STUDI KONVERSI SELULOSA DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucadendron* Linn) MENJADI ASAM LEVULINAT MENGGUNAKAN KATALIS H_2SO_4 DALAM SISTEM HOMOGEN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

Dorman A. N. Haloho

08071003047

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

S
541.390 7
Hal
S
2012

R.24745/25306

STUDI KONVERSI SELULOSA DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucadendron* Linn) MENJADI ASAM LEVULINAT MENGGUNAKAN KATALIS H_2SO_4 DALAM SISTEM HOMOGEN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

Dormian A. N. Haloho

08071003047

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Makalah : Studi konversi selulosa dari kayu gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) menjadi asam levulinat menggunakan katalis H_2SO_4 dalam sistem homogen
Nama Mahasiswa : Dormian A. N. Haloho
NIM : 08071003047
Jurusan : Kimia
Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 9 April 2012

Indralaya, 9 April 2012

Pembimbing :

1. Aldes Lesbani, S.Si.,M.Si.,Ph.D : .....
   NIP. 197408121998021001
2. Dr. Elfita, M.Si : .....
   NIP. 196903261994122001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar Hasil	: Studi konversi selulosa dari kayu gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) menjadi asam levulinat menggunakan katalis H_2SO_4 dalam sistem homogen
Nama Mahasiswa	: Dormian A. N. Haloho
NIM	: 08071003047
Jurusan	: Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas Seminar Hasil Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 07 Februari 2012. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, 9 April 2012

Pembimbing :

1. Aldes Lesbani, S.Si.,M.Si.,Ph.D : .....
   NIP. 197408121998021001
2. Dr. Elfita, M.Si : .....
   NIP. 196903261994122001

Pembahas :

3. Nurlisa Hidayati, M.Si : .....
   NIP. 195004071985032001
4. Dr. Muharni, M.Si : .....
   NIP. 196903041994122001
5. Addy Rachmat, M.Si : .....
   NIP. 197409282000121001

Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia

Dr. Suheryanto, M.Si
NIP. 196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

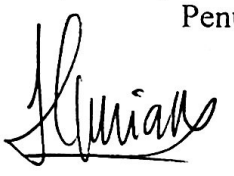
Nama mahasiswa	: Dormian A. N. Haloho
NIM	: 08071003047
Fakultas/Jurusan	: Mipa/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan srata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua infoemasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 9 April 2012
Penulis



Dormian A. N. Haloho
08071003047

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

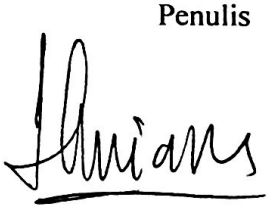
Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa	: Dormian A. N. Haloho
NIM	: 08071003047
Fakultas/Jurusan	: Mipa/Kimia
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-ekslusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmia saya yang berjudul:
"Studi konversi selulosa dari kayu gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) menjadi asam levulinat menggunakan katalis H_2SO_4 dalam sistem homogen" Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformat mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai penulis/pencipta dan sebagai hak pemilik cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 9 April 2012
Penulis



Dormian A. N. Haloho
08071003047

HALAMAN PERSEMBAHAN

Di dalam Hidup ini, semua ada waktunya

Ada waktunya kita menabur.....

Ada juga waktunya menuai.

Mungkin dalam hidupmu badai datang menyerbu,

Mungkin doamu bagai tak terjawab!

Namun yakinlah tetap.

Tuhan tak'kan terlambat

Tuhan tak akan lebih cepat

Semuanya.....

Dia jadikan indah tepat pada waktuNya.

Tuhan selalu dengar doamu!

Tuhan tak pernah tinggaikanmu!

PertolongganNya pasti'kan tiba tepat pada waktuNya

(1Korintus 10:13)

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

- **Tuhanku Yesus Kristus dan Bunda Maria**
- **Bapak dan Mama yang tercinta**
- **Kakakku Relina Haloho dan Adikku Panahatan Haloho yang tersayang**
- **Kekasihku Leonardo BoangManalu**
- **Sobat-sobatku "Himasang"**
- **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Syukur kepada Allah, atas segala karunia Allah yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Konversi Selulosa dari Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) menjadi Asam Levulinat menggunakan Katalis H_2SO_4 dalam Sistem Homogen" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Aldes Lesbani. S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dari awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini dan Ibu Dr. Elfita, M.Si selaku pembimbing kedua atas arahan, saran dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
2. Ketua jurusan Kimia, Bapak Dr. Suheryanto, M.Si.
3. Ibu Dra. Poedji Loekitowati, M.Si selaku pembimbing akademik
4. Seluruh staff dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5. Analis T. Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang : Bapak Riduan, Bapak Agus dan Bapak Widodo atas bantuannya selama ini.

