

**PENGARUH KONSENTRASI REAKTAN TERHADAP KONVERSI LIMBAH
PELEPAH SAWIT MENJADI ASAM LEVULINAT DENGAN METODE
HIDROLISIS MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT**

Arif Kurnia, Amir Awaluddin, Edy Saputra

**Mahasiswa Program Studi S1 Kimia
Bidang Anorganik Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*Ipon.sandi@ymail.com***

ABSTRACT

Palm frond could be hydrolyzed to levulinic acid using acid catalyst. In this study, kinetics data and optimum condition of palm frond conversion to levulinic acid was investigated. The conversion was conducted in ampoule as reactor (length of 150 mm, I.D. of 4 mm and O.D. of 7 mm) over the following range of condition: palm frond concentrations of 1-5 wt% (1-5 g/100 mL), temperature of 190 °C, sulfuric acid concentrations of 1 M, and residence times of 0-240 min. The maximum LA yield is approximately 9,38% (based on biomass weight) and 31,28% (based on cellulose weight) was achieved for an initial palm frond concentration of 1 wt% (w/v), acid concentration of 1 M, temperature of 190 °C, and residence time of 60 min. The result showed that the concentration and yield of levulinic acid was affected by palm frond concentration, but didn't affect reaction rate.

Keywords: Hydrolyzed, levulinic acid, palm frond.

ABSTRAK

Pelepah sawit dapat dihidrolisis menjadi asam levulinat (AL) dengan menggunakan katalis asam. Penelitian ini menelusuri kondisi optimum proses konversi pelepah sawit menjadi asam levulinat. Konversi dilakukan dalam suatu reaktor ampul (panjang 150 mm, diameter dalam 4 mm, dan diameter luar 7 mm) dengan rentang kondisi: konsentrasi pelepah sawit 1-5 wt%, (1-5 g/100 mL), temperatur 190 °C, konsentrasi katalis asam sulfat 1 M, serta waktu reaksi 0-240 menit. Hasil *yield* AL maksimum yang diperoleh adalah sebesar 9,38% (berdasarkan berat biomassa) dan 31,28% (berdasarkan berat selulosa) pada konsentrasi pelepah sawit 1 wt%, konsentrasi katalis asam 1 M, suhu 190 °C, dan waktu reaksi selama 60 menit. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa konsentrasi dan *yield* asam levulinat dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan tetapi tidak mempengaruhi proses laju reaksi.

Kata kunci: Asam levulinat, hidrolisis, pelepah sawit,.

PENDAHULUAN

Cadangan dan produksi bahan bakar fosil di Indonesia mengalami penurunan 10% pertahun sedangkan tingkat konsumsi rata-rata naik 6% pertahun (Kuncahyo dkk., 2013). Perbedaan jumlah produksi dan konsumsi ini mengakibatkan krisis bahan bakar fosil. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelusuran bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah biomassa (Kang dkk., 2012). Bahan baku yang potensial dijadikan biomassa adalah limbah perkebunan, karena tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan dan tersedia dalam jumlah yang banyak (Fang dan Hanna, 2002).

Pelepah sawit merupakan limbah kebun sawit yang belum dimanfaatkan secara efektif. Pada tahun 2012 di Provinsi Riau terdapat kebun sawit dengan luas 1.926.859 ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2012). Hasil kajian menunjukkan satu hektar kebun sawit dalam setahun akan menghasilkan limbah pelepah seberat 28,8-33,75 ton (Shimanturuk dkk., 2007) dengan demikian limbah pelepah sawit yang dihasilkan di Provinsi Riau pada tahun 2012 seberat 60.262.515 ton pertahun. Pelepah sawit tersebut umumnya dibiarkan menumpuk sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Usaha yang sering dilakukan untuk mengurangi limbah tersebut adalah menjadikannya bahan bakar untuk *boiler* di industri dan pakan ternak (Shimanturuk dkk., 2007). Namun, hal tersebut belum efektif mengurangi limbah pelepah sawit.

Pelepah sawit memiliki kandungan selulosa yang tinggi yakni 54,35-62,6% (Intara dkk., 2012). Kandungan selulosa yang tinggi ini merupakan suatu potensi jika dikonversi menjadi *platform chemicals*, yaitu senyawa yang menjadi bahan baku petrokimia. *Platform chemicals* yang dapat dihasilkan dari selulosa pelepah sawit salah satunya adalah asam levulinat (Bozell dkk., 2000).

