

PENGARUH WAKTU HIDROLISIS DAN KONSENTRASI KATALISATOR ASAM SULFAT TERHADAP SINTESIS FURFURAL DARI JERAMI PADI

Primata Mardina^{*}), Hendry Agusta Prathama, Deka Mardiana Hayati

Program Studi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714

*E-mail: dhiena_deena@yahoo.com

Abstrak- Jerami padi merupakan salah satu limbah yang mengandung hemiselulosa yang salah satu komponen utamanya adalah pentosan. Pentosan dapat diubah menjadi furfural dengan suatu reaksi hidrolisis berkatalis asam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi hidrolisis dan konsentrasi katalisator H_2SO_4 terhadap yield furfural dari jerami padi. Sintesis furfural dari jerami padi dilakukan dengan cara menghaluskan jerami padi, kemudian menghidrolisisnya dalam larutan asam sulfat dengan konsentrasi yang berbeda (1%, 3%, dan 5% v/v) dan dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Cairan hasil hidrolisis didistilasi untuk memisahkan furfural dari larutan asam sulfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yield furfural yang diperoleh dari hidrolisis jerami padi berbanding terbalik dengan konsentrasi katalisator asam sulfat dan waktu hidrolisis. Yield furfural tertinggi diperoleh pada konsentrasi katalisator asam sulfat 1% dan waktu hidrolisis 1 jam, yaitu 5,441 %.

Kata kunci: jerami padi, hidrolisis, hemiselulosa, pentosa, furfural

Abstract- Rice straws are one of the hemicellulose-contained wastes, which one of its main components is pentosan. Pentosan can be reacted into furfural with acid catalytic hydrolysis reaction. This research is intended to find out the effect of hydrolysis durations and sulfuric acid (H_2SO_4) catalyst concentrations towards yield of furfural from rice straws. The synthesis of furfural from rice straws is conducted by refined the rice straws, then hydrolyze it with different concentrations of sulfuric acid solution (1%, 3%, and 5% v/v) and with different durations of hydrolysis reaction (1 hour, 2 hours, 3 hours, 4 hours, dan 5 hours). This hydrolysis reaction produced liquid, which are distilled to separate furfural from sulfuric acid solution. The results of this research show the yield of furfural from rice straws hydrolysis is inversely proportional to sulfuric acid catalyst concentration and hydrolysis duration. The best yield of furfural was 5,441%, which obtained with 1% sulfuric acid catalyst concentration and 1 hour hydrolysis duration.

Keywords: rice straws, hydrolysis, hemicellulose, pentosa, furfural

PENDAHULUAN

Salah satu tantangan pertanian Indonesia adalah meningkatkan produktivitas berbagai jenis tanaman pertanian. Namun disisi lain, limbah yang dihasilkan dari proses pertanian berpotensi menjadi masalah bagi masyarakat sekitar pertanian jika pengelolaannya tidak dilakukan dengan baik. Limbah pertanian juga berpotensi untuk memberi nilai tambah ekonomi bagi masyarakat jika dikelola dengan baik.

Batang padi/jerami merupakan salah satu limbah pertanian yang cukup banyak jumlahnya. Setiap hektar sawah menghasilkan berton-ton jerami, dan baru sebagian kecil saja yang sudah dimanfaatkan. Sisanya menggunung berupa sampah atau dibakar menjadi abu. Sebagai ilustrasi, menurut data NPS tahun 2011, luas sawah di Indonesia adalah 13,2

juta ha dengan produksi sebesar 65,8 juta ton (Anonim, 2014).

Selama ini limbah jerami/batang padi masih belum dimanfaatkan secara efektif. Manfaatnya pun masih hanya terbatas pada bahan makanan ternak dan pembuatan kertas. Padahal, jerami mengandung kadar pentosa sekitar 27% - 32% (Muharrisa dan Karolina, 2011). Pemanfaatan limbah batang padi sebagai bahan baku pembuatan furfural sangat menguntungkan, karena tersedia dalam jumlah besar serta memiliki kandungan pentosan yang besar.

Furfural ($C_5H_4O_2$) atau sering disebut dengan 2-furankarboksaldehid, furaldehid, furanaldehid, 2-furfuraldehid merupakan cairan yang dapat diproduksi dari limbah biomassa pertanian yang mengandung pentosa. Furfural memiliki banyak kegunaan, diantaranya sebagai pelarut dalam proses pemurnian minyak pelumas, pelarut untuk

industri nitroselulosa, selulosa asetat, pewarna sepatu, sebagai bahan baku insektisida, herbisida, dan fungisida serta bahan baku sintesis untuk senyawa turunan seperti tetrahidrofuran, furfural alkohol, dan asam *furoic* (Saputri, 2009).

