

STUDI LITERATUR: POTENSI PRODUKSI FURFURAL DARI PROSES HIDROLISIS DAN DEHIDRASI SENYAWA PENTOSAN PADA LIMBAH TEMPURUNG KELAPA

Yolanda Mardiana Hapsari dan Christyfani Sindhuwati

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
yolandamardiana8@gmail.com ; [c.sindhuwati@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Tempurung kelapa merupakan limbah hasil pertanian yang belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah tempurung kelapa sekitar 360.000 ton/ tahun bila tidak dimanfaatkan dengan baik dapat meningkatkan jumlah limbah dan mencemari lingkungan jika hanya dibuang dan ditumpuk. Namun, disisi lain kandungan limbah tempurung kelapa berpotensi untuk dimanfaatkan kembali. Kandungan pentosan dalam tempurung kelapa sekitar 27% - 30% yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi furfural. Furfural merupakan salah satu bahan kimia penting yang berbasis non - minyak bumi yang dapat diperbaharui. Furfural banyak digunakan di dalam industri seperti bahan kimia intermediet untuk bahan baku furfural alkohol, metil *furan*, piridina, dll, pembuatan resin seperti fenol formaldehida, zat penghilang warna untuk *wood* resin, dan *selective solvent* dalam pemurnian minyak bumi maupun minyak nabati. Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui potensi tempurung kelapa sebagai bahan baku furfural menggunakan katalis organik serta pengaruh jenis katalis asam serta waktu dan suhu proses terhadap kuantitas furfural yang dihasilkan dari limbah tempurung kelapa. Berdasarkan hasil studi literatur, didapatkan hasil bahwa tempurung kelapa memiliki potensi untuk dijadikan furfural karena kandungan pentosan yang cukup tinggi yaitu sekitar 27% - 30%. Furfural dari tempurung kelapa ini dapat diperoleh secara hidrolisis dan dehidrasi dengan menggunakan katalis organik dengan kondisi operasi proses selama hidrolisis yaitu pada suhu > 100°C selama > 5 jam.

Kata kunci: *furfural, hidrolisis, katalis organik, pentosan, tempurung kelapa*

ABSTRACT

Coconut shells are agricultural waste that has not been used properly. Coconut shell waste of around 360,000 tons / year if not utilized properly can increase the amount of waste and pollute the environment if only disposed of and stacked. However, on the other hand, the content of coconut shell waste has the potential to be reused. The content of pentosan in coconut shells is around 27% - 30% which can be used to produce furfural. Furfural is one of the important chemicals based on non-renewable petroleum. Furfural is widely used in industries such as intermediate chemicals for raw materials furfuryl alcohol, methyl *furan*, pyridine, etc., the manufacture of resins such as phenol formaldehyde, decoloring agents for *wood* resins, and *selective solvents* in refining petroleum and vegetable oils. This literature study aims to determine the potential of coconut shells as furfural raw materials using organic catalysts and the influence of the type of acid catalyst as well as the time and temperature of the process on the quantity of furfural produced from coconut shell waste. Based on the results of literature studies, it was found that coconut shells have the potential to be used as furfural because the pentosan content is quite high, which is around 27% - 30%. Furfural from coconut shells can be obtained by hydrolysis and dehydration using organic catalysts with process operating conditions during hydrolysis, namely at a temperature of > 100°C for > 5 hours.

Keywords: *furfural, hydrolysis, organic catalyst, pentosan, coconut shell*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis sehingga memiliki beragam jenis tanaman yang subur, salah satunya ialah pohon kelapa. Bahkan hampir di seluruh wilayah Indonesia memiliki pohon kelapa. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika pada Tabel 1 terkait luas area kelapa dan produksi kelapa pada periode 2019 – 2021, luas area kelapa mengalami penurunan, namun produksi kelapa mengalami kenaikan dan besarnya produksi kelapa juga akan berdampak pada limbah tempurung kelapa yang dihasilkan. Persentase tempurung kelapa dalam satu buah kelapa yaitu sebanyak 15% [1]. Limbah tempurung kelapa yang belum termanfaatkan dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan, karena bila limbah tempurung kelapa dibiarkan begitu saja akan menumpuk dan menambah jumlah limbah.

