

PENGOLAHAN LIMBAH UNTUK BAHAN BAKAR TERBARUKAN

Agung Suprianto^{1*}, Aris Teguh Rahayu²

¹ Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta
Jl Raya Solo Baki KM 2 Kwarasan SoloBaru Sukoharjo

² Jurusan Teknik Elektronika, Akademi Teknologi Warga Surakarta
Jl Raya Solo Baki KM 2 Kwarasan SoloBaru Sukoharjo

*Email: agungatw@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan sumber energy terbarukan dari limbah padatan yang berasal dari sekam padi. Pengolahan dengan cara liquefaction, minyak hasil kemudian diuji. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui hasil pengujian campuran bahan bakar pada generator dengan beban 150 watt, dalam pengujian ini generator tidak mengalami masalah yang berarti dan dapat menyala dengan lancar tanpa tersendat – sendat. Setelah digunakan dalam pengujian, generator masih dalam keadaan baik. Campuran minyak hasil liquefaction, zat pelarut, dan premium mempunyai kinerja yang baik dan terbukti membuat generator menyala lebih lama dibandingkan menggunakan bahan bakar campuran minyak hasil liquefaction memberi pengaruh yang signifikan dalam lamanya penyalaan generator. Tegangan maksimal 252 Volt dan arus 0,6 Ampere dapat menyala paling sedikit 9 menit 33 detik

Kata kunci: Minyak; Liquefaction; Premium; Zat Pelarut

1. PENDAHULUAN

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa hasil produksi padi di Indonesia tahun 2010 sebesar 65,15 juta ton (BPS, 2010). Indonesia menghasilkan sekam padi sebanyak 15 juta ton tiap tahunnya (Winaya, 2010). Indonesia juga memiliki cadangan batubara sebesar 4,3 miliar ton atau 0,5% dari cadangan batu bara dunia (Miranti, 2008).

Tingkat konsumsi dan ketergantungan terhadap BBM dari sumber tidak terbarukan di Indonesia masih tinggi. Menurut data Pertamina, kebutuhan konsumsi BBM dalam negeri telah mencapai 1,3 juta barrel per hari sedangkan produksinya hanya 950.000 barel per hari. Jadi dapat dipahami jika upaya pengembangan bahan bakar alternatif menjadi sangat penting. Salah satu bahan bakar alternatif yang mulai dikembangkan baik di Indonesia maupun di berbagai negara di dunia adalah biofuel, yaitu bahan bakar cair yang dikonversi dari biomassa.

Sekam padi merupakan salah satu biomassa yang melimpah, Sekam padi (rice husk) adalah hasil limbah penggilingan padi yang jumlahnya mencapai 20-23% dari gabah (Rahmat, 2006). Walaupun ketersediaannya melimpah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih belum optimal, seringkali hanya digunakan untuk membakar batu bata dan genteng, abunya pun hanya digunakan untuk membersihkan peralatan rumah tangga sebagai abu gosok. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2010, Indonesia menghasilkan gabah kering sebesar 66,41 juta ton, sedangkan 20-30% berat dari gabah adalah sekam padi, pada tahun 2010 Indonesia memiliki limbah sekam padi sebesar 13,28 juta ton pertahun, jika ditinjau lebih dalam melalui uji analisis *proximate* sekam padi memiliki nilai kalori sekitar 13,36 MJ/kg *Bio-fuel*

Bio-fuel adalah bahan bakar cair berwarna gelap, beraroma seperti asap, dan diproduksi dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, kertas, sekam padi, atau biomassa lainnya melalui teknologi *hydrothermal liquefaction*, *pyrolysis*.

Produksi bahan bakar cair dari *biomassa* dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain yaitu *hydrothermal liquefaction* dan *pyrolysis*. Pada penelitian ini, sekam padi dipertimbangkan sebagai bahan baku *hydrothermal liquefaction* karena ketersediaannya yang melimpah di Indonesia dengan harga yang relatif murah.

Ukuran partikel berpengaruh terhadap proses dekomposisi. *Biomassa* yang memiliki ukuran yang relatif besar mengakibatkan proses dekomposisinya akan berlangsung lebih lama dibandingkan dengan partikel yang ukurannya lebih kecil. Penelitian ini sangat menarik dan penting karena berbahan baku murah dan melimpah, diharapkan akan banyak manfaatnya, bisa menghasilkan bahan bakar terbarukan. Sekam padi sebagai *biomassa* juga bisa dimanfaatkan, melalui proses tertentu untuk menghasilkan minyak sebagai sumber energi. Dengan metode *liquefaction* untuk mengolah sekam padi menjadi bahan bakar terbarukan dengan menggunakan alat yaitu sebuah reaktor *liquefaction*.

