

Studi Perbandingan Karakteristik Gasifikasi Biomassa Sekam Padi dan Tempurung Kelapa

⁽¹⁾Adi Surjosaty dan Kristian Budi Hartono

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Kampus Baru UI Depok 16424
E-mail : adisur@eng.ui.ac.id

Abstrak

Gasifikasi adalah salah satu proses konversi termokimia yang mengkonversikan biomassa padat menjadi gas mampu bakar. Studi penelitian untuk membandingkan karakteristik operasional gasifikasi berbagai jenis biomassa sangat diperlukan karena setiap biomassa mempunyai properti yang tidak sama. Metoda yang digunakan adalah pengujian eksperimental dengan menggunakan sebuah sistem downdraft gasifier. Biomassa tersebut adalah sekam padi dan tempurung kelapa. Perbandingan karakteristik menunjukkan bahwa gasifikasi tempurung kelapa lebih mudah daripada sekam padi karena tempurung kelapa mempunyai kandungan karbon yang lebih tinggi yaitu 50,2 %, kandungan abu yang lebih sedikit yaitu 5 %, dapat digasifikasi dengan suplai udara primer dari 42 – 51 lpm, flowrate produser gas lebih tinggi yaitu 74 lpm.

Kata kunci: gasifikasi biomassa, downdraft gasifier, producer gas, karakteristik gasifikasi

Pendahuluan

Penggunaan energi dari sumber energi fosil berupa minyak bumi dan gas secara terus menerus mengakibatkan cadangan sumber energi tersebut lambat laun akan habis. Untuk mengatasi kebutuhan energi yang meningkat dan sumber energi fosil yang terbatas maka sangat penting untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat menyediakan sumber energi secara terus menerus. Sumber energi tersebut adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Sumber energi yang dapat diperbaharui antara lain angin, air, sinar matahari dan biomassa.

Biomassa adalah bahan dari tumbuhan atau bahan dari biologis yang lain di dapat dari limbah padat yang menghasilkan energi yang dapat diperbaharui, seperti sekam padi, tempurung kelapa, tandan kosong kelapa sawit, serpihan kayu, kulit kacang tanah, dll. Salah satu teknologi untuk menghasilkan energi dari biomassa adalah proses Gasifikasi. Proses gasifikasi adalah suatu proses thermokimia yang mengkonversikan bahan biomassa padat menjadi gas mampu bakar. Gas mampu bakar ini dapat dipergunakan untuk bahan bakar mesin pembakaran dalam dan luar, pemanas, pembangkit energi listrik, dll. Hasil dari gasifikasi biomassa adalah produser gas serta unsur pengotor seperti tar dan ash. Hasil dari gasifikasi biomassa tersebut tergantung dari jenis biomassa dan kondisi operasionalnya.

Produser gas adalah campuran antara gas tidak mampu bakar dan gas mampu bakar. Jumlah unsur – unsur dalam produser gas tergantung dari jenis biomassa dan kondisi operasionalnya. Produser gas mengandung gas yang dapat dipergunakan seperti CO, H₂, CH₄ dan gas yang tidak mampu bakar seperti N₂, CO₂, serta tar dan ash.[4] Untuk melancarkan operasi engine maka produser gas tersebut harus bebas dari tar, dan kotoran. Pembersihan gas dari unsur – unsur yang merugikan tersebut sangat diperlukan untuk menghindari keausan dan tar pada engine. Konsentrasi kotoran pada gas tergantung dari tipe *gasifier*, intensitas beban, dan jenis dari biomassa.

Untuk mendapatkan hasil gasifikasi biomassa yang paling optimum (kestabilan untuk menghasilkan gas mampu bakar yang bersih) perlu dilakukan studi karakteristik kondisi operasional gasifikasi berbagai jenis biomassa. Setiap biomassa mempunyai karakteristik yang berbeda (kandungan air, kandungan karbon, bentuk fisik dari biomassa, dll)[6], maka diperlukan studi perbandingan karakteristik operasional gasifikasi dari berbagai jenis biomassa.

