



## Hidrolisis Ampas Tebu dengan Katalisator Asam Asetat untuk Memproduksi Furfural menggunakan Metode *Steam Stripping*

The Hydrolysis of Sugarcane Bagasse with Acetic Acid Catalyst to Produce Furfural by *Steam Stripping* Process

Nita Listiani<sup>1</sup>, Dewi Agustina Iryani<sup>1,2\*</sup>, Heri Rustamaji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Engineering Faculty, <sup>2</sup>Graduate School of Environmental Science, Research and Development Center for Tropical Biomass University of Lampung.  
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, 35145

\*E-mail: [dewi.agustina@eng.unila.ac.id](mailto:dewi.agustina@eng.unila.ac.id)

### Abstrak

Proses hidrolisis ampas tebu menggunakan asam asetat sebagai katalis dengan metode satu tahap (*steam stripping*) telah dilakukan. Ampas tebu sebanyak 50 gram dihidrolisis dalam 500 ml akuades yang mengandung katalis asam asetat sebesar 2 - 6% dengan variabel waktu selama 1 - 3 jam dan temperatur hidrolisis 110 - 120°C menggunakan metode *steam stripping*. Metode konvensional dilakukan dalam dua tahap yaitu pemasakan dan pemisahan dalam waktu tinggal tertentu, sehingga dapat menyebabkan degradasi furfural. Selain itu, energi yang digunakan sangat besar karena ada energi yang terbuang saat pendinginan produk. Maka peneliti mengembangkan proses hidrolisis hemiselulosa menjadi furfural sekaligus juga proses pemisahan yang dilakukan secara serempak dalam satu tahap yaitu dengan menggunakan metode distilasi *steam stripping*. Penelitian ini ditujukan untuk melihat apakah metode *steam stripping* dengan menggunakan katalis asam asetat efektif untuk digunakan dalam memproduksi furfural. Dalam studi ini juga dipelajari pengaruh waktu hidrolisis, konsentrasi katalis, dan temperatur terhadap konsentrasi furfural. Hasil uji menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh untuk perolehan furfural adalah konsentrasi katalis dan temperatur. Hasil penelitian menunjukkan optimum dengan perolehan konsentrasi furfural tertinggi (6,038 mg/ml) di peroleh pada waktu 3 jam, temperatur 120°C, dan konsentrasi katalis 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini efektif untuk digunakan dalam produksi furfural.

Kata Kunci: ampas tebu, asam asetat, furfural, hidrolisis, *steam stripping*

### Abstract

The hydrolysis of sugarcane bagasse with acetic acid catalyst to produce furfural by one stage process was conducted. About 50 grams of sugarcane bagasse was hydrolyzed with 500 ml of acetic acid solution with concentration varied 2 - 6% at temperature (110 - 120°C) and reaction time (1 - 3hr) using *steam stripping* method. This research aims to observe whether the steam stripping process using acetic acid catalyst more efficient than the two stage process (conventional); to evaluate the effect of parameter conditions in producing the furfural. The results based on evaluation Response Surface Methodology used to find the optimum condition of hydrolysis process and to obtain the most significant parameter for the production of furfural. Based on the result, the best condition of furfural production was obtained in 3 hours, 120°C, and 6% of catalyst concentration, with concentration of furfural was 6.038 mg/ml and the most influential variable for the acquisition of furfural was time and temperature. The result of this research reveals that steam stripping process was more effective in production of furfural than two stage process.

Keywords: acetic acid, furfural, hydrolysis, *steam stripping*, sugarcane bagasse

### 1. Pendahuluan

Furfural merupakan senyawa aldehid yang mempunyai struktur furan dengan rumus  $C_5H_4O_2$  dan dapat diproduksi dari bahan sisa makanan atau limbah pertanian. Furfural memiliki aplikasi cukup luas dalam beberapa industri dan dapat disintesis menjadi turunan-turunannya seperti furfural alkohol,

furan, dan lain-lain. Saat ini seluruh kebutuhan furfural dalam negeri diperoleh melalui impor. Impor furfural terbesar diperoleh dari Cina yang saat ini menguasai 72% pasar furfural dunia (Andaka, 2011).

Furfural dihasilkan melalui reaksi hidrolisis pentosan. Hidrolisis merupakan proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air

untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Meskipun hidrolisis pentosan dapat dilakukan secara katalitik dengan berbagai jenis asam, beberapa peneliti menitikberatkan proses hidrolisis dengan menggunakan katalis asam sulfat (Andaka, 2011; Susanto dan Suharto, 2006; Iryani, 2007; Suxia dkk., 2012; dan Rong dkk., 2012). Andaka (2011) telah melakukan penelitian hidrolisis menggunakan asam kuat  $H_2SO_4$ . Penggunaan katalis asam kuat  $H_2SO_4$  tersebut mendapatkan *yield* furfural yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan *yield* furfural mencapai titik maksimum pada suhu  $100^\circ C$  sebesar 5,07% dan *yield* furfural mencapai titik optimum pada waktu reaksi hidrolisis selama 120 menit sebesar 5,67%.