Hydrothermal liquefaction sering juga disebut hidrolisis, adalah proses untuk mengurai bahan organik kompleks seperti sampah organik dan *biomassa* menjadi *bio-fuel*. Produk yang dihasilkan dalam proses *hydrothermal liquefaction* tergantung dari komposisi biomassa yang digunakan sebagai bahan baku, pelarut, waktu penahanan, perbandingan antara biomassa dengan pelarut. Jumlah *bio-fuel* tertinggi yang didapat dihasilkan dari *hydrothermal liquefaction* berkisar 38 wt% dengan temperatur 250-350°C dalam kondisi sub dan superkritik pada tekanan 10 MPa. Pada kondisi superkritikal memiliki kemampuan unik untuk berdifusi melalui benda padat seperti gas, dan melarutkan benda seperti cairan. Pada kondisi tersebut juga dapat mengubah kepadatannya apabila mengubah sedikit suhu dan tekanannya. Sifat seperti ini sangat cocok sebagai pengganti pelarut organik dalam proses yang disebut ekstraksi cairan superkritikal. *Biomassa* dikonversi menjadi gas, cair dan padat, seperti pirolisis secara umum dalam *fase* gas. Tar fraksi ringan, seperti pyrolygneous dapat larut dalam air dan fraksi berat tar dapat diperoleh dalam pencampuran dengan arang. Artinya, produk-produk yang dihasilkan adalah gas, cairan, dan bahan berminyak.

2. METODOLOGI

Pengolahan sekam padi dirubah menjadi bahan bakar dengan cara *liquefaction*. Reaktor berbentuk tabung diputar dengan motor 1 *phase* yang terhubung dengan reducer sehingga rpmnya rendah. Pemanasan menggunakan kompor gas berbahan bakar LPG. Temperatur dalam reaktor sebesar 300°C, 325°C dan 350°C.

Bahan yang digunakan:

- a) Sekam padi, yang didapat daerah Bekonang Sukoharjo
- b) Ethanol

Alat yang digunakan:

- a) Satu unit reaktor tipe up draft.
- b) Satu unit alat timbangan digital untuk mengukur massa sekam padi
- c) Thermoreader dan thermocouple yang digunakan dalam pengukuran temperatur uap masuk reaktor.
- d) Satu buah stopwatch untuk menghitung waktu selama pengujian.
- e) Gelas ukur

Bahan baku adalah sekam padi, dengan penjemuran secara maksimum. Sekam padi dimasukan dalam reaktor dan dicampur dengan alkohol sebanyak 20 % berat sekam. Pendinginan menggunakan pipa yang dibuat spiral yang direndam di air. Cairan yang keluar di masukan di dalam botol dan dibiarkan sesaat biar kotoran mengendap. Kemudian disaring, dilanjutkan penguapan air, sehingga air yang tercampur dalam minyak menjadi hilang.



Gambar 1. Reaktor

Minyak hasil dicampur dengan premium dengan berbagai variasi dan dilakukan uji beban dengan menggunakan generator. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah : Gasolin : Minyak hasil: Zat Pelarut (40 %:50%:10 %, 60 %:30%:10 %, 70 %:20%:10 %, 80 %:10%:10 %). Setelah beberapa variasi dicampurkan kemudian di *mixer* dalam waktu 10 menit supaya minyak dapat tercampur dengan baik. Indikasi bahwa minyak hasil *liquefaction* tercampur adalah berbedanya warna minyak tiap variasi.

Adapun spesifikasi dari Generator adalah sebagai berikut:

- a) Model : Portable
- b) Starting System : Recoil (tarik)
- c) Phase/Voltage : Single Phase/220 V
- d) Engine Type : Single Cylinder 4-stroke, OHV
- e) Fuel Type : Premium (Bensin)
- f) Running Power : 800watt (50Hz) / 900 (60Hz)
- g) Gross Weight (kg) : 30.2 kg
- h) Engine Model : A154F (2.4 HP)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari uji *proximate* dan *ultimate* sekam padi yang dijadikan bahan baku pengujian didapat data sebagai berikut :