Tabel 1. Data luas area kelapa di Indonesia periode tahun 2019 - 2021

Tahun	Luas Area Kelapa (Ha)
2019	3.401.900
2020	3.396.800
2021	3.374.600

Tempurung kelapa adalah salah satu bahan baku yang sangat potensial untuk dimanfaatkan kandungannya. Berdasarkan beberapa penelitian, kandungan pentosan dalam bahan alam sekitar 27% - 30%. Besarnya jumlah kadar pentosan pada tempurung kelapa dapat dimanfaatkan untuk memproduksi furfural [2,3].

Pentosan adalah senyawa yang tergolong polisakarida dan jika dilakukan hidrolisis maka akan pecah menjadi monosakarida yang mengandung 5 atom karbon. Jika proses hidrolisis dilanjutkan dengan pemanasan dalam suasana asam akan terjadi dehidrasi dan siklisasi senyawa heterosiklik yang disebut furfural [2]. Furfural banyak digunakan di dalam industri seperti bahan kimia intermediet untuk bahan baku furfural alkohol, metil furan, piridina, dll, pembuatan resin seperti fenol formaldehida, zat penghilang warna untuk *wood resin*, dan *selective solvent* dalam pemurnian minyak bumi maupun minyak nabati [2].

Furfural merupakan senyawa organik dari golongan aldehida heterosiklik yang diisolasi sebagai produk samping dari pembuatan asam format pada tahun 1821 dan selanjutnya dihasilkan melalui reaksi hidrolisis dan dehidrasi dari berbagai tumbuhan [4]. Sifat fisik yang terkandung dalam furfural dapat digunakan sebagai pengekstrak selektif yang dapat digunakan untuk menghilangkan senyawa aromatik dari minyak pelumas untuk meningkatkan hubungan antara viskositas dan suhu, penghilangan aromatik dari solar untuk meningkatkan sifat pembakaran, *cross-linking* dalam polimer dan digunakan sebagai fungisida [5].

Terdapat beberapa peneliti yang melakukan penelitian tentang pembuatan furfural dari bahan alam dengan hidrolisis dan dehidrasi menggunakan katalis organik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Coniwati, dkk (2016) terkait furfural dari ampas tebu dan tempurung kelapa menyatakan bahwa furfural dengan komposisi tempurung kelapa lebih banyak, menghasilkan kadar furfural 6,29% karena mengandung pentosan lebih tinggi yaitu 24,44% [2]. Pembuatan furfural dapat menggunakan katalis organik seperti penelitian yang dilakukan oleh Sinaga (2019) dan Mirnandaulia (2017) dengan memanfaatkan sembung

rambat sebagai furfural dan menggunakan katalis organik berupa rosela dan belimbing wuluh. Peneliti menunjukkan bahwa katalis organik mampu menggantikan katalis anorganik untuk menghasilkan furfural, dimana masing-masing menghasilkan *yield* 7,32% dan 7,20% [3, 6].

Berdasarkan penjelasan di atas dan penelitian terdahulu, studi literatur ini dilakukan untuk mengetahui potensi tempurung kelapa sebagai bahan baku furfural menggunakan katalis organik serta pengaruh jenis katalis asam serta waktu dan suhu proses terhadap kuantitas furfural yang dihasilkan dari limbah tempurung kelapa.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun berdasarkan studi literatur untuk mengetahui pengaruh konsentrasi katalis asam, jenis katalis asam, waktu hidrolisis dan dehidrasi dalam proses hidrolisis dan dehidrasi senyawa pentosan pada limbah tempurung kelapa. Pengumpulan data diperoleh dengan menggabungkan pendekatan deskriptif-kuantitatif dari berbagai sumber dalam bentuk jurnal sepuluh tahun terakhir. Studi literatur difokuskan pada potensi tempurung kelapa sebagai bahan baku furfural menggunakan katalis organik serta pengaruh jenis katalis asam serta waktu dan suhu proses terhadap kuantitas furfural yang dihasilkan dari limbah tempurung kelapa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui potensi tempurung kelapa sebagai bahan baku furfural menggunakan katalis organik dengan serta pengaruh jenis katalis asam serta waktu dan suhu proses terhadap kuantitas furfural yang dihasilkan dari limbah tempurung kelapa melalui proses hidrolisis dan dehidrasi.

