

## OPTIMASI WAKTU HIDROLISIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI FURFURAL BERBANTUKAN GELOMBANG MIKRO

Marinda Rahim\*, Mardhiyah Nadir  
Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

\*Email: [rahimmarinda@yahoo.com](mailto:rahimmarinda@yahoo.com)

**Abstrak-** Sebagai daerah sentra pengembangan perkebunan kelapa sawit dan industri crude palm oil (CPO), Kalimantan Timur memiliki potensi untuk menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam jumlah yang cukup besar. TKKS merupakan limbah padat dari hasil industri CPO yang menggunakan tandan buah sawit (TBS) sebagai bahan bakunya. Bagian TKKS adalah 23% dari TBS. TKKS memiliki nilai ekonomi yang tinggi jika diolah lebih lanjut. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menghidrolisis kandungan pentosan di dalam TKKS menjadi furfural. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan teknik hidrolisis satu tahap TKKS menjadi furfural dengan bantuan gelombang mikro untuk mendapatkan waktu optimum yang dapat menghasilkan furfural maksimum. Pada penelitian ini 10 gram TKKS ditambahkan dengan 250 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15% sebagai katalis. Campuran kemudian dihidrolisis menggunakan bantuan gelombang mikro dengan variasi waktu 15, 30, 45, 60, 75, 90, dan 105 menit. Hasil analisa dengan Gas Chromatography (GC) menunjukkan hasil furfural tertinggi diperoleh pada waktu 75 menit dengan konsentrasi 1,34 mg/mL.

**Kata Kunci:** furfural, gelombang mikro, hidrolisis, TKKS

**Abstract-** As a regional center for the development of oil palm plantations and crude palm oil (CPO) industry, East Kalimantan has the potential to produce oil palm empty fruit bunches (EFB) in large enough quantities. EFB is the solid waste from the palm oil industry which uses palm fruit bunches (FFB) as a raw material. EFB part is 23% of FFB. Whereas EFB has a high economic value if processed further. One of the method that is used to hydrolyze the content of pentosan in EFB into furfural. The purpose of this research is to develop one step hydrolysis technique of EFB into furfural with microwaves assistance to obtain the optimum time which can produce maximum furfural. In this research 10 grams of EFB was added with 250 mL of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 15% as the catalyst. The mixture was then hydrolyzed using microwave-assisted with a time variety of for 15, 30, 45, 60, 75, 90, and 105 minutes. The results of analysis by Gas Chromatography (GC) showed that the highest results of furfural was at 75 minutes with a concentration of 1.34 mg / mL.

**Keywords:** EFB, furfural, microwaves, hydrolysis

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman unggulan yang berkembang pesat di Kalimantan Timur (Kaltim). Menurut data Dinas Perkebunan Kaltim, pada tahun 2009 – 2013 perkembangan kelapa sawit di Kaltim semakin bertambah dengan rata – rata kenaikan sebesar 35,015%, dan produksi tandan buah sawit (TBS) pada tahun 2013 mencapai 7.600.298 ton. Tandan buah segar dapat menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 23% (Abdullah dan Sulaiman, 2013).

TKKS merupakan limbah padat hasil pengolahan TBS menjadi crude palm oil (CPO). Saat ini Kaltim memiliki 48 industri pengolah CPO dengan kapasitas rata-rata pengolahan 48 ton TBS/jam dan akan terus bertambah pada tahun-

tahun yang akan datang. (Disbun Kaltim, 2015). Pada umumnya TKKS yang dihasilkan pemanfaatannya masih kurang optimal. Kebanyakan TKKS dibuang begitu saja di sekitar pohon kelapa sawit atau dibakar sebagai bahan bakar boiler.

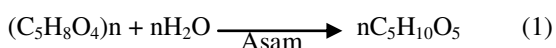
TKKS mengandung lignin sebesar 22,60%,  $\alpha$ -selulosa 45,80%, pentosan 25,90%, abu 1,60%, dan air 4,1% (Purwito, 2005). Dengan kandungan pentosan yang cukup tinggi, TKKS berpotensi diolah sebagai bahan baku pembuatan furfural, melalui proses hidrolisis pentosan. Selama ini kebutuhan furfural di Indonesia masih di impor dari negara lain.

