

JURNAL ROTOR

Volume 9, Nomor 1, April 2016

DEWAN REDAKSI

- Penanggungjawab : Hari Arbiantara Basuki, ST., MT.
Redaktur : Dr. Nasrul Ilminnafik, ST., MT.
Redaktur Pelaksana : M. Fahrur Rozy Hentihu, ST., MT.
Penyunting : Danang Yudistiro, ST., MT.
Penyunting Ahli : Prof. Dr. Ing. I Made Londen Batan, MEng, (ITS)
Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc. (UI)
Dr. Ir. Djarot Widagdo (ITB)
Dr. Ir. Agus Sigit Pramono (ITS)
Dr. Eng. Made Sucipta, ST.,MT (UNUD)
Penyunting Pelaksana : Ir. Digdo Listyadi Setyawan., M.Sc.
Dr. R. Koekoeh K.W, ST., M.Eng.
Dr. Agus Triono, ST., MT
Dr. Salahuddin Junus, ST., MT.
Sekertariat : Siti Halimah

Jurnal ilmiah ROTOR merupakan salah satu sasaran bagi para profesional baik dari dunia usaha, pendidikan ataupun peneliti untuk menyebarluaskan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik mesin melalui publikasi hasil penelitian

DAFTAR ISI

1.	OPTIMALISASI HASIL PROSES WIRE-CUT EDM DENGAN METODE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) <i>Mulyadi, Agus Puji Suryanto</i>	1 - 6
2.	OPTIMASI PARAMETER PROSES VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT POLYESTER FIBER GLASS <i>Dani Arief Bahtiar Tri Setiaji, Hari Arbiantara B,</i>	7 - 11
3.	THE EFFECT OF DEPOSITION TIME OF He-CH₄ TO SURFACE ROUGHNESS ON AISI 410 STEEL SURFACE <i>Wahyu Anhar, Viktor Malau, Tjipto Sujitno</i>	12 - 14
4.	KARAKTERISTIK API SYNGAS PADA GASIFIKASI DOWNDRAFT DENGAN BAHAN BIOMASSA SEKAM PADI <i>Nasrul Ilminnafik, Frenico A.O.</i>	15 - 19
5.	FABRIKASI DAN PENGUJIAN TARIK PIPA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT WOL DENGAN ADITIF PARTIKEL MONTMORILLONITE <i>Ibrahim Tri Statistianto., Agus Triono</i>	20 - 23
6.	PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK KULIT BUAH MAJA TERHADAP LAJU KOROSI BAJA KARBON A53 DENGAN MEDIA AIR LAUT <i>Iwan Faisal Hidayat, Sumarji</i>	24 - 28
7.	MODIFIKASI KURSI PENUMPANG KERETA API EKONOMI YANG ERGONOMIS DENGAN METODE ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT (STUDI KASUS PADA KA LOGAWA YANG DIPRODUKSI DI PT. INKA) <i>Irma Puspitasari, R. Koekoeh K.W.</i>	29 - 34
8.	OPTIMASI WAKTU SIKLUS PRODUKSI KEMASAN PRODUK 50 ML PADA PROSES BLOW MOULDING DENGAN METODE RESPON PERMUKAAN <i>M. Kahlil Gibran, FX Kristianta</i>	35 - 39
9.	SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS ALUMINIUM 6061 HASIL FRICTION WELDING <i>Hendry Wicaksana S, Santoso Mulyadi, Ahmad Syuhri</i>	40 - 44
10.	ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS PRODUK Y DENGAN PENDEKATAN METODE SIX SIGMA <i>Dwi Rizky Fitria, Dwi Djumhariyanto,</i>	45 - 48
11.	ANALISIS VARIASI TIPE EVAPORATOR DENGAN REFRIGERAN LPG TERHADAP UNJUK KERJA MESIN REFRIGERATOR <i>Alif Puspita Ningrum, Digdo Listyadi R</i>	49 - 54
12.	PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL KOPI TERHADAP NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL KOMPOSIT DENGAN Matrik POLYESTER ETERSET 2504 APT <i>Rezky Agus Setiawan, Dedi Dwi Laksana, Hary Sutjahjono</i>	55 - 59

