

Produksi Furfural dari Tandan Kosong Sawit dengan Berbagai Perlakuan Awal

¹⁾Yasinta Lola Iriadi,²⁾Said Zul Amraini,²⁾Evelyn

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia,²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
Yasinta.lola@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Furfural is one of the furan derivatives that is widely used as a solvent in the extraction of lubricating oils and natural oils. Furfural can be made from materials containing pentose such as palm oil empty fruit bunches. The purpose of this study is to examine the utilization of palm oil empty fruit bunches as a raw material in the manufacture of furfural. There are three stages carried out in this study, pretreatment, hydrolysis, and distillation. The pretreatment process used 9% H₂SO₄, 9% NaOH, and 50% ethanol as solvent, which was cooked at temperature 120°C for 1 hour, 1.5 hours and 2 hours. The results showed that acid pretreatment process with 9% H₂SO₄ was the best process in producing furfural. Hemicellulose from palm oil empty fruit bunches can produce pentose and furfural which can be used as industrial raw materials. The highest yield of furfural obtained from pretreatment using 9% H₂SO₄ with reaction time 2 hours at 8.64% and the lowest yield of furfural yield obtained from pretreatment using 9% NaOH with 1 hour reaction time at 1.06%.

Keywords : *furfural, palm oil empty fruit bunches, pretreatment*

1. Pendahuluan

Kebutuhan furfural dan turunannya di dalam negeri terus meningkat, sehingga seluruh kebutuhan furfural untuk dalam negeri diperoleh melalui impor. Pada tahun 2012, tercatat jumlah impor furfural mencapai 1,156,325 ton (Biro Pusat Statistik, 2012). Maka dimanfaatkan biomassa yang mengandung pentosa, hemiselulosa, selulosa dan lignin yang dapat dijadikan sebagai furfural, seperti tandan kosong sawit, kulit gandum, sekam padi, kayu, bonggol jagung, ampas tebu dan lainnya.

Furfural merupakan senyawa aldehid aromatik. Dalam kondisi murni, furfural merupakan cairan kuning bening namun apabila mengalami kontak langsung dengan udara bebas, furfural akan berubah secara cepat menjadi berwarna coklat kehitaman yang disebabkan oleh berubahnya gugus fungsi aldehid teroksidasi menjadi gugus karboksilat. Furfural memiliki aroma menyerupai

almond dan uap furfural dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata (Shasikala, 2007).

Pada tahun 2017 luas area tanaman kelapa sawit di Provinsi Riau sekitar 8.721.148 Ha (Dirjenbun, 2017). Semakin meluasnya perkebunan sawit, semakin meningkat pula limbah-limbah yang dihasilkan. Sebanyak 42% dari satu ton tandan buah segar sawit merupakan limbah, yaitu sebanyak 23% limbah tandan kosong sawit, sebanyak 13,5% limbah serat, dan sebanyak 5,5% limbah cangkang biji (Darnoko, 1992).

Tandan kosong sawit (TKS) mengandung lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang saling berikatan, namun limbah padat TKS belum dimanfaatkan secara maksimal. Umumnya TKS dimanfaatkan sebagai pupuk, sebagai bahan bakar dengan cara dibakar, atau bahan pembuat etanol dan pulp. Upaya pemanfaatan TKS yang mulai diminati orang adalah sebagai bahan baku

pembuatan furfural. Furfural digunakan pada beberapa industri seperti pada industri pengolahan minyak, pembuatan nilon, pembuatan resin, dan farmasi.

Tandan kosong sawit memiliki struktur bahan lignoselulosa sangat kompleks dimana selulosa, hemiselulosa dan lignin terkandung didalamnya saling berikatan. Selulosa dan hemiselulosa tidak dapat dihidrolisis oleh enzim selulase dan hemiselulase kecuali lignin pada substrat dihilangkan terlebih dahulu. Lignin merupakan komponen yang paling sulit untuk didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen. Sehingga diperlukan suatu perlakuan awal untuk mendegradasi lignin.