Proses yang biasanya dilakukan pada pembuatan furfural adalah proses memberikan hasil mengenai konsentrasi katalisator asam dan waktu reaksi terbaik untuk menghasilkan jumlah furfural yang paling banyak dari hidrolisis batang padi. Jerami merupakan batang padi yang terdiri dari batang, pucuk, kelopak, daun, dan kaya akan serat kasar. Limbah jerami padi belum dimanfaatkan secara efektif. Di Indonesia, jerami padi merupakan limbah yang besar kuantitasnya, tetapi masih dijadikan sebagai bahan makanan ternak dan pembuatan kertas, dan sisanya dibakar. Membakar jerami padi menghasilkan polusi udara, termasuk karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), dan produksi hidrokarbon aromatik *polynuclear* dalam bentuk gas dan partikulat, yang kebanyakan bersifat karsinogenik. Untuk setiap ton jerami padi, jumlah karbon dioksida yang dipancarkan adalah 893,9 kg.

Pada saat panen, kadar air jerami biasanya lebih dari 60%. Namun dalam cuaca kering, jerami dapat dengan cepat menjadi kering dengan kadar air keseimbangannya sekitar 10-12%. Karena kadar proteinnya rendah, jerami tidak membusuk sama mudahnya seperti jerami dari tanaman biji-bijian yang lain seperti gandum atau barley. (Sashikala dan Ong, 2009). Menurut Sun dan Cheng (2005), batang padi/jerami padi sendiri tersusun atas 40%-45% selulosa, 17%-25% hemiselulosa, 20% lignin, dan 0,016%-0,02% mineral fosfor serta 0,4% kalsium. Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya, hemiselulosa dapat diubah menjadi pentosan yang selanjutnya menjadi furfural dengan suatu reaksi hidrolisa. Juwita dan Syarif (2012) mensintesis furfural dari sekam padi yang memiliki kandungan pentosan sebesar 18% dan Andaka (2010) mensintesis furfural dari ampas tebu yang memiliki kandungan pentosan sebesar 17%.

Hidrolisa merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil/OH oleh suatu senyawa. Gugus OH dapat diperoleh dari senyawa air. Variabel-variabel yang berpengaruh terhadap reaksi hidrolisa (Prasetyo, 2011):

1. Katalisator

Hampir semua reaksi hidrolisa memerlukan katalisator untuk mempercepat jalannya reaksi. Katalisator yang dipakai dapat berupa enzim atau asam, karena kerjanya lebih cepat. Asam yang dipakai beraneka ragam mulai dari asam klorida, asam sulfat, sampai asam nitrat. Yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi adalah

konsentrasi ion H, bukan jenis asamnya. Meskipun demikian di dalam industri umumnya dipakai asam klorida. Umumnya dipergunakan larutan asam yang mempunyai konsentrasi asam lebih tinggi.

2. Suhu

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius: semakin tinggi suhu, semakin cepat jalannya reaksi. Kecepatan reaksi hidrolisis akan meningkat hampir 2 kali untuk setiap kenaikan suhu 10°C (Groggins, 1958).

3. Pencampuran (pengadukan)

Supaya zat pereaksi dapat saling bertumbukan dengan sebaik-baiknya, maka perlu adanya pencampuran. Untuk proses *batch*, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk atau alat pengocok.

4. Perbandingan zat pereaksi

Kalau salah satu zat pereaksi berlebihan jumlahnya maka kesetimbangan dapat bergeser ke sebelah kanan dengan baik.

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini merupakan reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Asam yang biasa digunakan adalah asam asetat, asam fosfat, asam klorida dan asam sulfat. Asam sulfat banyak digunakan di Eropa dan asam klorida banyak digunakan di Amerika. Laju proses hidrolisa akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Selain dapat menambah laju proses hidrolisa, konsentrasi asam yang tinggi juga akan mengakibatkan terikatnya ion-ion pengontrol seperti SiO₂, fosfat, dan garam-garam seperti Ca, Mg, Na, dan K dalam pati (Retno, 2009).

Katalis asam yang sering digunakan adalah asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄), asam lainnya masih dalam tahap penelitian, diantaranya asam formiat dan asam trikloroasetat. Konsentrasi asam yang digunakan dapat bervariasi mulai dari sangat pekat sampai dengan sangat encer. Asam sulfat paling umum digunakan sebagai katalisator, karena dapat dipisahkan dari campurannya dengan penambahan alkali seperti kalsium, sehingga dapat diendapkan dalam bentuk kalsium sulfat (Perwitasari, 2004).