6. Bapak, Mama, kakak serta adikku tercinta yang telah banyak memberikan dukungan, doa, nasehat dan pengorbanan selama ini.
7. Abangku tersayang : Leonardo BoangManalu "I Love You"
8. Sobat-sobatku Himasang : Robi, Debora, Rita, Frangky, Ellen, Christina, Dewi, Bastian, Eko yang telah menjadi sobatku selama ini, "HORAS"
9. Sobat berjuang dalam penelitian : Dian, Niken, Lestari, Ani . Makasih buat keceriaan dan bantuannya.
10. Tanteku : Ema Turnip dan Frisil Simbolon atas bantuannya.
11. Teman-teman angkatan 2007 atas keceriaannya dan kebersamaan selama ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan baik isi maupun teknik penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran berbagai pihak guna memperbaiki penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 9 April 2012

Dormian A. N. Haloho

STUDY OF CELLULOSE CONVERSION FROM GELAM WOOD (*Melaleuca leucadendron* Linn) TO LEVULINIC ACID USING H_2SO_4 CATALYST IN HOMOGENEOUS SYSTEM

By :

Dormian A. N. Haloho

08071003047

ABSTRACT

Extraction of cellulose from Gelam wood (*Melaleuca leucadendron* Linn) was conducted using a methanol solvent followed by acidification process using hydrochloric acid with various concentrations that is 1%, 3%, 5%, 7%, 9% and 11%(v/v). Product cellulose was compared with standard cellulose through measurements using FT-IR spectroscopy, ash content, water content and study of cellulose conversion. The results showed that the highest of ash content of 3%(v/v) HCl is 1.34%(w/w), while the lowest levels is 0.099%(w/w). The highest water content in cellulose from the use of acid 7%(v/v) is 4.56%(w/w) while the lowest levels is 1.08%(w/w). The results showed that at 5 hours reaction time conversion of cellulose to acid levulinic achieved at the optimum time with the levulinic acid 3.99%. Conversion of cellulose from Gelam at the optimum reaction time gave 0.88% levulinic acid.

STUDI KONVERSI SELULOSA DARI KAYU GELAM (*Melaleuca leucadendron* Linn) MENJADI ASAM LEVULINAT MENGGUNAKAN KATALIS H_2SO_4 DALAM SISTEM HOMOGEN

Oleh :

Dormian A. N. Haloho

08071003047

ABSTRAK

Telah dilakukan ekstraksi selulosa dari kayu gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) menggunakan pelarut metanol yang dilanjutkan dengan proses pengasaman menggunakan asam klorida dengan berbagai konsentrasi yakni 1%, 3%, 5%, 7%, 9% dan 11%(v/v). Selulosa hasil ekstraksi kemudian dibandingkan dengan selulosa standar melalui pengukuran menggunakan spektroskopi FT-IR, penentuan kadar abu, kadar air dan studi konversi selulosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi selulosa hasil ekstraksi dari kayu gelam diperoleh pada konsentrasi HCl 3%(v/v) sebesar 1,34%(b/b), sedangkan kadar abu terendah diperoleh pada kayu gelam yakni 0,099%(b/b). Kadar air tertinggi pada selulosa hasil ekstraksi diperoleh dari penggunaan asam 7%(v/v) sebesar 4,56%(b/b) sedangkan kadar air terendah diperoleh selulosa pada kayu gelam sebesar 1,08%(b/b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi konversi selulosa menjadi asam levulinat dicapai pada waktu optimum 5 jam dengan persentase asam levulinat yang terbentuk sebesar 3,99%. Konversi selulosa hasil ekstraksi kayu gelam dengan katalis H_2SO_4 pada waktu optimum menghasilkan asam levulinat sebesar 0,88%.

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
No. DAFTAR 1-1735
TANGGAL : 3 OCT 2012

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL iii
PERNYATAAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO vi
KATA PENGANTAR vii
ABSTRACT ix
ABSTRAK x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Kayu Gelam *(Melaleuca leucadendron* Linn*)* 5
2.2 Katalis dan Katalitik 6
2.2.1 Asam Sulfat 9
2.3 *Biofuel* 10
2.4 Biomassa 11
2.4.1 Selulosa 11
2.4.2 Konsep Konversi Katalitik Berbasis Biomassa 13
2.5 Asam Levulinat 14

