

PENGOLAHAN ALANG-ALANG (*IMPERATA CYLINDRICA*) SEBAGAI BAHAN BAKU FURFURAL MELALUI *PRETREATMENT* PEMANASAN *RESISTIVE*

Processing Alang-Alang (Imperata Cylindrica) As Raw Material of Furfural through Pretreatment of Resistive Heating

Yusuf Hendrawan^{1*}, Yosua¹, Siti Mariyah Ulfa²

¹Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya

²Jurusan Kimia – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, E-mail: yusufhendrawan@gmail.com

ABSTRAK

Pada kajian ini, penulis bermaksud untuk mengetahui pengaruh proses *pretreatment resistive heating* pada proses pembuatan furfural dari bahan alang-alang dan juga untuk mengetahui karakter furfural yang dihasilkan. Rancangan percobaan terdiri dari 2 faktor, faktor 1 yaitu konsentrasi NaOH (0,01; 0,05; 0,09 M) dan faktor 2 yaitu suhu *pretreatment* (65, 75, 85 °C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *pretreatment* pemanasan *resistive* dapat menghasilkan rendemen furfural yang lebih banyak dibanding dengan rendemen tanpa *pretreatment* dan juga konsentrasi NaOH dan suhu *pretreatment* berpengaruh terhadap jumlah rendemen furfural hasil hidrolisis. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu pemanasan 65°C dengan konsentrasi NaOH 0,01 M, yaitu didapatkan rata-rata rendemen furfural sebanyak 7,34%. Karakterisasi melalui pengukuran massa jenis, kromatografi lapis tipis (KLT), spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri FTIR, dan gas chromatography (GC) menunjukkan bahwa karakter furfural yang didapat memiliki kemiripan dengan furfural standar.

Kata kunci: Alang-alang, Furfural, *Pretreatment*, *Resistive*, Lignoselulosa

ABSTRACT

On this study, the authors intend to investigate the effect of pretreatment processes resistive heating in the production of furfural from reeds and also to know the character of furfural produced. The experimental design consisted of two factors, the first factor is concentration of NaOH (0.01; 0.05; 0.09 M) and the second factor is the temperature pretreatment (65, 75, 85 °C). The results showed that pretreatment resistive heating can produce furfural yield more than the yield without pretreatment and also the concentration of NaOH pretreatment and temperature affect the amount of furfural hydrolysis yield. The best treatment was obtained at the heating temperature of 65°C combined treatment with NaOH concentration of 0.01 M, which obtained an average yield of furfural as much as 7.34%. Characterization by measuring the density, thin-layer chromatography (TLC), UV-Vis spectrophotometry, FTIR spectrophotometry, and gas chromatography (GC) showed that furfural obtained character has similarities with standard furfural.

Keywords: Reeds, Furfural, *Pretreatment*, *Resistive*, Lignocellulose

Diterima: 10 Desember 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

DOI : 10.24198/jt.vol12n2.1

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang, termasuk di bidang industri. Kondisi ini mendorong munculnya berbagai macam industri, namun karena bahan baku tidak tersedia di Indonesia sehingga banyak diantaranya diperoleh dengan cara impor dari luar negeri. Furfural memiliki aplikasi yang cukup luas dalam beberapa industri. Hingga saat ini seluruh kebutuhan furfural dalam negeri diperoleh melalui impor. Impor terbesar

diperoleh dari Cina yang saat ini menguasai 72% pasar furfural dunia (Wijanarko, dkk, 2006). Furfural sendiri dapat diperoleh dari bahan-bahan pertanian yang mengandung senyawa pentosan seperti alang-alang. Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) merupakan tumbuhan rumput menahun yang tersebar hampir di seluruh belahan bumi dan dianggap sebagai gulma pada lahan pertanian. Dilihat dari kandungan kimianya, gulma tersebut mengandung α -selulosa 40,22%, holoselulosa

59,62%, hemiselulosa (pentosan) 18,40%, dan lignin 31,29% (Kartikasari dkk., 2013).