Proses hidrolisa menggunakan katalisator asam sulfat memberikan perolehan kadar furfural yang lebih besar daripada penggunaan katalisator asam klorida. Hal ini dapat terjadi karena asam sulfat memiliki jumlah ion H⁺ yang lebih banyak daripada asam klorida sehingga pemutusan ikatan menjadi monomer-monomer berlangsung lebih baik. Kecepatan reaksi hidrolisa dipengaruhi oleh keberadaan ion H⁺ dalam larutan, sehingga

semakin besar jumlah ion H^+ maka kecepatan reaksi semakin meningkat dan memberikan produk hasil hidrolisa yang semakin besar. Dengan konsentrasi yang sama pada katalisator yang berbeda, baik asam sulfat maupun asam klorida memiliki jumlah air yang sama, tetapi asam sulfat memiliki ion H^+ yang lebih banyak daripada asam klorida yang mengakibatkan pemutusan ikatan berlangsung lebih baik, sehingga gugus radikal bebas yang diikat air menjadi lebih banyak pula (Juwita dan Syarif, 2012).

Asam berfungsi sebagai katalisator yang membantu kerja air dalam proses hidrolisis mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil furfural. Dengan naiknya konsentrasi asam yang ditambahkan sampai pada konsentrasi yang optimum maka hasil furfural akan bertambah besar. Banyaknya hasil furfural juga dipengaruhi oleh lamanya waktu reaksi. Hasil furfural akan semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu reaksi sampai pada waktu optimum (Groggins, 1958).

Hidrolisis dalam suasana asam, akhirnya menghasilkan pemecahan ikatan glikosida, berlangsung dalam tiga tahap. Dalam tahap pertama proton yang berperan sebagai katalisator asam berinteraksi cepat dengan oksigen glikosida yang menghubungkan dua unit gula (I), membentuk asam konjugat (II). Langkah ini diikuti dengan pemecahan yang lambat dari ikatan C-O, dalam kebanyakan hal menghasilkan zat antara kation karbonium siklis (III). Protonasi dapat juga terjadi pada oksigen cincin (II*), menghasilkan pembukaan cincin dan kation karbonium non siklis (III*). Tidak ada kepastian jenis ion karbonium mana yang paling mungkin dibentuk. Mungkin kedua modifikasi protonasi terjadi dengan kemungkinan terbesar pada kation siklis dalam kebanyakan hal. Akhirnya kation karbonium mulai mengadisi molekul air dengan cepat, membentuk hasil akhir yang stabil dan melepaskan proton (Fengel dan Wegener, 1995).

Reaksi-reaksi dehidrasi secara khusus terjadi selama perlakuan panas terhadap polisakarida. Di samping itu mereka juga merupakan reaksi-reaksi samping yang tak dapat dihindari pada keadaan hidrolisis yang bersifat asam menyebabkan dekomposisi gula yang terhidrolisis. Tergantung pada konsentrasi asam dan suhu yang digunakan, banyak produk reaksi yang mungkin dihasilkan, kebanyakan agak kurang stabil atau terdapat hanya dalam konsentrasi yang sangat rendah (Fengel dan Wegener, 1995).

Menurut Fengel dan Wegener (1995), dehidrasi yang dikatalisis asam pada kondisi lunak menghasilkan pembentukan gula anhidro dengan ikatan glikosida antarmolekul, yang dihasilkan dari eliminasi molekul air dari dua gugus hidroksil.

Karena ikatan-ikatan glikosida seperti itu mudah dapat dihidrolisis, serangkaian hasil degradasi lebih lanjut mungkin dapat dibentuk, dimana sebagian adalah senyawa aromatik dan senyawa kondensasi. Produk degradasi yang paling penting dari segi hasil dan kemungkinan penggunaannya adalah senyawa siklis furfural yang dibentuk dari pentosa dan asam uronat dan hidroksimetilfurfural (HMF) dari gula heksosa, terutama glukosa. Hasil-hasil yang tinggi dari senyawa-senyawa ini hanya diperoleh dalam asam pekat pada suhu tinggi.

Hidrolisis sebaiknya dilaksanakan pada temperatur yang tinggi dengan konsentrasi katalis yang optimal, tetapi waktu yang singkat agar furfural yang terbentuk segera terpisah dari suasana hidrolisis (Suharto, 2006). Menurut Palmqvist dan Hahn-Hagerdal (2000), pada hidrolisis bahan lignoselulosa dalam suasana asam, hemiselulosa terdegradasi menjadi xilosa, manosa, asam asetat, galaktosa, dan glukosa. Sementara pada suhu dan tekanan tinggi xilosa terdegradasi menjadi furfural dan HMF (hidroksimetilfurfural).