KARAKTERISTIK API SYNGAS PADA GASIFIKASI *DOWNDRAFT* DENGAN BAHAN BIOMASSA SEKAM PADI

Nasrul Ilminnafik¹, Frenico A.O.²

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

² Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Email: nasrul.teknik@unej.ac.id

ABSTRACT

Telah dilakukan penelitian tentang karakteristik api pada gasifikasi dengan reaktor tipe *downdraft* menggunakan biomassa sekam padi. Penelitian ini menggunakan variasi *air fuel ratio* (AFR) sebesar 1,08, 1,35, 1,62, 1,90 untuk mengetahui temperatur dan warna api. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kualitas syngas yang baik ditunjukkan dengan api yang berwarna biru. Proses gasifikasi optimal pada suplai udara sebesar 1,0 m/s yang ditunjukkan oleh cepatnya api mencapai warna biru 100 % dan temperatur api tertinggi mencapai 675°C. Semakin jauh dari nilai AFR optimal, kualitas syngas akan semakin menurun yang ditunjukkan oleh menurunnya temperatur api dan prosentase warna api biru. Temperatur dan warna api bisa digunakan sebagai parameter yang menunjukkan kualitas syngas.

Keywords: downdraft gasification, rice husk temperature and color flame

PENDAHULUAN

Masalah energi merupakan masalah yang mendesak untuk segera dicarikan solusinya, apalagi seiring meningkatnya jumlah populasi penduduk yang mengakibatkan penurunan jumlah energi dan meningkatnya kebutuhan energi. Besarnya potensi biomassa di Indonesia yang seharusnya menjadi salah satu sumber energi yang sangat besar belum banyak dimanfaatkan. Sekam padi merupakan limbah organik yang dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif, misalnya sekam padi, tongkol jagung, sabut kelapa, dll.

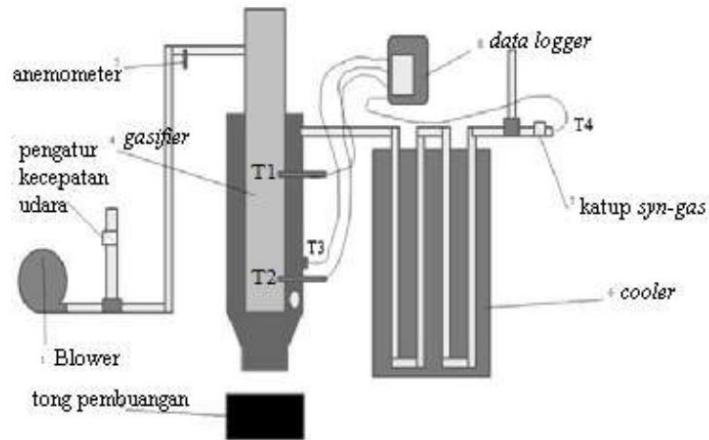
Sekam padi bisa digunakan sebagai energi alternatif dengan proses pembakaran langsung, proses pirolisis menghasilkan briket, dan proses gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses konversi bahan solid biomassa menjadi *flammable gas* yaitu CO₂, H₂, dan CH₄ [1]. Penelitian penggunaan biomassa sebagai bahan baku proses gasifikasi ini sudah cukup banyak dilakukan. Putri (2009) menggunakan bahan tongkol jagung dalam proses gasifikasi *downdraft* untuk mengetahui warna dan temperatur api yang dihasilkan, dengan AFR sebesar 1,05 menghasilkan warna api yang baik [2]. Aliyah (2009) juga meneliti warna dan temperatur api syngas pada gasifikasi *downdraft* variasi AFR dengan bahan tongkol jagung [3]. Najib dan Darsopuspito (2012) menggunakan gasifikasi *downdraft* kontinyu dengan variasi *air fuel ratio* (AR) dan dimensi tempurung kelapa, dengan hasil bahwa AFR terbaik adalah 0,88, dengan menghasilkan cukup besarnya kandungan *flammable gas* yang ditunjukkan dengan api berwarna biru [4]. Hadi dan Dasopuspito (2013) melakukan penelitian gasifikasi dengan variasi AFR untuk mengetahui kualitas api *syngas* berupa temperatur api dan komposisi serta nilai kalor *flammable gas* menggunakan *bomb calorimeter* [5]. Pada *syngas*

