

# HIDROLISIS PENTOSAN MENJADI FURFURAL DENGAN KATALISATOR ASAM SULFAT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BAHAN BAKAR MESIN DIESEL

Moch. Setyadji

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan

## ABSTRAK

*HIDROLISIS PENTOSAN MENJADI FURFURAL DENGAN KATALISATOR ASAM SULFAT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS BAHAN BAKAR MESIN DIESEL. Telah dilakukan penelitian pembuatan furfural dari kulit kacang tanah menggunakan katalisator asam sulfat. Furfural adalah pelarut organik yang banyak digunakan di dalam industri, khususnya industri minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar asam sulfat dan perbandingan pereaksi terhadap furfural yang dihasilkan serta kinetika reaksinya. Penelitian dilakukan di dalam reaktor batch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum proses dicapai pada parameter asam sulfat 7% dan perbandingan pereaksi 12,5. Pada kondisi optimum tersebut di atas diperoleh furfural 5,97%. Hubungan antara prosentase hasil furfural (Y) dengan konsentrasi asam sulfat (X) adalah  $Y = 0,893 X^{1,7023} \cdot e^{-0,2554X}$  dengan ralat rata-rata 5,880 %. Sedangkan hubungan antara prosentase hasil furfural (Y) dengan perbandingan pereaksi (X) adalah  $Y = -53,0411 + 9,4137 X - 0,3780 X^2$  dengan ralat rata-rata 5,154 %. Hubungan antara konstante kecepatan reaksi (Y) dengan konsentrasi asam sulfat (X) adalah  $Y = 3,1916 \cdot 10^{-3} + 8,2432 \cdot 10^{-3} X - 5,2324 \cdot 10^{-4} X^2$  dengan ralat rata-rata 8,024 %.*

*Kata kunci : Pentosan, furfural, asam sulfat, bahan bakar diesel*

## ABSTRACT

*HYDROLYSIS OF PENTOSAN FOR FURFURAL PREPARING USING SULFURIC ACID CATALYST TO IMPROVE DIESEL ENGINE FUEL QUALITY. The investigation on furfural preparation from peanut shell using sulfuric acid catalyst has been done. Furfural is an organic solvent used in industry especially petroleum industry. The purpose of this investigation is to know the effects of sulfuric acid concentration and solvent feed ratio towards furfural resulted and the reaction kinetics. The experiment was performed in the batch reactor. The result of this investigation showed that the process optimum condition was reached at sulfuric acid concentration of 7% and the solvent feed ratio of 12,5. The result at the optimum condition above was 5,97% of furfural. The relation between percentage of furfural resulted (Y) and sulfuric acid concentration (X) is  $Y = 0,893 X^{1,7023} \cdot e^{-0,2554X}$  with average deviation of 5,880 %. The relation between percentage of furfural resulted (Y) and solvent feed ratio (X) is  $Y = -53,0411 + 9,4137 X - 0,3780 X^2$  with average deviation 5,154 %. The relation between reaction rate constant (Y) and sulfuric acid concentration (X) is  $Y = 3,1916 \cdot 10^{-3} + 8,2432 \cdot 10^{-3} X - 5,2324 \cdot 10^{-4} X^2$  with average deviation 8,024 %.*

*Key words : Pentosan, furfural, sulfuric acid, diesel fuel*

## PENDAHULUAN

Furfural adalah pelarut selektif terhadap minyak bumi yang dapat berfungsi untuk mengambil senyawa-senyawa aromatis, olefin dan sulfur, meningkatkan stabilitas serta untuk menghasilkan bahan bakar dengan kualitas tinggi.<sup>(1)</sup> Untuk mendapatkan bahan bakar diesel (bahan bakar mesin diesel) yang mempunyai angka cetan tinggi, dilakukan dengan cara menghilangkan (mengurangi) senyawa aromatik, olefin dan belerang. Salah satu cara penghilangan senyawa-senyawa tersebut dengan cara ekstraksi pelarut menggunakan furfural<sup>(1,2)</sup>. Bahan bakar mesin diesel yang ada di pasaran umumnya memiliki angka cetan yang rendah (mendekati batas minimal,

bahkan lebih rendah dari angka cetan standar yang dipersyaratkan oleh ASTM). Untuk mendapatkan furfural dapat dilakukan dengan cara hidrolisis pentosan. Senyawa pentosan banyak terdapat di dalam bahan-bahan sisa hasil pertanian seperti kulit kacang tanah.