Konsentrasi katalisator asam yang besar dapat menyebabkan furfural yang telah terbentuk segera terdegradasi menjadi senyawa-senyawa organik lain, dimana furfural berperan sebagai produk antara. Reaksi pembentukan furfural sebagai *intermediate product* merupakan reaksi seri yaitu $Pentosan \rightarrow C_5\text{-sugars} \rightarrow furfural \rightarrow \text{senyawa-senyawa organik lain}$ (Suharto, 2006)

Furfural merupakan senyawa turunan dari monosakarida, yang berbentuk senyawa heterosiklik yang mengandung satu gugus aldehid pada atom C yang terdekat dengan atom hetero (Mulyati, 2008). Furfural dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung pentosan seperti limbah hasil pertanian antara lain: sekam padi, gergajian kayu, kulit gandum, tongkol jagung, ampas tebu, dan lain-lain (Hidajati, 2006).

Pentosan merupakan senyawa yang tergolong sebagai polisakarida yang apabila dihidrolisis akan pecah menjadi monosakarida-monosakarida yang mengandung 5 atom karbon yang disebut pentosa. Bila hidrolisis dilanjutkan dengan pemanasan dalam asam sulfat atau asam klorida encer dalam waktu 2-4 jam maka akan terjadi dihidrasi dan siklisasi membentuk senyawa heterosiklik yang disebut furfural. Furfural merupakan zat cair tak berwarna yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan senyawa-senyawa furan, tetrahidro furan, pural, pembuatan plastik, sebagai bahan pembantu dalam industri karet sintetik dan lain-lain (Hidajati, 2006).

Menurut Kazemi dan Zand-Monfared (2009), hasil pengolahan furfural diantaranya adalah furfural alkohol, tetra hidro furfural alkohol, furan

asetil, asam furoik, metil furan, dan tetrahidrofuran (THF). Furfuril alkohol yang digunakan terutama dalam produksi resin furan untuk pengikat pasir pengecoran, adalah pasar utama untuk furfural. Hal ini juga banyak digunakan industri sebagai pemurnian pelarut dalam pembuatan sintetis karet. Furfural dapat digunakan untuk produksi *lubricants*, perekat khusus, plastik, dan nilon.

Penelitian tentang pembuatan furfural dari limbah pertanian telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. UPT Olahan Bahan Kimia, LIPI Bandung telah memproduksi furfural dari tongkol jagung. Hasil yang diperoleh furfural maksimum yang didapat sebesar 6,04 % dengan konsentrasi asam sulfat 7 % pada waktu hidrolisis 3 jam (Mulyati, 2008). Juwita dan Syarif (2012) juga berhasil mensintesis furfural dari sekam padi, dengan hasil *yield* furfural maksimum yang diperoleh adalah sebesar 1,815% dengan konsentrasi asam sulfat 1% pada waktu hidrolisis 4 jam.

Furfural (C₅H₄O₂) atau sering disebut dengan 2-furankarboksaldehid, furaldehid, furanaldehid, 2-furfuraldehid merupakan senyawa organik turunan dari furan. Furfural merupakan cairan berwarna kuning tua hingga coklat dan memiliki aroma yang kuat. Furfural dengan titik didih 161,7°C (1 atm) merupakan senyawa yang kurang larut dalam air namun larut dalam alkohol, eter, dan benzena. Furfural dapat disintesis dari berbagai jenis biomassa yang memiliki kandungan pentosan, dengan tahapan reaksi yaitu: reaksi hidrolisis dengan katalis asam yang dilanjutkan dengan reaksi dehidrasi (Witono, 2005). Langkah pertama melibatkan hidrolisis berkatalis asam, dimana rantai pentosan dihidrolisis pada suhu tinggi untuk menghasilkan monomer pentosa dalam media air. Pada langkah kedua pentosa diubah menjadi furfural oleh eliminasi air sebagai proses *cyclodehydration* (Kazemi dan Zand-Monfared, 2009).

