

**Jurnal Bahan Alam Terbarukan**

**ISSN 2303-0623**

**PENGARUH KONSENTRASI ASAM SULFAT DAN DAYA GELOMBANG MIKRO PADA HIDROLISIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI FURFURAL DENGAN BERBANTUKAN *MICROWAVE***

Kusyanto 1\*) dan Suci Rachmadina 2

*1,2 Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan Samarinda 75131 Telepon (0541) 260588 – 260553 – 262018 ext 147. 149 FAX. (0541) 260355*

\*E-mail penulis: yanto\_koes@yahoo.com

**Abstrak**

Tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu limbah organik dari pabrik pengolahan kelapa sawit yang tingkat ketersediaannya sepanjang tahun cukup tinggi, khususnya di Provinsi Kalimantan Timur. Tandan buah segar kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23%. Pemanfaatan TKKS sendiri masih belum optimal, kebanyakan TKKS dibuang begitu saja disekitar pohon kelapa sawit atau dibakar sebagai bahan bakar boiler. Padahal 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 mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat dan pengaruh daya pada gelombang mikro terhadap konsentrasi furfural dan *yield* nya. Pada penelitian ini 10 gram TKKS ditambah dengan 250 mL variasi H2SO4 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18% dihidrolisis menggunakan bantuan gelombang mikro dengan variasi daya 400W, 600W, dan 800W selama 75 menit. Hasil analisa dengan *Gas Chromatography* (GC) menunjukkan hasil furfural tertinggi diperoleh pada konsentrasi H2SO4 9% daya 800W dengan konsentrasi 0,39 mg/mL dan *yield* furfural sebesar 0,9620%.

*Kata Kunci* : furfural, gelombang mikro, hidrolisis, Katalis H2SO4, tandan kosong kelapa sawit.

**Abstract**

Empty fruit bunches (EFB) are one of the organic wastes from palm oil processing factories that reach a fairly high annual rate, especially in East Kalimantan Province. Fresh palm fruit bunches produce waste in the form of empty fruit bunches of palm oil (EFB) as much as 23%. Utilization of EFB it self is still not optimal, most EFB thrown away around the coconut tree or burned as boiler fuel. 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 know the effect of sulfuric acid concentration and the effect of power on microwaves on the furfural and yield. In this study 10 grams of EFB were added with 250 mL of 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, and 18% H2SO4 catalyst variations were hydrolyzed using microwaves with variations of 400W, 600W, and 800W for 75 minutes. The result of analysis with Gas Chromatography (GC) showed the highest furfural result obtained at H2SO4 concentration 9% 800W power with concentration 0,39 mg / mL and yield furfural 0,9620%.

*Keyword* : furfural, microwaves, hydrolysis, catalyst H2SO4, empty fruit bunches.

1. **PENDAHULUAN**

Tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu limbah organik dari pabrik pengolahan kelapa sawit yang tingkat ketersediaannya sepanjang tahun cukup tinggi. Pada bulan Maret 2017, terdapat 75 pabrik pengolahan kelapa sawit dengan rata-rata konsumsi TBS sebesar 80 ton/bulan atau 953 ton/tahun setiap pabriknya (Disbun Kaltim, 2017). Untuk 1 ton kelapa sawit akan mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% (Sampepana dan Saputra, 2011).

Pada umumnya, pemanfaatan TKKS sendiri masih belum optimal. Kebanyakan TKKS dibuang begitu saja disekitar pohon kelapa sawit atau dibakar sebagai bahan bakar boiler (Rahim dan Nadir, 2015). Selain itu, TKKS selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pupuk kompos dan karbon aktif, padahal limbah tersebut dapat ditingkatkan kualitasnya menjadi bahan baku kimia yang penting (Kurniasih, dkk., 2012).

Dalam tandan kosong kelapa sawit (TKKS), terdapat lignin sebesar 22,60%, α-selulosa 45,80%, pentosan 25,90%, abu 1,60%, dan air 4,1% (Purwito, 2005). Dengan kandungan pentosan yang cukup tinggi, TKKS berpotensi sebagai bahan baku pembuatan furfural yang diolah melalui proses hidrolisis. Furfural berfungsi sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan wax, dan produksi hexametilen diamina untuk pembuatan nilon (Parasta, 2014).