3.1. Tempurung Kelapa

Kelapa adalah tanaman serbaguna, semua bagian tanaman ini memiliki manfaat. Salah satunya tempurung kelapa. Tempurung kelapa merupakan salah satu sumber pencemaran yang berkontribusi terhadap masalah pencemaran dunia karena mewakili 60% volume limbah nasional. Tempurung kelapa memiliki berat 15% bobot buah kelapa dengan ketebalan 3-5 mm [1, 2, 7]. Berdasarkan Badan Pusat Statistika total produksi kelapa pada Tabel 3, didapatkan total limbah tempurung kelapa dalam periode 2019 – 2021 mengalami peningkatan. Semakin meningkatnya limbah tempurung kelapa ini, kandungan yang ada didalamnya dapat dimanfaatkan. Pada umumnya tempurung kelapa memiliki fungsi dan kegunaan sebagai kerajinan atau sebagai wadah [8]. Menurut beberapa peneliti pada Tabel 2, kandungan kimia tempurung kelapa seperti selulosa, lignin, pentosan, dan abu. Kandungan pentosan dalam tempurung kelapa sekitar 27 – 30%. Kandungan pentosan ini yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku furfural.

Tabel 2. Komposisi dalam tempurung kelapa

Referensi	Selulosa (%)	Lignin (%)	Pentosan (%)	Abu (%)
[7]	26,6	29,4	27,7	0,6
[8]	50,99	27,34	30,01	1,32
[5], [9]	33,61	36,51	29,27	0,61

Tabel 3. Total produksi kelapa dan limbah tempurung kelapa di Indonesia periode tahun 2019 – 2021 [9, 10]

Tahun	Produksi Kelapa (Ton)	Limbah Tempurung Kelapa (Ton)
2019	2.839.900	425.985
2020	2.811.900	421.785
2021	2.853.300	427.995

3.2. Hidrolisis pentosan menjadi furfural

Furfural dengan nama kimia 2-furankarboksaldehid, furanaldehid, 2-furfuraldehid, furaldehid dengan formula $C_5H_4O_2$ sebagai senyawa organik dari golongan furan. Senyawa ini berfase cair berwarna kuning hingga kecoklatan dengan titik didih $161,5^\circ C$. Serta kurang larut dalam air namun larut dalam alkohol, eter, dan benzena [11]. Furfural dapat didalam dunia industri dimanfaatkan sebagai [2]:

- Bahan kimia intermediet (*chemical intermediate*), misalnya untuk bahan baku adiponitril ($CN(CN)_2CH$), furfural alkohol, *methylfuran*, pirola, piridina, asam furoat, hidro furamid, dan *tetrahidrofurfural* alkohol.
- Selective solvent* dalam pemurnian minyak bumi maupun minyak nabati.
- Pembuatan resin, misalnya fenol formaldehida.
- Zat penghilang warna untuk *wood* resin pada industri sabun, vernish, dan kertas.
- Resin pelarut dan agensia pembasah dalam industri pembuatan roda pengasah dan lapisan rem dan untuk medium distilasi ekstraktif sebagai salah satu proses utama dalam pembuatan butadiena dari petroleum.

Furfural dapat dibuat dari bahan baku hasil pertanian yang kaya dengan kandungan pentosan. Beberapa bahan baku alam yang mengandung pentosan dan dapat dimanfaatkan sebagai furfural tertera dalam Tabel 4. Pembentukan furfural melalui dua tahapan reaksi yaitu hidrolisis (1) dan dehidrasi (2), reaksi ini berjalan secara berurutan (seri). Reaksi pembentukan furfural adalah sebagai berikut:

- Hidrolisis pentosan menjadi pentosan



- Dehidrasi pentosa untuk membentuk furfural

**Tabel 4.** Kadar pentosan dalam bahan alam

Bahan Baku	Kadar Pentosan (%)	Referensi
Sembang rambat	49,54	[15]
Tempurung kelapa	24,44	[2]
Tongkol jagung	30,4	[16]
Ampas tebu	28,4	[17]
Sekam padi	29,09	[18]

Furfural dari bahan baku alam yang mengandung pentosan dengan menggunakan katalis asam encer, pentosan dihidrolisis menjadi pentosa, kemudian pentosa tersebut

didehidrasi menjadi furfural dalam satu proses. Asam 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 menyebabkan hasil furfural akan bertambah besar. Furfural dapat teroksidasi oleh oksidator (misal senyawa permanganat dan bikromat) menghasilkan asam furoat dan terbentuk sejenis damar yang berwarna hitam [12]. Dalam pembuatan furfural, dapat menggunakan katalis organik seperti asam dan katalis anorganik yaitu ekstraksi bahan alam. Beberapa peneliti telah menggunakan jenis katalis yang berbeda-beda dan menghasilkan kadar furfural yang bervariasi pula. Jenis katalis dan kadar furfural terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar furfural berdasarkan jenis katalis