Menurut Kent (2007), furfural komersial biasanya memiliki standar *yield* 50%. Furfural memiliki aplikasi yang cukup luas terutama untuk mensintesis senyawa-senyawa turunannya. Di dunia hanya 13% saja yang langsung menggunakan furfural sebagai aplikasi, selebihnya disintesis menjadi produk turunannya. Furfural dihasilkan dari biomassa yang mengandung pentosan melalui dua tahap reaksi, yaitu hidrolisis dan dehidrasi dengan bantuan katalis asam. Pentosan merupakan hemiselulosa dengan lima karbon gula yang apabila dihidrolisis dengan asam akan membentuk pentosa. Pada kondisi asam pentosa akan melepaskan tiga molekul air dan membentuk furfural. Katalis asam yang umumnya digunakan adalah asam kuat seperti asam sulfat, asam fosfat, dan asam klorida

(Triyanto, 2006). Menurut Kazemi dan Zand-Monfared (2009), reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Hidrolisis pentosan menjadi pentosa:

$$(C_5H_8O_4) + H_2O \xrightarrow{\text{asam}} C_5H_{10}O_5$$

pentosan pentose
2. Dehidrasi pentosa membentuk furfural:

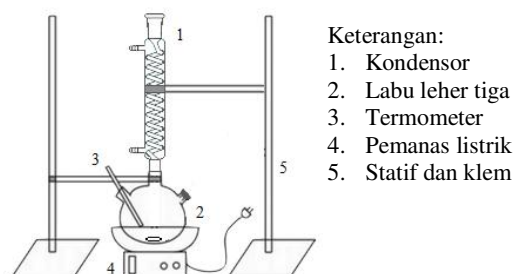
$$(C_5H_{10}O_5) \xrightarrow{\text{asam}} C_5H_4O_2 + 3 H_2O$$

pentosa furfural

Dari uraian di atas dapat ditarik suatu hipotesis bahwa batang padi/jerami mengandung pentosan sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan furfural dengan cara hidrolisis menggunakan larutan yang mengandung asam sulfat sebagai katalisator.

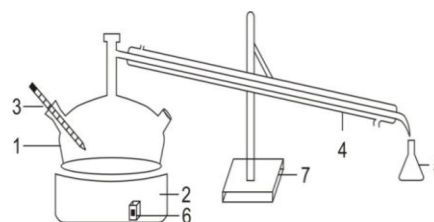
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode hidrolisis dengan katalisator asam sulfat dan distilasi untuk mendapatkan furfural dari jerami padi. Jerami padi diperoleh dari persawahan di Kelurahan Guntung Payung Banjarbaru. Penentuan kadar furfural dilakukan dengan analisa *Excess-Bromine Methods*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.



- Keterangan:
1. Kondensor
 2. Labu leher tiga
 3. Termometer
 4. Pemanas listrik
 5. Statif dan klem

Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisa



- Keterangan:
1. Labu leher tiga
 2. Pemanas mantel
 3. Termometer
 4. Kondensor
 5. Labu distilat
 6. Pengatur skala panas
 7. Statif dan klem

Gambar 2. Rangkaian Alat Distilasi

Alat

Penelitian ini menggunakan serangkaian alat hidrolisa dan distilasi, labu ukur, gelas ukur, gelas beker, erlenmeyer, pipet volume, corong kaca, neraca analitik, gelas arloji, pengaduk gelas, sudip, *sieve track*, buret 50 mL, oven, dan desikator.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang padi/jerami yang diambil dari persawahan di Kelurahan Guntung Payung Banjarbaru, H₂SO₄ 98 % dan akuades dari Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

Persiapan Bahan Baku dan Penentuan Kadar Air

Batang padi dihaluskan dan diayak hingga diperoleh ukuran yang diinginkan (lolos ayakan 355 mikron dan tertahan di 250 mikron), lalu dikeringkan dalam oven selama 3 jam dengan suhu 100°C-105°C dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang massanya. Kemudian dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit dan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang massanya. Perlakuan ini terus dilakukan hingga diperoleh massa konstan (Sudarmadji, 2007).

Hidrolisa dan Destilasi

Batang padi sebanyak 10 gram dicampurkan dengan 250 mL larutan asam sulfat (H₂SO₄) (Juwita dan Syarif, 2012) dengan variasi konsentrasi 1%, 3%, dan 5%. Campuran dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dilanjutkan dengan proses hidrolisa dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam pada suhu 100°C (Fatmawati dkk. 2008) terhadap masing-masing campuran. Larutan hasil hidrolisa didinginkan hingga suhu kamar, kemudian disaring dan dilanjutkan dengan proses distilasi untuk menghasilkan furfural.

Analisa Excess-Bromine Methods

Prosedur ini mengikuti metode Powel dan Whittaker, dimana langkah-langkah yang dilakukan dalam analisa volumetri terhadap kadar furfural adalah sebagai berikut. Membuat larutan-larutan yang diperlukan, diantaranya :

- a. Larutan asam klorida (HCl) 12%
Asam klorida pekat (massa jenis 1,19) sebanyak 324,3 mL dilarutkan dengan akuades sampai 1000 mL.
- b. Larutan kalium bromat-bromida (KBr + KBrO₃)

kalium bromat (KBrO₃) sebanyak 3 gram dan kalium bromida (KBr) sebanyak 50 g dilarutkan dalam akuades hingga 1000 mL.

