

PROSES GASIFIKASI LIMBAH PADAT AREN MENGGUNAKAN *FIXED-BED UPDRAFT GASIFIER* DENGAN VARIASI JENIS BAHAN

Ucik Ika Fenti Styana¹⁾, Muhammad Sigit Cahyono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Energi, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta

²⁾Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

Corresponding author, email : ucik_energi@ity.ac.id

Abstrak

Salah satu potensi sumber energi di Indonesia adalah limbah biomasa berupa limbah padat industri aren. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis bahan terhadap suhu reaktor dan efisiensi proses gasifikasi limbah padat aren. Bahan baku yang digunakan didapatkan dari Sentra Industri Tepung Aren di Dusun Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten. Sebelum diproses bahan dikeringkan terlebih dahulu dengan dijemur di bawah sinar matahari selama sehari, kemudian dilakukan analisa proksimat. Variabel penelitian adalah jenis bahan berupa limbah padat aren murni, campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa, serta tempurung kelapa murni. Proses gasifikasi diawali dengan memasukkan bahan ke dalam reaktor tipe *Fixed-bed Updraft Gasifier*, kemudian dinyalakan sampai keluar gas yang bisa terbakar dan diuji selama satu jam. Syn gas yang terbentuk dianalisa kandungan gasnya, kemudian dibakar untuk mengetahui efisiensinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan mempengaruhi suhu proses di dalam reaktor, dimana suhu optimal dicapai pada gasifikasi tempurung kelapa murni, yaitu proses pengeringan pada suhu 120°C, pirolisis 340°C, Reduksi 650°C, dan oksidasi 721 °C. Gas yang dihasilkan tersebut dapat terbakar selama 15 menit, dibandingkan campuran limbah padat aren - tempurung yang terbakar 8 menit dan limbah padat aren murni yang hanya mampu terbakar 1 menit.

Kata kunci : Gasifikasi, Limbah Padat Aren, *Fixed-Bed Updraft Gasifier*, Syn Gas, Jenis Bahan

I. Pendahuluan

Sebagai negara agraris yang terletak di daerah tropis, Indonesia memiliki limbah biomasa yang cukup melimpah dan sangat beraneka ragam, yang berasal dari pertanian, pengolahan hutan maupun tanaman yang tumbuh liar. Limbah biomasa ini sebenarnya memiliki potensi yang besar untuk diolah menjadi bahan bakar terbarukan, makanan, pakan ternak, bahan kimia antara maupun produk lain yang lebih bernilai jual (Sunarsih dkk, 2012).

Untuk dapat menggali potensi biomasa, diperlukan kemampuan untuk dapat mengekstrak karbohidrat, minyak, lignin, dan bahan-bahan lain yang terkandung dalam biomasa dan mengubahnya menjadi berbagai produk seperti bahan bakar maupun bahan kimia lain yang bernilai tinggi. Ada berbagai pilihan metoda pengolahan biomasa, yakni pembakaran langsung, metoda termokimia, biokimia maupun secara kimia. Penetapan metoda yang akan dipilih ini bergantung pada jumlah dan laju ketersediaan biomasa maupun peruntukan produk akhir yang dikehendaki. Setiap metoda yang dipilih juga memiliki tantangan teknis penanganan yang berbeda. (Holladay, 2007)

salah satu kegiatan penghasil limbah biomassa yang cukup berpotensi adalah industri tepung aren di Dukuh Bendo, Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Di Sentra Industri pati aren, atau di tengah masyarakat lebih populer dengan pati onggok, terdapat 137 pengrajin dengan hasil produksi berupa pati aren (onggok) rata-rata 200 ton /tahun. Dengan melihat komponen yang dihasilkan maka dapat diperhitungkan bahwa dengan produksi rata-rata 200 ton/tahun pati aren maka akan dihasilkan limbah berupa serat sejumlah 659 ton/tahun atau 2,19 ton/hari. Semula limbah tersebut dimanfaatkan oleh pabrik jamur, namun setelah industri jamur yang memanfaatkan limbah padat aren mengalami kebangkrutan, pihak industri mengalami kesulitan membuang limbah, sehingga limbah dibuang di bantaran sungai dan di jalan-jalan. Selain mengganggu estetika, limbah juga mulai mengganggu kualitas air setempat dan menurunkan peruntukan fungsi sungai sebagai saluran air hujan dan pengairan (Sudarsono, 2013), seperti ditunjukkan dalam gambar 1.