Bahan Baku	Katalis	Komposisi* AA : TK	Yield (%) atau konsentrasi (mol/L) Furfural	Referensi
Sembang rambat	Ekstrak Rosela 600 mL	-	7,319%	[20]
	Asam sulfat 20%	-	8,517%	
Sembang rambat	Ekstrak Belimbing wuluh 600 mL Asam sulfat 20% (v/v)	-	7,192%	[15]
		-	11,13%	
		1 : 1	6,29%	
		1 : 4	6,36%	
Ampas tebu dan tempurung kelapa	Asam sulfat 12% (v/v)	2 : 3	5,13%	[2]
		3 : 2	5,77%	
		4 : 1	5,07%	
		-	7,26%	
Tongkol jagung	Asam asetat 6% (v/v)	-	7,26%	[16]
Sekam padi	Asam sulfat 1% (v/v)	-	8,182 mol/L	[18]

* AA (Ampas Tebu) dan TK (Tempurung Kelapa)

Dalam pembentukan furfural dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Konsentrasi Katalisator

Semakin besar konsentrasi katalisator maka kadar furfural akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius bahwa semakin besar konsentrasi katalisator maka akan menurunkan tenaga aktivasi sehingga konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar. Dengan demikian hasil furfural yang didapatkan akan semakin bertambah besar pula. Namun dengan kenaikan konsentrasi katalisator dapat menyebabkan pula terjadinya reaksi lanjut yaitu terbentuknya asam furoat, sehingga hasil furfural akan mengalami penurunan. Selain itu, dengan bertambahnya konsentrasi katalisator dapat pula menyebabkan terbentuknya silitol yang akan mengurangi terbentuknya furfural [13].

b. Rasio Larutan dengan Padatan

Semakin besar volume larutan maka hasil furfural yang diperoleh semakin besar. Dengan volume larutan yang semakin besar maka kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul pentosan dengan molekul air semakin besar [11].

c. Waktu Reaksi Hidrolisis

Makin lama waktu reaksi, hasil furfural makin bertambah, karena adanya kontak antara zat-zat yang bereaksi dapat lebih lama [14]. Hal ini sama dengan persamaan arhenius yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi maka konstanta

kecepatan reaksi akan semakin besar dan menyebabkan kecepatan reaksi akan semakin bertambah besar pula [15].

d. Suhu Reaksi

Kenaikan suhu akan meningkatkan kecepatan hidrolisis, tergantung pada karakteristik khusus seperti jenis asam, konsentrasi asam, harga pH, kekuatan asam, suhu dan tekanan. Reaksi akan berjalan cepat apabila suhu dinaikkan. Hal ini karena gerakan-gerakan molekul menjadi lebih cepat dengan bertambahnya suhu reaksi [13].

e. Ukuran Partikel

Semakin kecil ukuran butir maka semakin luas bidang persentuhan antar zat pereaksi, sehingga kontak antar molekul juga semakin besar. Sehingga, sesuai dengan persamaan arrhenius yaitu semakin kecil ukuran butir maka nilai A (faktor frekuensi tumbukan) semakin besar sehingga nilai konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar pula [13].

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait furfural dari bahan baku alami dengan menggunakan variasi jenis katalis, waktu serta suhu reaksi. Penelitian yang dilakukan oleh Coniwati, dkk (2016) menyatakan bahwa furfural dapat diproduksi dengan campuran biomassa ampas tebu dan tempurung kelapa. Peneliti menggunakan katalis H_2SO_4 12% dengan variasi perbandingan komposisi bahan baku antara ampas tebu dan tempurung kelapa (1:1, 1:4, 2:3, 3:2, dan 4:1), suhu reaksi (80°C, 85°C, 90°C, 95°C, dan 100°C), dan waktu reaksi (1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, dan 5 jam). Berdasarkan analisa yang dilakukan, kandungan pentosan dalam ampas tebu dan tempurung kelapa masing – masing yaitu 20,51% dan 24,44%. Kandungan pentosan dalam tempurung kelapa yang lebih tinggi ini maka komposisi terbaik didapatkan pada rasio 1:4 (1 gram ampas tebu dan 4 gram tempurung kelapa) dengan kadar furfural 6,29%. Suhu optimal pada 100°C dengan kadar furfural 7,29% dan waktu optimal pada waktu pemanasan 5 jam dengan kadar furfural 7,74% [2].