Namun, reaksi hidrolisis dengan menggunakan asam anorganik seperti  $H_2SO_4$  atau HCl akan menyebabkan selulosa terdegradasi menjadi senyawa lain sehingga kemurnian furfural relatif rendah (Uppal dkk., 2011). Degradasi furfural menjadi senyawa lain dapat dihambat dengan menggunakan asam organik. Atas dasar pertimbangan tersebut, penelitian ini menggunakan katalis asam organik. Asam organik lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui, dan relatif tidak korosif dibandingkan asam mineral lainnya (Febriani dan Dewi, 2015). Asam organik berupa asam asetat mempunyai pengaruh cukup besar terhadap laju pembentukan furfural (Iryani dkk., 2014). Sehingga penelitian ini menggunakan asam asetat sebagai katalis.

Lopes dkk. (2014) memproduksi furfural dengan teknik pemasakan pada tekanan dan temperatur tinggi, kemudian dilanjutkan dengan pemisahan secara distilasi (Lopez dkk., 2014). Proses ini dinilai kurang efektif karena produk yang dihasilkan harus didinginkan terlebih dahulu dalam fasa cair dengan waktu tinggal tertentu. Kemudian produk dipisahkan secara distilasi dari campurannya. Hal ini dapat mengakibatkan furfural terdegradasi atau bereaksi dengan senyawa lain sehingga mengurangi perolehan furfural. Selain itu, energi yang digunakan sangat besar dan tidak efisien karena ada energi yang terbuang pada saat pendinginan produk.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dicoba mengembangkan proses hidrolisis hemiselulosa menjadi furfural sekaligus juga proses pemisahan yang dilakukan secara serempak dalam satu tahap yaitu dengan menggunakan metode distilasi *steam stripping*. Penelitian Buijtnen dkk. (2013) menunjukkan bahwa metode *steam stripping*

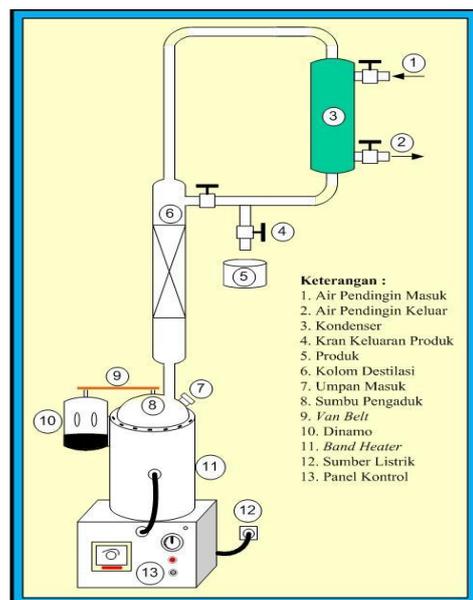
menggunakan asam lebih efektif dibandingkan proses konvensional.

Prinsip pembuatan furfural dengan menggunakan *steam stripping* adalah proses pelucutan furfural dari ampas tebu dengan menggunakan *steam* sebagai media pemanas. Pada proses *steam stripping*, *steam* berfungsi untuk melucuti (*strip*) produk furfural dari campuran hasil reaksi hidrolisis. Akibatnya proses degradasi dapat dicegah dan perolehan furfural akan meningkat (Agirrezabal dkk., 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah metode *steam stripping* dengan menggunakan katalis asam asetat lebih efektif dan efisien dibandingkan proses konvensional dan mempelajari pengaruh waktu hidrolisis, konsentrasi katalis, dan temperatur terhadap perolehan furfural dengan menggunakan katalis asam asetat.

## 2. Metodologi

### 2.1. Alat dan Bahan

Bagas tebu merupakan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen kimia: selulosa 34,8%, lignin 20,2%, dan hemi-selulosa (pentosan) 28,4% (Iryani, 2014). Kandungan pentosan pada ampas tebu cukup tinggi, sehingga memungkinkan ampas tebu untuk diolah menjadi furfural. Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa ampas tebu yang berasal dari PT. Gunung Madu Plantation (GMP), *aquades*, katalis asam asetat (98%, Merck). Alat yang digunakan untuk reaksi hidrolisis adalah alat distilasi *steam stripping*. Rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat *Steam Stripping*

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi katalis asam asetat (2 - 6%), temperatur (110 - 120°C) dan waktu operasi (1 - 3 jam). Pada tahap awal dilakukan *Pretreatment* ampas tebu dengan melakukan pencucian dan pemanasan dalam oven pada temperatur 105°C selama  $\pm 3$  jam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air pada ampas tebu. Selanjutnya ampas tebu digiling menggunakan *hammer mill* dan diayak dengan ayakan berukuran 18 mesh.