Proses *pretreatment* dilakukan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur dan ukuran dengan memecah dan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun dan Cheng, 2002). Salah satu inovasi *pretreatment* pada bahan lignoselulosa adalah dengan pemberian pemanasan *resistive*. Sejauh ini metode *resistive heating* hanya sebatas pada produk hasil pertanian (makanan) dan belum diketahui pengaruhnya terhadap *pretreatment* pada bahan lignoselulosa pada proses pembuatan furfural. Maka dari itu perlu dilakukannya penelitian berkaitan dengan proses *pretreatment* melalui metode *resistive heating* pada proses pembuatan furfural.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) yang diperoleh dari sekitar tanah kosong kompleks Sigura-gura, Kota Malang. Alang-alang yang dipilih adalah alang-alang yang telah dewasa namun belum berbunga dengan ukuran panjang daun lebih dari 40 cm dan berwarna hijau tua. Kemudian alang-alang yang telah didapat dikeringkan selama 1 minggu. Setelah kering, kemudian dilakukan proses pengecilan ukuran dengan diparut dan diayak dengan ukuran 6 mesh. Selain itu, bahan kimia yang digunakan adalah H₂SO₄ 10% (Smart Lab), NaCl, kloroform MERCK, furfural standar MERCK, akuades, dan NaOH teknis (0,01 M; 0,05 M; 0,09 M).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor *resistive heating*, plat KLT, *thermocouple* tipe K, *thermocontrol display* OMRON, pH meter, seperangkat alat destilasi, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1601, spektrofotometer FTIR Shimadzu 8400S, dan *Gas Chromatography* (GC) HP 5890.

Metode

Penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, pertama adalah pengolahan alang-alang tanpa melalui tahap *pretreatment* pemanasan *resistive* dan dengan melalui tahap *pretreatment* pemanasan *resistive*. Pada pengolahan tanpa melalui tahap *pretreatment* diterapkan variasi bagian alang-alang yang diproses, yaitu bagian

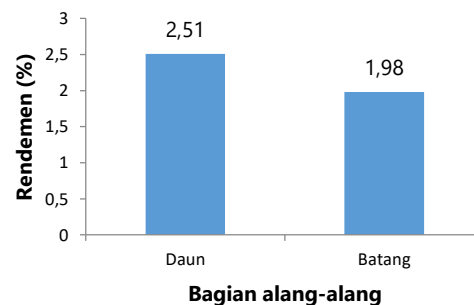
daun dan batang. Kemudian pada pengolahan dengan melalui tahap *pretreatment* dilakukan variasi pada proses *pretreatment*, berupa variasi suhu yang diberikan selama pemanasan dan konsentrasi NaOH. Furfural dari perlakuan terbaik yang diperoleh dari tahap hidrolisis kemudian diuji (karakterisasi) sifat fisik dan sifat kimianya secara kuantitatif dengan pengukuran massa jenis dan secara kualitatif dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT), spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri FTIR, dan *gas chromatography* (GC). Analisa hasil dilakukan dengan melakukan interpretasi dan elusidasi hasil karakterisasi produk furfural. Secara rinci rancangan penelitian dengan perlakuan *pretreatment* disusun pada Tabel berikut:

Tabel 1. Rancangan perlakuan *pretreatment*

Konsentrasi NaOH (M)	Suhu (°C)		
	65	75	85
0,01	0,01-65	0,01-75	0,01-85
0,05	0,05-65	0,05-75	0,05-85
0,09	0,09-65	0,09-75	0,09-85

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses hidrolisis furfural tanpa *pretreatment* dilakukan menggunakan 2 bagian dari alang-alang, yaitu bagian daun dan bagian batang. Hidrolisis furfural bagian daun dilakukan sebanyak 3 kali, begitu juga pada bagian batang. Rendemen furfural hasil hidrolisis disajikan pada tabel berikut:



Gambar 1. Grafik rerata rendemen furfural hasil hidrolisis tanpa *pretreatment*

Berdasarkan Gambar 1, diketahui kondisi optimum perolehan rerata rendemen furfural tanpa *pretreatment* yang paling banyak terdapat pada bagian daun dari alang-alang, yakni 2,51%. Jumlah furfural yang didapat sangat bergantung pada kondisi tahap hidrolisis, terutama yaitu jumlah katalis yang digunakan, lamanya proses berlangsung, dan kondisi bahan itu sendiri. Hidrolisis dilakukan dengan penambahan H₂SO₄ 10% sebanyak 250 mL dan waktu hidrolisis selama 5 jam. Sebelum dihidrolisis, alang-alang tersebut terlebih dahulu dilakukan proses

penjemuran dengan cara diangin-anginkan selama 2 minggu. Waktu penjemuran berhubungan dengan kandungan metabolit sekunder dalam suatu sampel tanaman atau bahan alam. Sedangkan jumlah katalis berpengaruh terhadap konversi gula polimer (pentosan) menjadi gula monomer (pentosa) (Gauru, 2002). Hasil penelitian ini didukung oleh laporan Setyadji (2007) yang menyatakan bahwa semakin besar jumlah H_2SO_4 maka penguraian pentosan dalam alang-alang semakin sempurna sehingga hasil furfural semakin besar. Selain itu penambahan waktu reaksi hingga 5–8 jam menyebabkan kontak antara zat-zat yang bereaksi (senyawa pentosan dengan asam sulfat) lebih lama sehingga waktu untuk menguraikan gula polimer (pentosan) menjadi gula monomer (pentosa) terjadi secara optimum (Setyadji, 2007).

Kemudian analisis dengan KLT juga dilakukan untuk mengetahui nilai faktor retensi (Rf) senyawa hasil isolasi dan sifat kepolarannya, dibandingkan dengan senyawa furfural standar. Nilai Rf furfural standar dan hasil isolasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rf furfural hasil hidrolisis tanpa *pretreatment**

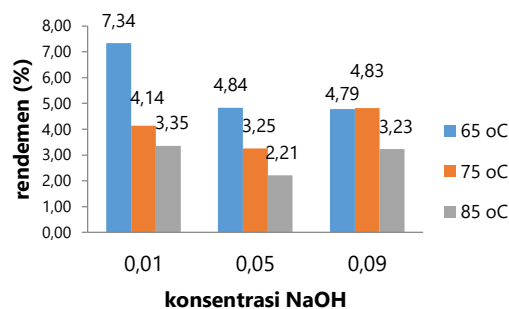
Sampel	Nilai Rf Furfural Hidrolisis	Nilai Rf Furfural Standar
Daun	1	0,363
	2	0,469
	3	0,338
Batang	1	0,331
	2	0,338
	3	0,338

*) eluent Etil asetat: Heksana = 1:9

Apabila nilai Rf kedua senyawa sama, dapat diindikasikan senyawa yang dihasilkan adalah furfural dengan derajat kemurnian yang tinggi. Nilai Rf furfural dari daun maupun batang adalah 0,32–0,47; sedangkan furfural standart juga menunjukkan Rf yang kurang lebih sama. Hal ini mengindikasikan senyawa yang dihasilkan dari hidrolisis alang-alang adalah furfural. Dari hasil di atas, maka dapat dikatakan bahwa baik batang maupun daun sama-sama berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan furfural.

Hasil isolasi furfural melalui *pretreatment resistive heating* menunjukkan jumlah rendemen yang lebih banyak di hampir semua perlakuan bila dibandingkan dengan isolasi furfural tanpa melalui *pretreatment*, yang mana rerata rendemen terbanyak yang didapat hanya 2,51%. Kemudian jumlah rendemen furfural terbanyak

terdapat pada perlakuan *pretreatment* dengan suhu $65^\circ C$ dan konsentrasi larutan NaOH sebesar 0,01 M, yakni sebanyak 7,34%.