Perlakuan ini bertujuan untuk memecah pelindung lignin, merubah struktur lignoselulosa, dan membuat selulosa dan/atau hemiselulosa menjadi lebih mudah dihidrolisis setelah struktur lignin dan hemiselulosa pecah. Bagian kristalin selulosa akan merenggang dan menjadi berkurang kristalinitasnya. Perlakuan awal merupakan suatu tahap penting dalam proses konversi biomassa lignoselulosa yang bertujuan untuk menghilangkan lignin, mengurangi kristalinitas selulosa, dan meningkatkan porositas bahan sehingga memudahkan proses hidrolisis serta fermentasi gula.

Berbagai macam metode dan teknik perlakuan awal telah dicoba pada biomassa yang berbeda-beda. Hasilnya bervariasi untuk setiap metode maupun jenis biomassa lignoselulosa. Setiap metode perlakuan awal juga memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Perlakuan awal kimia bertujuan untuk meningkatkan biodegradasi selulosa dengan menghilangkan lignin dan atau hemiselulosa. Metode ini juga bertujuan menurunkan tingkat polimerisasi dan kristalinitas komponen selulosa. Beberapa metode perlakuan awal yang umumnya digunakan adalah perlakuan awal asam, perlakuan awal basa, dan perlakuan awal organosolv (Hidayat, 2013).

Perlakuan awal asam menggunakan larutan asam sebagai katalisnya. Asam memiliki pengaruh yang kuat pada hemiselulosa dan lignin dibandingkan pada struktur kristalin selulosa. Tujuan utama metode ini adalah melarutkan sebagian hemiselulosa agar enzim selulase dapat menjangkau struktur selulosa. Perlakuan awal basa dalam pengolahan biomassa lignoselulosa umumnya menggunakan basa seperti natrium, kalium, kalsium, dan ammonium hidroksida. Pemakaian basa menyebabkan perubahan struktur lignin dengan cara mendegradasi ester dan rantai samping glikosidiknya. Penggunaan basa juga menyebabkan dekrystalisasi parsial selulosa, solvasi parsial hemiselulosa mengakibatkan selulosa membesar. Perlakuan awal organosolv dilakukan menggunakan pelarut organik (etanol, metanol, etilen glikol, gliserol, dll) untuk mengekstrak lignin dan meningkatkan aksesibilitas selulase (Hidayat, 2013).

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan kosong sawit, H₂SO₄9%, NaOH9%, etanol50%, kloroform, dan aquades. H₂SO₄ 4N, kalium bromat 0,05M, kalium iodida 10%, Na₂S₂O₃ 0,1N, H₂SO₄ 1N, H₂SO₄ 72%.

2.2 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan berupa peralatan gelas seperti erlenmeyer 2000 ml, erlenmeyer 1000 ml, erlenmeyer 500 ml, erlenmeyer 250 ml, corong pisah, corong, gelas kimia 100 ml, gelas ukur 100 ml, labu ukur 1 liter, termometer, statif dan klem, alat pemanas *hot plate*, timbangan analitik, pipet tetes, kertas saring, dan pengaduk.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu :

2.3.1 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan diawali dengan pemecahan biomassa menggunakan alat

pemecah dan pengeringan untuk menghilangkan kadar air di bawah sinar matahari.

2.3.2 Tahap Perlakuan Awal Asam

Pada tahap ini, digunakan sebanyak 25 gram tandan kosong sawit dimasukkan ke dalam gelas erlemeyer. Kemudian sebanyak 500 ml H₂SO₄ 9% ditambahkan kedalam erlenmeyer, lalu erlenmeyer ditutup rapat dengan gabus. Campuran dimasak dengan suhu 120°C selama 1 jam. Setelah itu padatan di saring dan dipisahkan dari cairan pemasaknya. Padatan biomassa yang telah didapat dicuci dengan air beberapa kali dan di oven hingga konstan. Cairan pemasak ditampung. Langkah 2 dan 3 diulangi dengan menggunakan variasi waktu 1,5 jam - 2 jam. Cairan pemasak yang telah didapat, kemudian di proses lebih lanjut untuk memproduksi furfural.