## 2.2. Penentuan Kadar Pentosan

Analisis yang digunakan berdasarkan *National Bureau of Standards* (Herbert dan William, 1939). Sebanyak 5 gram ampas tebu (lolos ayakan 18 mesh, kadar air  $\pm 16,4\%$ ) dimasukkan ke dalam labu leher tiga 500 ml, kemudian ditambahkan HCl 3,85 N sebanyak 100 ml dan 20 g NaCl. Hidrolisis dilakukan selama  $\pm 3$  jam dan setiap 10 menit ditambahkan HCl 3,85 N ke dalam labu leher tiga. Hidrolisis dihentikan hingga diperoleh destilat sebanyak 225 ml  $\pm 10$  ml. Destilat ditampung dalam labu erlenmeyer 250 ml kemudian ditambahkan HCl 3,85 N dan dikocok. Indikator seperti bromat bromida, KI 10%, dan amilum ditambahkan dalam larutan, selanjutnya dititrasikan dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Diperoleh bahwa 5 gram bagas tebu mengandung 24,5% pentosan (Rossa dkk., 2015).

## 2.3. Hidrolisis Ampas Tebu menggunakan Steam Stripping

Hidrolisis menggunakan 50 gram ampas tebu dan 500 ml *aquades* dengan asam asetat sebagai katalis dan dimasukkan ke dalam reboiler. Kemudian temperatur (operasi) diatur sampai 110 - 120°C. Selanjutnya distilat dan produk bawah dari proses *steam stripping* diambil setelah waktu 1 - 3 jam dan dianalisis.

## 2.4. Analisis Konsentrasi Furfural

Metode yang digunakan sesuai dengan *standard Bromine Methode* (Herbert dan William, 1939). Analisis dilakukan menggunakan metode volumetri (titrasi). Metode analisis dilakukan dengan cara melarutkan 10 ml sampel menggunakan larutan 12% HCl hingga volume 100 ml pada labu erlenmeyer berpenutup. Kemudian tambahkan 5 ml reagen (KBrO<sub>3</sub> dan KBr) dikocok dan disimpan di tempat gelap selama 1 jam. Setelah itu tambahkan indikator berupa amilum dan KI. Selanjutnya titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,1 N.

Menurut Dunlop (1948), kandungan furfural dalam destilat dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$m = \frac{(b-a) 0,1 \left(\frac{BM_{furfural}}{4}\right) 2,5 fp}{10} \quad (1)$$

Keterangan:

*a* : volume titrasi sampel

*b* : volume titrasi blanko

*fp* : faktor pengenceran

*m* : massa furfural dalam destilat

$$\text{Konsentrasi furfural} = \frac{\text{Massa FUR dalam destilat}}{\text{Volume destilat}} \quad (2)$$

## 2.5. Response Surface Methodology

*Response surface methodology* (RSM) dilakukan untuk mencari variabel yang paling berpengaruh terhadap respon (konsentrasi furfural). Metode ini dilakukan dengan menggunakan *Software Design Expert 7.0.0*. Data variabel temperatur (*x*<sub>1</sub>) dan waktu hidrolisis (*x*<sub>2</sub>), serta konsentrasi katalis asam asetat (*x*<sub>3</sub>) tersebut diolah dengan tujuan untuk mendapatkan persamaan matematis yang menjelaskan tentang hubungan variabel-variabel tersebut terhadap konsentrasi furfural yang diperoleh. Selanjutnya, dilakukan uji *Sum of Square* dan *R-squared* untuk menentukan model yang sesuai dengan kondisinya. Setelah diperoleh kondisi optimum berdasarkan model yang disarankan maka dapat dibuat grafik 3D untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap konsentrasi furfural.