2.5.1 Konversi Asam Levulinat 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.2 Alat dan Bahan 18
3.2.1 Alat 18
3.2.2 Bahan 18
3.3 Prosedur Penelitian 19
3.3.1 Sampling Kayu Gelam *(Melaleuca leucadendron linn)* 19
3.3.2 Proses Pemisahan Selulosa dari Kayu gelam 19
3.3.3 Kadar Abu 20
3.3.4 Kadar Air 20
3.3.5 Uji Kemurnian dengan KLT 20
3.3.6 Pemilihan Medium Reaksi 20
3.3.7 Studi Konversi Selulosa menjadi Asam Levulinat dengan Katalis Asam Sulfat 21
3.3.8 Analisisi Data 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Identifikasi Selulosa Hasil Ekstraksi dengan Menggunakan Spektroskopi FT-IR 22
4.2 Kadar Abu 23
4.3 Kadar Air 25
4.4 Uji Kemurnian dengn KLT 27
4.5 Pemilihan Medium Reaksi 28
4.6 Studi Konversi Selulosa menjadi Asam Levulinat dengan Katalis H_2SO_4 29
4.6.1 Optimasi Kondisi Analis 29
4.6.2 Analisa Asam Levulinat Standar dengan Metoda Kromatografi Gas 30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 35
5.1 Kesimpulan 35
5.2 Saran 36
DAFTAR PUSTAKA 37

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 39
LAMPIRAN 40

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Sifat-sifat Asam Sulfat 10
Tabel 2. Hasil Analisis Asam Levulinat Standar dengan Metoda GC 30
Tabel 3. Hasil Analisis Konversi Selulosa Murni dengan Katalis H_2SO_4 31

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Konsep generasi *biofuel* 11

Gambar 2. Struktur polimer selulosa 13

Gambar 3. Diagram produksi bahan bakar berbasis biomass 14

Gambar 4. Struktur Asam Levulinat 15

Gambar 5. Reaksi konversi glukosa menjadi asam levulinat 16

Gambar 6. Reaksi Konversi Asam Levulinat menjadi Ester Asam Levulinat 16

Gambar 7. Kadar Abu Selulosa Hasil Ekstraksi dari Kayu Gelam dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Asam 24

Gambar 8. Kadar Air Selulosa Hasil Ekstraksi dari Kayu Gelam dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Asam 26

Gambar 9. Hasil KLT Selulosa dengan eluen metanol 27

Gambar 10. Grafik Larutan Asam Levulinat Standar dengan Metode GC 31

Gambar 11. Grafik Waktu Optimum Konversi Selulosa menjadi Asam Levulinat dengan Katalis H_2SO_4 32

Gambar 12. Konversi Selulosa menjadi Asam Levulinat dengan Katalis Asam 33

Gambar 13. Mekanisme Konversi Selulosa Tanpa Katalis Asam 34

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Kadar Abu Selulosa Hasil Ekstraksi dari Kayu Gelam dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Asam 40

Lampiran 2. Data Berat Air dan Kadar Air Selulosa Hasil Ekstraksi dari Kayu Gelam dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Asam .. 41

Lampiran 3. Data Spektra FT-IR Selulosa Murni 42

Lampiran 4. Data Spektra FT-IR Selulosa Kayu Gelam dan Selulosa Hasil Ekstraksi dengan Konsentrasi Asam 5%(v/v) 43

Lampiran 5. Kromatogram Asam Levulinat Standar dengan Berbagai Konsentrasi yakni 2%, 5%, 10% dan 25% 45

Lampiran 6. Perhitungan Kurva Kalibrasi Asam Levulinat Standar Hasil Analisis Kromatografi Gas 49

Lampiran 7. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa dengan Katalis H_2SO_4 pada Pengamatan Waktu Konversi 1 Jam 52

Lampiran 8. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa dengan Katalis H_2SO_4 pada Pengamatan Waktu Konversi 3 Jam 53

Lampiran 9. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa dengan Katalis H_2SO_4 pada Pengamatan Waktu Konversi 5 Jam 54

Lampiran 10. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa dengan Katalis H_2SO_4 pada Pengamatan Waktu Konversi 9 Jam 55

Lampiran 11. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa dengan Katalis H_2SO_4 pada Pengamatan Waktu Konversi 12 Jam 56

Lampiran 12. Kromatogram Hasil Konversi Selulosa Hasil Ekstraksi dari Kayu Gelam pada Konsentrasi HCl 5%v/v dengan Katalis H_2SO_4 dalam Waktu pengamatan reaksi 5 jam 57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan banyak orang dari semua tingkatan. Krisis energi yang melanda dunia memaksa para ahli untuk mencari sumber energi baru yang mencukupi terutama berasal dari bahan-bahan terbarukan *(biofuel). Biofuel* dikembangkan dengan tujuan agar energi tidak pernah habis disebabkan sumbernya selalu tersedia dan terbarukan dari alam khususnya tumbuhan. Banyak metode yang dikembangkan ilmuwan untuk mengubah dan mengkonversi bahan alam khususnya tumbuhan menjadi bahan bakar. Salah satu metoda yang dikembangkan adalah metoda katalitik. Metoda katalitik menggunakan katalis untuk mengkonversi bahan alam menjadi bahan bakar terbarukan seperti biomassa selulosa (Stoker, 2008).