Gambar 2. Grafik rerata rendemen furfural hasil hidrolisis dengan *pretreatment*

Secara umum hasil menunjukkan bahwa pengaruh peningkatan suhu *pretreatment* pemanasan resistive akan menghasilkan rendemen furfural yang semakin sedikit. Kemudian juga konsentrasi pelarut NaOH tinggi berpotensi untuk menurunkan rendemen furfural yang didapat. Hal ini dikarenakan NaOH yang digunakan berupa padatan memiliki tingkat kelarutan yang tinggi apabila berada pada temperatur tinggi (Elwin dkk., 2014). Hal ini disebabkan karena NaOH yang bersifat sebagai basa kuat memecah struktur hemiselulosa bahan dan kemudian melarutkannya. Sementara sumber utama pembentuk furfural adalah pentosan yang merupakan bentuk gula sederhana dari hemiselulosa. Namun di samping itu, pada perlakuan kadar larutan NaOH 0,09 M memperlihatkan kecenderungan peningkatan rendemen furfural bila dibandingkan dengan kadar larutan NaOH 0,05 M. Hal ini bisa jadi disebabkan karena penambahan NaOH pada proses *pretreatment* dapat menurunkan kandungan lignin yang cukup besar, karena reaksi pemutusan ikatan lignin menjadi lebih cepat (Dehani, 2013). Berdasarkan Jalaluddin dan Rizal (2005) dalam Normalasari dkk. (2015), peningkatan konsentrasi NaOH berarti meningkatkan jumlah ion $[OH^-]$ di dalam cairan. Ion-ion $[OH^-]$ ini akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar pembentuk lignin, sehingga lignin menjadi lebih mudah untuk dilarutkan.

Kemudian analisis dengan KLT juga dilakukan untuk nilai faktor retensi (Rf) senyawa hasil isolasi, dibandingkan dengan senyawa furfural standar. Nilai Rf furfural standar dan hasil isolasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rf furfural hasil hidrolisis dengan pretreatment*

Sampel	Nilai Rf		
	Furfural Hidrolisis	Furfural Standar	
Daun dan Batang	0.09 M – 65°C	0,250	
	0.09 M – 75°C	0,275	0,275
	0.09 M – 85°C	0,275	
	0.05 M – 65°C	0,238	
	0.05 M – 75°C	0,263	0,250
	0.05 M – 85°C	0,250	
	0.01 M – 65°C	0,313	
	0.01 M – 75°C	0,313	0,300
	0.01 M – 85°C	0,275	

*) eluent Etil asetat:Heksana = 1:9

Nilai Rf yang didapat berdasarkan dari analisa KLT furfural hasil hidrolisis dengan pretreatment pemanasan resistive di semua variasi perlakuan menunjukkan nilai yang kurang lebih sama dengan nilai Rf dari furfural standar. Hal ini mengindikasikan senyawa yang dihasilkan dari hidrolisis alang-alang adalah furfural. Dari hasil di atas, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan pretreatment pemanasan resistive tidak mengurangi kualitas dari furfural yang

dihasilkan, melainkan dapat meningkatkan kuantitas dari furfural yang didapat bila dibandingkan dengan perlakuan yang tanpa pretreatment pemanasan resistive.

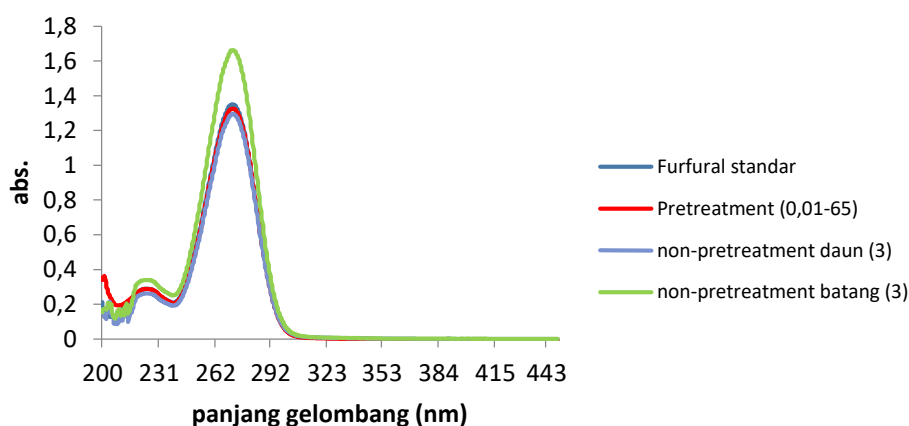
Furfural dengan rendemen terbaik, yakni hasil isolasi melalui tahap pretreatment pemanasan resistive dengan perlakuan suhu 65°C serta konsentrasi NaOH 0,01 M diuji secara kualitatif dengan pengamatan pada parameter warna, bentuk, bau serta pengukuran densitas dan dibandingkan dengan furfural standar dan furfural teoritis. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Parameter kualitatif furfural