Furfural (*Furan-2-carbaldehyde*) merupakan bahan bernilai ekonomi cukup tinggi karena merupakan bahan pembentuk resin cetak. sebagai bahan baku pembuatan senyawa furan yang lain seperti *furfuryl alcohol*, tetrahidro furan dan furan

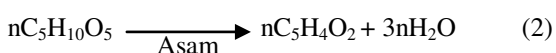
resin. Disamping itu sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan wax, dan produksi hexametilen diamina untuk pembuatan nilon (Parasta, 2014)

Hidrolisis asam merupakan tahapan paling penting dalam pembentukan furfural dari pentosan yang terdapat pada TKKS. Pembentukan furfural ini melalui dua tahap reaksi, reaksi pertama hidrolisis pentosan atau hemiselulosa menjadi pentosa dan dilanjutkan dengan reaksi kedua yaitu dehidrasi pentosa membentuk furfural.

Hidrolisis pentosan menjadi pentosa:



Dehidrasi pentosa membentuk furfural:



Pada proses hidrolisis, pentosa merupakan produk antara dan tidak semuanya akan menjadi furfural. Sehingga pada akhir hidrolisis, dalam hidrolisatnya juga dapat terkandung senyawa organik lainnya seperti metanol (Brownlee, 1948). Hidrolisis dengan asam encer pada berbagai konsentrasi, temperatur dan waktu bertujuan untuk mengkonversi hemiselulosa sebanyak-banyaknya tanpa merusak selulosa. Temperatur dan konsentrasi asam merupakan faktor penting pada proses hidrolisis.

Gelombang mikro dapat digunakan untuk mempercepat proses hidrolisis dan membantu peningkatan hasil furfural yang diperoleh. Mekanisme dasar dari pemanasan gelombang mikro disebabkan adanya agitasi molekul-molekul polar atau ion-ion yang bergerak karena adanya gerakan medan magnetik atau elektrik. Adanya gerakan medan magnetik dan elektrik menyebabkan partikel-partikel tersebut dibatasi oleh gaya pembatas. Hal ini menyebabkan gerakan partikel tertahan dan membangkitkan gerakan acak sehingga menghasilkan panas (Taylor, 2005).

### Kajian-Kajian Peneliti Terdahulu

Penelitian pengaruh suhu, konsentrasi asam sulfat (sebagai katalis) dan waktu hidrolisis, pada pembuatan furfural dari TKKS telah diteliti oleh Parasta (2014), serta Raman dan Gnansounou (2015).

Penelitian yang telah dilakukan Parasta menghasilkan konsentrasi furfural yang relatif masih rendah (0,368 mg/mL) karena dilakukan dengan proses hidrolisis satu tahap pada tekanan rendah dan temperatur menengah (90°C), walaupun konsentrasi asam (15%) dan waktu hidrolisis (2 jam) yang digunakan relatif tinggi.

Sebaliknya, Raman dan Gnansounou dapat menghasilkan furfural dengan konsentrasi yang lebih tinggi (16 g/L) pada penggunaan konsentrasi asam (1,025%) dan waktu hidrolisis (10,5 menit) yang relatif rendah, namun menggunakan tekanan dan temperatur tinggi (160°C) dan dua tahap proses (hidrolisis diikuti dehidrasi).

Pada penelitian ini teknik proses hidrolisis akan dilakukan dengan bantuan gelombang mikro. Gelombang mikro yang merupakan gelombang elektromagnetik, dapat diserap oleh air yang bersifat polar dan dapat menimbulkan medan elektrik. Medan elektrik menyebabkan pergerakan dan gesekan molekul yang dapat menimbulkan panas (*dielectric heating*). *Dielectric heating* ditimbulkan dari dalam bahan sehingga mampu memansakan bahan pada target yang spesifik dan dapat mencegah hilangnya panas ke lingkungan secara konveksi dan konduksi yang dapat terjadi pada pemanasan konvensional (Lee, 2000). Dengan demikian diharapkan dapat dihasilkan konsentrasi furfural yang tinggi dengan menggunakan proses satu tahap pada kondisi temperatur, tekanan, dan waktu yang relatif rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknik hidrolisis satu tahap TKKS menjadi furfural dengan bantuan gelombang mikro sehingga dapat mempersingkat waktu hidrolisis namun dapat memperbaiki hasil perolehan furfural yang dilakukan secara konvensional. Kondisi temperatur dan konsentrasi asam akan dibuat sama seperti kondisi penelitian Parasta (2014). Variasi waktu akan dilakukan untuk mendapatkan waktu hidrolisis yang optimum sehingga menghasilkan konsentrasi furfural yang tertinggi.

### METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut :

#### Tahap Preparasi

Bahan TKKS yang diambil dari industri CPO PT Tritunggal Sentra Buana di Muara Badak, terlebih dahulu dikecilkan ukurannya menjadi 10 mesh. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada temperatur 60°C, selama 24 jam.