- c. Larutan kalium iodida (KI) 10%
Kalium iodida sebanyak 100 g dilarutkan dalam akuades hingga 1000 mL.
- d. Larutan baku natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N
natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃.5H₂O) sebanyak 25,3 gram dilarutkan dengan akuades hingga 1000 mL.

Distilat dari furfural ditambahkan hingga dengan HCl 12% hingga 250 mL. Pereaksi bromat-bromida diambil sebanyak 12,5 mL ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL campuran distilat-HCl 12%. Pada erlenemeyer lain dimasukkan 100 mL HCl 12% dan 12,5 mL pereaksi bromat-bromida. Sampel dan blanko diletakkan dalam ruang gelap selama 1 jam, kemudian ditambahkan larutan kalium iodida 10% sebanyak 5 mL. Larutan dititrasi dengan natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N dan diperoleh volume titran sampel dan volume titran blanko. Volume titran sampel dikurangi dengan volume titran blanko merupakan volume furfural yang diperoleh, dimana 1 mL titran = 0,0024 gram furfural (Kline dan Acree, 1932).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Furfural dapat diperoleh dengan proses hidrolisis pentosan yang terkandung di dalam biomassa berlignoselulosa. Jerami padi sebagai bahan baku pembuatan furfural dalam penelitian ini juga merupakan salah satu biomassa berlignoselulosa. Bahan berlignoselulosa umumnya memiliki kandungan selulosa. Sampel tersebut dianalisa untuk mengetahui komposisi holoselulosa dan alphaselulosa-nya dengan metode ASTM. Hasil analisa kandungan jerami padi dapat dilihat pada tabel 1.

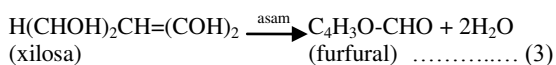
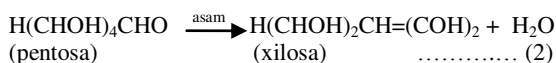
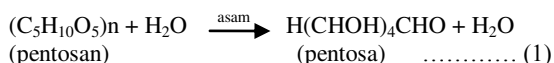
Tabel 1. Komposisi Lignoselulosa Berdasarkan Metode ASTM

Komposisi	Persentase	Kode ASTM
Lignin	6,37	D 1106-56
Holoselulosa	20,93	D 1104-56
Alphaselulosa	27,20	D 1103-60

Komposisi lignin dan holoselulosa dianalisis berdasarkan massa sampel, sedangkan analisa komposisi alphaselulosa berdasarkan pada nilai holoselulosa. Dengan kata lain, holoselulosa menyatakan jumlah dari hemiselulosa dan alphaselulosa. Hemiselulosa merupakan istilah umum bagi polisakarida yang larut dalam alkali. Hemiselulosa sangat dekat asosiasinya dengan selulosa dalam dinding tanaman. Lima gula netral

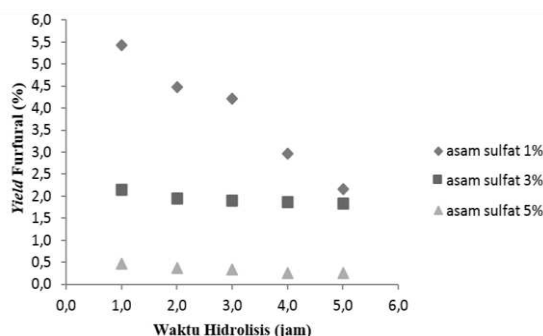
yaitu glukosa, mannososa, galaktosa (heksosan), serta xilosa dan arabinosa (pentosan) merupakan konstituen atau komponen utama hemiselulosa (Hermiati, 2010). Menurut Darmadji (2009), komponen utama hemiselulosa adalah pentosan (C₅H₈O₄) dan heksosan (C₆H₁₀O₅)_n. Pirolisa pentosan akan menghasilkan furfural, furan, dan derivatnya bersama-sama dengan rantai panjang asam karboksilat, sedangkan pirolisa heksosan bersama dengan-sama dengan selulosa membentuk asam asetat dan homolognya. Triyanto (2006) mengatakan bahwa pentosan merupakan hemiselulosa dengan lima karbon gula yang apabila dihidrolisis dengan asam akan membentuk pentosa. Pada kondisi asam pentosa akan melepaskan tiga molekul air dan membentuk furfural.