dengan nilai kalor yang tinggi dihasilkan api yang berwarna biru.

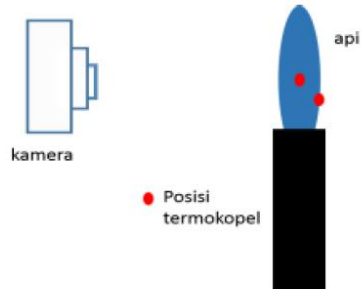
Dari sejumlah penelitian untuk mengetahui karakteristik api *syngas*, masih banyak digunakan peralatan yang relatif mahal, yaitu *bomb calorimeter* untuk mengetahui nilai kalor dan *gas chromatography* untuk mengetahui komposisi gas. Diperlukan penelitian untuk mengetahui kualitas suatu gas dengan peralatan dan cara yang mudah dilakukan serta biaya yang tidak mahal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian gasifikasi ini dilakukan pada reaktor gasifikasi jenis *downdraft* seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dengan menggunakan bahan biomassa berupa sekam padi sebanyak 5 kg. Pasokan biomassa ke dalam reaktor hanya dilakukan satu kali untuk setiap satu kali penelitian. Udara disuplai ke dalam reaktor dengan variasi *air fuel ratio* (AFR) sebesar 1,08, 1,35, 1,62, dan 1,9. Pengukuran temperatur reaktor digunakan termokopel tipe K yang dihubungkan ke *data logger*. *Syngas* yang dihasilkan didinginkan dalam *cooler* dengan cara merendam pipa saluran ke dalam air untuk mengurangi kadar *tar*. *Syngas* yang telah didinginkan dinyalakan dengan pemantik api. Api yang dihasilkan direkam dengan kamera Nikon D300 dan temperatur api diukur menggunakan termokopel pada posisi yang berbeda, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Pengambilan data dimulai saat gas dapat dinyalakan sampai api padam. Data yang dihasilkan dianalisa warna apinya menggunakan *software* [6] untuk mengetahui warna api yang dominan.



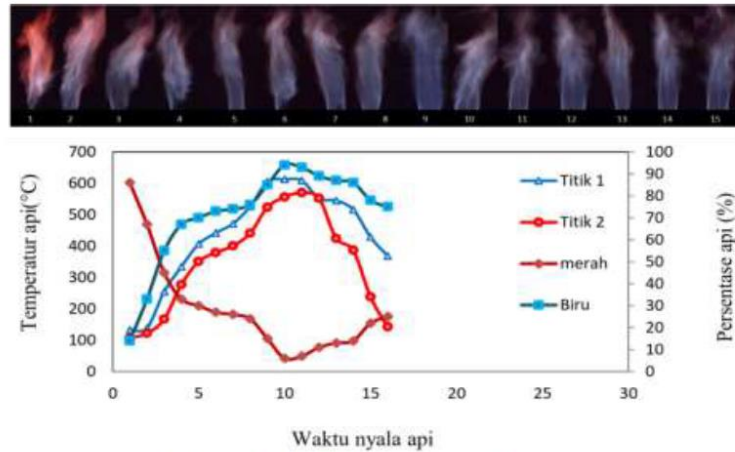
Gambar 1. Skema Proses Gasifikasi



Gambar 2. Skema pengambilan data api

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian karakteristik api *syngas* pada proses gasifikasi sekam padi dengan variasi AFR untuk mengamati warna dan temperatur api. Hasil penelitian pada AFR 1,08 ditunjukkan pada Gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada menit pertama persentase warna merah mencapai 86% dan 14% untuk warna biru. Pada menit awal, dimana api dominan warna merah temperatur api mencapai 132,6 °C pada titik 1 dan 106,3 °C pada titik 2.



