

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Kesadaran akan perubahan iklim dan pengurangan cadangan bahan bakar fosil memerlukan perhatian, salah satunya adalah dengan penggantian proses yang berbahaya dan tidak dapat diperbarui menjadi proses yang hijau, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Telah diperkirakan bahwa dalam dua dekade ke depan, produksi minyak bumi tidak mungkin dapat memenuhi permintaan bahan bakar dan bahan kimia. Dengan demikian, diperlukan sebuah rute sintesis baru untuk menghasilkan bahan bakar dan bahan kimia dari bahan baku yang dapat diperbarui (Dutta, 2012).

Dalam konteks ini, 5-hydroxymethylfurfural (HMF) muncul sebagai platform kimia penting untuk produksi plastik dan *biofuel* generasi berikutnya. Meskipun HMF dapat diaplikasikan ke dalam berbagai hal, rute sintesis berkelanjutan untuk produksi dalam jumlah besar masih dikembangkan. Dari berbagai proses yang dilaporkan, produksi utama HMF masih bergantung pada substrat monosakarida yang dapat dimakan seperti fruktosa dan glukosa. Padahal selulosa dalam biomassa lignoselulosa dapat dijadikan sebagai sumber karbon bagi sintesis ini (Dutta, 2012).

Lignoselulosa merupakan bahan yang ketersediaannya paling melimpah di dunia dengan perkiraan produksi sebanyak  $1,5 \times 10^{12}$  ton setiap tahunnya dan dipertimbangkan sebagai sumber material mentah yang hampir tidak akan habis

Fatia Hanifah ZF, 2012

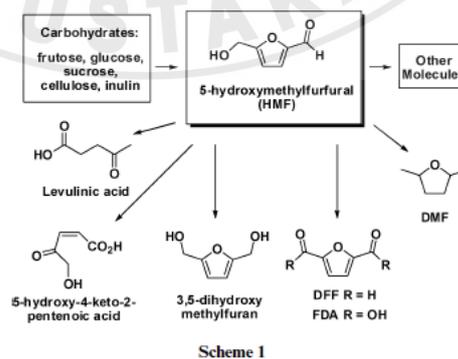
Studi Pendahuluan Reaksi Konversi Selulosa Dari Biomassa Jerami Padi (*Rice Straw*) Menjadi 5-Hydroxymethylfurfural Sebagai Prekursor *Biofuel* 2,5-Dimethylfuran Menggunakan Radiasi *Microwave*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

(Zhang, et al., 2007). Material ini terdiri dari polimer penting (selulosa, hemiselulosa dan lignin) yang tersusun dari monomer glukosa, dan telah digunakan sebagai sumber karbon dalam proses fermentasi untuk produksi etanol (Andreia et al., 2011).

Berbicara tentang etanol, senyawa *2,5-DimethylFuran* (DMF), yang diturunkan dari HMF, mempunyai kualitas lebih baik bila digunakan sebagai alternatif bahan bakar cair untuk transportasi. Kandungan energi dalam DMF (31,5 MJ /L) adalah mirip dengan bensin (35 MJ / L) dan 40% lebih besar dibandingkan dengan etanol (23 MJ / L) (Leshkov, et al., 2007). Selain itu, DMF (td:92-94° C) tidak mudah menguap dibandingkan etanol (td: 78 ° C) dan tidak bercampur dengan air.

HMF sangat berguna tidak hanya sebagai perantara untuk produksi *biofuel* DMF, tetapi juga untuk molekul penting lainnya seperti *Levulinic Acid* (LA), *2,5-Furan Dicarboxylic Acid* (FDA), *2,5-DiFormyl Furan* (DFF), *Dihydroxy Methyl Furan* dan *5-Hidroksi-4-Keto-2-Pentenoic Acid* (Skema 1) (Andreia, 2011).



Gambar 1. Skema senyawa-senyawa yang dapat diturunkan dari HMF. (Sumber :

*Green Chemistry Journal: Andreia, et al., 2011)*

Fatia Hanifah ZF, 2012

Studi Pendahuluan Reaksi Konversi Selulosa Dari Biomassa Jerami Padi (*Rice Straw*) Menjadi 5-*Hydroxymethylfurfural* Sebagai Prekursor *Biofuel 2,5-Dimethylfuran* Menggunakan Radiasi *Microwave*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

Berbagai sumber biomassa tercatat mengandung selulosa dalam jumlah yang tidak sedikit. Salah satu contohnya adalah jerami padi. Sebagai negara penghasil padi ketiga terbanyak di dunia (FAO, 2005), jerami padi merupakan biomassa yang amat melimpah di Indonesia.

Menurut Kim dan Dale (2004) potensi jerami kurang lebih 1,4 kali dari hasil panen. Dan berdasarkan data dari Deptan (2009) produksi padi nasional tahun 2008 sebesar 57,157 juta ton, dengan demikian produksi jerami nasional diperkirakan mencapai 80,02 juta ton. Potensi jerami yang sangat besar ini sebagian besar masih disia-siakan oleh petani. Sebagian besarnya hanya dibakar menjadi abu, sebagian kecil dimanfaatkan untuk pakan ternak dan media jamur merang (Suwarsa : 1998). Padahal menurut hasil analisis Ekawati (2003) jerami padi mengandung: 36.65% selulosa, 6.55% lignin, dan 0.3152% polifenol (Kasli, 2011). Tingginya kandungan selulosa pada jerami ini memungkinkan biomassa ini dimanfaatkan sebagai prekursor HMF.