Sebagai mana diketahui bahwa kacang merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Kacang tanah merupakan salah satu bahan makanan yang banyak mengandung lemak, dan sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tubuh. Pada dasarnya tanaman kacang tanah itu yang diambil hanya bijinya saja. Sedangkan kulit kacangnya merupakan "limbah", dan kebanyakan hanya digunakan sebagai bahan bakar. Oleh karena

kulit kacang tanah mengandung pentosan<sup>(3)</sup>, maka dengan cara hidrolisis, kulit kacang dapat dijadikan furfural, dimana furfural ini merupakan zat yang cukup banyak kegunaannya dan harganya pun cukup mahal.

Adapun kegunaan furfural dalam industri adalah :<sup>(3,4)</sup>

1. Sebagai pelarut yang selektif terhadap senyawa tidak jenuh dalam minyak bumi.
2. Merupakan pelarut yang baik bagi bahan-bahan pelapis cat, zat warna nitro selulosa dan selulosa acetat.
3. Untuk menghilangkan warna dalam industri damar
4. Sebagai bahan baku pembuatan hexa metilin diamin dan asam adipat yang diperlukan dalam pembuatan nilon.

Dari kegunaan furfural di atas, maka apabila pembuatan ini dapat dilakukan secara komersial, sangat menguntungkan mengingat bahan bakunya cukup banyak dan merupakan "limbah". Dengan

demikian penelitian ini memberikan kontribusi dan angin segar bagi perkembangan industri perminyakan dan penyiapan bahan bakar mesin diesel di Indonesia.

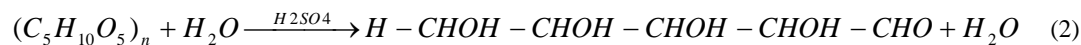
Secara umum hidrolisis dapat diartikan suatu proses peruraian atau pemecahan senyawa dengan menggunakan air.

Reaksinya sebagai berikut :

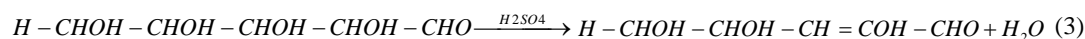


Hidrolisis pentosan menjadi furfural ini sangat dipengaruhi oleh katalisator, baik jenis maupun konsentrasinya. Katalisator yang sering dipergunakan adalah senyawa yang bersifat asam, seperti asam sulfat atau asam klorida<sup>(5)</sup>. Pada penelitian ini dipakai asam sulfat dengan kadar tertentu. Pada hidrolisis pentosan dengan katalisator asam sulfat, mula-mula terbentuk pentose, disusul hasil antara berupa xylose dan kemudian terbentuk furfural.

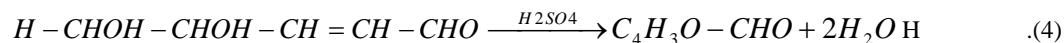
Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :<sup>(3)</sup>



(pentosan)                      (pentose)



(pentose)                      (xylose)



(xylose)                      (furfural)

Furfural merupakan bahan yang mudah terurai dalam larutan asam sulfat atau asam klorida. Oleh karena itu penggunaan asam sulfat harus dibatasi<sup>(5)</sup>. Furfural yang diperoleh mempunyai warna jernih, tetapi akan berubah menjadi gelap apabila berhubungan dengan udara (teroksidasi),<sup>(3)</sup> Furfural mempunyai berat molekul 96,08.

Sifat-sifat lain dari furfural adalah :<sup>(3)</sup>

- Titik didih	161,7 <sup>0</sup> C
- Density	1,161
- Viscosity (25 <sup>0</sup> C)	1,49 cp
- Titik lebur	-36,5 <sup>0</sup> C
- Titik nyala	56,8 <sup>0</sup> C
- Panas penguapan (160,6 <sup>0</sup> C)	9,22 kcal / grol
- Panas pembakaran	560,3 kcal / grol

Faktor-faktor yang mempengaruhi jalannya reaksi pembuatan furfural adalah :

#### 1. Pengaruh suhu

Bila suhu reaksi dinaikkan maka reaksi berjalan lebih cepat. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$k = Ae^{-E/RT} \quad (5)$$

Makin besar suhu, maka harga A makin besar, sehingga kecepatan reaksinya juga makin besar. Karena kecepatan reaksi berbanding langsung dengan konstante kecepatan reaksi (k).