Sinaga (2019) melakukan penelitian pembuatan furfural dari sembung rambat dengan katalis asam organik yaitu rosela dengan tujuan untuk menguji katalis organik dari ekstrak rosela dengan variasi suhu reaksi (100°C, 110°C, dan 120°C) dan waktu reaksi (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, dan 330 menit). Penggunaan katalis organik juga dibandingkan dengan menggunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4) 20% pada suhu 120°C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Dari analisa karakteristik sembung rambat, kadar pentosan pada daun dan batang masing – masing sebesar 41,32% dan 36,71%. Hasil dari peneliti ini yaitu dengan menggunakan katalis ekstrak rosela didapatkan suhu optimum yaitu 100°C dan waktu optimum 330 menit menghasilkan *yield* furfural 7,319%. Sedangkan bila menggunakan katalis asam sulfat 20% suhu optimal pada 120°C dan waktu optimal 180 menit menghasilkan *yield* furfural 8,517% [6].

Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Mirnandaulia (2017) pembuatan furfural dari sembung rambat dengan katalis asam organik yaitu belimbing wuluh yang akan dibandingkan dengan katalis asam sulfat. Dengan menggunakan katalis belimbing wuluh, dilakukan variasi suhu reaksi (80°C, 100°C, 120°C, 140°C dan 160°C) dan waktu reaksi (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dan 330 menit). Serta dibandingkan dengan menggunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4) 20% pada suhu 120°C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kandungan

pentosan dalam sembung rambat yaitu 49,54%. Hasil penelitian ini yaitu pembuatan furfural dengan katalis belimbing wuluh didapatkan kondisi optimal pada suhu 100°C dengan waktu 300 menit menghasilkan *yield* furfural 7,192%. Sedangkan bila menggunakan katalis asam sulfat didapatkan hasil pada suhu 120°C selama 180 menit didapatkan hasil *yield* furfural 11,13% [3].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Purba, dkk (2021) yang menggunakan tongkol jagung sebagai bahan pembuatan furfural menggunakan asam asetat 6% sebagai katalis. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan suhu reaksi (90°C, 100 °C, dan 110 °C) dan waktu reaksi (60 menit, 80 menit, dan 100 menit). Dari analisa tongkol jagung memiliki kadar pentosan 30,4%. Kondisi terbaik pada suhu 100°C dan waktu reaksi 100 menit menghasilkan kadar furfural 7,26% [13].

Penelitian yang dilakukan Rossa, dkk (2015) yang berhubungan dengan pembuatan furfural dari ampas tebu menggunakan asam asetat sebagai katalis. Dengan variasi konsentrasi asam asetat (7% - 9%), waktu hidrolisis (1 – 4 jam), dan suhu hidrolisa (80°C – 103°C). Hasil penelitian didapatkan kadar pentosan dalam ampas tebu yaitu 28,4%. Hasil optimal terjadi pada proses hidrolisis selama 2 jam dengan suhu 103°C menghasilkan *yield* furfural 4,5% atau konsentrasi furfural 4,10 mg/mL) dengan konsentrasi katalis 9% [14].

Tabel 6. Hasil penelitian terdahulu tentang bahan baku, jenis katalis, kondisi operasi, dan *yield* atau konsentrasi furfural

Bahan Baku	Katalis	Komposisi* AA : TK	Kondisi operasi	Yield (%) atau konsentrasi (mol/L) Furfural	Referensi
Sembang rambat	Rosela	-	100°C; 330 menit	7,319%	[20]
	Asam sulfat 20%	-	120°C; 180 menit	8,517%	
Sembang rambat	Belimbing wuluh	-	100°C; 300 menit	7,192%	[15]
	Asam sulfat 20%	-	120°C; 180 menit	11,13%	
Ampas tebu dan tempurung kelapa	Asam sulfat 12%	1: 1	-	6,29%	[2]
		1: 4	100°C; 5 jam	6,36%; 7,74%**	
		2: 3	-	5,13%	
		3: 2	-	5,77%	
Tongkol jagung	Asam asetat 6%	4: 1	-	5,07%	[16]
		-	100°C; 100 menit	7,26%	
Ampas tebu	Asam asetat 9%	-	103°C; 2 jam	4,5% atau 4,10 mg/mL	[17]
Sekam padi	Asam sulfat 1%	-	100°C; 130 menit	8,182 mol/L	[18]