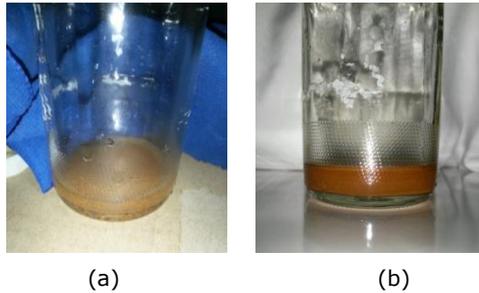
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Hasil Analisis Furfural

Furfural merupakan produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis pentosan dari ampas tebu. Pentosan kemudian terkonversi menjadi furfural. Analisis furfural pada penelitian ini secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan uji warna anilin - asetat. Berdasarkan hasil pengamatan uji warna, dapat dipastikan bahwa destilat yang dihasilkan dari proses *steam stripping* ini mengandung furfural. Hal ini ditunjukkan dari perubahan warna destilat yang dihasilkan pada uji tersebut sama dengan warna uji furfural secara teoritis yaitu furfural yang semula berwarna kuning kecokelatan setelah penambahan anilin-asetat menjadi berwarna merah tua.

Warna merah tua disebabkan oleh reaksi kondensasi antara furfural dengan anilin membentuk senyawa dianil hidroksi glutamat dialdehid. Senyawa inilah yang

membentuk warna merah dalam reaksi tersebut (Hidajati, 2006). Berdasarkan hasil analisis kuantitatif diperoleh konsentrasi furfural dalam distilat maupun produk bawah pada masing-masing variabel yang telah divariasikan. Konsentrasi furfural tertinggi diperoleh untuk masing-masing konsentrasi katalis asam asetat 2%; 4%; dan 6%, secara berturut-turut adalah 5,345 mg/ml; 5,525 mg/ml; dan 5,945 mg/ml.



**Gambar 2.** Analisis dengan Uji Warna Anilin-Asetat (a) sebelum ditetesi; (b) sesudah ditetesi anilin asetat

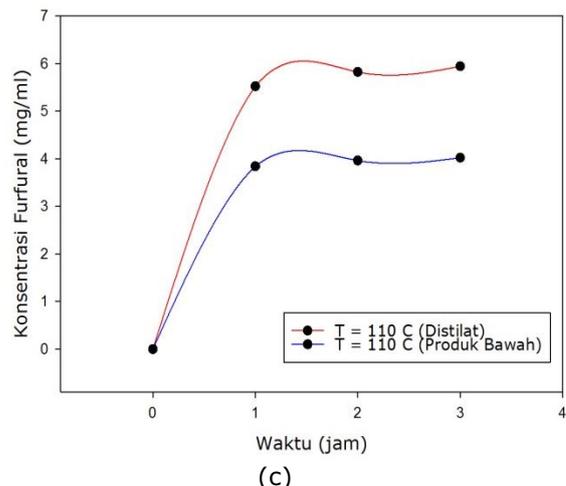
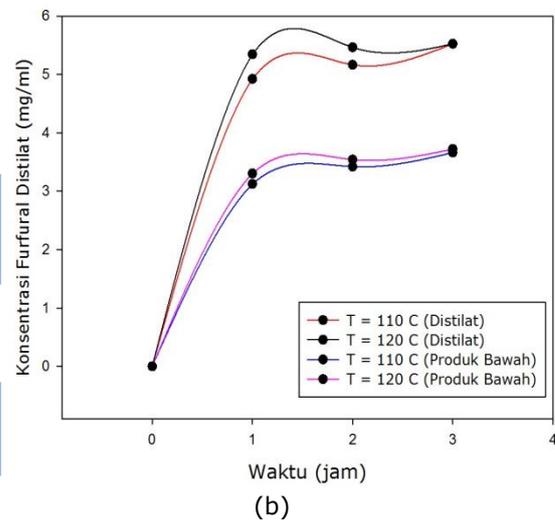
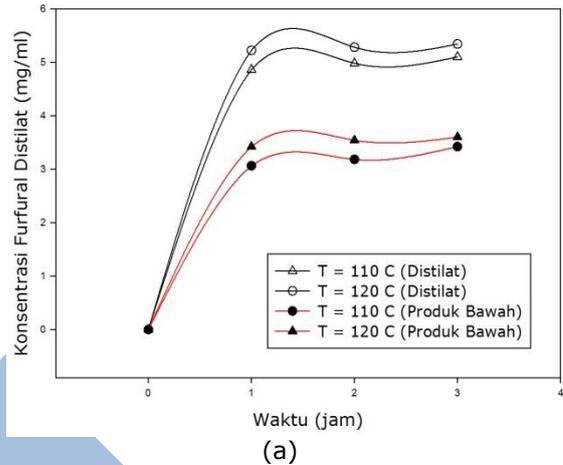
### 3.2. Neraca Massa