Parameter	Furfural Hasil Isolasi**	Furfural Standar	Furfural Teoritis*
Warna	Kuning muda agak kecoklatan	Coklat kehitaman	Kuning muda agak kecoklatan
Bentuk	Cairan pekat	Cairan pekat	Cairan pekat
Bau	Manis	Manis	Almond
Densitas	1,14 g/ml	1,15 g/ml	1,16 g/ml

*) secara teoritis dikutip dari NIST

***) furfural pretreatment (0,01-65)



Gambar 3. Hasil spektrum UV-Vis furfural

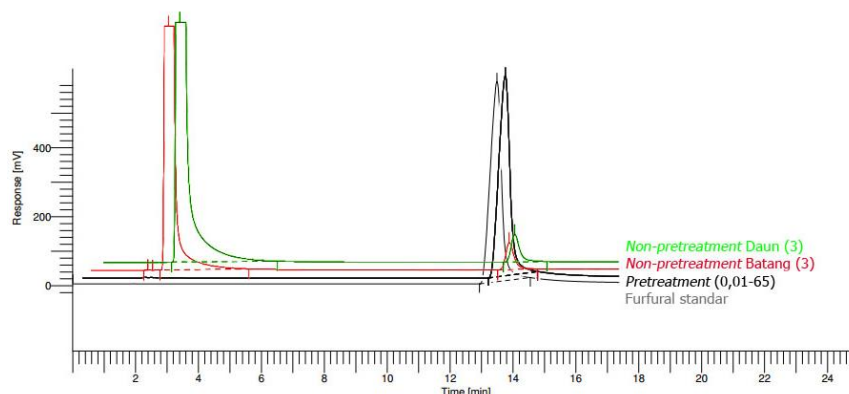
Tabel 5. Data pengamatan spektra furfural

Vibrasi (cm ⁻¹)	Furfural				
	Teoritis*	Standar	Non-pretreatment daun	Non-pretreatment batang	Pretreatment
Stretching C-H aromatis	3150-3050	3134,11	3132,18	3132,18	3133,15
Stretching C-H aldehid	2900-2800	2848,67	2848,67	2850,59	2849,63
Stretching C=O aldehid	1740-1620	1674,10	1668,31	1674,10	1674,10
Stretching C=C aromatis	1600-1475	1568,02	1568,02	1568,02	1568,02
Bending C-H aldehid	1500-1300	1392,51	1392,51	1392,31	1393,47
Stretching C-O-C	1300-1000	1155,28	1155,28	1155,28	1157,21

*) Berdasarkan Fessenden dan Fessenden (1982) dalam Ardiana dan Mitarlis (2012)

Dari analisis furfural hasil hidrolisis dengan spektrofotometer UV-Vis didapatkan bahwa λ_{max} dari dari semua furfural hasil hidrolisis memiliki nilai hampir sama dengan furfural standar, yaitu

271,00 dan tidak jauh berbeda dengan λ_{max} furfural teoritis, yaitu 276 nm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa furfural hasil hidrolisis memiliki kemurnian yang tinggi.



Gambar 4. Spektrum hasil analisis GC dari furfural

Dari data pada Gambar 3 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa furfural hasil hidrolisis alang-alang di semua perlakuan memiliki daerah serapan yang hampir sama dengan serapan furfural standar dan furfural teoritis, yaitu daerah serapan $3132,18-3133,15\text{ cm}^{-1}$ untuk stretching CH aromatis, daerah serapan $2848,67-2850,59\text{ cm}^{-1}$ untuk stretching C-H aldehyd, daerah serapan $1681,06-1681,68\text{ cm}^{-1}$ untuk stretching C=O, daerah serapan $1568,02\text{ cm}^{-1}$ untuk stretching C=C aromatis, daerah serapan $1155,28-1157,21\text{ cm}^{-1}$ untuk stretching C-O-C, dan daerah serapan $1392,31-1393,47\text{ cm}^{-1}$ untuk bending C-H aldehyd. Dari uraian di atas, furfural hasil sintesis alang-alang tersebut memiliki gugus-gugus penyusun furfural meskipun masih terdapat gugus-gugus penyusun lainnya. Sehingga bisa dikatakan bahwa senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis alang-alang adalah memang senyawa furfural. Analisis kadar kemurnian furfural hasil isolasi dilakukan menggunakan Gas Chromatography (GC) HP 5890 dalam pelarut etanol. Hasil GC di semua sampel menunjukkan waktu retensi yang hampir sama dengan furfural standar, yakni berkisar pada 13,54-13,67 menit. Dari hasil analisis furfural hasil hidrolisis melalui *pretreatment* (sampel 0,01-65) terdapat satu puncak pada spektrum yang merupakan senyawa furfural dengan kemurnian 100%. Kemudian dari hasil analisis furfural hasil hidrolisis tanpa *pretreatment* didapatkan dua puncak pada spektrum, baik pada furfural hasil hidrolisis daun (sampel 3) maupun pada furfural hasil hidrolisis batang (sampel 3). Puncak pertama menunjukkan adanya etanol yang merupakan pelarut, sedangkan puncak kedua menunjukkan adanya senyawa furfural. Pada spektrum furfural hasil hidrolisis daun diperoleh