Mengingat reaksinya endothermis, maka disini berlaku pula azas Le Chatelier, yaitu apabila suhu reaksi dinaikkan maka reaksi bergeser ke arah yang membutuhkan panas, disini akan bergeser ke arah kanan, sehingga hasil furfuralnya bertambah banyak. Untuk menaikkan suhu di atas 100<sup>0</sup>C dapat dilakukan dengan menaikkan tekanan

atau dengan jalan menambah garam dapur ke dalam larutan.

## 2. Pengaruh waktu reaksi.

Makin lama waktu reaksi, hasil furfural akan makin bertambah, ini disebabkan karena adanya kontak antara zat-zat yang bereaksi dapat lebih lama. Akan tetapi pertambahan hasil ini tidak selamanya terjadi. Pada suatu saat akan diperoleh hasil yang maksimum dan setelah hasil maksimum tercapai, makin lama hasil furfural semakin berkurang, karena pada waktu yang lebih lama ada kemungkinan pecahnya furfural menjadi "furan", yang disebabkan rusaknya furfural akibat pemanasan yang terus menerus<sup>(5)</sup>.

## 3. Pengaruh Konsentrasi katalisator

Pada umumnya katalisator berfungsi untuk mempercepat reaksi. Disini katalisator yang sering digunakan adalah asam sulfat atau asam klorida, dengan kadar 5 – 10%<sup>(4)</sup>. Katalisator ini berpengaruh pada harga konstante kecepatan reaksi. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius (persamaan 5). Makin besar konsentrasi katalisator, harga E (tenaga aktivasi) semakin kecil, sehingga harga K makin besar. Dalam hal ini kecepatan reaksi pun juga makin bertambah besar.

## 4. Pengaruh perbandingan pereaksi

Pengaruh pereaksi, dapat dilihat pada persamaan reaksi.



$$r = \frac{-dC_A}{dt} = k \cdot C_A^n$$

$$r = k \cdot C_{A_0}^n (1 - x)^n \quad (7)$$

$$\text{Dimana } x = \frac{C_{A_0} - C_A}{C_{A_0}}$$

Keterangan : x = konversi

$C_{A_0}$  = konsentrasi awal

$C_A$  = konsentrasi setelah reaksi

Dari persamaan reaksi di atas (persamaan 7), terlihat bahwa makin besar konsentrasi awal, hasil reaksi akan makin besar.

## 5. Pengaruh ukuran butir

Ukuran butir juga banyak berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Makin kecil ukuran butir; akan memberikan hasil yang lebih baik; karena luas bidang persentuhan antara zat-zat yang

bereaksi (kontak antara molekul) makin baik; sehingga tumbukan antara molekul yang bereaksi juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius (persamaan 5).

## 6. Pengaruh pengadukan

Karena reaksinya antara fase padat dan fase cair, maka pengadukan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Dengan adanya pengadukan, maka luas bidang persentuhan zat-zat yang bereaksi makin besar, sehingga harga A semakin besar. Dari persamaan 5, terlihat bahwa harga k berbanding lurus dengan A, sedangkan harga r berbanding lurus dengan harga k, jadi kecepatan reaksinya semakin besar.

## 7. Pengaruh tekanan

Ada hubungan antara tekanan operasi dan temperatur. Suhu reaksi berbanding lurus dengan tekanan. Makin tinggi tekanan operasi; suhu reaksi makin tinggi pula. Dari persamaan 5, terlihat bahwa jika tekanan diperbesar, suhu reaksi makin besar.

Akibatnya harga k makin besar. Sehingga kecepatan reaksinya juga semakin besar.