2.3.3 Tahap Perlakuan Awal Basa

Digunakan sebanyak 25 gram tandan kosong sawit dimasukkan ke dalam gelas erlemeyer. Kemudian sebanyak 500 ml H₂SO₄ 9% ditambahkan kedalam erlenmeyer, lalu erlenmeyer ditutup rapat dengan gabus. Campuran dimasak dengan suhu 120°C selama 1 jam. Setelah itu padatan di saring dan dipisahkan dari cairan pemasaknya. Padatan biomassa yang telah didapat dicuci dengan air beberapa kali dan di oven hingga konstan. Cairan pemasak ditampung. Langkah 2 dan 3 diulangi dengan menggunakan variasi waktu 1,5 jam - 2 jam. Cairan pemasak yang telah didapat, kemudian di proses lebih lanjut untuk memproduksi furfural.

2.3.4 Tahap Perlakuan Awal Organo

Digunakan sebanyak 25 gram tandan kosong sawit dimasukkan ke dalam gelas erlemeyer. Kemudian sebanyak 500 ml etanol 50% ditambahkan kedalam erlenmeyer, lalu erlenmeyer ditutup rapat dengan gabus. Campuran dimasak dengan suhu 120°C selama 1 jam. Setelah itu padatan di saring dan dipisahkan dari cairan pemasaknya.

Padatan biomassa yang telah didapat dicuci dengan air beberapa kali dan di oven hingga konstan. Cairan pemasak ditampung. Langkah 2 dan 3 diulangi dengan menggunakan variasi waktu 1,5 jam - 2 jam. Cairan pemasak yang telah didapat, kemudian di proses lebih lanjut untuk memproduksi furfural.

2.3.5 Tahap Hidrolisis

Larutan hasil masakan (*black liquor*) dari tandan kosong sawit yang telah dilakukan perlakuan awal, dimasukkan kedalam gelas erlenmeyer dan ditambah dengan aquades dengan perbandingan (1:3). Campuran didiamkan (endapkan) selama 48 jam. Setelah itu, campuran di saring dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan endapan hitam (lignin) dari supernatannya (larutan gula). Larutan gula yang didapat kemudian di tampung dan diekstraksi dengan penambahan kloroform sebanyak 60 ml dalam corong pisah. Furfural akan larut dalam kloroform, dan air memisah membentuk dua lapisan (lapisan kloroform dibagian bawah dan lapisan air dibagian atas). Kemudian air dipisahkan dari larutan kloroform. Selanjutnya larutan kloroform yang masih mengandung furfural dipisahkan dengan cara destilasi pada temperatur 63°C. Furfural yang telah didapat, selanjutnya dilakukan analisis hasil.

2.4 Analisis Hasil

Analisis komponen kimia TKS dilakukan menggunakan metode Chesson-Datta (Datta, 1981). Furfural yang telah diperoleh, selanjutnya di analisis secara volumetrik dengan rumus :

$$\text{Yield furfural} = \frac{\frac{m}{n} \times (V_2 - V_1) \times N \times 48,08}{\text{massa TKS (mg)}} \times 100\%$$

Dimana

m : Vol hasil reaksi keseluruhan (ml)

n : Vol sampel (ml)

v₁ : Vol Na₂S₂O₃ hasil titrasi sampel (ml)

v₂ : Vol Na₂S₂O₃ hasil titrasi blanko (ml)

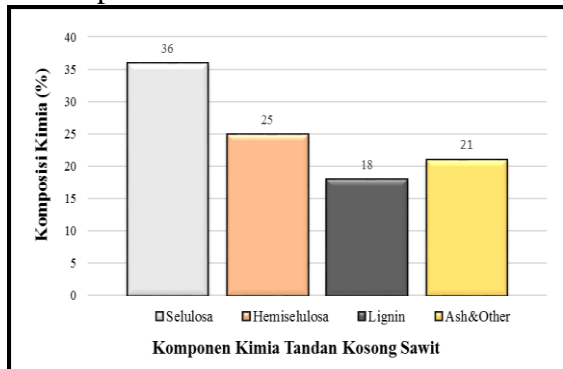
N : Normalitas Na₂S₂O₃ (mg/mgrek)

48,04 : Berat setara furfural (mg/mgrek)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi TKS sebelum dilakukan Perlakuan Awal