Penelitian pengaruh suhu, konsentrasi asam sulfat (sebagai katalis) dan waktu hidrolisis pada pembuatan furfural dari TKKS telah diteliti oleh Kurniasih, dkk. (2012), Parasta (2014), dan Rahim dan Nadir (2015).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniasih, dkk. (2012) diperoleh hasil optimum pada konsentrasi katalis H2SO4 9 % dengan waktu pemanasan 3 jam. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh rendemen tertinggi sebesar 30,017 %. Namun, densitas yang diperoleh sebesar 1,3409 g/ml. Hal ini dimungkinkan di dalam furfural masih mengandung pengotor.

Kemudian Parasta (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh suhu, konsentrasi H2SO4 dan waktu hidrolisis pada pembuatan furfural dari TKKS dengan cara konvensional. Pada penelitian tersebut diperoleh hasil terbaik pada suhu 90°C, konsentrasi H2SO4 15%, dan waktu hidrolisis 120 menit dengan proses hidrolisis satu tahap. Konsentrasi furfural yang diperoleh masih rendah sebesar 0,368 mg/ml dengan persentasi perolehan 30,357%.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rahim dan Nadir (2015), dengan memvariasikan waktu hidrolisis menggunakan bantuan gelombang mikro dengan suhu 90°C dan konsentrasi 15%, diperoleh waktu optimum hidrolisis adalah 75 menit, dimana diperoleh konsentrasi furfural paling tinggi sebesar 1,34mg/mL.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurniasih, dkk. (2012), masih memiliki kekurangan, sebab Kurniasih, dkk. (2012) menggunakan waktu hidrolisis yang tinggi (3 jam) dengan konsentrasi asam (9%) yang relatif rendah dan suhu yang relatif tinggi (100°C). Sedangakan Parasta (2014) menghasilkan konsentrasi furfural yang relatif rendah, karena dilakukan dengan proses hidrolisis satu tahap pada tekanan rendah dan temperatur menegah (90°C) walaupun konsentrasi asam (15%) dan waktu hidrolisis (2 jam) yang digunakan relatif tinggi. Sebaliknya Rahim dan Nadir (2015), dapat menghasilkan furfural dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada penggunaan konsentrasi asam yang digunakan relatif tinggi (15%) dengan suhu (90°C) dan waktu hidrolisis yang rendah (75 menit).

Ketiga penelitian tersebut dapat disempurnakan dengan cara menambahkan alat bantu *microwave* pada hidrolisis seperti yang dilakukan oleh (Rahim dan Nadir, 2015) dengan variasi konsentrasi asam sulfat dan daya gelombang mikro. Variasi konsentrasi asam digunakan untuk meningkatkan konsentrasi furfural, hal ini disebabkan dengan semakin besarnya konsentrasi asam yang digunakan mengakibatkan bertambahnya jumlah pereaksi yang teraktifkan sehingga konstanta kecepatan reaksi menjadi besar dan kecepatan reaksi bertambah cepat. Tetapi dengan bantuan gelombang mikro konsentrasi asam yang digunakan tidak perlu terlalu tinggi disebabkan karena pada konsentrasi yang tinggi dapat terjadi peruraian furfural menjadi reaksi lanjut. Gelombang *microwave* dapat digunakan untuk mempercepat proses hidrolisis dan membantu peningkatan hasil furfural yang diperoleh. Mekanisme dasar pemanasan gelombang mikro disebabkan adanya agitasi molekul-molekul polar atau ion-ion yang bergerak karena adanya gerakan medan magnetic. Adanya gerakan magnetic 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).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam sulfat dan pengaruh daya pada gelombang mikro (*microwave)* terhadap konsentrasi furfural dan *yield* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit.

Dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sehingga tidak terbuang begitu saja, dan menaikkan nilai ekonomi tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan furfural.

Tandan kosong kelapa sawit memiliki berbagai macam kegunaan baik untuk industri pangan maupun non pangan *(oleo chemical)* serta produk samping/limbah. Limbah kelapa sawit diantaranya adalah pelepah daun, bungkil intisawit, *sludge*, tandan kosong kelapa sawit, cangkang dan serat (Dirattanhun, 2008).