Gambar 3. Karakteristik Api Syngas pada AFR 1,08

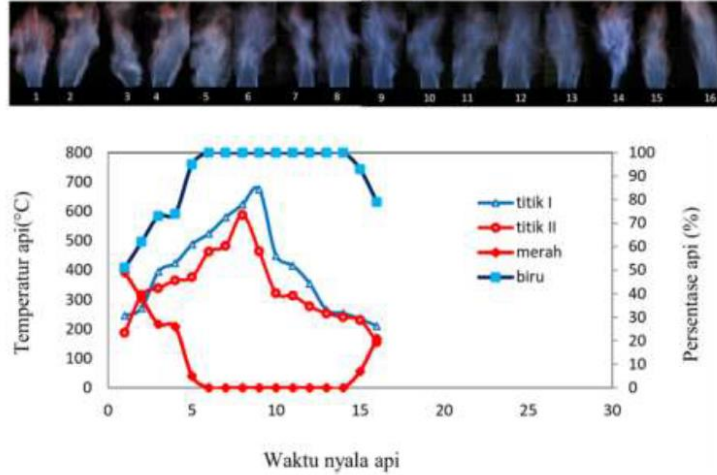
Pada menit-menit berikutnya persentase warna merah menurun hingga 6% pada menit ke 10, sedangkan persentase warna biru meningkat hingga 94 %. Kenaikan persentase biru diikuti dengan kenaikan

temperatur api sebesar 612,5 °C di titik 1 dan 556,1 °C pada titik 2. Pada menit 10 merupakan kondisi api terbaik yang ditunjukkan oleh temperatur tertinggi (612,5 °C) dan warna api terbesar (94%).

Pada AFR ini belum mencapai kondisi api yang terbaik, karena api belum mencapai warna biru 100 %. Setelah mencapai posisi tertinggi, temperatur api mengalami penurunan pada menit -menit berikutnya. Pada menit ke 15 temperatur api mencaai temperatur terendah hingga mencapai 368,2 °C pada titik 1 dan 142,4 °C pada titik 2. Penurunan temperatur diikuti dengan penurunan persentase warna biru. Pada AFR 1,08 api menyala hanya sekitar 15 menit.

Hasil penelitian gasifikasi sekam padi dengan AFR 1,35 ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar

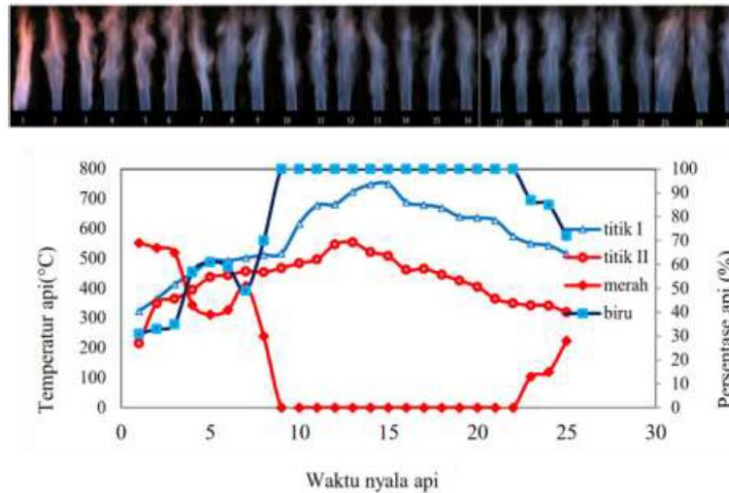
tersebut terlihat, persentase warna merah mencapai 49% dan persentase warna biru sebesar 51%. Temperatur api pada menit pertama mencapai 245 °C pada titik 1 dan 187 °C pada titik 2. Kemudian persentase warna biru meningkat hingga 100% pada menit ke 6 sedangkan persentase warna merah menurun sebesar 0%. Kenaikan persentase warna biru diikuti dengan kenaikan temperatur hingga mencapai 675 °C di titik 1 dan 464 °C di titik 2. Pada AFR ini, warna api sudah mencapai 100% biru pada menit 6, dimana pada kondisi ini temperatur api mencapai nilai maksimum pada 675 °C.