Di Sumatera Selatan terdapat banyak tumbuhan kayu gelam *(Melaleuca leucadendron* Linn*)* yang pemanfaatannya hanya sebatas untuk pondasi rumah. Kayu gelam diketahui mengandung selulosa yang tinggi disamping kandungan lain seperti lignin, hemiselulosa, dan lignoselulosa.

Metode katalitik memiliki banyak keunggulan dalam sintesis organik dan sintesis bahan-bahan kimia lainnya, seperti dalam waktu yang relatif cepat, tidak memerlukan suhu yang tinggi dengan persentase produk yang tinggi. Dalam metode katalitik digunakan katalis sebagai bahan yang dapat meningkatkan energi

aktivasi reaksi sehingga reaksi berlangsung lebih cepat. Katalis yang digunakan dalam sintesis bahan bakar yakni katalis dalam sistem homogen seperti asam-asam mineral dan katalis dalam sistem heterogen seperti logam-logam transisi, material berpori dan mineral-mineral anorganik (Huber *et al*, 2006). Untuk meningkatkan kemampuan katalitik konversi selulosa menjadi asam levulinat maka pada penelitian ini menggunakan katalis homogen yaitu asam sulfat.

Katalis asam sulfat telah mendominasi dunia industri karena sifatnya yang sangat polar dan merupakan asam kuat yang dapat memberikan ion proton. Katalis asam sulfat memiliki sifat viskositas, konduktivitas listrik dan tetapan dielektrik yang tinggi.

Pada penelitian ini akan dikaji ekstraksi selulosa dari kayu gelam dan transformasi selulosa hasil ekstraksi menjadi asam levulinat. Asam levulinat telah dikenal sebagai molekul yang menjanjikan untuk memproduksi bahan bakar. Sebagai contoh etil levulinat dan metil tetrahidrofuran serta senyawa-senyawa lainnya (Lange *et al.*, 2009). Keuntungan asam levulinat yaitu sebagai penghilang rasa bau, aditif bahan bakar, monomer plastik, pelarut, *biofuel*, bahan dasar kimia (Huber, 2006). Pada penelitian ini asam levulinat diperoleh melalui hasil konversi selulosa yang diisolasi dari serbuk kayu gelam dengan bantuan katalis H_2SO_4. Kayu gelam terdapat di Sumatera Selatan dan diharapkan nilai kayu gelam dapat meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Sumatera Selatan merupakan daerah rawa dengan potensi kayu gelam *(Melaleuca leucadendron* Linn*)* yang melimpah. Selama ini kayu tersebut hanya

digunakan untuk bahan bangunan. Kayu gelam ini mempunyai selulosa yang tinggi sehingga potensial dijadikan sebagai sumber biomassa untuk dikonversi menjadi aditif bahan bakar. Pada penelitian ini akan dikaji ekstraksi selulosa dari kayu gelam asal Sumatera Selatan. Selulosa yang diperoleh digunakan sebagai bahan dasar untuk mendapatkan asam levulinat yang merupakan aditif bahan bakar dan merupakan senyawa penting dalam industri perminyakan. Proses konversi selulosa menjadi asam levulinat dilakukan dengam metode katalitik menggunakan katalis asam sulfat.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengestrakstraksi selulosa dari kayu gelam *(Melaleuca leucadendron* Linn*)* dan mencari konsentrasi HCl optimum ekstraksi selulosa.
2. Mengkarakterisasi selulosa dari kayu gelam *(Melaleuca leucadendron* Linn*)* asal Sumatera Selatan dengan menggunakan spektroskopi FT-IR.
3. Menentukan kadar abu dan kadar air pada selulosa hasil ekstraksi.
4. Melakukan studi konversi selulosa hasil ekstraksi menjadi asam levulinat dengan menggunakan katalis asam sulfat.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mampu meningkatkan nilai guna kayu gelam menjadi salah satu sumber energi alternatif.

2. Memberikan kontribusi konversi bahan alam khususnya tumbuhan menjadi aditif bahan bakar terbarukan melalui studi katalitik menggunakan katalis dalam sistem homogen.