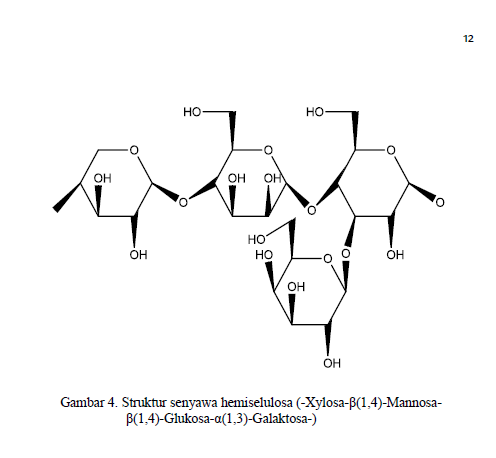
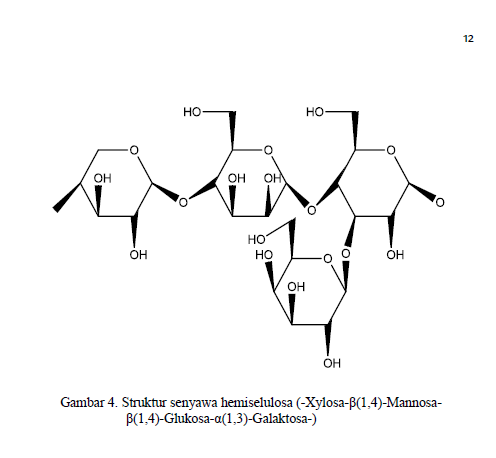
Tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung pentosan yang dapat dihidrolisis menjadi pentosa kemudian didehidrasi menjadi furfural. Adapun komposisi TKKS dpat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Komposisi TKKS

|  |  |
| --- | --- |
| **Senyawa** | **Komposisi (%)** |
| Lignin | 22,60 |
| α-selulosa | 45,80 |
| Pentosan | 25,90 |
| Abu | 1,60 |

Hemiselulosa pentosan adalah polimer polisakarida heterogen tersusun dari pentosan (C5H8O4)n dan heksosan (C6H10O5)n. Hemiselulosa pada kayu berkisar antara 20-30%. (Sukarta, 2008 dalam Parasta, 2014).

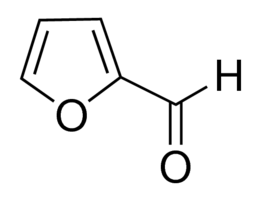
Hemiselulosa bersifat non kristalin dan tidak bersifat serat, mudah mengembang, karena itu hemiselulosa sangat berpengaruh terhadap bentuknya jalinan antara serat pada saat pembentukan lembaran, lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam (Oktarina, 2009 dalam Parasta, 2014).

Gambar 1.1 Struktur hemiselulosa (pentosan)

Furfural (C5H4O2) atau sering disebut dengan 2-furankarbosaldehid, furaldehid, furanaldehid, 2-furanaldehid, merupakan senyawa organik turunan dari golongan furan. Senyawa ini berfasa cair berwarna kuning hingga kecoklatan dengan titik didih 161,7°C, densitas (20°C) adalah 1,16 g/cm3. Furfural merupakan senyawa yang kurang larut dalam air namun larut dalam alkohol, eter dan benzene (Kirk and Othmer, 1955 dalam Andaka, 2011). Furfural dapat dibuat dari bahan yang mengandung pentosan seperti, tongkol jagung, sekam padi, ampas tebu (bagas), kayu, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan lain sebagainya (Kurniasih, dkk., 2012).

Furfural merupakan bahan aktif yang sangat penting dalam industri kimia. Menurut Wijanarko A., dkk (2006) manfaat furfural dalam industri kimia antara lain : sebagai bahan pembentuk resin, zat penghilang warna pada *wood resin*, sebagai *intermediate* pada pembuatan *pylo* dan *pyrolidine,* piperidine, dan sebagai bahan pembuatan senyawa fural lain. Selain itu, furfural juga berfungsi sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan wax, dan produksi hexametilen diamina untuk pembuatan nilon (Parasta, 2014).



Gambar 1.2 Struktur furfural

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

1. Hidrolisis pentosan menjadi pentosa

………..…………... (2.1)

Pentosan pentosa

1. Dehidrasi pentose membentuk furfural

…….....……….. (2.2)

Pentose furfural

Pada proses hidrolisis, pentosa merupakan produk antara dan tidak semuanya akan menjadi furfural. Sehingga pada akhir hidrolisis, dalam hidrosilat juga dapat terkandung senyawa organik lainnya seperti methanol (Brownlee, 1948 dalam Rahim dan Nadir, 2015).

Pada proses hidrolisis hemiselulosa, pentosan mengalami dekomposisi menjadi pentose. Selanjutnya pentose terdehidrasi menjadi furfural. Hidrolisis hemiselulosa dapat dilakukan secara enzimatik atau dengan penggunaan katalis asam (Zeitsch, 1990 dalam Parasta, 2014). Namun proses yang umum dilakukan dalam produksi furfural adalah hidrolisis dengan asam. Katalis asam yang sering digunakan adalah asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H2SO4), sedangkan asam jenis lainnya masih dalam tahap penelitian diantaranya asam formiat dan asam trichloroasetat (Hambali, dkk., 2016).