Berdasarkan perhitungan stoikiometri, jumlah furfural yang terkandung dalam 50 gram ampas tebu yaitu sebesar 8942,5 mg. Sedangkan pada penelitian ini jumlah maksimum total furfural yang diperoleh baik dalam destilat maupun dalam produk bawah yakni sebesar 4977,15 mg. Hal ini berarti bahwa sebanyak 55,7% furfural yang terambil dari 50 gram ampas tebu tersebut dan masih ada sekitar 44,3% furfural yang belum terkonversi. Meskipun demikian, metode ini cukup efektif untuk digunakan karena dari data tersebut cukup banyak furfural yang terkonversi dengan konsentrasi furfural yang cukup besar. Konsentrasi furfural dalam distilat jauh lebih besar dibandingkan dalam produk bawah menandakan bahwa pemurnian yang dilakukan secara langsung berjalan cukup baik.

### 3.3. Pengaruh Waktu dan Temperatur Hidrolisis terhadap Perolehan Furfural

Pengaruh waktu dan temperatur hidrolisis terhadap perolehan furfural dapat dilihat dari Gambar 3. Pada gambar diperoleh hubungan antara waktu dan temperatur hidrolisis berbanding lurus dengan konsentrasi furfural yang diperoleh. Distilat meningkat seiring kenaikan suhu operasi distilasi. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan temperatur dan waktu hidrolisis maka akan meningkatkan konsentrasi furfural. Waktu hidrolisis berpengaruh terhadap perolehan konsentrasi furfural karena bertambahnya

waktu hidrolisis mengakibatkan lebih lamanya kontak antara pentosan dengan asam sehingga lebih banyaknya pentosan yang terkonversi menjadi furfural.



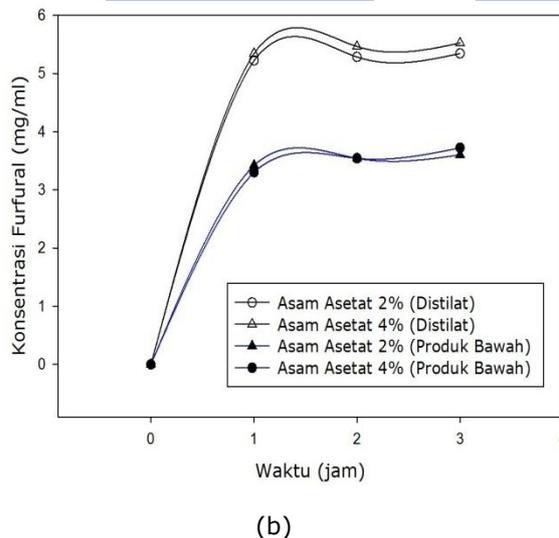
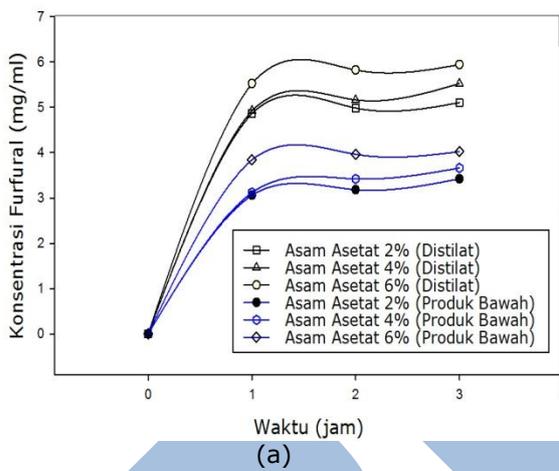
**Gambar 3.** Pengaruh waktu operasi terhadap konsentrasi furfural pada berbagai kondisi temperatur. Konsentrasi katalis (a) 2%; (b) 4%; (c) 6%.

Dari hasil furfural yang didapatkan dengan metode yang digunakan pada penelitian ini,

dapat diamati bahwa konsentrasi katalis memiliki pengaruh yang tidak terlalu besar. Meskipun konsentrasi furfural mengalami kenaikan tetapi kenaikannya tidak terlalu signifikan.

### 3.4. Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat terhadap Perolehan Furfural

Percobaan untuk pengaruh konsentrasi katalis asam asetat terhadap konsentrasi furfural dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi katalis asam asetat yaitu pada konsentrasi 2%; 4%; dan 6%. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi katalis asam asetat terhadap konsentrasi furfural maka dapat dilihat dari Gambar 4.