## HIPOTESIS

Dari uraian diatas, serta dengan mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi hidrolisis pentosan dalam kulit kacang tanah menjadi furfural, maka dapat diperkirakan bahwa :

1. Besarnya hasil furfural sangat dipengaruhi oleh konsentrasi asam sulfat. Prosentase hasil furfural akan bertambah dengan kenaikan kadar/ konsentrasi asam sulfat, tetapi setelah mencapai konsentrasi optimum, maka prosentase hasil furfural akan menurun.
2. Besarnya hasil furfural juga dipengaruhi oleh perbandingan pereaksi. Makin besar perbandingan pereaksi, hasil furfural makin besar, sampai pada keadaan optimum. Setelah keadaan optimum dicapai, maka hasil furfural semakin menurun.

## TATA KERJA

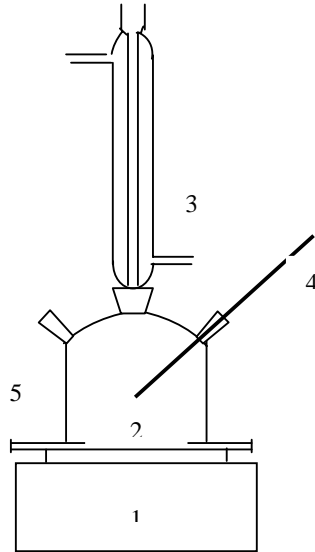
### Bahan

Sebagai bahan baku pembuatan furfural adalah kulit kacang. Kulit kacang diperoleh dari pasar Demangan. Sebelum kulit kacang dihidrolisis, dikeringkan lebih dulu, kemudian ditumbuk menjadi serbuk kecil-kecil dengan ukuran tertentu dan untuk setiap kali proses diambil serbuk yang sama ukurannya. Serbuk kulit kacang ini sebagian dianalisis kadar air, kadar abu dan kadar pentosannya. Katalisator yang digunakan

adalah asam sulfat dengan kadar 3%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%. Sebagai bahan pembantu yang diperlukan adalah larutan  $I_2$  0,1 N, Na bisulfat 0,1 N, Na tiosulfat 0,1 N, kanji, KI 0,1 N, kalium bikromat 0,1 N, Na borax, HCl pekat dan aquadest.

#### Alat

Susunan peralatan utama yang digunakan dalam penelitian seperti pada Gambar 1.



Keterangan Gambar:

1. Pemanas dan pengaduk
2. Pengaduk magnetik.
3. Pendingin balik.
4. Termometer.
5. Reaktor batch

**Gambar 1.** Rangkaian alat yang digunakan

**Tabel 1.** Hubungan antara konsentrasi  $H_2SO_4$  dengan % furfural pada hidrolisis kulit kacang tanah berat 20 gram, volume asam sulfat 250 mL, waktu reaksi 2 jam dan suhu reaksi  $102^\circ C$ .

No.	$H_2SO_4$ (%)	%Furfural (Ydat a)	%Furfural (Ypersamaan)	Furfural (gram)	Furfural (grol)
1	3	2,693	2,693	0,538	0,00564

#### Pelaksanaan Penelitian

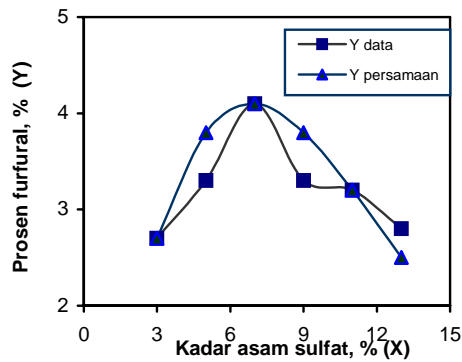
Setelah semua peralatan pokok dirangkai seperti pada Gambar 1 di atas, asam sulfat dengan kadar 7% dan volume 250 mL dimasukkan ke dalam reaktor batch 500 mL kemudian ditutup rapat. Pemanas listrik dijalankan, demikian pula pengaduk magnetik dan aliran air pendingin dijalankan. Suhu reaksi diamati. Pada saat asam sulfat dalam labu mendidih secepatnya dimasukkan serbuk kulit kacang seberat 20 gram ke dalam reaktor *batch* yang berisi asam sulfat tersebut. Setelah reaksi berlangsung dua jam, pemanas listrik dan pengaduk magnetik dimatikan. Kemudian dianalisis hasil furfuralnya. Demikian seterusnya, setiap kali percobaan dengan menggunakan kadar asam sulfat yang berbeda-beda. Dari sini akan diperoleh kadar asam sulfat yang optimum. Untuk menentukan perbandingan reaksi optimum, caranya seperti pada cara diatas, dengan menggunakan kadar optimum. Disini yang berbeda perbandingan pereaksinya. Untuk setiap kali percobaan perbandingan pereaksi yang digunakan adalah 10,0 ; 11,25 ; 12,5 ; 13,75 ; dan 15,0. Setelah dianalisis hasil furfuralnya, maka akan diperoleh perbandingan pereaksi optimum.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi katalisator (asam sulfat) dan perbandingan pereaksi terhadap hasil furfural, konversi dan konstate kecepatan reaksi hidrolisis dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 serta Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

1. Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap % dan berat furfural yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

2	5	3,326	3,856	0,662	0,00692
3	7	4,102	4,102	0,820	0,00857
4	9	3,337	3,776	0,667	0,00695
5	11	3,188	3,188	0,637	0,00666
6	13	2,760	2,542	0,552	0,00575



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara %furfural (Y) dengan kadar asam sulfat (X)

Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap hasil furfural, dapat dilihat pada Tabel 1 atau Gambar 2. disini terlihat bahwa makin besar konsentrasi asam sulfat, furfural yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena dengan memperbesar konsentrasi asam sulfat, maka kecepatan reaksi pembentukan furfural bertambah besar, yaitu sesuai dengan fungsi katalisator sendiri untuk menurunkan harga energi aktivasi (E). Sesuai

dengan persamaan 5, jika harga E berkurang maka konstante kecepatan reaksinya bertambah yang pada akhirnya furfural yang terbentukpun semakin besar. Kenaikan hasil ini akan terus berlangsung sampai pada penggunaan asam sulfat konsentrasi tertentu yaitu 7%. Pada penggunaan asam sulfat dengan konsentrasi lebih besar dari 7%, hasil furfural semakin menurun. Hal ini disebabkan karena pada penggunaan asam sulfat dengan konsentrasi lebih besar dari 7%, furfural yang dihasilkan mulai mengalami peruraian menjadi furan. Dengan demikian penggunaan asam sulfat konsentrasi 7% ditetapkan sebagai konsentrasi optimum.

Hubungan antara prosentase hasil furfural (Y) dengan konsentrasi asam sulfat (X) adalah :

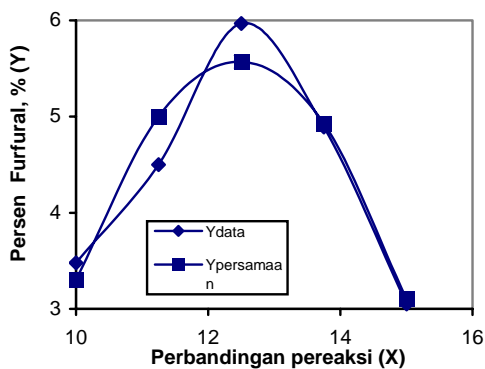
$$Y = 0.893 X^{1.7023} \cdot e^{-0.2554X} \quad (8)$$

dengan ralat rata rata 5,88 %.

2. Pengaruh perbandingan pereaksi terhadap % dan berat furfural yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

**Tabel 2.** Hubungan antara perbandingan pereaksi dengan % furfural pada hidrolisis kulit kacang tanah berat 20 gram, kadar asam sulfat 7%, volume 250 mL, waktu reaksi 2 jam dan suhu reaksi 102 °C.

No	Perbandingan pereaksi	% furfural (data)	% furfural (persamaan)	Furfural (gram)	Furfural (grol)
1	10,00	3,480	3,296	0,696	0,00725
2	11,25	4,499	5,022	0,899	0,00937
3	12,50	5,970	5,568	1,194	0,01244
4	13,75	4,892	4,932	0,978	0,01019
5	15,00	3,049	3,114	0,610	0,00635



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara % furfural (Y) dengan perbandingan pereaksi (X)