Asam sebagai katalisator yang membantu kerja air dalam proses hidrolisis mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil furfural. Semakin naik konsentrasi asam yang ditambahkan hingga ke konsentrasi yang optimum maka hasil furfural akan bertambah besar. Jumlah kadar hasil furfural juga dapat dipengaruhi oleh lamanya waktu reaksi. Kadar furfural akan semakin besar apabila waktu reaksi yang digunakan semakin lama sampai pada waktu optimum (Hambali, dkk; 2016).

Secara komersil, furfural dapat dibuat secara batch maupun kontinyu. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembuatan furfural yaitu:

1. Konsentrasi katalisator

Hasil furfural akan bertambahan dengan semakin besarnya konsentrasi katalisator yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah pereaksi yang teraktifkan sehingga konstanta kecepatan reaksi menjadi besar dan kecepatan reaski bertambah cepat pula. Tetapi setelah mencapai konsentrasi asam yang optimum maka hasil furfural akan menurun. Hal ini disebebkan karena peruraian furfural menjadi asam furoat sebagai hasil dari pemecahan gugus aldehid yang terbentuk sejenis damar yang berwarna hitam (Dunlop, 1948 dalam Andaka, 2011).

1. Suhu reaksi

Reaksi akan berjalan cepat apabila suhu dinaikkan. Hal ini karena gerakan-gerakan molekul menjadi lebih cepat dengan bertambahnya suhu reaksi.

1. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka hasil yang diperoleh akan bertambah karena pentosan yang terkontak dengan asam semakin lama.

1. Kecepatan pengadukan

Semakin besar kecepatan pengadukan maka hasil furfural akan semakin besar pula.

1. Pengaruh rasio katalis dengan padatan

Semakin besar volume katalis maka akan semakin besar pula furfural yang diperoleh. Dengan volume larutan yang semakin besar maka kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul pentosan dengan molekul air semakin besar.

1. Pengaruh ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas bidang persentuhan antar zat pereaksi, sehingga kontak antar molekul juga semakin besar. (Andaka, 2011).

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang antara 0,01 – 0,1 cm dan frekuensi antara 0,3-3,0 GHz. Penggunaan energi gelombang mikro termasuk mekanisme perpindahan panas secara radiasi. Radiasi merupakan perpindahan panas dari suatu benda ke benda lainnya, tanpa adanya kontak fisik, melalui gerakan gelombang (Taylor, 2005). Radiasi gelombang mikro berbeda dengan metode pemanasan konvensional. Radiasi gelombang mikro memberikan pemanasan yang merata pada campuran bahan. Oven *microwave* bekerja dengan melewatkan radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul- molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik *(dielectric heating)*.

Radiasi gelombang mikro berbeda dengan metode pemanasan konvensional. Pada proses pemanasan konvensional, dinding wadah dipanaskan terlebih dahulu, kemudian pelarutnya. Akibatnya, terjadi perbedaan temperatur antara dinding dengan pelarut. Sedangkan pada pemanasan menggunakan gelombang mikro, 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, dan berpotensi meningkatkan kualitas produk. Selain itu, pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan. Hal ini akan menghemat energi untuk pemanasan (Taylor, 2005).

1. **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini akan dilakukan melalui tahap – tahap berikut

**Tahap Preparasi**

Bahan TKKS yang diambil dari industri CPO PT TELEN Teladan Prima Grup Desa Pengada Kecamatan Karangan Kabupaten Kutai Timur, terlebih dahulu dikecilkan ukurannya menjadi -10+12 mesh. Kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C, selama 24 jam.

**Tahap Hidrolisis**

10 g TKKS yang telah kering dimasukkan ke dalam labu 1000 mL dan dicampur dengan 250 mL variasi konsentrasi asam sulfat (E. Merck) 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 18% 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 variasi daya gelombang mikro 400W, 600W, dan 800W selama 75 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.

**Tahap Analisis**

Selanjutnya konsentrasi furfural dala satuan mg/mL dianalisa dengan metode GC-FID. Untuk akurasi analisa GC-FID digunakan pembanding furfural standar (*pro anlysys E Merck*). Analisa GC-FID dilakukan di Laboratorium instrument Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.