**Gambar 4.** Hubungan Konsentrasi Katalis terhadap Konsentrasi furfural pada temperatur (a) 110°C; (b) 120°C

Pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa variasi konsentrasi katalis pada temperatur 110°C cukup berpengaruh terhadap perolehan furfural. Semakin besar konsentrasi katalis yang digunakan, semakin besar pula konsentrasi furfural yang diperoleh baik

dalam destilat maupun produk bawah. Pada gambar tersebut perolehan maksimum konsentrasi furfural yaitu sebesar 5,945 mg/ml (destilat) dan 4,024 mg/ml (produk bawah) diperoleh pada saat konsentrasi asam asetat yang digunakan yakni 6%.

Kenaikan konsentrasi asam asetat mengakibatkan konsentrasi furfural meningkat, karena asam asetat berfungsi sebagai katalis yang akan meningkatkan jumlah pereaksi yang teraktifkan sehingga akan mempercepat laju reaksi.

### 3.5. Respon Variabel menggunakan RSM (Response Surface Methodology)

Uji dengan metode RSM dilakukan untuk mengetahui kondisi paling efisien produksi furfural dilihat dari konsentrasi furfural dalam destilat dan produk bawah terhadap variabel temperatur ( $x_1$ ) dan waktu hidrolisis ( $x_2$ ), serta konsentrasi katalis asam asetat ( $x_3$ ) menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) pada *Software Design Expert 7.0.0*. RSM membuat hubungan antara variabel dan responnya secara lebih profesional dibanding desain sebelumnya (Ngawong dan Prasertsan, 2011).

Data penelitian yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan *software Design Expert 7.0.0*. Data-data tersebut diolah dengan tujuan untuk mendapatkan persamaan matematis yang menjelaskan tentang hubungan variabel-variabel tersebut terhadap konsentrasi furfural yang diperoleh. Apabila persamaan matematis ini sesuai dan memenuhi syarat secara statistik maka dapat dijadikan model untuk memprediksi respon (konsentrasi furfural) dari kondisi yang diinginkan.

Pengujian perlu dilakukan untuk menentukan suatu model, agar model yang dipilih sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Model dinyatakan cocok apabila probabilitas nilai  $p > F$  adalah lebih kecil daripada 0,05 nilai *R-squared* mendekati 1. Hasil pengujian model untuk respon konsentrasi furfural ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2, dimana dapat dilihat bahwa *Software Design Expert 7.0.0* menyarankan untuk menggunakan model "*Linear vs Mean*". Berdasarkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan, dipilih model *Linear* sebagai model permukaan respon konsentrasi furfural terhadap temperatur dan waktu hidrolisis, serta konsentrasi katalis asam asetat. Model yang dihasilkan adalah bentuk persamaan matematis (Pers. 3).

$$Y_1 = 1,90447 + 0,021931X_1 + 0,1561X_2 + 0,1722X_3 \quad (3)$$

Keterangan:

$Y_1$  = Konsentrasi Furfural (mg/ml)

$X_1$  = Temperatur Hidrolisa ( $^{\circ}\text{C}$ )

$X_2$  = Waktu Hidrolisa (jam)

$X_3$  = Konsentrasi Katalis Asam Asetat (%)

Model yang dihasilkan cukup akurat untuk menggambarkan kondisi yang sebenarnya dari proses yang terjadi, seperti yang terlihat pada Gambar 5. Gambar 5 memperlihatkan bahwa respon konsentrasi furfural tertinggi dari model yang diperoleh berada pada temperatur dan waktu hidrolisis  $120^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam pada konsentrasi katalis asam asetat sebesar 6% yaitu 6,038 mg/ml. Sedangkan variabel yang paling ber-

pengaruh untuk perolehan furfural adalah waktu dan temperatur.

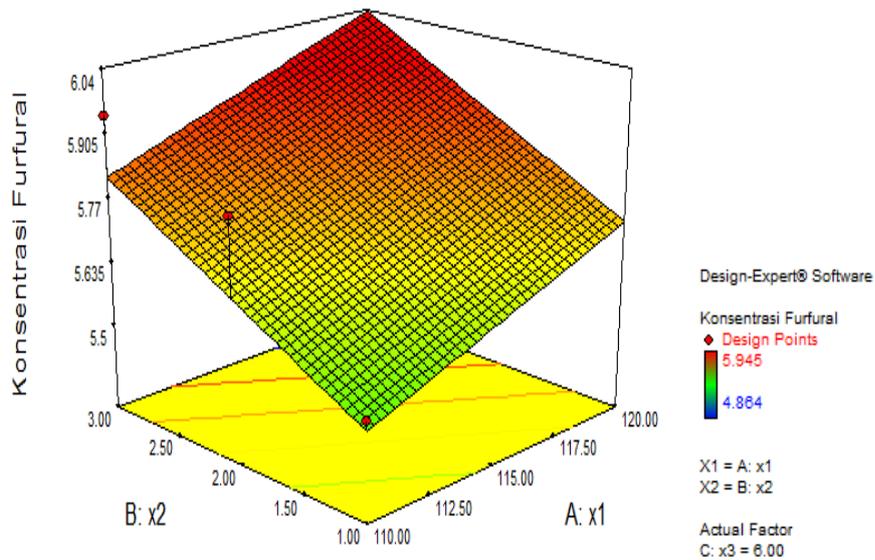
Grafik diperoleh dari plot data hasil respon metode RSM (Tabel 3). Konsentrasi furfural cenderung meningkat pada saat temperatur dan waktu hidrolisa yang tinggi, demikian pula sebaliknya. Hal ini karena pergerakan molekul menjadi lebih cepat dengan bertambahnya suhu reaksi. Semakin lama waktu reaksi maka hasil yang diperoleh akan bertambah besar karena pentosan yang berkontak dengan asam lebih lama dalam proses *steam stripping* ini.