Pengaruh perbandingan pereaksi terhadap hasil furfural dapat dilihat pada Tabel 2 atau Gambar 3. Semakin besar perbandingan pereaksi hasil furfural makin banyak. Hal ini disebabkan karena makin besar perbandingan pereaksi, pembongkaran pentosan dalam kulit kacang tanah semakin sempurna. Akan tetapi pertambahan hasil furfural ini tidak seterusnya dicapai untuk setiap kenaikan perbandingan pereaksi. Pada kondisi tertentu hasilnya semakin berkurang, yaitu setelah dicapai titik maksimal. Hal ini disebabkan karena dalam larutan terjadi kelebihan asam. Dimana furfural ini akan mengalami peruraian pada larutan yang bersifat asam (kelebihan asam). Karena itu pemberian asam harus dibatasi. Dalam hal ini perbandingan pereaksi optimum adalah 12,5 dengan kadar asam sulfat 7% dan diperoleh furfural sebanyak 5,97%.

Hubungan antara % furfural (Y) dengan perbandingan pereaksi (X) adalah :

$$Y = -53,0411 + 9,4137 X - 0,3780 X^2 \quad (9)$$

Dengan ralat rata rata 5,154 %.

### 3. Perhitungan kinetika reaksi

Hidrolisis pentosan di dalam kulit kacang menjadi furfural mengikuti reaksi orde 1 dengan persamaan reaksi sebagai berikut :<sup>(6)</sup>



$$r = -\frac{dC_A}{dt} = k.C_A^n \quad (11)$$

Keterangan :

A = pentosan

B = furfural

$C_{A_0}$  = konsentrasi awal

$C_A$  = konsentrasi setelah reaksi

k = konstante kecepatan reaksi

n = order reaksi

r = kecepatan reaksi

t = waktu reaksi

x = Konversi

Penyelesaian persamaan 11 menjadi :

$$\begin{aligned} -\frac{dC_A}{dt} &= kC_A \\ &= kC_{A_0}(1-x) \\ -\frac{dC_{A_0}(1-x)}{dt} &= kC_{A_0}(1-x) \end{aligned}$$

$$C_{A_0} \frac{dx}{dt} = k C_{A_0} (1-x)$$

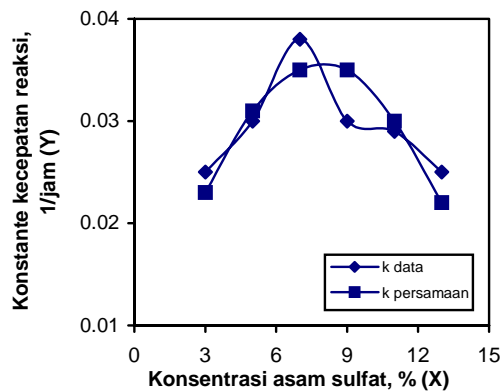
$$\int_0^x \frac{dx}{1-x} = \int_0^t k \cdot dt$$

$$-\ln(1-x) = k(2-0)$$

$$k = -\frac{1}{2} \ln(1-x) \text{ atau } k = \frac{1}{2} \ln \frac{1}{(1-x)} \quad (12)$$

**Tabel 3. Hubungan antara konsentrasi asam sulfat dengan konversi dan konstante kecepatan reaksi pada hidrolisis kulit kacang tanah berat 20 gram, volume asam sulfat 250 mL, waktu reaksi 2 jam dan suhu reaksi 102 derajat Celsius.**

No.	Konsentrasi asam sulfat (%)	Furfural (gram)	Konversi (x)	Konstante kecepatan reaksi (k)	
				k data	k persamaan
1	3	0,539	0,0480	0,0246	0,0232
2	5	0,665	0,0589	0,0304	0,0313
3	7	0,820	0,0726	0,0377	0,0353
4	9	0,667	0,0591	0,0305	0,0349
5	11	0,638	0,0565	0,0291	0,0305
6	13	0,552	0,0489	0,0251	0,0219



**Gambar 4. Grafik hubungan antara konstante kecepatan reaksi (Y) dengan kadar asam sulfat (X)**

Hubungan antara konstante kecepatan reaksi (Y) dengan konsentrasi asam sulfat (X) adalah :

$$Y = 3,1916 \cdot 10^{-3} + 8,2432 \cdot 10^{-3} X - 5,2324 \cdot 10^{-4} X^2 \quad (13)$$

Keterangan :

Y = konstante kecepatan reaksi (k)

X = konsentrasi asam sulfat

Dengan ralat rata-rata 8,024 %

## KESIMPULAN

Dari uraian diatas, maka hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Makin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan, hasil furfural semakin bertambah. Tetapi Setelah kadar  $H_2SO_4$  lebih tinggi dari 7%, hasil furfural semakin menurun. Hal ini disebabkan karena

sebagian furfural mengalami peruraian menjadi furan. Hubungan antara % hasil furfural dengan konsentrasi asam sulfat adalah  $Y = 0.893 X^{1.7023} e^{-0.2554X}$  dengan ralat rata rata 5,88 %.

