa sistem operasi *updraft* lebih efektif jika dibandingkan dengan sistem operasi *downdraft*. Nilai efektifitas sistem operasi *updraft* di tiap senyawa memiliki nilai yang lebih besar daripada sistem operasi *downdraft*.

KESIMPULAN

Serbuk gergaji batang kelapa (*cocos nucifera*) dapat dikonversi menjadi bahan

bakar gas melalui proses gasifikasi. Dimana dari penelitian didapatkan bahwa sistem operasi *updraft* lebih efektif daripada sistem *downdraft*. Nilai rata – rata konsentrasi pada analisis syngas, diketahui 10 ml syngas mengandung 15,8670% CO; 6,4133% CH₄; 20,3237% H₂ pada sistem operasi *updraft*. Untuk analisis syngas pada sistem *downdraft* diketahui 10 ml syngas mengandung 13,7617% CO; 0,5693% CH₄; 6,1820% H₂.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, A., & Zahrul, M. (2019). Small-scale production of biodiesel through transesterification process of waste or used cooking oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 245(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/245/1/012047>

Aktawan, A., Maryudi, & Salamah, S. (2019). Biomass conversion of tamarind waste to syngas through gasification process on downdraft gasifier. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 674(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/674/1/012010>

Anisah, D., Herliati, & Widyaningrum, A. (2014). Pemanfaatan Sampah Sayuran sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Konversi*, 3(1), 13–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/konversi.3.1.%25p>

Ba'diyah, U., & Yustinah. (2012). Pembuatan Etanol dari Biji Nangka dengan Variabel Massa Pati. *Jurnal Konversi*, 1(2), 11–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/konversi.1.2.%25p>

Belgiorno, V., De Feo, G., Della Rocca, C., & Napoli, R. M. A. (2003). Energy from gasification of solid wastes. *Waste Management*, 23(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(02\)00149-6](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(02)00149-6)

Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian. (2017). *Statistik Perkebunan*

- Indonesia Komoditas Kelapa 2016-2018*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. <http://ditjenbun.pertanian.go.id>
- Fadlil, F., Cahyono, R. B., & Budhijanto, W. (2019). Eksplorasi Produksi Biohidrogen dari Fraksi Organik Sampah Rumah Tangga dengan Penambahan Zat Aditif N, P dan K. *Jurnal Konversi*, 8(2), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/konversi.8.2.9>
- Huseini, M. R., Arifah, N., & Pratiwi, W. A. (2018). Pengaruh Hidrotermal Sekam Padi Terhadap Produksi Biometana pada AGS – SBR. *Jurnal Konversi*, 7(2), 17–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/konversi.7.2.8>
- Maryudi, M., Aktawan, A., & Salamah, S. (2018). Conversion of Biomass of Bagasse to Syngas Through Downdraft Gasification. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 7(1), 28–33. <https://doi.org/10.15294/jbat.v7i1.11621>
- Maryudi, Salamah, S., & Aktawan, A. (2018). Product distribution of pyrolysis of polystyrene foam waste using catalyst of natural zeolite and nickel/silica. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 175(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/175/1/012012>
- Nurwidayati, A., Sulastrri, P. A., Ardiyati, D., & Aktawan, A. (2019). Gasifikasi Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia Mahagoni*) untuk Menghasilkan Bahan Bakar Gas sebagai Sumber Energi Terbarukan. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.26555/chemica.v5i2.13046>
- Salamah, S., & Aktawan, A. (2016). Pemurnian Hasil Cair Pirolisis sampah plastik pembungkus dengan Distilasi Batch. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 31–34. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26555/chemica.v3i1.4990>
- Wardhani, I. Y., Surjokusumo, S., Sudo, Y., & Nugroho, N. (2004). *Distribusi Kandungan Kimia Kayu Kelapa (Cocos nucifera L) Distribution of Chemical Compounds of Coconut Wood (Cocos nucifera L)*. 2(1), 1–61. <http://www.ejournalmapeki.org/index.php/JITKT/article/view/313/286>