* 1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 3.1 Perolehan Konsentrasi Furfural

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Konsentrasi H2SO4 (%Volume) | Konsentrasi Furfural (mg/mL) | | |
| Daya | | |
| 400W | 600W | 800W |
| 1 | 3% | 0,0064 | 0,0080 | 0,0148 |
| 2 | 6% | 0,0300 | 0,0176 | 0,0208 |
| 3 | 9% | 0,0240 | 0,0284 | 0,3900 |
| 4 | 12% | 0,0172 | 0,0636 | 0,0896 |
| 5 | 15% | 0,0192 | 0,0696 | 0,0288 |
| 6 | 18% | 0,0280 | 0,0716 | 0,0660 |

Gelombang mikro (*microwave*) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Supe High Frequency, SHF*), yaitu antara 300 MHz – 300 GHz (3 x 109) (Khaled et.al., 2017). Didalam setiap *microwave* terdapat sebuah magnetron. Magnetron adalah sejenis tabung hampa penghasil gelombang mikro. Fungsi magnetron adalah memancarkan gelombang mikro ke dalam *microwave.*

Mekanisme pemanasan pada *microwave* terjadi melalui dua proses, yang pertama *dipole rotation* dan *ionic conduction*. Mekanisme panas yang terjadi karena *dipole rotation* adalah panas yang terjadi karena perubahan momen *dipole* pada bahan akibat radiasi dari medan listrik dan magnet.

Molekul air merupakan molekul polar artinya ada sisi atau kutub yang bermuatan negatife dan sisi lainnya bermuatan positive seperti jarum kompas. Jika salah satu kutub atau kedua berada pada medan listrik sejenis yang berasal dari gelombang mikro maka akan terjadi gaya tolak menolak menyebabkan molekul air akan berputar. Karena rotasi tersebut akan terjadi gesekan dan akan timbul panas (Lee, 2000).

Pengaruh daya *microwave* terhadap kosentrasi furfural, daya adalah banyaknya energi yang dihantarkan per satuan waktu (Joule/sekon). Daya *microwave* dan suhu saling berhubungan, karena daya yang tinggi dapat menaikkan suhu operasi di atas titik didih pelarut dan menghasilkan peningkatan konsentrasi hasil reaksi. Daya *microwave* berperan sebagai *driving force* untuk memecah struktur membran sel tanaman. Jadi, penambahan daya secara umum akan menghasilkan konsentrasi dan mempercepat waktu reaksi (Liang et.al., 2008).

Pada penelitian ini diperoleh hasil konsentrasi furfural dengan menggunakan variasi konsentrasi H2SO4 dan daya gelombang mikro yang dapat dilihat pada gambar 4.1

Gambar 4.1 Hubungan konsentrasi furfural yang di hasilkan dengan konsentrasi H2SO4 pada daya gelombang mikro 400W, 600W, dan 800W.

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi daya menghasilkan konsentrasi furfural (mg/mL) yang semakin tinggi. Hal ini karena semakin tinggi daya menyebabkan meningkatnya interaksi gelombang mikro dan bahan. Menurut Taylor dkk (2015), bahan yang mengandung molekul polar saat terekspos di medan magnet yang berisolasi pada frekuensi tertentu, molekul polar berusaha untuk mengikuti orientasi medan dan memposisikan dirinya searah dengan medan. Akhirnya gerakan acak dari molekul – molekul dan interaksi acak ini yang membangkitkan panas. Semakin tinggi daya semakin besar pula resonansi gelombang maka semakin besar pula getaran yang dihasilkan sehingga mempercepat gerakan dan interaksi acak dari partikel molekul maka panas akan cepat terbentuk.

Pada penelitian ini, konsentrasi naik secara signifikan dan mencapai nilai pada daya 800W dengan perolehan konsentrasi sebesar 0,39 mg/mL. Dari penelitian ini, konsentrasi furfural yang dihasilkan lebih tinggi dibanding peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Parasta (2014), yaitu 0,368 mg/mL. Hal ini menandakan bahwa penggunaan daya gelombang mikro mampu menambah konsentrasi furfural, dibandingkan proses konvensional. Sedangkan pada variasi daya 400W dan 600W kenaikan konsentrasi furfural tidak terlalu signifikan.

Pengaruh konsentrasi pada daya gelombang mikro *(microwave)* terhadap hasil perolehan furfural dapat dilihat pada gambar 4.1. Semakin tinggi konsentrasi H2SO4 dan daya pada gelombang mikro maka semakin besar pula konsentrasi yang diperoleh. Hal ini disebabkan bertambahnya jumlah pereaksi yang teraktifkan sehingga konstanta kecepatan reaksi menjadi besar dan kecepatan reaksi bertambah cepat.