- Makin tinggi perbandingan pereaksi, hasil furfural juga semakin banyak, karena pembongkaran pentosan dalam kulit kacang semakin baik. Tetapi setelah perbandingan pereaksi diatas 12,5 hasilnya menurun. Hal ini disebabkan karena furfural mudah terurai dalam suasana asam. Karena itu penggunaan asam sulfat harus dibatasi yaitu pada perbandingan 12,5. Hubungan antara % hasil furfural dengan perbandingan pereaksi adalah  $Y = -53,0411 + 9,4137 X - 0,37805 X^2$  dengan ralat rata rata 5,154 %.
- Konstante kecepatan reaksi berbanding lurus dengan konversi, dengan persamaan  $k = 1/2 \ln(1-x)$ . Hubungan antara konstante kecepatan reaksi (Y) dengan konsentrasi asam sulfat (X) adalah  $Y = 3,1916 * 10^{-3} + 8,2432 * 10^{-3} - 5,2324 * 10^{-4} X^2$  dengan ralat rata rata 8,024 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nelson, W.L., Petroleum Refinery Engineering, 4<sup>th</sup> Edition, Mc. Graw Hill Book Company, Inc., New York 1958.
- Setyadji, M & Sunardjo, "Peningkatan Angka Cetan Bahan Bakar Diesel Dengan Cara Ekstraksi Pelarut", Prosiding PPIPDIP, PTAPB BATAN, Yogyakarta 10 Juli 2006
- Kirk & Orthmer, D., Encyclopedia of Chemical Technologie, Vol. 10, p. 237-250. New York, 1934.
- Grogins, Unir Process in Orgabic Synthethis, 5th edition, p. 751-777, Mc. Graw Hill, Kogakusha Co. Ltd., 1927.
- Griffin, R.C., "Technical Methods of Analysis", 2<sup>nd</sup> edition, p. 490-495, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York, 1971.
- Smith, J.M., "Chemical Engineering Kinetics", p. 38-40, Mc. Graw Hill, Kogakusha Ltd., 1970.
- Perry R.H., Perry's Chemical Engineers' Handbook, International Edition, Mc. Graw Hill International Editions, 1984.

#### TANYA JAWAB

##### MV Purwani

- Usulan judul hidrolisis pentosan (dalam kacang tanah) menjadi furfural dengan katalisator asam sulfat. Pada abstrak tidak ada hasil perbaikan kondisi kualitas bahan bakar mesin diesel. Sebaiknya pada pengajian visual penyimpangan kegunaan furfural yang atau yang ada hubungannya secara langsung dengan furfural.
- Apa yang dimaksud dengan pereaksi ?. Dalam abstrak kurang jelas pereaksinya antara asam sulfat dengan apa (pentosan ? sesuai judul)

##### Moch. Setyadji

- Terima kasih atas sarannya.
- Yang dimaksud dengan pereaksi adalah zat (senyawa) yang menyebabkan terjadinya reaksi kimia sehingga terjadi perubahan reaksi kimia. Dalam hal ini pereaksinya adalah H<sub>2</sub>O dengan katalisator asam sulfat.

##### Iswani G.

- Dalam judul disebutkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> digunakan sebagai katalisator, tetapi realitanya dalam presentasi anda adalah sebagai digester/ pelarut. Mohon dijelaskan karena judul yang ditampilkan tidak match dengan presentasinya. Mohon dijelaskan ?.

##### Moch. Setyadji

- Benar bahwa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berfungsi sebagai katalisator, sedangkan sebagai digester (pelarut) adalah air. Hal ini sesuai dengan judulnya yaitu Hidrolisis Pentosan yang berarti peruraian menggunakan air.