DAFTAR PUSTAKA

Atalla, R, H., 1987, The Structure of Cellulose, Chracterization of the Solid States; *Am Chem. Soc., Washington, D. ACS Symposium Series*; 340

Bikales, N. M., dan Segal, L. ed., 1971, Cellulose and cellulose Drivatives, Bagian IV dan V; *Wiley (Interscience)*, New York.

Bridwater, A, V., Peacoke, G. V. C., 2000, Fast Pyrolysis for Biomass; *Renewable Sustainable Energy. Rev.* 4, 1-73.

Carlquist, S., 1988, Comparative Wood Anatomy, Systematic, Ecological, and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood; *Springer, ed,* 56-65.

Chang, C, D., Silvestry, A, J., 1977, The Conversion of Methanol and othern Compounds to Hydrokarbons over Zeolites Catalysis; *J. Chatal.* 47, 249-259.

Elliot, D, C., 2007, Historical Developments in Hydroprocessing Bio-Oil; *Energy and Fuel;* 21, 792-1815.

Frankiewicz, T, C., 1981, Process for Converting Oxygenated Hydrocarbons Into Hydrocarbons; *U. S. Patent,* 4, 308-411.

French, R., Czernik, S., 2010, Catalytic Pyrolysis of Biomassa for Biofuel Production; *Fuel Processing Technology*, 91, 25-32.

Girisita, L, P, B, M., Jansen., Heeres, H, J., 2007, Kinetic Study on The Acid-Catalyzed Hidrolysis of Cellulose to Levulinic Acid; *Ind. Eng. Chem. Res;* 46,1696-1708.

Goldstein, I, S., 1981, Organic Chemials from Biomass; *CRC Pres, Boca Raton, Fla, Ed,* 56, 4500-4750.

Hegner, J., Pereira, K. C., DeBoef, B., Lucht, B, L., 2010, Conversion of Cellulose to Glucose and Levulinic Acid Via Solid-Supported Acid Catalysis, *Tetrahedron Letters,* 51, 2356-2358.

Haber, J., Pamin., Matachowski, L., Mucha, D., 2003, Catalytic Performance of The Dodecatungstophosphoric Acid on Different Supports; *Aplly. Catal. A: General,* 2566, 141-152.

Huber, G, W., Ibora, S., Corma, A., 2006, Synthesis of Transportation Fuels from Biomassa: Chemistry, Cayalysts, and Engineering; *Chem. Rev*, 106, 4044-4098.

Klass, D, L., 1998, *Energy from Biomass and Wastes XI:* Institute of Gas Technology, Chicago.

Lange, J, P., Van De Graaf, W, D., Haan, R, J., 2009, Conversion of Furfuryl Alcohol Into Ethyl Levulinate Using Solid Acid Catalysts; *Chem Sus Chem,* 2, 437-441.

Lenihan., 2009, Dilute Acid Hydrolisis of Lignocellulosic Biomass, *Chemical Enginering Journal,* 156, 395-403.

Odashi, H., 1990, Caracterization of Physiological Function of Sapwood: Synthesis and Accumulation of Heartwood Extratives in The Withering Process of Immature Japanese Cedar Trunk; *Holzforschung*, 44, 317-323.

Ong, Y, K., Bhatia, S., 2010, The current Status and Porspectives of Biofuel Production Via Catalytic Cracking of Edible and Non-edible; *Energy*, 35, 111-119.

Rothenberg, G., 2008, Catalysis, Concept and Green Applications; *Wiley-VCH Verlag GmBG/Co.KGaA,* Weinheim, 1-38).

Silalahi, A, T, L., Ari, N, F., 2001, Tinjauan Sosila Ekonomi Pemanfaatan Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) di Propinsi Sumatera Selatan; BTR Palembang.

Sharma, R. K., 1993, Catalytic Upgrading of Pyrolysis Oil; *Energy and Fuels;* 7. 306-314.

Sheldon, R, A., 2000, Atom Efficiency and Catalysis in Organic Synthesis; *Pure Aplly. Chem.,* Vol. 72, No. 7, pp. 1233-1246.

Sjostrom, E., 1998, *Wood Chemistry, Fundamentals and Applications Second Edition.* Finland: Helsinki University of Technology Espoo.

Stoker, M., 2008, Biofuel and Biomassa–To–Liquid Fuels In The Biorefinery: Catalytic Conversion of Lignocellulosic Biomassa Using Porous Materials; *Angew. Chem. Int. Ed,* 47, 9200-9211.

Timokhim, B. V., Baransky, V. A., Eliseeva, G. D., 1999, Levulinic Acid in Organic Synthesis. *Russ. Chem. Rev.*, 68, 80.