Beberapa peneliti telah menyelidiki rute katalitik sintesis HMF dari selulosa dan biomassa lignoselulosa. Binder dan Raines melaporkan bahwa  $\text{CrCl}_2$  dapat mengkatalisi proses transformasi biomassa lignoselulosa (brangkasan jagung) dan selulosa yang telah dimurnikan dapat menghasilkan masing-masing 48% dan 54% HMF dalam pelarut N, N-DiMethyl Acetamide (DMA) yang mengandung *Lithium Chloride* (LiCl) dan aditif klorida *1-Ethyl-3-Imidazolium* [Emim]Cl pada  $140^\circ\text{C}$  dengan waktu reaksi 2-3 jam (Dutta, 2012).

Pada tahun yang sama, Zhang et al. melaporkan pembentukan 58% HMF dari selulosa menggunakan katalis dua logam klorida ( $\text{CuCl}_2$  dan  $\text{CrCl}_2$ ) dalam

**Fatia Hanifah ZF, 2012**

Studi Pendahuluan Reaksi Konversi Selulosa Dari Biomassa Jerami Padi (*Rice Straw*) Menjadi 5-Hydroxymethylfurfural Sebagai Prekursor *Biofuel* 2,5-Dimethylfuran Menggunakan Radiasi *Microwave*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

cairan ionik pada 120<sup>0</sup>C dengan waktu reaksi 8 jam. Dua tahun kemudian, Wang et al. melaporkan katalis gabungan surfaktan-Brønsted-Lewis *HeteroPolyAcid* (HPA), Cr [(DS)H<sub>2</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>]<sub>3</sub> (DS = OSO<sub>3</sub>C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>, dodesil sulfat) mentransformasi misel selulosa menjadi HMF dengan hasil maksimal 53%. Publikasi terbaru di daerah penelitian ini menunjukkan pembentukan 48% dan 60% HMF dari selulosa menggunakan sistem gabungan katalisis CrCl<sub>2</sub>-NHC-karbena /zeolit dan CrCl<sub>2</sub>/RuCl<sub>3</sub> dalam cairan ionik. Literatur terakhir melaporkan keefektifan hidrolisis selulosa dalam pelarut cairan ionik (Dutta, 2012).

Meskipun cairan ionik disukai sebagai pelarut untuk sintesis HMF karena karakteristik mereka seperti tekanan uap rendah, baik dalam termalstabilitas, dan dapat bersifat hidrofobik atau hidrofilik, harganya yang mahal membatasi aplikasi mereka dalam industri. Maka untuk meminimalkan penggunaan cairan ionik yang mahal, DMA-LiCl akan digunakan sebagai pelarut, yang dapat melarutkan selulosa murni (Dutta, 2012).

Sebagian besar reaksi yang dilaporkan dilakukan dengan pemanasan termal (konvensional), karenanya diperlukan waktu reaksi yang lama. Telah diketahui bahwa dengan waktu pemanasan reaksi yang lama, reaksi samping pembentukan spesies oligomer dari HMF seperti gula dapat timbul dan menjadi dominan. Dalam konteks ini, diperlukan suatu rute sintesis HMF yang lebih cepat namun efisien untuk menghindari timbulnya reaksi samping tersebut (Dutta, 2012).

Radiasi *microwave* dianggap sebagai metode energi pemanasan yang lebih efisien dan telah banyak digunakan dalam sintesis organik. Pemanasan dengan

**Fatia Hanifah ZF, 2012**

Studi Pendahuluan Reaksi Konversi Selulosa Dari Biomassa Jerami Padi (*Rice Straw*) Menjadi 5-Hydroxymethylfurfural Sebagai Prekursor *Biofuel* 2,5-Dimethylfuran Menggunakan Radiasi *Microwave*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

*microwave* merupakan pemanasan secara dielektrik. Pada pemanasan konvensional, panas ditransfer ke material melalui konveksi, konduksi dan radiasi dari permukaan. Bertentangan dengan hal tersebut, energi *microwave* disampaikan langsung kepada material melalui interaksi molekular dengan medan elektromagnetik (Oscar, 2009).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah hasil penerapan radiasi *microwave* terhadap reaksi konversi selulosa biomassa jerami padi menjadi *5-HydroxyMethylFurfural* (HMF)?

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut.

- Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Biomassa yang digunakan adalah jerami padi.
- Metode pemanasan yang digunakan adalah dengan radiasi *microwave*.
- Variabel yang diteliti dalam penelitian ini adalah waktu *microwave* pada 30s x 4, 30s x 8, 30s x 12 dan 30s x 20.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah hasil penerapan radiasi *microwave* terhadap reaksi konversi selulosa biomassa jerami padi menjadi *5-HydroxyMethylFurfural* (HMF).

Fatia Hanifah ZF, 2012

Studi Pendahuluan Reaksi Konversi Selulosa Dari Biomassa Jerami Padi (*Rice Straw*) Menjadi *5-Hydroxymethylfurfural* Sebagai Prekursor *Biofuel 2,5-Dimethylfuran* Menggunakan Radiasi *Microwave*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan daya guna dari jerami padi yaitu dengan mengkonversi selulosa yang terkandung di dalamnya menjadi *5-HydroxyMethylFurfural* (HMF) yang merupakan prekursor bagi *biofuel* *2,5 DimethylFuran* (DMF) dan berbagai *chemical* lainnya.

## 1.6 Tempat Penelitian

Tahapan penelitian seperti ekstraksi selulosa dari jerami padi dan proses konversi selulosa menjadi HMF dilakukan di Laboratorium Riset Kimia FPMIPA UPI Bandung. Sedangkan tahapan karakterisasi yang meliputi analisis dengan instrumen *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *Gas Chromatography-Mass Spectrometer* (GC-MS) dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen FPMIPA UPI Bandung.