Pada hidrolisis pentosan dengan katalisator asam sulfat, mula-mula terbentuk pentosa, disusul dengan xilosa dan yang terakhir adalah furfural. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut (Setyadji, 2007):



Setelah dilakukan proses hidrolisis dilanjutkan dengan proses distilasi untuk mendapatkan distilat dan selanjutnya dititrasi sehingga diperoleh *yield* furfural. Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, suhu optimum untuk melakukan proses hidrolisis adalah 100°C (Fatmawati, dkk., 2008) dan katalisator yang baik digunakan dalam proses hidrolisis adalah H₂SO₄ (Juwita dan Syarif, 2012).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hidrolisis jerami padi dengan katalisator asam sulfat akan menghasilkan larutan berwarna coklat, hal ini mengidentifikasi furfural telah terbentuk. Warna coklat yang terbentuk disebabkan oleh adanya reaksi Maillard yaitu reaksi pencoklatan yang terjadi karena gula bereaksi dengan senyawa yang mengandung NH₂ (seperti protein kasar dan peptida/lemak yang dimiliki oleh jerami padi) dalam keadaan panas. Bahan yang mengalami reaksi Maillard akan menghasilkan senyawa amadori yang akan membentuk hidroksimetil furfuraldehid yang akhirnya menjadi furfural.



Gambar 3. Hubungan antara Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Hidrolisis terhadap Perolehan Kadar Furfural.

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi asam sulfat maka perolehan kadar furfural akan semakin berkurang. Adapun konsentrasi asam sulfat optimum untuk menghasilkan *yield* tertinggi adalah 1%. Secara teori, pentosa akan melepaskan molekul air dalam kondisi panas dan asam membentuk furfural, sehingga jumlah furfural yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh jumlah pentosa yang terbentuk. Oleh karena itu, semakin besar gula pentosa yang terbentuk akan memperbesar pula furfural yang diperoleh (Juwita dan Syarif, 2012). Menurut Setyadji (2007), kecepatan reaksi pembentukan furfural akan semakin cepat dengan adanya asam sulfat, karena asam sulfat berperan sebagai katalisator yang menurunkan harga energi aktivasi reaksi. Namun jika konsentrasi asam terlalu tinggi, maka furfural akan mengalami proses penguraian menjadi furan, sehingga jumlah furfural yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini menjelaskan penurunan *yield* furfural pada konsentrasi asam sulfat yang lebih tinggi.

Selain itu dapat dilihat pula bahwa semakin lama waktu hidrolisis maka kadar furfural yang diperoleh akan semakin berkurang. Hal ini terjadi karena setelah waktu optimum tercapai, *yield* furfural yang diperoleh cenderung menurun akibat terjadinya proses degradasi furfural menjadi senyawa-senyawa organik lainnya, seperti asam asetat (CH₃COOH) dan metanol (CH₃OH). Proses degradasi ini dapat dilihat dari larutan hasil hidrolisis, dimana terbentuk endapan damar berwarna hitam. Terjadinya proses degradasi furfural ini dikarenakan reaksi pembentukan furfural merupakan reaksi seri dimana furfural merupakan *intermediate product* (Andaka, 2008). Adapun waktu hidrolisis maksimum untuk menghasilkan *yield* tertinggi adalah 1 jam.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa *yield* furfural dari jerami padi paling tinggi adalah dengan konsentrasi asam sulfat 1% dan waktu hidrolisis 1 jam yaitu 5,44%. *Yield* furfural yang

paling sedikit berdasarkan hasil penelitian diperoleh dengan konsentrasi asam sulfat 5% dan waktu hidrolisis 5 jam yaitu 0,255%. Hal ini sesuai dengan teori, dimana semakin tinggi konsentrasi asam sulfat setelah melewati titik maksimum reaksi, maka reaksi akan mengalami penurunan karena produk yang diinginkan berubah. Demikian juga dengan waktu hidrolisis, setelah melewati titik maksimumnya, reaksi yang terjadi akan mengubah furfural yang terbentuk menjadi senyawa lainnya (Suharto, 2006).

Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu reaksi hidrolisis, semakin rendah *yield* furfural yang diperoleh. *Yield* furfural tertinggi diperoleh pada waktu hidrolisis 1 jam dan yang terendah diperoleh pada waktu hidrolisis 5 jam. Dan semakin banyak konsentrasi katalisator asam sulfat, semakin rendah *yield* furfural yang diperoleh. *Yield* furfural tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 1% dan yang terendah diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 5%.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin lama waktu reaksi hidrolisis, semakin rendah *yield* furfural yang diperoleh. *Yield* furfural tertinggi diperoleh pada waktu hidrolisis 1 jam yaitu 5,441% dan yang terendah diperoleh pada waktu hidrolisis 5 jam yaitu 0,254%.
2. Semakin banyak konsentrasi katalisator asam sulfat, semakin rendah *yield* furfural yang diperoleh. *Yield* furfural tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 1% yaitu 5,441% dan yang terendah diperoleh pada konsentrasi asam sulfat 5% yaitu 0,254%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. Badan Pusat Statistik
<http://www.bps.go.id>
Diakses tanggal 17 November 2013
- Andaka, G. 2010. *Hidrolisis Ampas Tebu menjadi Furfural dengan Katalisator Asam Sulfat*. Yogyakarta
- Dardmadji, P. 2009. *Teknologi Asap Cair dan Aplikasinya pada Pangan dan Hasil Pertanian*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Fatmawati, A. dkk. 2008. *Hidrolisis Batang Padi dengan Menggunakan Asam Sulfat Encer*. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 3 No. 1 Fakultas Teknik Universitas Surabaya
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. *Kayu Kimia Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi*. Walter de Gruyter and Co. Berlin.
- Groggins, P. H. 1958. *Unit Processes in Organic Synthesis, 5th ed.*, p. 775–777. McGraw–Hill Book Company. New York
- Hermiati, E., dkk. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol*. Jurnal Litbang Pertanian. Bogor
- Hidajati, N. 2006. *Pengolahan Tongkol Jagung sebagai Bahan Pembuatan Furfural*. Jurnal Ilmu Dasar Vol. 8 No. 1.
- Juwita, R. dan Syarif, L. R. 2012. *Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Katalisator Asam terhadap Sintesis Furfural dari Sekam Padi*. Jurnal Konversi Vol.1 No.1. 37
- Kazemi, M dan Zand-Monfared, M. R. 2009. *Produksi Furfural dari Pisthachio Green Huuls sebagai Limbah Pertanian*. Jurnal Aplikasi Penelitian Kimia. 19-20.
- Kent, J. A. 2007. *Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology*. Springer Science + Business Media, LLC. New York
- Kline, G. M. dan Acree, S. F. 1932. *Volumetric Determination of Pentoses and Pentosans*. Bureau of Standards Journal of Research Vol. 8 No. 1. Washington
- Muharrisa, R. dan Karolina, R. 2011 *Pengaruh penambahan Serat Jerami Padi sebagai Peredam Suara dan Pengaruhnya terhadap Sifat Mekanik Beton*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Mulyati, S. dan Umi F. 2008. *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Furfural*. Hasil Penelitian Industri –Balai Riset dan Standarisasi. Banjarbaru
- Palmqvist E, dan Hahn-Hagerdal B. 2000. *Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates. II: Inhibitors and Mechanisms of Inhibition*. Bioresource Technology
- Perwitasari, D. S. 2004. *Production Of Liquid Glucose from Bamboo Shots*. Jurnal Kimia dan Teknologi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur. Surabaya
- Prasetyo, J. L. 2011. *Hidrolisa Pati*. Jakarta
- Retno, E. dkk. 2009. *Kinetika Reaksi Hidrolisa Tepung Sorgum dengan Katalis Asam Klorida (HCl)*. Jurnal Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Sashikala, M. dan Ong, H.K. 2009. *Sintesis, Identifikasi dan Evaluasi Furfural dari Jerami Padi*. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 37 vol.1. 95-96
- Saputri, Y. O. 2009. *Prarancangan Pabrik Pembuatan Furfural dari Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kapasitas 700.000 kg/tahun*. Tugas Akhir Universitas Sumatra Utara. Medan
- Setyadji, M. 2007. *Hidrolisis Pentosan menjadi Furfural dengan Katalisator Asam Sulfat untuk*

- Meningkatkan Kualitas Bahan Bakar Mesin Diesel.*
- Sudarmadji, S. dkk. 2007. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian Yogyakarta*: Liberty Yogyakarta.
- Suharto. 2006. *Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Produksi Commercial Grade Furfural*. Laporan Akhir Kumulatif – Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK, LIPI
- Sun, Y. dan Cheng, J. J. 2005. “*Dilute Acid Pretreatment of Rye Straw and Bermudagrass for Ethanol Production*”, *Bioresource Technology*. pg 96
- Triyanto, S. dan Wahyudi E. T. 2006. *Prarancangan Pabrik Furfural dari Sekam Padi dengan Kapasitas 3000 ton/tahun*. Tugas Akhir Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Witono, J. A. 2005. *Produksi Furfural dan Turunannya: Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia*.