Gambar 4. Karakteristik Api Syngas pada AFR 1,35

Pada menit berikutnya kualitas api mulai menurun sampai posisi terendah pada menit 15 yang ditunjukkan oleh persentase warna biru menurun hingga 79% dan persentase warna merah meningkat sebesar 21% serta

kenaikan temperatur senilai 210 °C di titik 1 dan 155,3 °C di titik 2. Pada AFR 1,35 api menyala juga hanya sekitar 15 menit.

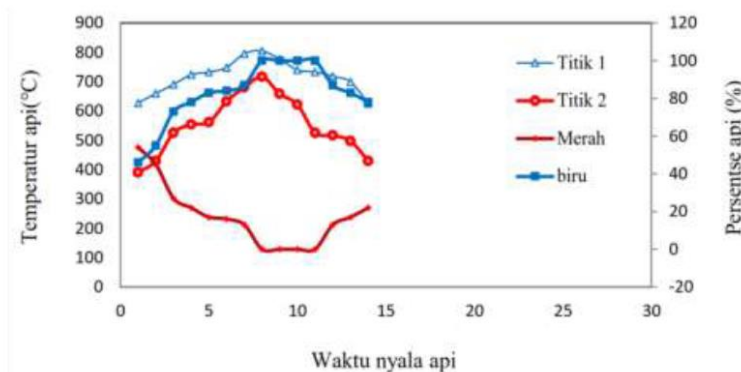
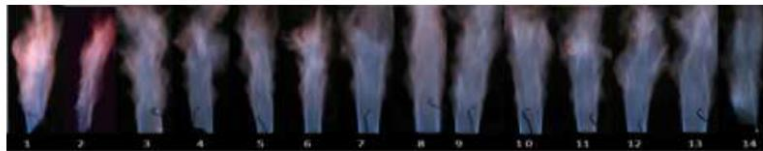


Gambar 5. Karakteristik Api Syngas pada AFR 1,62

Hasil penelitian gasifikasi sekam padi dengan AFR 1,62 ditunjukkan pada Gambar 5. Dari gambar tersebut terlihat, bahwa pada menit pertama, persentase warna merah mencapai 69% dan warna biru sebesar 31%. Temperatur api dimenit pertama sebesar 324 °C dititik 1 dan 215 °C pada titik 2. Saat menit ke 9 persentase warna biru mencapai 100% sedangkan persentase warna merah menurun hingga 0%, yang menunjukkan pada menit ini mencapai kondisi api terbaik yang ditunjukkan oleh warna api 100% biru. Kenaikan persentase warna biru diikuti oleh kenaikan temperatur sebesar 517,4 °C di titik 1 dan 468 °C pada

titik 2. Kenaikan temperatur terjadi hingga menit ke 15 mencapai 750 °C di titik 1 dan 508,4 °C di titik 2 yang merupakan temperatur tertinggi.