**Tabel 1.** Uji *Sum of Squared* untuk Respon Konsentrasi Furfural

Source	Sum of Squared	df	Mean Square	F Value	p-Value Prob>F	
Mean vs Total	427,21	1	427,21			
Linear vs Mean	1,14	3	0,38	20,20	<0,0001	Suggested
2FI vs Linear	0,12	3	0,039	3,42	0,0728	
Quadratic vs 2FI	0,058	2	0,029	5,36	0,0461	Aliased
Cubic vs Quadratic	0,028	4	0,00691	2,81	0,2793	Aliased
Residual	0,0049	2	0,00246			
Total	738,20	15	28,57			

**Tabel 2.** Uji *R-Squared* untuk Respon Konsentrasi Furfural

Source	Std Dev.	R-Squared	Adjusted R-Square	Predicted R-Square	PRESS	
Linear	0,076	0,8797	0,8715	0,8516	0,31	Suggested



**Gambar 5.** Grafik respon konsentrasi furfural terhadap temperatur dan waktu hidrolisis serta konsentrasi katalis asam asetat (plot 3D)

**Tabel 3.** Hasil Respon Metode RSM

No	X1	X2	X3	Konsentrasi Furfural(mg/ml)	No	X1	X2	X3	Konsentrasi Furfural(mg/ml)
1	120,00	3,00	6,00	6,038	12	118,52	3,00	6,00	6,005
2	119,84	3,00	6,00	6,034	13	118,16	3,00	6,00	5,997
3	119,72	3,00	6,00	6,032	14	117,88	3,00	6,00	5,991
4	119,61	3,00	6,00	6,029	15	118,23	3,00	5,96	5,991
5	120,00	3,00	5,99	6,035	16	116,52	3,00	6,00	5,961
6	119,48	3,00	6,00	6,026	17	116,43	3,00	6,00	5,959
7	119,13	3,00	6,00	6,019	18	116,26	3,00	6,00	5,956
8	120,00	2,97	6,00	6,033	19	116,16	3,00	6,00	5,953
9	119,07	3,00	6,00	6,017	20	115,63	3,00	6,00	5,942
10	119,02	3,00	6,00	6,016	21	115,17	3,00	6,00	5,932
11	118,94	3,00	6,00	6,015	22	120,00	2,14	6,00	5,903

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dengan Hasil Penelitian ini

No.	Penelitian	Kondisi Operasi			Metode	Perolehan Furfural
		Suhu Hidrolisis	Waktu Hidrolisis	Katalis		
1	Febrian (2015)	160 °C	1 Jam	Asam Asetat 2%	Hidrolisis	7,75 mg/ml
2	Rossa (2015)	103°C	2 jam	Asam Asetat 9%	Hidrolisis	4,10 mg/ml
3	Hasil Penelitian ini	120°C	3 Jam	Asam Asetat 6%	Steam Stripping	5,95 mg/ml

### 3.6. Perbandingan Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, hasil maksimum perolehan furfural tertinggi adalah pada temperatur 110°C dan waktu hidrolisis 3 jam dengan konsentrasi katalis asam asetat sebesar 6%, yaitu sebesar 59,452 mg dalam 10 ml destilat dan konsentrasi furfural dalam produk bawah sebesar 4,024 mg/ml. Destilat yang diperoleh dalam proses *steam stripping* adalah sebanyak 58 ml dengan bahan baku berupa ampas tebu sebanyak 50 gram. Jika dianggap bahwa setiap 5 gram bagas tebu kering mengandung 24,5% pentosan maka terdapat 1,225 mg pentosan dalam bahan baku (Febriani dan Dewi, 2015). Sehingga, untuk bahan baku yang digunakan sebagai sampel sebanyak 50 gram mengandung sebanyak 12,250 mg pentosan. Perbandingan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan temperatur yang relatif lebih kecil dibandingkan penelitian terdahulu diperoleh hasil furfural yang cukup besar (Tabel 4). Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *steam stripping* ini baik untuk digunakan dalam memproduksi furfural. Selain itu, proses *steam stripping* lebih efektif karena proses pemisahan langsung terjadi dalam