* AA (Ampas Tebu) dan TK (Tempurung Kelapa)

** Kadar *yield* furfural akhir

Sekam padi juga dapat dimanfaatkan menjadi furfural seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Amborowati, dkk (2016). Katalis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu asam sulfat 1% dengan memvariasikan suhu reaksi (30, 50, 70, 90, dan 105°C) dan waktu reaksi (10, 40, 70, 100, dan 130 menit). Kandungan pentosan dari sekam padi yaitu

14,50 – 29,09%. Kondisi optimal tercapai pada suhu 100°C dan waktu reaksi 130 menit menghasilkan konsentrasi furfural 8,182 mol/L [15]. Dari enam penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu jenis katalis, suhu reaksi, dan waktu reaksi terbaik pada proses hidrolisis dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari hasil studi literatur terkait penelitian terdahulu, jenis katalis, suhu, serta waktu reaksi berpengaruh dengan *yield* atau konsentrasi furfural yang dihasilkan. Penelitian terdahulu menggunakan empat jenis katalis yaitu ekstrak rosela, ekstrak belimbing wuluh, asam asetat, dan asam stearat. Katalis organik digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia, namun dibandingkan dengan katalis anorganik kadar furfural tertinggi didapatkan bila menggunakan katalis anorganik. Lalu waktu dan suhu reaksi berpengaruh terhadap kadar furfural, semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi suhu hidrolisis yang digunakan maka *yield* furfural yang dihasilkan semakin banyak karena proses hidrolisis menjadi semakin cepat. Hal ini sama dengan persamaan arhenius yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi maka konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar dan menyebabkan kecepatan reaksi akan semakin bertambah besar [13]. Semakin lama waktu hidrolisis, maka gula polimer (pentosan) yang terurai akan semakin besar sehingga gula monomer yang dihasilkan semakin bertambah. Akan tetapi, pertambahan hasil tidak selamanya terjadi seiring bertambahnya waktu. Pada suatu saat akan diperoleh hasil yang maksimum dan semakin lama hasil furfural akan semakin menurun. Pada waktu yang lebih lama furfural akan rusak akibat pemanasan yang terus-menerus, sehingga furfural akan terpecah menjadi furan [15].

Dari hasil studi literatur, terdapat sedikit penelitian tentang pemanfaatan tempurung kelapa sebagai bahan baku furfural. Berdasarkan Tabel 6, bila dibandingkan dengan kadar pentosan dari bahan alam lainnya, kadar pentosan tempurung kelapa masih di bawah dari kadar pentosan bahan lainnya. Penelitian yang dilakukan Coniwati, dkk (2016) melaporkan bahwa bila di bandingkan dengan ampas tebu, kadar pentosan tempurung kelapa lebih tinggi. Sehingga, tempurung dapat dimanfaatkan menjadi furfural. Lalu untuk jenis katalis, antara katalis organik dan katalis anorganik, katalis anorganik menghasilkan kadar furfural yang cukup tinggi. Katalis anorganik yang dapat digunakan untuk membuat furfural yaitu asam asetat dan asam stearat, dari kedua katalis ini, katalis asam lebih baik untuk menghasilkan kadar furfural yang cukup tinggi. Untuk suhu reaksi dari penelitian terdahulu, kondisi optimal berada di rentang 100 – 120°C dan waktu reaksi pada rentang 1-5 jam [2].

Maka, dari hasil studi literatur didapatkan kebaharuan terkait produksi furfural. Furfural dapat diproduksi menggunakan tempurung kelapa dengan katalis organik, namun berdasarkan penelitian terdahulu kadar furfural lebih tinggi didapatkan bila menggunakan katalis anorganik daripada menggunakan katalis organik. Oleh karena itu, pembuatan furfural dapat menggunakan katalis organik dengan kondisi operasi suhu > 100°C selama > 5 jam. Karena semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu proses hidrolisis maka kadar furfural akan semakin tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari studi literatur ini dapat disimpulkan bahwa kandungan pentosan dalam tempurung kelapa berpotensi untuk diolah menjadi furfural yang dilakukan dengan hidrolisis

dan dehidrasi pentosan. Proses reaksi dapat dilakukan menggunakan katalis organik dengan kondisi operasi suhu $> 100^{\circ}\text{C}$ selama > 5 jam.

Saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya tentang pembuatan furfural dari tempurung kelapa menggunakan katalis organik dapat pula di variasikan menggunakan katalis organik yang lain serta kondisi operasi dapat divariasikan dan melakukan pengujian terhadap furfural yang dihasilkan agar mengetahui kondisi yang baik untuk menghasilkan furfural.

REFERENSI

- [1] S. A. Bellow, J. O. Agunsoye, J. A. Adebisi, F. O. Kolawole, dan S. B. Hassan, "Physical properties of coconut shell nanoparticles," *J. Sci. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 1, hal. 63–79, 2018.
- [2] P. Coniwanti, G. Siska, dan E. Handayani, "Pembuatan Furfural Dari Campuran Biomassa Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*)," *Tek. Kim.*, vol. 22, no. 2, hal. 37–45, 2016.
- [3] M. Mirnandaulia, "Pembuatan Furfural dari Sembung Rambat (*Mikania Micrantha*) dengan Menggunakan Asam Organik dari Belimbing Wuluh (*Averrhoa Blimbi*)," Sumatera Utara, 2017.
- [4] M. Dashtban, A. Gilbert, dan P. Fatehi, "Production of Furfural: Overview and Challenges," *J-FOR*, vol. 2, no. 4, hal. 44–53, 2012.
- [5] G. Machado, S. Leon, F. Santos, R. Lourega, J. Dullius, M. E. Mollmann, dan P. Eichler, "Literature Review on Furfural Production from Lignocellulosic Biomass," *Nat. Resour.*, vol. 7, no. 3, hal. 115–129, 2016.
- [6] A. W. Sinaga, "Pembuatan Furfural dari Sembung Rambat (*Mikania micrantha*) dengan Menggunakan Asam Organik dari Rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*)," Sumatera Utara, 2019.
- [7] T. L. Ting, R. P. Jaya, N. A. Hassan, H. Yaacob, D. S. Jayanti, dan M. A. M. Ariffin, "A Review of Chemical and Physical Properties of Coconut Shell in Asphalt Mixture," *J. Teknol.*, vol. 78, no. 4, hal. 85–89, 2016.
- [8] S. N. I. H. A. Nadzri, M. T. H. Sultan, A. U. M. Shah, S. N. A. Safri, A. R. A Tabib, M. Jawaid, dan A. A. Basri., "A Comprehensive Review of Coconut Shell Powder Composites: Preparation, Processing, and Characterization," *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 35, no. 12, hal. 2641–2664, 2022.
- [9] Badan Pusat Statistika (BPS), "Produksi Tanaman Perkebunan 2019-2021," 2023.
- [10] Badan Pusat Statistika (BPS), "Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi 2019-2021," 2023.
- [11] A. Adhiksana dan C. N. Wulan, "Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural dengan Katalisator Asam Sulfat Berbantuan Gelombang Mikro," *J. Tek. Kim. Vokasional*, vol. 2, no. 1, hal. 15–21, 2022.
- [12] G. Andaka, "Sintesis Furfural dari Kulit Buah Kapuk Randu dengan Katalisator Asam Klorida. Jurnal Teknologi Technoscintia," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 9, no. 1, hal. 32–38, 2016.
- [13] R. Dewi, "Hidrolisis Furfural dari Tongkol Jagung dengan Katalisator Asam Asetat," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 2, no. 10, hal. 85–100, 2021.

- [14] N. T. Rossa, D. A. Iryani, dan S. D. Yuwono, "Sintesis Furfural dari Bagas Tebu Via Reaksi Hidrolisa dengan Menggunakan Katalis Asam Asetat pada Kondisi Atmosferik," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 10, no. 4, hal. 157, 2015.
- [15] C. Amborowati, U. Adriani, I. L. Aditya, H. Feviasari, T. K. Hastin, dan A. Adhiksana, "Pengaruh Waktu dan Temperatur Hidrolisis dalam Proses Sintesis Furfural dari Sekam Padi dengan Menggunakan Metode Hidrolisis dan Dehidrasi," *J. Res. Technol.*, vol. 2, no. 2, hal. 72–77, 2016.