Fasilitas dan Peralatan Uji

Pengujian untuk mendapatkan karakteristik operasional gasifikasi biomassa menggunakan *gasifier* jenis *downdraft gasifier* dan suplai udara primernya menggunakan blower jenis *centrifugal fan* dengan kapasitas alir $4,5 \text{ m}^3/\text{mm}$ atau 4500 lpm , *pressure* 540 Pa . Eksperimen dilakukan di Laboratorium Termodinamika: Gasifier, FTUI, Depok. Biomassa yang di uji untuk mendapatkan karakteristik operasional gasifikasi yaitu sekam padi dan tempurung kelapa.



Gambar 1. Downdraft Gasifier

Persiapan alat ukur

1. Penyiapan termokopel.

Pemasangan termokopel pada reaktor yang terdiri dari 8 termokopel yaitu :

Tc 1,2 : Pengukuran temperatur gasifier bagian *drying*.

Tc 2,3 : Pengukuran temperatur gasifier bagian pirolisa.

Tc 5,6 : Pengukuran temperatur gasifier bagian oksidasi.

Tc 7 : Pengukuran temperatur gasifier bagian reduksi.

Tc 8 : Pengukuran temperatur produser gas.

Kemudian kabel termokopel dipasang pada *temperature data logger*. Masukkan steker temperature data logger pada stop kontak.

2. Pemasangan plat orifis dan manometer miring untuk flowrate produser gas dengan pressure tap pada output blower isap dengan *swirl burner*.



Gambar 2. Pemasangan Termokopel pada reaktor



Gambar 3. Pemasangan manometer miring untuk mengukur flowrate produser gas

HASIL DAN ANALISA

Hasil dari penelitian ini adalah karakteristik operasional gasifikasi biomassa dan perbandingan karakteristik operasional gasifikasi biomassa sekam padi dan tempurung kelapa. Karakteristik ke dua biomassa tersebut yang didapat dari penelitian ini adalah :

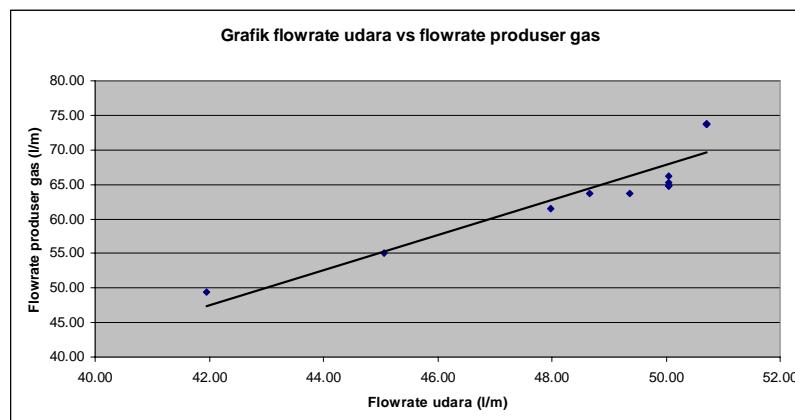
Tabel 1. Properti Biomassa Sekam Padi & Tempurung Kelapa

Properti bahan	Sekam Padi	Tempurung Kelapa
Kandungan karbon (*)	38,9 %	50,2 %
Kandungan air	2,52 %	5,3 %
Volatile matter (*)	70 %	70,7 %
Kandungan abu	24,17 %	6,26 %
Reaktivitas (*)	Zn 1244 ppmw	Zn 9 ppmw
Ukuran bahan bakar	+/- 10 x 0,5 x 1mm	+/- 20 x 20 x 2mm
Bulk density	150 kg/m ³	425 kg/m ³

Pengaruh flowrate udara primer terhadap flowrate produser gas.

Semakin besar *flowrate* udara primer, semakin besar pula *flowrate* produser gasnya. Berdasarkan fasilitas uji yang ada hanya dapat dibuktikan untuk biomassa tempurung kelapa, karena untuk biomassa sekam padi hanya dapat digasifikasi dengan suplai udara primer 51 l/m. Dari Gambar 4 menunjukkan bahwa kecenderungan semakin besar *flowrate* udara semakin besar pula *flowrate* produser gasnya.

Bila *flowrate* udara ditambah, maka akan banyak suplai oksigen yang dipergunakan untuk proses pembakaran dalam area oksidasi dan semakin banyak CO₂ dan arang/karbon yang terbentuk, diarea reduksi semakin banyak CO₂ bereaksi dengan H₂O membentuk gas CO dan H₂, semakin banyak karbon dengan hidrogen membentuk gas methana. Sehingga makin banyak produser gas yang dihasilkan, artinya *flowrate* produser gasnya meningkat sesuai *flowrate* udara.