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

Proses hidrolisis pentosan menggunakan asam sulfat dapat dilakukan secara enzimatik karena asam sulfat berfungsi sebagai katalisator yang membantu kerja air dalam proses hidrolisis (Zeitsch, 1990 dalam Parasta, 2014).

Pada gambar 4.1 dapat dilihat pada variasi konsentrasi 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18% diperoleh konsentrasi furfural yang tertinggi pada konsentrasi H2SO4 9% dengan menggunakan daya 800W. Konsentrasi furfural yang diperoleh sebesar 0,5340 mg/mL. Tetapi pada variasi konsentrasi H2SO4 12%, 15%, dan 18% terjadi penurunan konsentrasi furfural dibandingkan dengan variasi konsentrasi H2SO4 9%. Setelah mencapai konsentrasi asam yang optimum yaitu 9% maka hasil furfural akan menurun. Hal ini disebabkan karena penguraian furfural menjadi asam furoat sebagai hasil dari pemecahan gugus aldehid yang terbentuk sejenis damar yang berwarna hitam (Dunlop, 1948).

**IV.** **SIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

* + - * 1. Nilai furfural yang diperoleh sebesar 0,39 mg/mL dengan konsentrasi H2SO4 9% dan menggunakan daya gelombang mikro sebesar 800W.
        2. Pada variasi konsentrasi H2SO4 9% dan daya gelombang mikro 800W diperoleh *yield* furfural sebesar 0,962%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adri, Muhammad. (2015). Pengaruh Waktu Terhadap Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Furfural dengan Bantuan Microwave. Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda.

Anonim. (2010). [Penggunaan Katalis H2SO4 Pada Esterifikasi](http://letshare17.blogspot.com/2010/10/penggunaan-katalis-h2so4-pada.html). <http://letshare17.blogspot.com/2010/10/penggunaan-katalis-h2so4-pada.html>. Diakses pada 2 agustus 2018.

Andaka, G. (2011). Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural dengan Katalisator Asam Asetat. *Jurnal Teknologi,* Vol. 4 No. 2, 180-188.

Dinas Perkebunan Kalimantan Timur. (2017). [online] tersedia di : <http://disbun.kaltimprov.go.id/statis-113-laporan-dan-capaian-kinerja.html> > diakses tanggal 20 September 2017.

Dirattanhun. (2008). Pemanfaatan Limbah dan Hasil Samping Kelapa Sawit. Pada <http://ditjenbun.go.id/> 13 April 2009.

Dunlop A.P. (1948). *Furfural Formation and Behavior, Ind. Eng. Chem*. 40, pp. 204-209, The Quaker Oats Company, Chicago.

Hambali, M., Novriyanti, R., & Anytia, S.D. (2016).Pemanfaatan Limbah Sekam Padi untuk Pembuatan Furfural dengan Variasi Katalisator Asam Sulfat dan Asam Klorida.Jurnal Teknik Kimia, No. 3, Vol. 22.

Khaled El. D, Novas. N, Gasquez. A.J, Agugliaro-Manzano. F. (2017). *Microwave dielectric heating: Applications on metals processing*

Kurniasih, E., Helmi, & Indraningsih, U. (2012). Furfural Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology), Vol. 10 No.2, ISSN 1693-248X.*

Lee. (2000). *How Microwaves Work*, pp.1-3, Colorado. Colorado University.

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/3461/> > diakses tanggal 24 September 2017.

Purwito & Firmanti, A. (2005). Pemanfaatan Limbah Sawit dan Asbuton untuk Bahan Pencegah Serangan Rayap Tanah. Bandung:Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.

Rahim, M., & Nadir, M. (2015). Optimasi Waktu Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Furfural Berbantukan Gelombang Mikro. Konversi, Volume 4 No. 2.

Sampepana, E., Saputra, S.H. (2011). Hidrolisis Furfural dari Tandan Kosong Sawit. Jurnal Riset Teknologi Industri, Vol. 5 No. 9.

Taylor M. & Atri S. (2005). *Development in Microwave Chemistry*. Evaluserve, United Kingdom.

Wijanarko, A., dkk. (2006). Tinjauan Komprehensif Perancangan Awal Pabrik Furfural Berbasis Ampas Tebu Indonesia*.* Depok: Universitas Indonesia.