PROSES GASIFIKASI LIMBAH PADAT AREN MENGGUNAKAN *FIXED-BED UPDRAFT GASIFIER* DENGAN VARIASI JENIS BAHAN



Gambar 1. (A) Limbah Dibuang ke Lingkungan, (B) Limbah Dibuang ke Sungai

Konversi limbah pati aren ke dalam bentuk bahan bakar gas (*syn gas*) melalui proses gasifikasi merupakan salah satu pilihan cerdas, karena di samping merupakan bentuk energi yang dapat disimpan, *syn gas* juga merupakan bahan bakar yang bersih. Teknologi pembuatan *syn gas* juga relatif mudah sehingga dapat dikembangkan oleh masyarakat. Melalui gasifikasi, bahan padat karbonat dipecah menjadi bahan-bahan dasar seperti CO, H₂, CO₂, H₂O dan CH₄. Gas-gas yang dihasilkan selanjutnya dapat digunakan secara langsung untuk proses pembakaran maupun disimpan dalam tabung gas (Purwantana, 2007).

Suatu sistem gasifikasi terdiri atas reaktor gasifikasi yang dilengkapi alat-alat untuk pengkondisian bahan bakar dan *syn gas*. Dari semua jenis gasifier yang ada, reaktor tipe *Updraft* merupakan reaktor yang paling sederhana dan mudah diaplikasikan di masyarakat sebagai pengganti gas LPG untuk kebutuhan memasak sehari-hari. Unit gasifikasi biomasa tipe *Updraft* diharapkan dapat membantu masyarakat dalam pemenuhan kebutuhan energi alternatif. Akan tetapi, setiap unit gasifikasi memiliki karakteristik-karakteristik tertentu bergantung pada umpan biomasa yang berpengaruh terhadap kinerja unit

tersebut sehingga diperlukan pengujian alat agar dapat diketahui kondisi operasi terbaiknya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis bahan terhadap kinerja proses gasifikasi limbah padat aren menggunakan *updraft fixed bed gasifier*.

II. Metodologi

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat aren berupa ampas (serat) yang didapatkan dari Sentra Industri Pati Aren atau Pati Onggok di Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Propinsi Jawa Tengah. Selain itu, digunakan juga limbah tempurung kelapa yang didapatkan dari penjual kelapa di Pasar Kranggan, Kota Yogyakarta.

Bahan baku tersebut sebelum digunakan, dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur di terik matahari selama satu hari. Setelah kering, sebagian bahan diambil untuk dianalisa kandungan *proximate*, sedangkan sisanya diproses gasifikasi.

2.2 Metode Penelitian

Peralatan gasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Satu Set Peralatan Gasifikasi (*Gasifier*)

Gasifier ini merupakan sebuah silinder yang terbuat dari bahan *stainless steel* dengan diameter 40 cm, tinggi 100 cm dan ketebalan 4 mm, yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses gasifikasi. Pada bagian sisi *gasifier* dibuat 3 buah saluran pengukur suhu berbaris vertikal dengan jarak 5 cm, 20 cm, dan 35 cm dari *grate* untuk menentukan area gasifikasi. Selain itu, *gasifier* ini juga dilengkapi dengan siklon untuk memisahkan partikel debu dari *syn gas*, serta sistem pembuangan padatan hasil gasifikasi di bagian bawah *gasifier*. Rangkaian peralatan yang telah tersedia diujicoba terlebih dahulu tanpa menggunakan beban untuk mengetahui apakah peralatan berfungsi dengan baik atau tidak. Apabila ada bagian peralatan yang tidak berfungsi dengan baik, akan diperbaiki. Apabila semua bagian berfungsi normal, maka penelitian akan dilanjutkan.

Tahapan pengambilan data dimulai dengan membuka penutup reaktor dan memasukkan 5 kg bahan sesuai variabel penelitian, sementara di bagian bawah dimasukkan sedikit ranting dan daun yang mudah terbakar sebagai pemantik awal. Kemudian pemantik awal dinyalakan dan *blower* dihidupkan di ujung pipa gas untuk menghisap *syn gas* yang dihasilkan. Setelah gas yang dihasilkan cukup banyak, *blower* hisap kemudian diganti

dengan *blower* dorong untuk menghembuskan udara ke dalam reaktor.