kadar sebesar 92,50%, sedangkan pada spektrum furfural hasil hidrolisis batang diperoleh kadar sebesar 91,75%.

KESIMPULAN

Penurunan konsentrasi larutan NaOH dan suhu *pretreatment* cenderung dapat menghasilkan rendemen lebih banyak, dengan rendemen terbanyak yaitu sebesar 7,34% dengan perlakuan konsentrasi larutan NaOH 0,01 M dan suhu *pretreatment* 65°C . Karakteristik furfural hasil sintesis alang-alang memiliki hasil spektra UV-Vis memiliki nilai λ_{maks} berkisar antara 271,00-271,50 nm, hasil spektra FT-IR mengandung gugus fungsi furfural yakni C-H aromatis, C-H aldehyd, C=O aldehyd, C=C aromatis, bending C-H aldehyd, dan C-O-C, dan hasil analisa GC menunjukkan furfural hasil hidrolisis memiliki kemurnian di atas 91,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Wijanarko, A., Witono, J. A., dan Wiguna, M. S. 2006. Tinjauan Komprehensif Perancangan Awal Pabrik Furfural Berbasis Ampas Tebu di Indonesia. *Indonesian Oil and Gas Community*. Komunitas Migas Indonesia
- Kartikasari, S.D., Nurhatika S., dan Muhibuddin, A. 2013. Potensi Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) dalam Produksi Etanol Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis*. *Sains Dan Seni Pomits* 2(2): 2337-3520
- Sun Y, Cheng J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials For Ethanol Production: A Review. *Bioresource Technol.* 83:1 -11
- Gauru, I. 2002. Produksi Furfural Dari Kulit Kacang Tanah Ditinjau Dari H₂SO₄ Dan

- Substrat, Berbagai Konsentrasi H₂SO₄ Serta Lama Waktu Pemanasan. Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Setyadji, M. 2007. Hidrolisis Pentosan Menjadi Furfural Dengan Katalisator Asam Sulfat Untuk Meningkatkan Kualitas Bahan Bakar Mesin Diesel. *Prosiding PPI – PD IPTN*, Batan. Yogyakarta.
- Elwin, Lutfi, M., dan Hendrawan, Y. 2014. Analisis Pengaruh Waktu *Pretreatment* dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses *Pretreatment* Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* 2(2): 110-116
- Dehani, F. R. P., Argo, Bambang Dwi, dan Yulianingsih, R. Pemanfaatan Iradiasi Gelombang Mikro untuk Memaksimalkan untuk Proses *Pretreatment* Degradasi Lignin Jerami Padi (*Pada Produksi Bioetanol*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1(1).
- Jalaluddin dan Rizal, S. 2005. Pembuatan pulp dari jerami padi menggunakan natrium hidroksida. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. 6 (5): 53-56.
- Normalasari, L., Kumalasari, D., Prakoso, C. A. H., Kusumaningtyas, M., dan Ramadhan, M. T. 2015. *Pretreatment* Degradasi Lignin Jerami Padi Berbasis *Resistive Heating* pada Pembuatan Bioetanol. Artikel Penelitian PIMNAS. Universitas Brawijaya. Malang.