satu tahap, sehingga kemungkinan furfural untuk terdegradasi atau bereaksi dengan senyawa lain sangat kecil.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode *steam stripping* cukup baik untuk digunakan karena hasil perolehan furfural dengan metode ini cukup besar. Kondisi optimum yang diperoleh yaitu pada waktu 3 jam, temperatur hidrolisis 120°C, dan konsentrasi katalis 6%, dengan konsentrasi furfural 6,038 mg/ml dan variabel yang paling berpengaruh untuk perolehan furfural adalah waktu dan temperatur.

### Daftar Pustaka

- Agirrezabal, I. Telleria I., Gandarias, P. L. Arias (2013) Production of furfural from pentosan-rich biomass: Analysis of process parameters during simultaneous furfural stripping, *Bioresource Technology* 143, 258 – 264.
- Andaka, G. (2011) Hidrolisis ampas tebu menjadi furfural dengan katalisator asam sulfat, *Jurnal Teknologi*, 4(2), 180 – 188.

- Buijtnen, V. J., Jean, P. L., Leticia, E. A., Wouter, S., Rob, F.P., Rene, J.H. (2013) Furfural production by acidic steam stripping of lignocellulose, *Chemuschem*, 6, 2132 – 2136.
- Dunlop, A. P. (1948) Furfural formation and behavior, *Industrial Engineering Chemistry*, 40, 204 – 209.
- Febriani, S., Dewi, A. I. (2015) Optimasi produksi furfural dari hidrolisis bagas tebu dengan katalis asam asetat, *Seminar Nasional Sains & Teknologi VI, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, Universitas Lampung, Lampung.
- Herbert, F. L., William, K. W. (1939) Determination of pentosans in pulps and papers, *Journal of Research of The National Bureau of Standards*, 22, 471 – 484.
- Hidajati, N. (2006) Pengolahan tongkol jagung sebagai bahan pembuatan furfural, *Jurnal Ilmu Dasar*, 8, 48.
- Iryani, D.A. (2007) Penentuan kondisi optimum reaksi hidrolisis bagasse (ampas tebu) menjadi furfural, *Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* Universitas Lampung, Lampung.
- Iryani, D. A., Kumagai, S., Nonaka, M., Sasaki, K., Hirajima, T. (2014) The hot compressed water treatment of solid waste material from the sugar industry for valuable chemical production, *International Journal of Green Energy*, 11(6), 577 – 588.
- Lopez, F., García, M. T., Feria, M. J., García, J.C., de Diego, C.M., Zamudio, M.A.M., Díaz, M. J. (2014) Optimization of furfural production by acid hydrolysis of eucalyptus globulus in two stages, *Chemical Engineering Journal*, 240, 195 – 201.
- Ngawong, W. R., Prasertsan, P. (2011) Optimization of furfural production from hemicellulose extracted from delignified palm pressed fiber using a two-stage process, *Carbohydrate Research Elsevier*, 346, 103 – 110.
- Rong, C., Xuefeng, D., Yanchao, Z., Ying, L, Lili, W., Yuning, Q., Xiaoyu, M., Zichen, W. (2012) Production of furfural from xylose at atmospheric pressure by dilute sulfuric acid and inorganic salts, *Carbohydrate Research*, 350, 77 – 80.
- Rossa, N.T., Dewi, A. I., Suropto, D.Y. (2015) Sintesis furfural dari bagas tebu via reaksi hidrolisa dengan menggunakan katalis asam asetat pada kondisi atmosferik, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 10(4), 157 – 164.
- Susanto, H., Suharto (2006) Pengaruh konsentrasi katalis terhadap perolehan furfural pada hidrolisis tongkol jagung, *Seminar Nasional IPTEK Solusi Kemandirian Bangsa*, Yogyakarta.
- Suxia, R., Xu, H., Zhu, J., Li S., He, X., Lei, T. (2012) Furfural production from rice husk using sulfuric acid and a solid acid catalyst through a two-stage, *Process Carbohydrate Research*, 359, 1 – 6.
- Uppal, S. K., Kaur, Ramandeep (2011) Hemicellulosic furfural production from sugarcane bagasse using different acids, *Sugar Tech*, 13(2), 166 – 169.