Api yang berasal dari bagian bawah reaktor akan memanaskan bahan yang ada di dalam reaktor sehingga terjadi proses oksidasi, reduksi, pirolisis, dan pengeringan. Sementara suhu reaktor mulai dicatat sejak *blower* dinyalakan setiap 10 menit sampai satu jam. Proses gasifikasi dilakukan sampai muncul gas yang keluar melalui pipa keluaran gas, lalu dipantik hingga menyalakan api yang stabil. Saat api telah stabil, gas diambil menggunakan *syringe* untuk diuji di laboratorium. Langkah percobaan diulangi untuk variabel jenis bahan yang berbeda. Setelah selesai, *char* dan *ash* dikeluarkan lalu ditimbang massanya dan diuji di Laboratorium Analisis Instrumentasi Teknik Kimia UGM menggunakan uji *proximate*.

3. Hasil dan Pembahasan

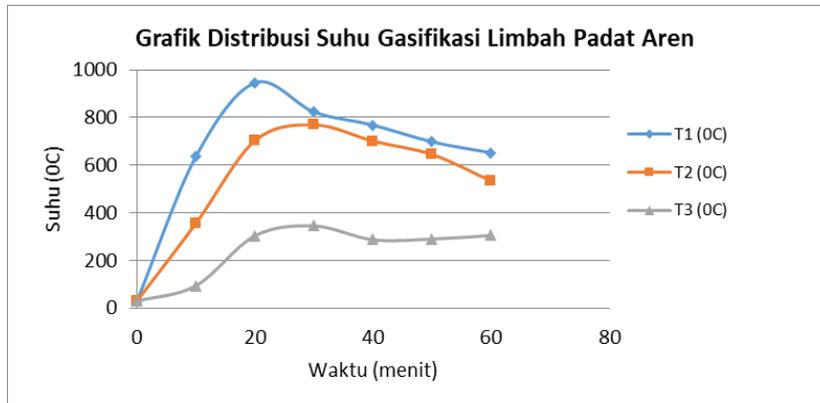
3.1 Pengaruh Jenis Bahan terhadap Suhu Reaktor

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran suhu sepanjang pengujian menggunakan peralatan termometer digital pada 3 titik reaktor dengan ketinggian dari dasar yang berbeda. Pembacaan suhu tersebut dilakukan setiap 10 menit, mulai penyalaan bahan baku hingga pengujian berakhir, yaitu sekitar satu jam. Setiap saat pengambilan data suhu, dilakukan percobaan penyalaan gas

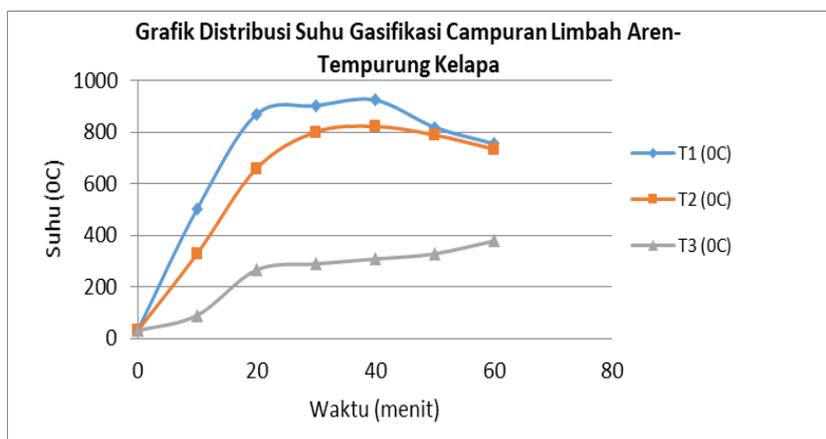
PROSES GASIFIKASI LIMBAH PADAT AREN MENGGUNAKAN *FIXED-BED UPDRAFT GASIFIER* DENGAN VARIASI JENIS BAHAN

hasil gasifikasi, dimana waktu yang dibutuhkan setelah mulai penyalaan sampai didapatkan gas yang bisa terbakar secara kontinu adalah waktu pengeringan bahan untuk melepaskan air yang terkandung di dalam bahan tersebut.