#### Tahap Hidrolisis

10 g TKKS yang telah kering dimasukkan ke dalam labu 500 mL dan dicampur dengan 250 mL asam sulfat (E. Merck) 15% v/v. Campuran dimasukkan ke dalam *microwave oven* yang telah dilengkapi dengan *thermocouple* dan pengatur temperatur (*temperature control*). Proses hidrolisis dilangsungkan pada temperatur 90°C, dibantu oleh

gelombang mikro 400 W selama 15 menit. Prosedur tersebut diulangi untuk variasi waktu yang lain yaitu 30, 45, 60, dan 75, 90, 105 menit.

### Tahap Pemisahan Furfural

Setelah proses hidrolisis, bahan didinginkan hingga temperatur ruang, kemudian dipisahkan dengan menggunakan kertas saring sehingga cairan (hidrolisat) terpisah dari ampas TKKS padat. Hidrolisat selanjutnya diekstrak dengan menambahkan 50 mL kloroform (E Merck) dan dikocok dengan kuat sehingga furfural dapat berpindah pada kloroform. Selanjutnya akan terbentuk dua lapisan, lapisan atas merupakan sisa hidrolisat yang mengandung air dan asam sulfat, sedangkan lapisan bawah adalah kloroform yang telah melarutkan furfural. Lapisan atas dan bawah dipisahkan dengan corong pisah (dekanter).

### Tahap Analisis

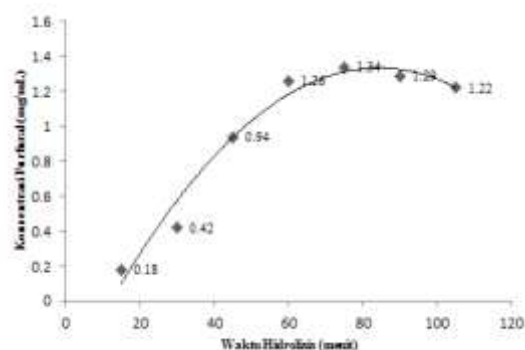
Selanjutnya konsentrasi furfural dalam satuan mg/mL dianalisa dengan metode GC-FID. Untuk akurasi analisa GC-FID digunakan pembandingan furfural standar (*pro analysys E Merck*). Analisa GC-FID dilakukan di Laboratorium instrument Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda. Tabel berikut menyajikan rancangan percobaan yang dilakukan :

Tabel 1 Rancangan Percobaan

Waktu (menit)	Massa TKKS (g)	Konsentrasi (mg/mL)
15	10	C <sub>1</sub>
30	10	C <sub>2</sub>
45	10	C <sub>3</sub>
60	10	C <sub>4</sub>
75	10	C <sub>5</sub>
90	10	C <sub>6</sub>
105	10	C <sub>7</sub>

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa furfural menggunakan GC pada berbagai variasi waktu dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar 1 dapat dilihat pengaruh waktu reaksi terhadap konsentrasi furfural yang diperoleh, semakin lama waktu hidrolisis maka semakin besar pula konsentrasi furfural yang diperoleh karena semakin lama waktu hidrolisis, radiasi gelombang mikro yang dipancarkan semakin lama sehingga radiasi yang diserap oleh komponen reaksi semakin banyak. Terlihat pada variasi waktu hidrolisis 15 menit hingga 60 menit kenaikan konsentrasi furfural yang diperoleh cukup tinggi tetapi pada variasi waktu reaksi 75 menit kenaikan hasil furfural tidak terlalu tinggi dibandingkan variasi waktu 15 – 60 menit.



Gambar 1. Konsentrasi furfural pada berbagai variasi waktu

Hal ini dikarenakan pada selang waktu 15-60 menit TKKS yang terkonversi menjadi furfural sudah cukup banyak sehingga setelah 60 menit konversi yang terjadi hanya merupakan konversi sedikit sisa TKKS. TKKS yang digunakan dalam penelitian ini hanya sebesar 10 gram. Setelah waktu 75 menit konsentrasi furfural yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan proses hidrolisis yang terlalu lama menungknakan terbentuknya hasil-hasil lain selain furfural seperti metanol.