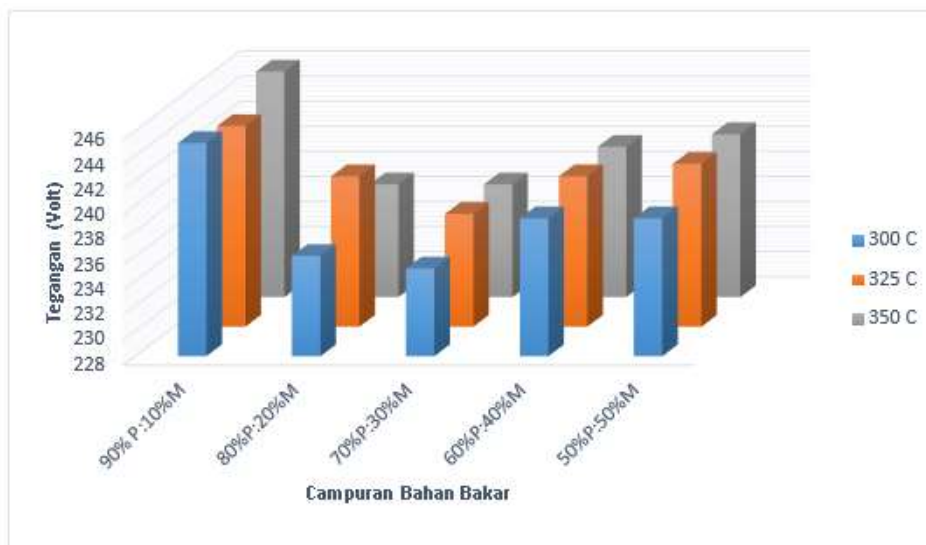
Tabel 1. Uji *proximate* dan *ultimate*

<i>proximate</i>	Sekam padi
Moisture %	7.62
Ash %	18.75
Volatile mater %	59.4
Fix carbon %	14.23
<i>ultimate</i>	
Carbon %	38,02
Hidrogen %	5,28
Nitrogen %	0,74
Sulfur %	0,07
Oksigen %	37,14

Salah satu sifat fisik yang ingin diketahui dari produk cair *liquefaction* ini adalah mengidentifikasi kemampuan bakarnya. Uji pembakaran dilakukan secara visual terhadap minyak hasil *liquefaction*. hal ini dilakukan dengan cara menggunakan perantara berupa serpihan kayu dan membasahinya untuk kemudian dilakukan uji bakar terhadap serpihan kayu tersebut.

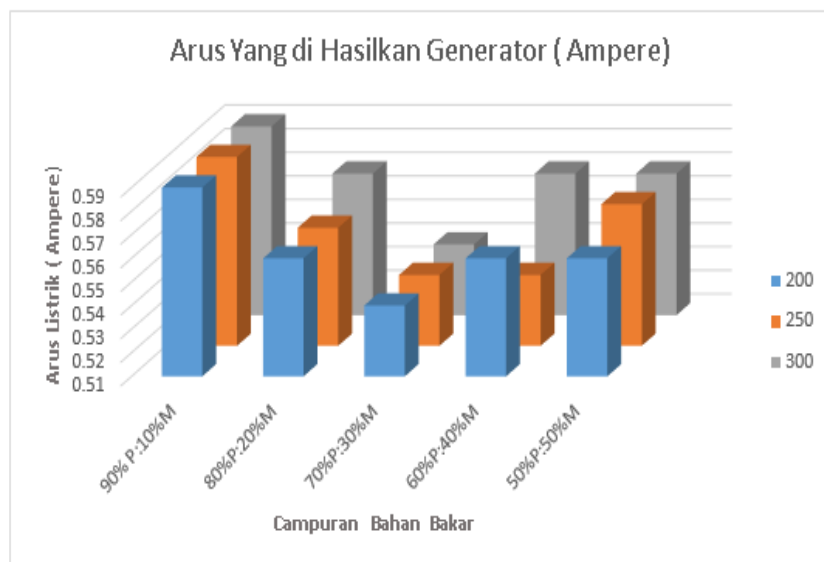
Dari pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa minyak hasil *liquefaction* ini tidak dapat terbakar, Menurut Alien Olifitria Ningrum (2011). Produk cair hasil dari biomassa memiliki kecenderungan susah terbakar karena memiliki kadar air dan senyawa oksigenat yang tinggi.