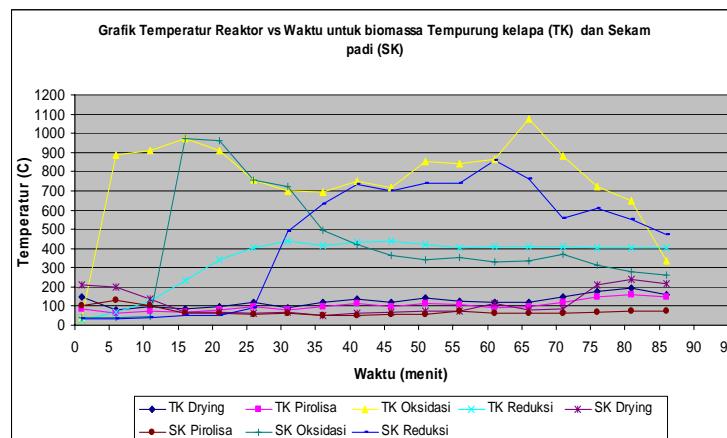


Gambar 4. *Flowrate* Udara Primer vs *Flowrate* produser gas

Perbandingan antara *flowrate* produser gas sekam padi dan tempurung kelapa, sekam padi lebih rendah nilainya daripada tempurung kelapa. Hasil perhitungan menunjukkan *flowrate* produser gas sekam padi = 71 lpm dan *flowrate* produser gas tempurung kelapa = 74 lpm. Hal ini disebabkan, massa jenis produser gas tempurung kelapa lebih kecil daripada sekam padi sehingga lebih tinggi *flowrate*-nya.

Distribusi temperatur reaktor.

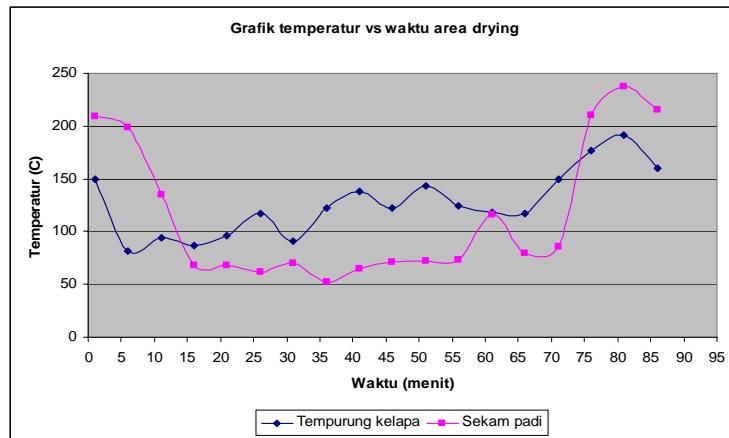
Gambar 5 menunjukkan perbandingan distrusi temperatur reaktor yang dihasilkan antara biomassa sekam padi dan tempurung kelapa pada suplai udara primer 51 lpm. Secara umum trend dari temperatur area gasifikasi tergantung dari properti bahan bakar biomassa yang diuji. Untuk mempermudah dalam analisis, perbandingan tersebut dibagi menjadi 4 Gambar sesuai dengan area gasifikasi.



Gambar 5. Perbandingan temperatur terhadap waktu antara Tempurung kelapa dengan Sekam padi

1.Gambar area *Drying*.