Berdasarkan keterangan di atas, perlu dilakukan pengumpulan data proses konversi pelepah sawit menjadi asam levulinat. Hal ini disebabkan komposisi kimia pelepah sawit berbeda dengan biomassa lainya dan untuk memecahkan masalah keberadaan limbah pelepah sawit yang belum dimanfaatkan.

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas yang biasa digunakan dalam penelitian, neraca analitis, ampul (panjang 150 mm, diameter dalam 4 mm dan tebal dinding 2 mm), vial, pipet mikro Ependorf 10-100 μ L dan 100-1000 μ L, *micro tube*, oven, *furnace*, labu refluk, *hot plate*, *centrifuge* dan seperangkat alat HPLC menggunakan kolom aminex HPX-87H dilengkapi detektor *refractive index* (RID).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit, asam sulfat, akuabides, *RO* (*reverse osmosis water*), larutan standar asam levulinat, glukosa, dan HMF.

b. Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah pelepah sawit yang berasal dari daerah Pantai Cermin, Kampar, Riau. Pelepah sawit tersebut dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur, kemudian digiling dengan air menggunakan mesin penggiling hingga terbentuk bubur. Bubur tersebut dijemur hingga kering maka didapatkan pelepah sawit dalam bentuk serbuk. Setelah itu diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh.

c. Sintesis Asam Levulinat

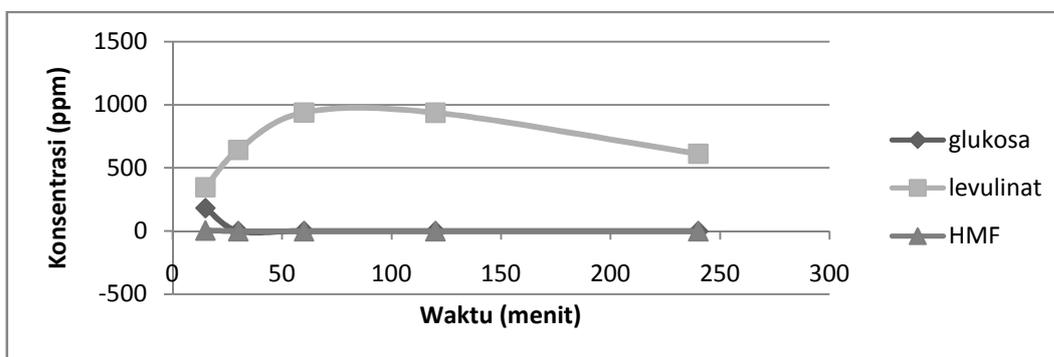
Sampel pelepah dilarutkan dalam larutan asam sulfat dengan konsentrasi 1M. Perbandingan sampel dengan asam sulfat adalah 1 dan 5 wt% selanjutnya dimasukkan ke dalam ampul sebanyak 1 mL. Ampul tersebut dibakar ujungnya dengan pemantik api sampai tertutup sehingga reaktan tidak dapat menguap agar reaksi konversi bisa berlangsung. Ampul tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 190 °C selama interval waktu tertentu yang telah dikondisikan berdasarkan kandungan glukosa dalam sampel (Girisuta dkk.,

2007). Penghentian reaksi dilakukan dengan proses perendaman ampul ke dalam air es.