Pengujian ini dilakukan untuk dapat memastikan generator bekerja dengan semestinya. Untuk mengetahui karakteristik dari tiap variasi temperature minyak hasil *liquefaction* ataupun variasi campuran minyak, zat pelarut dan premium. Pengujian ini menggunakan variasi campuran minyak dan pemasangan beban berupa bolam lampu 150 watt , volume bahan bakar pengujian sebanyak 50 cc yang akan dimasukkan ke generator dan akan dilihat tegangan yang akan dihasilkan, arus yang mengalir dan berapa lama waktu penyalaannya. Dalam pengukuran variasi minyak menggunakan gelas ukur dan kemudian dimasukkan ke dalam tabung bahan bakar.



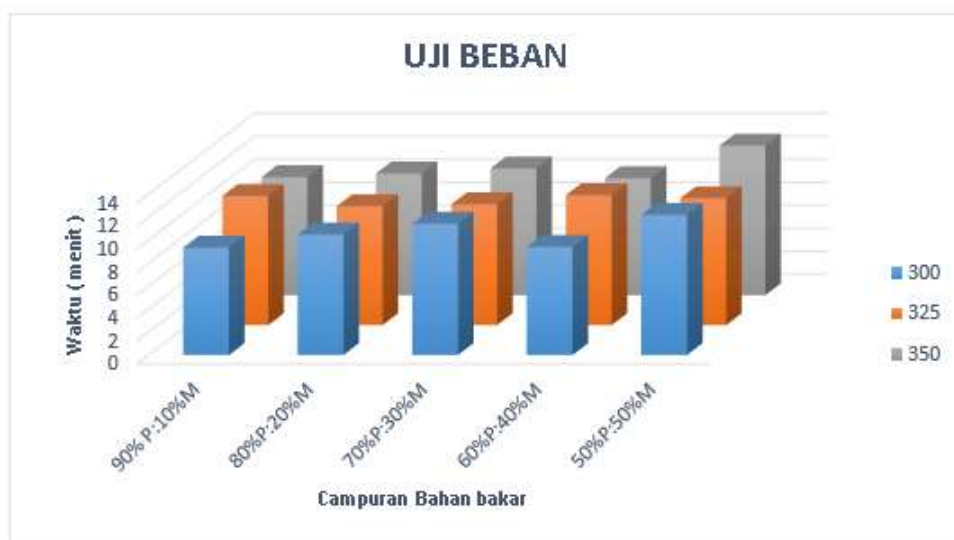
Gambar 2. Grafik hubungan antara pengaruh campuran bahan bakar, terhadap hasil tegangan

Pada gambar 2 bisa dilihat bahwa voltase yang dihasilkan pada bahan bakar campuran 10 cc etanol, 50 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 40 cc premium menghasilkan tegangan listrik yang stabil, yaitu 244 Volt. Sedangkan campuran bahan bakar 10 cc etanol, 30 cc minyak hasil *liquefaction* dengan temperatur 300°C, dan 60 cc premium menghasilkan tegangan listrik paling rendah dengan angka 232 Volt. Tegangan tertinggi dihasilkan oleh campuran bahan bakar 10 cc etanol, 10 cc minyak hasil *liquefaction* dengan temperatur 350°C, dan 80 cc premium dengan voltase 246 Volt. Arif SN (2015) Nilai konsumsi bahan bakar dan Sfc mengalami peningkatan seiring penambahan kadar methanol. Arif SN (2018) nilai effisiensinya semakin menurun seiring penambahan ethanol, hal ini dikarenakan dengan penambahan ethanol mengakibatkan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar menurun.



Gambar 3. Uji Beban Generator untuk Mengetahui Arus Listrik

Gambar 3 menjelaskan uji beban generator untuk mengetahui arus listrik. Hasil data pengujian diatas tidak terlalu signifikan perbedaan setiap variasi temperatur minyak hasil *liquefaction*, maupun variasi campuran minyak, etanol, dan premium. Hasil yang stabil terdapat pada variasi campuran 10 cc etanol, 10 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 80 cc premium dengan 10 cc etanol, 40 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 50 cc premium dengan angka 0,6 A. Hasil yang stabil lainnya ada pada variasi campuran 10 cc etanol, 30 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 60 cc premium dengan 10 cc etanol, 50 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 40 cc premium dengan angka 0,5 A.