Tandan kosong sawit sebelum dilakukan proses perlakuan awal, mulanya dikarakterisasi terlebih dahulu untuk mengetahui komposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang terkandung didalamnya. Hasil karakterisasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi Kimia Tandan Kosong Sawit sebelum Perlakuan Awal

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa persentase masing-masing komponen kimia tandan kosong sawit yaitu 36% selulosa, 25% hemiselulosa, 18% lignin, dan ash&other 21%. Hasil tersebut sesuai dalam *range* komposisi komponen dalam biomassa secara umum yaitu selulosa (35-50%), hemiselulosa (20%-35%), lignin (15-20%), dan ash&other (15-20%) (Mood, 2013).

3.2 Komposisi TKS setelah Perlakuan Awal Asam

Komposisi kimia tandan kosong sawit setelah dilakukan perlakuan awal secara asam menggunakan H_2SO_4 9% pada waktu reaksi 1 jam menghasilkan 39% selulosa, 21% hemiselulosa, 15% lignin, dan 25% ash&other. Pada waktu reaksi 1,5 jam menghasilkan 41% selulosa, 24% hemiselulosa, 12,7% lignin, dan 22,3% ash&other. Pada waktu reaksi 2 jam menghasilkan 43% selulosa, 27% hemiselulosa, 11% lignin, dan 19% ash&other. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal dengan pelarut asam mampu memecah ikatan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam tandan

kosong sawit. Semakin lama waktu reaksi maka komposisi selulosa dan hemiselulosa yang diperoleh semakin besar.

3.3 Komposisi TKS setelah Perlakuan Awal Basa

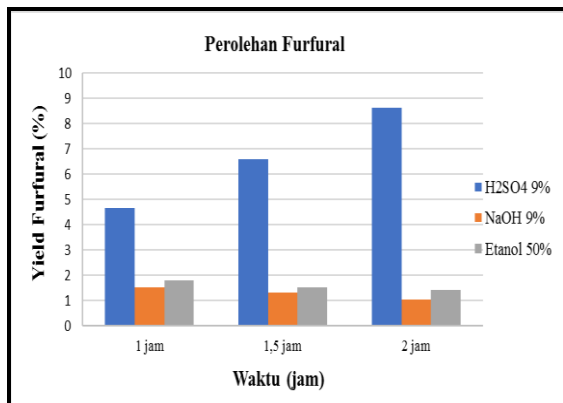
Komposisi kimia tandan kosong sawit setelah dilakukan perlakuan awal secara basa menggunakan NaOH 9% pada waktu reaksi 1 jam menghasilkan 52% selulosa, 8% hemiselulosa, 17,1% lignin, dan 22,9% ash&other. Pada waktu reaksi 1,5 jam menghasilkan 55% selulosa, 7% hemiselulosa, 15% lignin, dan 23% ash&other. Pada waktu reaksi 2 jam menghasilkan 57% selulosa, 6% hemiselulosa, 12,5% lignin, dan 24,5% ash&other. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal dengan pelarut basa mampu memecah ikatan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam tandan kosong sawit. Semakin lama waktu reaksi maka komposisi selulosa semakin besar.

3.4 Komposisi TKS setelah Perlakuan Awal Organosolv

komposisi kimia tandan kosong sawit setelah dilakukan perlakuan awal secara organosolv menggunakan etanol 50% pada waktu reaksi 1 jam menghasilkan 48% selulosa, 15% hemiselulosa, 11% lignin, dan 26% ash&other. Pada waktu reaksi 1,5 jam menghasilkan 52% selulosa, 12% hemiselulosa, 10% lignin, dan 26% ash&other. Pada waktu reaksi 2 jam menghasilkan 53% selulosa, 10% hemiselulosa, 9% lignin, dan 28% ash&other. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan awal dengan pelarut asam mampu memecah ikatan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam tandan kosong sawit. Semakin lama waktu reaksi maka komposisi selulosa semakin besar.