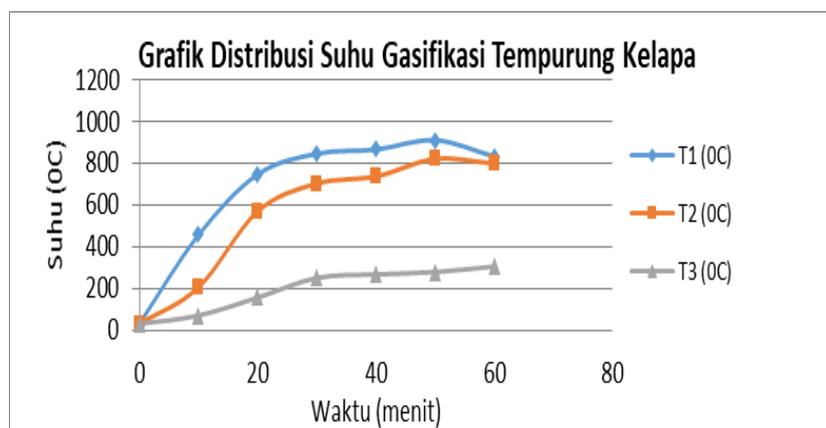
Distribusi suhu hasil pengujian gasifikasi untuk masing-masing jenis bahan bakar ditunjukkan pada gambar 3, 4, dan 5 berikut.



Gambar 3. Distribusi Suhu Gasifikasi Limbah Padat Aren



Gambar 4. Distribusi Suhu Gasifikasi Campuran Limbah Aren – Tempurung Kelapa



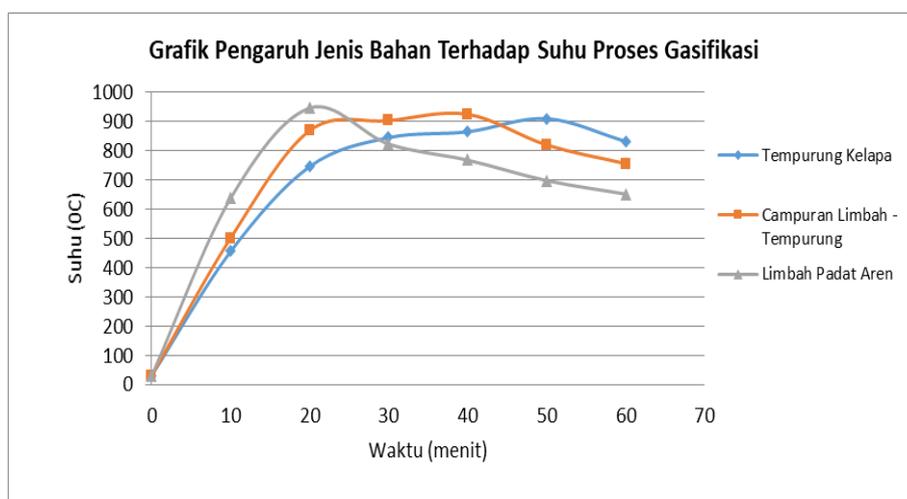
Gambar 5. Distribusi Suhu Gasifikasi Tempurung Kelapa

Grafik distribusi suhu di atas memberikan gambaran proses yang terjadi di dalam reaktor gasifikasi. Berdasarkan Gambar 3, 4, dan 5 dapat terlihat bahwa distribusi suhu selama percobaan gasifikasi dengan berbagai macam bahan bakar menunjukkan tren yang hampir sama. Pada titik 1 pengukuran suhu (T_1), menunjukkan bahwa laju kenaikan suhu sangatlah cepat dibandingkan pada titik 2 (T_2) maupun titik 3 (T_3). Suhu T_1 menunjukkan nilai tertinggi dan stabil untuk gasifikasi limbah padat aren sebesar 946°C, campuran tempurung kelapa - limbah aren 925°C, dan tempurung kelapa 910°C. Hal ini menunjukkan bahwa di tempat ini (T_1) terjadi proses pembakaran (oksidasi). Sedangkan suhu di T_2 menunjukkan nilai tertinggi dan stabil dalam kisaran angka tertinggi 800°C untuk semua bahan,

yang menunjukkan terjadinya proses reduksi. Sedangkan suhu di T_3 menunjukkan angka tertinggi dan stabil pada kisaran nilai 300°C untuk semua bahan, sebagai tanda terjadinya proses pirolisis. Hal ini sesuai dengan referensi (Rinovianto, 2012) yang menyatakan bahwa pembakaran terjadi pada suhu antara 800°C sampai 1400°C, daerah reduksi pada 600°C – 900°C, dan daerah pirolisis antara 150°C-800°C.