Pada variasi 30 menit hasil yang didapat sebesar 0,47 mg/mL dan hasil tersebut dapat melebihi hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Parasta (2014) dengan hasil optimum yang diperoleh sebesar 0,368 mg/mL pada waktu reaksi 2 jam dengan memakai pemanasan konvensional. Tambahan gelombang mikro bertujuan untuk mempersingkat waktu reaksi karena pada gelombang mikro pemanasan terjadi melalui radiasi hal itu menyebabkan pemanasan lebih merata. Radiasi merupakan perpindahan panas dari suatu benda ke benda lainnya, tanpa adanya kontak fisik. Radiasi gelombang mikro memberikan pemanasan yang merata pada campuran bahan. Panas yang dihasil *microwave* berasal dari gelombang mikro dalam oven *microwave* yang akan memutar molekul air. Molekul air merupakan molekul polar artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Hal tersebut membuat pemanasan memakai *microwave* lebih merata karena pemanasan terjadi melalui interaksi langsung antara material dengan

gelombang mikro, pemanasan lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut. Hal tersebut mengakibatkan transfer energi berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan pemanasan konvensional karena pada pemanasan konvensional, dinding wadah dipanaskan terlebih dahulu kemudian pelarutnya. Akibatnya, terjadi perbedaan temperatur antara dinding dengan pelarut (Taylor, 2005).

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu optimum hidrolisis TKKS menjadi furfural dengan bantuan gelombang mikro adalah 75 menit, dimana diperoleh konsentrasi furfural paling tinggi sebesar 1,34 mg/mL. Penggunaan gelombang mikro dapat mempersingkat proses hidrolisis TKKS menjadi furfural. Pada waktu hidrolisis 30 menit diperoleh hasil konsentrasi furfural 0,47 mg/mL dan hasil tersebut sudah dapat melebihi hasil optimum yang diperoleh dengan cara konvensional yaitu sebesar 0,368 mg/mL selama 2 jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N., & Sulaiman, F., 2013. The oil palm wastes in Malaysia, biomass Now sustainable growth and use. *Miodrag Darko Matovic (Ed.)*, ISBN: 978-953-51-1105-4, InTech. [online] tersedia di : <<http://www.intechopen.com/books/biomassnow-sustainable-growth-and-use/the-oil-palm-wastes-in-malaysia>> [diakses tanggal 19 Januari 2015].
- Brownlee, H. J., 1948. *Industrial development of furfural industry and engineering chemistry*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Dinas Perkebunan Kalimantan Timur, 2014. Komoditi kelapa sawit. [online] tersedia di : <<http://disbun.kaltimprov.go.id/statis-35-komoditi-kelapa-sawit.html>> [diakses tanggal 28 Maret 2015]
- Dinas Perkebunan Kalimantan Timur Bidang Usaha, 2013. Mitra perusahaan perkebunan. [online] tersedia di : <<http://disbun.kaltimprov.go.id/statis-70-mitra-perusahaan-perkebunan.html>> [diakses tanggal 28 Maret 2015]
- Lee., 2000. *How microwaves work*. Colorado University. Colorado.
- Parasta, R. T., 2014. Optimalisasi pembentukan furfural dari tandan kosong kelapa sawit menggunakan metode hidrolisis asam. *Digital Repository Unila*. [online] tersedia di : <http://digilib.unila.ac.id/cgi/search/simple?q=>> [diakses tanggal 25 Maret 2015].
- Purwito & Firmanti, A., 2005. *Pemanfaatan limbah sawit dan asbuton untuk bahan pencegah serangan rayap tanah*. Bandung : Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum
- Sanchez, C., Serano, L., March 12, 2015. Andreas, M. A., & Labidi, J., June 26, 2012. Furfural production from corn cobs autohydrolysis liquors by microwave technology. *Journal of Industrial Crops and Products*, 42, 513– 519. [online] tersedia di : <[www.elsevier.com/locate/indcrop](http://www.elsevier.com/locate/indcrop)> [diakses tanggal 1 April 2015].
- Raman, J. K., & Gnansounou, E., February 27, 2005. Furfural production from empty fruit bunch – A biorefinery approach. *Journal of Industrial Crops and Products*, 69, 371–377. [online] tersedia di : <[www.elsevier.com/locate/indcrop](http://www.elsevier.com/locate/indcrop)> [diakses tanggal 1 April 2015].
- Taylor, M., Atri, S. S., & Minhas, G., March 30, 2005. Development in microwave chemistry. *Evaluatserve. Expert Knowledge Series*. [online] tersedia di : <[http://www.rsc.org/images/evaluserve\\_tcm18-16758.pdf](http://www.rsc.org/images/evaluserve_tcm18-16758.pdf)> [diakses tanggal 1 April 2015]