3.5 Analisis Volumetrik Furfural

Analisis furfural secara volumetrik dilakukan untuk mengetahui perolehan kadar furfural. Perolehan kadar furfural sangat dipengaruhi oleh pelarut, baik jenis maupun konsentrasinya. Perolehan yield furfural dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Perolehan Yield Furfural

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa jenis pelarut sangat mempengaruhi perolehan kadar furfural. Pelarut asam dapat menghasilkan kadar furfural lebih baik dan lebih banyak dibandingkan penggunaan pelarut basa maupun pelarut etanol. Hal ini dikarenakan mekanisme kerja asam yang secara langsung memutus ikatan antara selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam biomassa, sehingga proses enzimatik selanjutnya tidak terhalang. Larutan asam tidak hanya dapat melarutkan hemiselulosa tetapi juga dapat mengkonversi hemiselulosa yang terlarut menjadi gula (Hidayat, 2013).

Yield furfural paling besar diperoleh pada penggunaan pelarut H₂SO₄ 9% dengan waktu reaksi 2 jam sebesar 8,64% sedangkan yield furfural paling rendah diperoleh pada penggunaan pelarut NaOH 9% dengan waktu reaksi 1 jam sebesar 1,06%. Penggunaan pelarut H₂SO₄, semakin lama waktu reaksi maka semakin besar pula kadar furfural yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi, maka akan memperbanyak jumlah gula pentosan yang terdegradasi menjadi furfural (Mulyati dan Fathanah, 2008).

4. Kesimpulan

Hasil menunjukkan dengan menggunakan variasi pelarut H₂SO₄, NaOH, dan etanol dan variasi waktu reaksi 1 jam, 1,5 jam, 2 jam pada suhu 120°C diperoleh *yield* furfural tertinggi yaitu pada penggunaan pelarut H₂SO₄ 9% dengan

waktu reaksi 2 jam yaitu sebesar 8,64% sedangkan *yield* furfural paling rendah diperoleh pada penggunaan pelarut NaOH 9% dengan waktu reaksi 1 jam yaitu sebesar 1,06%. Penggunaan pelarut asam lebih baik dalam produksi furfural dibandingkan pelarut basa dan etanol.

Daftar Pustaka

- Darnoko. 1992. *Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi*. Berita Penelitian Perkebunan, 2 : 85-95.
- Dirjenbun. 2017. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Fauzi, Y., 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fengel, D., dan Wegener, G. 1985. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi, Translated from the English by H. Sastroamidjojo*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Datta, R., 1981. Acidogenic Fermentation of Lignocellulose-acid yield and conversion of components. *Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 23(9) : 2167-2170.
- Hamelinck., Faaij., Hooijdonk, V., 2005. Ethanol from Lignocellulosic Biomass: Techno Economic Performance Inshort, Middle, and Long Term. *Journal of Biomass and Bioenergy*, 28 : 384-410.
- Hendriks, A., dan Zeeman, G., 2009. Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulosic Biomass. *Journal Bioresource Technology*, 100(1):10-18.
- Hidayat, M., 2013. Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol. *Jurnal Biopropal Industri*, 4 : 33-48.
- Mulyanti, S., dan Fathanah U., 2008. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi sebagai Bahan Baku Furfural. *Article*. Fakultas Teknik.

Universitas Syiah Kuala
Darussalam. Banda Aceh.

- Muryanto., Sudiyani, Y., Abimanyu, H.,
2016. Optimasi Proses Perlakuan
Awal NaOH Tandan Kosong
Kelapa Sawit untuk Menjadi
Bioetanol. *Journal of Applied
Chemistry*, 18(1) : 27-36.
- Mood, H., Golfeshan, A.H., Tabatabaei,
M., Jouzani, G.S., 2013.
Lignocellulosic Biomass to
Bioethanol, A Comprehensive
Review With A Focus on
Pretreatment. *Journal Renewable
and Sustainable Energy*, 27 : 77-
93.
- Shasikala, M., dan Ong, H.K., 2007.
Synthesis and Identification of
Furfural From Rice Straw.
*Journal Tropical Agricultural and
Food*, 35(1) : 165–172.
- Taherzadeh, M., dan Karimi, K., 2008.
Pretreatment of Lignocellulosic
Wastes to Improve Ethanol and
Biogas Production: A Review.
*International Journal of
Molecular Sciences*, 9(9) : 1621-
1651.