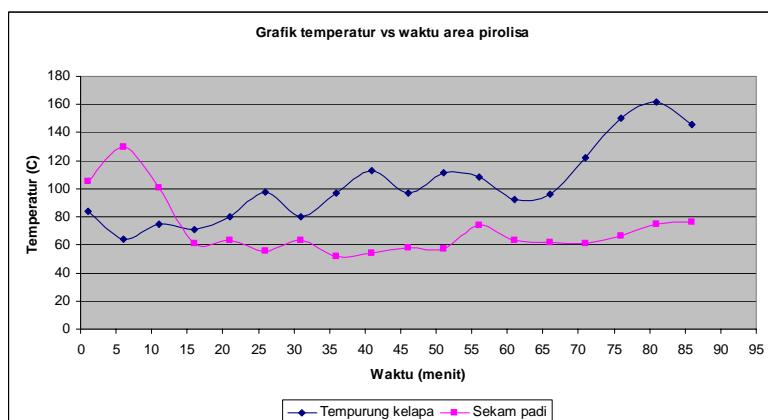
Pada menit pertama kandungan air belum terlepas dari bahan bakar menunjukkan temperatur 150°C untuk tempurung kelapa dan 209°C untuk sekam padi kemudian turun hal ini disebabkan kandungan air telah terlepas dari biomassa. Temperatur drying, seperti di Gambar 6, pada menit-menit terakhir menunjukkan temperatur peningkatan karena kandungan air pada biomassa telah habis maka temperatur naik lagi.



Gambar 6. Gambar temperatur area drying

2. Gambar area *Pyrolysis*

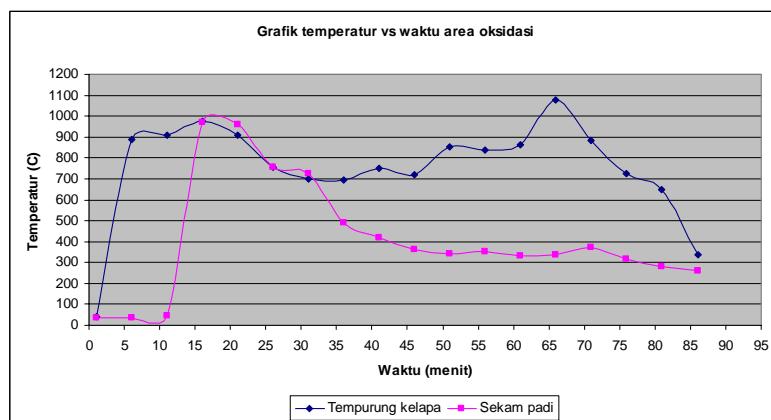
Gambar 7 menunjukkan temperatur area pirolisa tempurung kelapa cenderung lebih tinggi dari sekam padi. Kandungan karbon yang dimiliki oleh tempurung kelapa lebih tinggi dari sekam padi sehingga kalor yang dihasilkan lebih tinggi mengakibatkan temperatur pirolisa cenderung lebih tinggi dari sekam padi.



Gambar 7. Grafik temperatur vs waktu area pirolisa

3.Gambar temperatur vs waktu area oksidasi

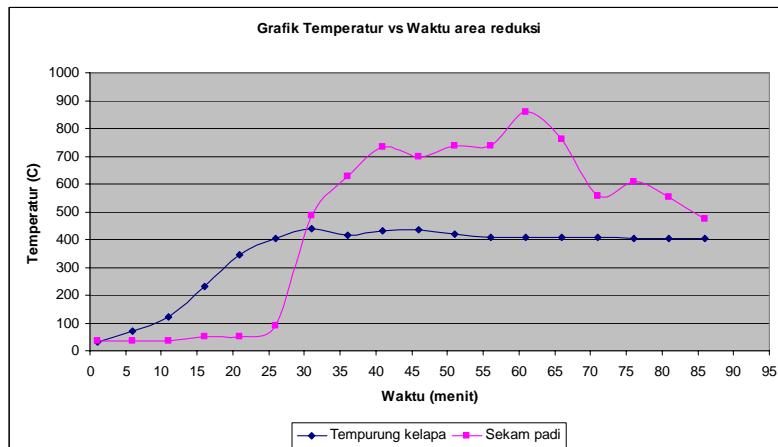
Gambar 8 menunjukkan temperatur area oksidasi tempurung kelapa cenderung lebih tinggi dari sekam padi. Kandungan karbon yang dimiliki oleh tempurung kelapa lebih tinggi dari sekam padi sehingga kalor yang dihasilkan lebih tinggi mengakibatkan temperatur oksidasi cenderung lebih tinggi dari sekam padi.