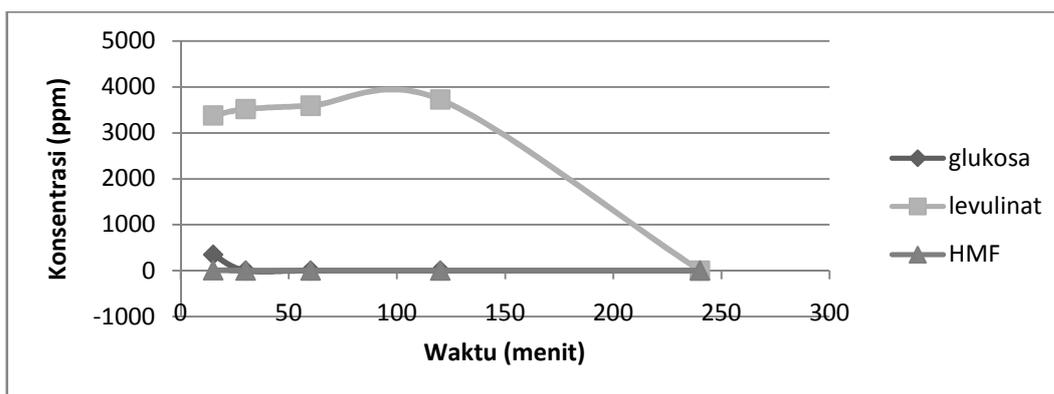
Ampul dipotong dan larutan yang ada di dalamnya dikeluarkan, kemudian diambil dengan pipet mikro sebanyak 200 µL, larutan dimasukkan dalam *micro tube* dan diencerkan dengan menambahkan 1800 µL air RO (*reverse osmosis*). Larutan disentrifuse dengan kecepatan 13000 rpm selama 15 menit. Sebanyak 400 µL larutan supernatan dipipet ke dalam botol vial kemudian dimasukkan ke dalam sistem HPLC selama 55 menit. Konsentrasi asam levulinat ditentukan menggunakan kurva kalibrasi standar dari asam levulinat (Yulia, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat tidak ada pengaruh peningkatan konsentrasi reaktan dengan laju konversi pelepah sawit menjadi asam levulinat. Berdasarkan Tabel 1 dapat diamati bahwa semakin tinggi konsentrasi reaktan maka konsentrasi asam levulinat yang didapatkan semakin tinggi. Namun, *yield* asam levulinat yang didapatkan akan semakin turun dengan kenaikan konsentrasi reaktan.



Gambar 1. Profil konsentrasi produk dari pelepah sawit (H_2SO_4 1 M, pelepah 1 wt%, dan temperatur 190 °C).



Gambar 2. Profil konsentrasi produk dari pelepah sawit (H_2SO_4 1 M, pelepah 5 wt%, dan temperatur $190\text{ }^\circ\text{C}$).

Tabel 1. *Yield* asam levulinat pada setiap konsentrasi pelepah sawit

Konsentrasi katalis (M)	Konsentrasi sampel (wt%)	Konsentrasi AL (ppm)	Y_{LA} (% biomassa)	Y_{LA} (% selulosa)
1	1	938,6	9,38	31,28
1	5	3722,784	7,44	24,82

Kondisi reaksi pada penelitian ini dilakukan pada temperatur $190\text{ }^\circ\text{C}$, konsentrasi katalis 1 M, serta variasi konsentrasi pelepah sawit 1% dan 5%. Peningkatan konsentrasi pelepah sawit dari 1% menjadi 5% menyebabkan kenaikan konsentrasi asam levulinat dari 938 ppm menjadi 3722 ppm. Pada Tabel 1 ditunjukkan semakin tinggi konsentrasi pelepah sawit maka konsentrasi dari asam levulinat yang didapatkan akan semakin meningkat. Hal tersebut telah dilaporkan Shen (2011), kenaikan konsentrasi tersebut disebabkan karena satu molekul glukosa akan dikonversi menjadi satu molekul asam levulinat.

Pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi selulosa akan mengalami penurunan pada *yield* asam levulinat. Pada penelitian ini *yield* asam levulinat menurun dari 9,38% menjadi 7,44%. Hal ini sebelumnya telah dilaporkan oleh Girisuta (2007^a) yang menyebutkan

bahwa semakin tinggi konsentrasi reaktan maka *yield* asam levulinat yang diperoleh akan semakin rendah. Namun, pada penelitian ini perbedaan konsentrasi selulosa yang digunakan tidak terlalu besar (1-5 wt%) dibandingkan dengan yang dilakukan oleh Girisuta (1,7- 7,7 wt%). Girisuta mendapatkan *yield* asam levulinat 60% dengan konsentrasi reaktan 1,7 wt% sedangkan pada konsentrasi reaktan 7,7 wt% diperoleh 30% dengan kondisi reaksi yang sama. Hal ini disebabkan karena konsentrasi substrat yang meningkat tetapi konsentrasi dari katalis tetap. Faktor tersebut menyebabkan katalis tidak mampu mengkonversi semua selulosa yang ada di pelepah sawit menjadi asam levulinat.

Faktor lain yang menyebabkan penurunan *yield* asam levulinat adalah terdapatnya senyawa lain yang terkandung di dalam pelepah sawit seperti lignin, hemiselulosa, dan silika.