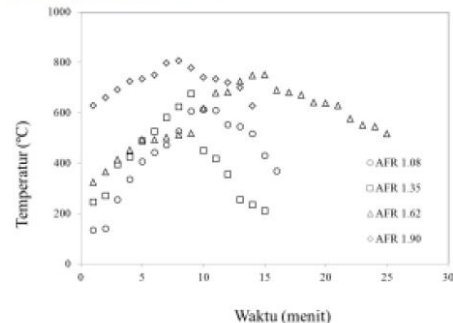
Pada menit berikutnya temperatur api menurun hingga mencapai 516,3 °C pada titik 1 dan 320 °C pada titik 2 pada menit 25. Penurunan temperatur diikuti dengan penurunan persentase warna, dimana pada menit ke 25 persentase warna merah sebesar 28% sedangkan persentase warna biru mencapai 78%. Pada AFR ini, api menyala lebih lama, hingga sekitar 25 menit.



Gambar 6. Karakteristik Api Syngas pada AFR 1,90

Adapun hasil pada gasifikasi sekam padi dengan AFR 1,90 ditunjukkan pada Gambar 6, dimana pada gambar tersebut terlihat, temperatur api pada menit pertama mencapai 627,50 °C pada titik 1 dan 390,30 °C pada titik 2. Persentase warna merah dalam menit awal mencapai 54% dan warna biru sebesar 46%. Pada menit ke 8 selanjutnya temperatur api meningkat sebesar 805,9 °C dititik 1 dan 716,7 °C pada titik 2. Kenaikan temperatur diikuti dengan meningkatnya persentase warna api. Persentase warna biru mencapai 100 % pada menit ke 8 sedangkan pada persentase warna merah terjadi penurunan hingga 0%. Setelah mengalami peningkatan, temperatur api mengalami penurunan pada menit ke 14 hingga 625 °C titik 1 dan 429,2 °C pada titik 2. Pada AFR 1,9 api mencapai temperatur tertinggi yaitu di atas 800 °C, tapi waktu nyala cukup singkat hanya sekitar 14 menit.

maksimal sebesar 675 °C. Temperatur api maksimal meningkat pada AFR 1,62 hingga 750 °C. Kemudian pada AFR 1,90 temperatur api maksimal meningkat sebesar 800°C.

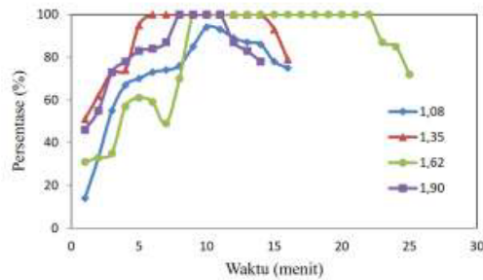


Gambar 7. Temperatur api dengan variasi AFR

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan variasi AFR sebesar 1,08 hingga 1,90 diperoleh temperatur api yang bervariasi. Dari Gambar 7 terlihat bahwa pada AFR 1,08 memiliki temperatur api maksimal sekitar 600°C. Pada AFR 1,35 memiliki temperatur

Gambar 8 ditunjukkan hasil penelitian warna api pada semua variasi AFR. Pada AFR 1,08 terlihat bahwa persentase warna biru pada menit awal

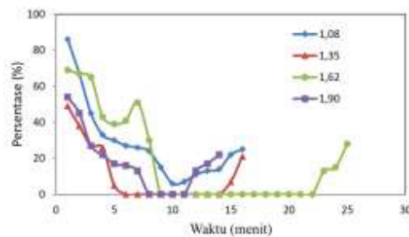
mencapai 14% kemudian seiring kenaikan temperatur warna biru naik hingga 94% pada menit ke 10. Pada menit-menit berikutnya persentase biru menurun, dengan lama api menyala 16 menit.