Gambar 8. Gambar temperatur vs waktu area oksidasi

4.Temperatur vs waktu area reduksi

Gambar 9 menunjukkan temperatur area reduksi sekam padi cenderung lebih tinggi daripada tempurung kelapa. Ukuran bahan bakar sekam padi lebih kecil dari tempurung kelapa dan kandungan Zn sekam padi (1244 ppmw) lebih banyak dari tempurung kelapa (9 ppmw) menyebabkan sekam padi lebih reaktif dari tempurung kelapa sehingga temperatur reduksi lebih tinggi.



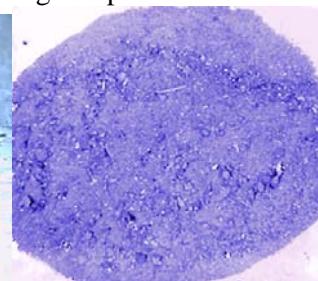
Gambar 9. Gambar Temperatur vs Waktu area reduksi

Kandungan abu yang dihasilkan.

Nilai kandungan abu didapat dari beberapa kali percobaan kemudian diambil nilai mean aritmatikanya. Kandungan abu yang dihasilkan dari beberapa kali percobaan menunjukkan kandungan abu sekam padi lebih tinggi daripada kandungan abu tempurung kelapa yaitu sekam padi = 24,17 % dan tempurung kelapa = 6,26 %. Abu yang dihasilkan dari sekam padi masih terkandung arang yang tidak terbakar sehingga abu yang dihasilkan lebih berat daripada abu tempurung kelapa, tempurung kelapa arangnya habis terbakar. Gambar 10.a dan 10.b masing-masing menunjukkan abu sekam padi dan tempurung kelapa.



Gambar 10.a



Gambar 11.b

Kesimpulan

Percobaan dalam usaha membandingkan karakteristik gasifikasi sekam padi dan tempurung kelapa telah dilakukan dengan menggunakan fasilitas sistem gasifikasi downdraft. Secara umum telah diperoleh perbandingan dari kedua jenis gasifikasi biomassa tersebut. Perbandingan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Properti biomassa mempengaruhi karakteristik operasional gasifikasi.
2. Karakteristik operasional gasifikasi yang diperoleh: pengaruh *flowrate* udara primer terhadap *flowrate* produser gas, distribusi temperatur reaktor, Kandungan abu.
3. Gasifikasi tempurung kelapa lebih mudah daripada sekam padi :
 - Kandungan karbon tempurung kelapa lebih tinggi yaitu = 50,2 % .
 - Kandungan abu lebih sedikit yaitu 5 %.
 - Konsumsi bahan bakar lebih irit bila digasifikasi dengan suplai udara primer 48 lpm, 1 kg = 23 menit.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PUSAT PENELITIAN SAINS & TEKNOLOGI (PPST- UI) dan Osaka Gas-Japan atas bantuan dana dan perhatian selama melakukan studi pengembangan Gasifikasi biomassa ini.

Daftar Pustaka:

- [1] Kadir, Abdul (1991), *Energi : Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*, (Edisi kedua), Penerbit UI Press – Jakarta.
- [2] LaFontaine, H. and Zimmerman, F.P. (March 1989) “Construction of a Simplified Wood Gas Generator for Fueling Internal Combustion Engines in a Petroleum Emergency”. <http://www.gengas.nu/byggbes/index.shtml>
- [3] Arroyo, Denisse (18 Agustus 2000) “Gasification of Lignin from Rice Straw” <http://www.nrel.gov/docs/gen/fy01/NN0029.pdf>
- [4] Stassen, H.E.M.and Knoef , H.A.M. (1994) “Small Scale Gasification Systems” <http://www.gasnet.uk.net/files/145.pdf>
- [5] D. Larson, Eric (10 January 1998) “Small-Scale Gasification-Based Biomass Power Generation” http://www.princeton.edu/~energy/publications/pdf/1998/Small_scale_%20gasification.pdf
- [6] FAO Document Resipotory (1986) “Wood Gas as Engine Fuel “ http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url.file=/docrep/t0512e/r0512eob.htm
- [7] Turare ,Chandrakant (Juli 1997) “Biomass Gasification Technology and Utilisation” (ARTES Institute, University of Flensburg, Flensburg, Germany) <http://members.tripod.com/~cturare/bio.htm>
- [8] Júlio Tsamba, Alberto (April 2001) “Biomass Gasification for Sustainable Development” <http://exergy.se/goran/hig/ses/01/biomass/>