Asam sulfat yang digunakan tidak selektif dalam proses konversi sehingga katalis tidak hanya mengkonversi selulosa tetapi juga mengkonversi komponen yang lain. Jika konsentrasi pelepah sawit meningkat maka konsentrasi komponen yang lain juga meningkat. Hal tersebut menyebabkan kompetisi antara selulosa dan komponen lainnya untuk dikonversi juga meningkat.

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi reaktan tidak mempengaruhi laju reaksi. Pada konsentrasi reaktan 1% dan 5% dengan konsentrasi katalis 1 M, konsentrasi glukosa telah mengalami penurunan pada menit ke-15. Korelasi antara konsentrasi reaktan dengan laju reaksi juga dapat dilihat pada Gambar 4.6. Laju reaksi antara konsentrasi reaktan 1% dan 5% dengan konsentrasi katalis 0,1 M pada waktu 30 menit mengalami penurunan konsentrasi glukosa. Hal ini juga telah dilaporkan oleh Shen (2011), berdasarkan penelitian tersebut didapatkan nilai konstanta laju reaksi yang tidak memiliki korelasi dengan konsentrasi reaktan.

KESIMPULAN

Kondisi hasil *yield* asam levulinat maksimum pada konsentrasi pelepah sawit 1%, konsentrasi katalis asam 1 M, suhu 190 °C, dan waktu reaksi selama 60 menit. berdasarkan kondisi tersebut diperoleh adalah sebesar 9,38% (berdasarkan berat biomassa) dan 31,28% (berdasarkan berat selulosa). Temperatur memiliki korelasi dengan laju reaksi, semakin tinggi temperatur maka semakin cepat suatu reaksi terjadi. Namun, tidak berkorelasi dengan konsentrasi asam levulinat dan *yield* asam levulinat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Amir Awaluddin dan Bapak Dr. Edy Saputra selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu memberikan bimbingan, dukungan, dan petunjuk selama penelitian dan penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bozell, J. J., Moens, L., Wang, Y., Neuenswander, G. G., Fitzpatrick, S. W., Bilski dan R. J., Jarnefeld, J. L. 2000. Production of levulinic acid and use as a platform chemical for derived products. *Resources, Conservation and Recycling*. 28; 227-239.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2012. Luas Areal Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Indonesia, 2008-2012. Direktorat Jendral Perkebunan-Indonesia. 2012.
- Fang, Q. dan Hanna, M. A. 2002. Experimental studies for levulinic acid production from whole kernel grain sorghum. *Bioresource Technology*. 81:187-192.
- Girisuta, B., Janssen, L. P. B. M., dan Heeres, H. J. 2006. A kinetic study on the conversion of glucose to levulinic acid. *Chemical Engineering Research and Design*. 84(A5):339-349.

- Girisuta, B., Janssen, L. P. B. M. dan Heeres, H. J. 2007. A Kinetic Study on The Acid Catalyzed Hydrolysis of Cellulose to Levulinic Acid. *Ind. Eng. Chem. Res.* 46: 1696-1708.
- Intara, Y. I. dan Dyah, B. 2012. Studi Sifat Fisik dan Mekanik Parenkim Pelepah Daun Kelapa Sawit Untuk Pemanfaatan Sebagai Bahan Anyaman. *Agrointek* 6: 36-44.
- Kang, M., Kim, S. W., Kim, J. W., Kim, T. H. dan Kim, J. S. 2013. Optimization of Levulinic Acid Production from *Gelidium amansii*. *Renewable energy* 54: 173-179.
- Shimanturuk, K., Junjungan. dan Tarigan, A. 2007. Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Pakan Basal Kambing Kacang Fase Pertumbuhan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 417-424.
- Yulia, I. 2012. Studi Produksi Asam Levulinat dari Pati ubi Gajah (*Manihot esculenta*) dengan Katalis Asam Klorida. *Tesis*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z. M. dan Semin. 2013. Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik Potmis* 1 (2): 62-66.
- Shen, J. dan Wyman, C. E. 2011. Hydrochloric Acid-Catalyzed Levulinic Acid Formation from Cellulose: Data and Kinetic Model to Maximize Yields. *American Institute of Chemical engineers. Journal* 58(1): 236-246.