3.2 Pengaruh Jenis Bahan terhadap Suhu Proses Gasifikasi

Untuk mengetahui pengaruh jenis bahan bakar terhadap suhu proses gasifikasi, dilakukan pengambilan data selama proses pengujian, dengan mengambil sampel pada titik T_1 sebagai tempat terjadinya proses pembakaran, seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Pengaruh Jenis Bahan terhadap Suhu Proses Gasifikasi

Proses gasifikasi dengan bahan bakar limbah padat aren, memiliki laju kenaikan suhu yang lebih cepat dibandingkan dengan proses gasifikasi dengan bahan tempurung kelapa maupun campuran limbah aren dan tempurung kelapa. Akan tetapi, kondisi ini bertahan hanya sampai menit ke-20, dimana suhu yang dicapai oleh proses gasifikasi limbah padat aren mengalami penurunan yang signifikan dibanding yang lain. Hal ini kemungkinan disebabkan karena bahan bakar limbah padat aren sangat mudah terbakar sehingga laju kenaikan suhu akan sangat cepat yang

tentunya berakibat pada cepat habisnya bahan bakar. Setelah habisnya bahan yang mudah terbakar tersebut, suhu di titik T_1 akan menurun drastis, dibandingkan percobaan dengan bahan bakar lain.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kemudahan pembakaran *syn gas* hasil dari proses gasifikasi juga tergantung dari jenis bahan. Untuk gasifikasi limbah padat aren, *syn gas* akan terbakar pada waktu 10 menit setelah alat dioperasikan, sedangkan campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa masing-masing 20 menit dan 30

menit setelah alat dioperasikan. Namun waktu nyala efektif *syn gas* hasil gasifikasi limbah padat aren hanya 1 menit, jauh lebih pendek dibandingkan campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa yaitu 8 menit dan tempurung kelapa murni 15 menit.

Menurut Purwantana, dkk (2009), waktu nyala efektif gas produksi merupakan waktu yang diukur saat gas dapat dibakar secara stabil sampai gas tidak dapat menyala lagi. Waktu nyala efektif juga dapat diperoleh dengan cara mengurangi waktu operasional atau nyala total dengan waktu dimana gas belum atau tidak menyala. Hasil pengamatan dari tiga ulangan yang dilakukan diperoleh rerata waktu operasional sebesar 60,7 menit dengan waktu nyala efektif gas sebesar 46,3 menit dan waktu tidak efektif sebesar 14,4 menit untuk setiap 4 kg ampas tebu. Dengan demikian rerata waktu operasional gasifier adalah 15,2 menit/kg dengan waktu nyala efektif per kg ampas sebesar 11,6 menit

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis bahan akan mempengaruhi distribusi suhu proses gasifikasi sampah organik. Gasifikasi dengan bahan bakar limbah padat aren akan menghasilkan laju kenaikan suhu yang lebih cepat dibandingkan dengan proses gasifikasi dengan bahan campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa. Akan tetapi, suhu pada limbah padat aren juga akan cepat mengalami titik puncak sehingga juga akan lebih cepat turun dibandingkan campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa.

2. Pada gasifikasi limbah padat aren, gas mulai terbakar setelah proses gasifikasi berjalan 10 menit sedangkan gasifikasi campuran limbah padat aren dan tempurung kelapa masing-masing setelah 20 dan 30 menit setelah peralatan dioperasikan. Namun *syn gas* hasil gasifikasi sekam padi hanya mampu menyala selama 1 menit, jauh lebih pendek dibandingkan ranting kayu dan pelet serbuk gergaji yaitu 15 menit dan 8 menit.

V. Daftar Pustaka

- Cahyono, M.S. 2013. *Pengaruh Jenis Bahan pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Volume 5, Nomor 2, Juni 2013 Hal. 67-76.
- Higman, C, And Van Der Berg, M. 2003. *Gasification*, Elsevier Science, USA
- Pranolo, H 2010. *Potensi Penerapan Teknologi Gasifikasi Tongkol Jagung Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Pedesaan*, Dalam Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia di Universitas Jendral Sudirman Purwokerto.
- Purwantana, B., An Nurisi, M., Markumning-sih, S., 2010. *Kinerja Gasifikasi Limbah Padat Tebu (Saccharum Officinarum L.) Menggunakan Gasifier Unggun Tetap Tipe Downdraft*
- Sudarsono, dkk. 2013. *Pemanfaatan Limbah Serat Pati Organik sebagai Material Komposit Poliester*. Laporan penelitian hibah bersaing Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. November 2013.