Gambar 4. Uji Beban Lama Generator Menyala (menit)

Gambar 4 menjelaskan uji beban dan lama generator menyala. Hasil pengujian berapa lama generator bisa menyala dengan bahan bakar 50cc dapat dilihat dari tabel diatas. Campuran bahan bakar 10 cc etanol, 20 cc minyak hasil *liquefaction*, dan 70 cc premium menghasilkan lama penyalaan generator dengan waktu yang stabil. Sementara itu generator bisa menyala paling lama dihasilkan oleh campuran bahan bakar 10 cc etanol, 50 cc minyak hasil *liquefaction* dengan temperatur 350 °C, dan dan 40 cc premium dengan lama penyalaan

13 menit. Penyalaan paling sebentar ada pada campuran bahan bakar 10 cc etanol, 10 cc minyak hasil *liquefaction* dengan temperatur 300 °C, dan 80 cc premium dengan lama waktu penyalaan hanya 9 menit 33 detik.

Setelah dilakukannya uji coba maka dapat diketahui bahwa dari hasil data pengujian campuran bahan bakar pada generator dengan beban 150 watt, campuran minyak hasil *liquefaction* memberi pengaruh yang signifikan dalam lamanya penyalaan generator. Tegangan maksimal 252 Volt dan arus 0,6 Ampere dapat menyala paling sedikit 9 menit 33 detik.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya uji coba maka dapat diketahui bahwa dari hasil data pengujian campuran bahan bakar pada generator dengan beban 150 watt, campuran minyak hasil *liquefaction* memberi pengaruh yang signifikan dalam lamanya penyalaan generator. Tegangan maksimal 252 volt dan arus 0,6 Ampere dapat menyala paling sedikit 9 menit 33 detik.

Dalam pengujian ini generator tidak mengalami masalah yang berarti dan dapat menyala dengan lancar tanpa tersendat – sendat. Setelah digunakan dalam pengujian, generator masih dalam keadaan baik. Campuran minyak hasil *liquefaction*, zat pelarut, dan premium mempunyai kinerja yang baik dan terbukti membuat generator menyala lebih lama dibandingkan menggunakan bahan bakar premium dan zat pelarut dengan volume yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, J., and Amin, N.A.S., 2011, A Review on Process Conditions for Optimum Bio-Oil Yield in Hydrothermal Liquefaction of Biomass, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15 pp. 1615–1624.
- Arif Setyo Nugroho, ST., MT. 2015, Pengaruh Campuran Metanol Terhadap Prestasi Mesin, *Prosiding Snatif ke - 2* ISBN: 978-602-1180-21-1
- Arif Setyo Nugroho, Thoharudin, 2018, Reduction of CO and HC Emission on ZSM -5 catalyst Supported on Activated Catalyst Supported On Activated Carbon in Motor Cycle Fueled Gasoline – ethanol Blends, *Journal Engineering And Applied Science* (11), 1196-1200
- Bridgwater, A., 2004, Biomass Fast Pyrolysis, *Thermal Science*, Vol. 8 (2), pp. 21-49.
- BP, 2011, *Statistical Review of World Energy 2011*
- Fagbemi, L., Khezami, L., and Capart, R., 2001, Pyrolysis Products from Different Biomasses: Application to the Thermal Cracking of Tar, *Applied Energy*, Vol. 69 pp. 293-306.
- Ji-lu, Z., 2007, Bio-Oil from Fast Pyrolysis of Rice Husk: Yields and Related Properties and Improvement of the Pyrolysis System, *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, Vol. 80 pp. 30–35.
- Liu, Z., and Zhang, F.-S., 2008, Effects of Various Solvents on the Liquefaction of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks, *Energy Conversion and Management*, Vol. 49 pp. 3498–3504.
- Olin Olivitria Ningrum, 2011, Proses Pembuatan Bio Oil dari Limbah Kelapa Sawit (Tandan, Cangkang dan Serat) Untuk Bahan Bakar Alternatif Dengan Metoda Fast Pyrolysis, Skripsi, Universitas Indonesia.
- Rahmat, R., 2006, Giliran Sekam Untuk Bahan Bakar Alternatif, 28 (2), pp. 1-3.
- Shuping, Z., Yulong, W., Mingde, Y., Kaleem, I., Chun, L., and Tong, J., 2010, Production and Characterization of Bio-Oil from Hydrothermal Liquefaction of Microalgae *Dunaliella Tertiolecta* Cake, *Energy*, Vol. 35 pp. 5406-5411.
- Winaya, I. N. S. 2010. Menyempurnakan Pembakaran Sekam Padi. Koran Jakarta.
- Xu, C., and Etcheverry, T., 2008, Hydro-Liquefaction of Woody Biomass in Sub- and Super-Critical Ethanol with Iron-Based Catalysts, *Fuel*, Vol. 87 pp. 335-345.