Gambar 8. Warna api biru pada variasi AFR

Pada AFR 1,35 persentase biru mencapai 51% di menit awal penelitian. Kemudian persentase biru mencapai 100 % pada menit ke 6 hingga menit ke 14 dan menit berikutnya persentase warna biru menurun. Kemudian dengan AFR 1,62 memiliki persentase biru 31% pada menit pertama kemudian meningkat hingga mencapai 100% pada menit 9 hingga menit 23, kemudian menurun hingga api mati pada menit 27. Penelitian dengan AFR 1,90 dihasilkan persentase persentase biru 46% pada menit pertama kemudian meningkat pada menit ke 8 sampai 100% hingga menit 14, setelah itu persentase api biru menurun dan mati pada menit 14.

Pada Gambar 9 ditunjukkan persentase api warna merah dengan variasi AFR.



Gambar 9. Persentase warna merah dengan membandingkan semua AFR

Pada AFR 1,08 warna merah menurun hingga 10% pada menit ke 10. Pada menit akhir persentase merah meningkat hingga 20%. Pada AFR 1,35 persentase merah mencapai 50% di menit awal penelitian kemudian menurun hingga 0% pada menit 6. Pada menit akhir persentase warna merah menaik hingga 20%. Pada AFR 1,62 memiliki persentase warna merah sebesar 70 % pada menit pertama kemudian menurun hingga 65 %. Pada menit 10 persentase warna merah menurun hingga 0 % hingga menit 22. Pada menit akhir persentase warna merah meningkat kembali. Penelitian berikutnya dengan AFR 1,90 dihasilkan persentase persentase merah sebesar 55 % pada menit pertama dan

menurun pada menit ke 8 sebesar 0 % hingga menit 11, kemudian meningkat pada menit ke 12.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan data bahwa kualitas *syngas* yang kurang baik ditunjukkan dengan warna api merah dominan pada menit awal dan berkurang pada menit-menit berikutnya. Sehingga semakin kecil persentase merah maka semakin baik *syngas* tersebut.

Api yang baik ditunjukkan oleh warna biru dan temperatur api yang tinggi pada waktu yang lama, yang menunjukkan flammable gas terbentuk lebih lama. Pada penelitian ini dihasilkan api yang terbaik diperoleh pada AFR 1,62 yang ditunjukkan dengan warna api biru 100% selama sekitar 20 menit meskipun temperatur hanya 750 °C.

KESIMPULAN

Dari penelitian gasifikasi *downdraft* dengan bahan sekam padi 5 kg pada beberapa variasi AFR, diperoleh hasil:

1. Warna api dan temperatur api bisa menjadi parameter untuk menentukan kualitas *syngas* yang ditunjukkan dengan peningkatan warna api biru yang dominan yang selalu diikuti meningkatnya temperatur api.
2. Pada AFR 1,62 diperoleh kualitas api yang terbaik yang ditunjukkan oleh warna api 100% biru meskipun temperatur api tidak mencapai 800 °C karena nyala api terjadi paling lama yaitu sekitar 25 menit sehingga kalor yang dihasilkan lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rajvanshi, A. K. 1986. *Alternatif Energy in Agriculture*, CRC Press.
- [2] Putri, G.A. 2009. Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna Dan Temperatur Api Paada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Bahan Baku Tongkol Jagung. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [3] Aliyah, B. H. 2009. Pengaruh variasi rasio udara bahan akar terhadap warna dan temperatur api pada gasifikasi reaktor downdraft dengan bahan baku tongkol jagung. Institut Sepuluh November.
- [4] Najib, L., dan Darsopusito, S. 2012. Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu dengan Variasi AFR dan Ukuran Biomassa. *Jurnal Teknik Pomits*. 1 (1) 1-4
- [5] Hadi S. dan Dasopusito S, 2013. Pengaruh Variasi Perbandingan Udara –Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomassa Serabut Kelapa Secara Kontinyu. *Jurnal Teknik Pomits*, 2 (3) 384-387
- [6] Handoyo, E.D. 2006. Perancangan *Mini Image Editor* Versi 1.0 sebagai Aplikasi Penunjang Kuliah Digital Image Processing. Universitas Kristen Maranata.