

STUDI LITERATUR PENGARUH JENIS KATALIS DAN SUHU REAKSI TERHADAP PROSES PIROLISIS GLISEROL MENJADI AKROLEIN

Akh. Ifan Fitril Fadilah, Heny Dewajani

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
ifanfitril@gmail.com, [henyhp@gmail.com]

ABSTRAK

Meningkatnya produksi biodiesel menghasilkan peningkatan gliserol sebagai produk samping sekitar 10% berat gliserol pada industri biodiesel. Gliserol dapat dikonversi menjadi bahan kimia bernilai tinggi seperti acetaldehid, akrolein, formaldehid, dan acetol. Berbagai metode dapat digunakan untuk konversi gliserol antara lain pirolisis dan steam gasifikasi. Proses pirolisis terjadi reaksi dehidrasi gliserol menghasilkan akrolein atau asetol sebagai produk reaksi utama tergantung kondisi reaksi dan permukaan asam katalis. Akrolein digunakan dalam kedokteran, pengolahan air, industri perminyakan sebagai biosida. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari kajian literatur dari beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengkonversi gliserol dan menentukan metode terbaik yang digunakan terhadap yield akrolein. Kajian dilakukan dengan membandingkan jenis katalis yang digunakan pada proses pirolisis serta suhu proses yang dilakukan peneliti sebelumnya. Hasil dari kajian literatur berupa kesimpulan untuk mengetahui kondisi optimal dalam menghasilkan akrolein dari pirolisis gliserol.

Kata kunci: akrolein, gliserol, katalis, perbandingan

ABSTRACT

The increase in biodiesel production resulted in an increase in glycerol as a by-product of about 10% by weight of glycerol in the biodiesel industry. Glycerol can be converted into high value chemicals such as acetaldehyde, akrolein, formaldehyde, and acetol. Various methods can be used for glycerol conversion, including pyrolysis and steam gasification. The pyrolysis process occurs by a dehydration reaction of glycerol to produce akrolein or acetol as the main reaction product depending on the reaction conditions and the acid surface of the catalyst. Akrolein is used in medicine, water treatment, petroleum industry as a biocide. The purpose of this study was to review the literature on several methods that can be used to convert glycerol and determine the best method used for akrolein yield. The study was carried out by comparing the type of catalyst used in the pyrolysis process and the temperature of the process carried out by previous researchers. The results of the literature review are in the form of conclusions to determine the optimal conditions for producing akrolein from glycerol pyrolysis.

Keywords: akrolein, catalyst, comparison, glycerol

1. PENDAHULUAN

Menipisnya sumber daya berbasis fosil ditambah dengan kenaikan permintaan minyak meningkatkan potensi biodiesel sebagai sumber energi alternatif [1]. Biodiesel diproduksi terutama dari minyak nabati dan alkohol [2]. Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif sejalan dengan kebijakan Pemerintah mengenai *bioenergy*. Produksi

biodiesel semakin meningkat dengan adanya Peraturan Pemerintah mengenai penggunaan B20 (Biodiesel 20%). Di perkirakan pada tahun yang akan mendatang diiringi kenaikan produksi biodiesel yang meningkat sehingga gliserol yang merupakan 10% produk samping biodiesel ikut meningkat pesat sebanyak 470.000 kiloliter [3]. Hal ini dapat dilihat pada data di website [4] dimana produksi biodiesel dari tahun 2009 sampai tahun 2019 mengalami peningkatan sebesar 9,7 juta liter [4]. Menurut laporan dari Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) bersama dengan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO), produksi gliserol dari industri biodiesel diperkirakan akan meningkat dari sekitar 30 miliar liter pada tahun 2014 menjadi 39 miliar liter pada tahun 2024 [5].

Pemanfaatan gliserol selama ini digunakan sebagai bahan tambahan pada pakan ternak, kosmetik, obat-obatan, dan produk turunannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan kimia yang bernilai tinggi. Pemanfaatan ini masih belum cukup untuk mengurangi banyaknya produksi gliserol. Pengembangan proses mengubah gliserol menjadi bahan kimia atau bahan bakar ditentukan oleh kemajuan teknologi proses dan jenis katalis yang digunakan [6]. Pengembangan proses konversi menjadi produk bernilai tinggi dikembangkan penggunaan senyawa gliserol menjadi senyawa turunannya [5].

Produksi turunan gliserol yang bernilai seperti; akrolein, acetaldehid, formaldehid, serta acetol dapat dihasilkan melalui metode reaksi *cracking*. Metode lain yang dapat digunakan adalah pirolisis gliserol dan steam gasifikasi [7]. Proses pirolisis gliserol terjadi reaksi dehidrasi, dimana reaksi ini dapat menghasilkan akrolein atau asetol sebagai produk utama tergantung kondisi reaksi dan lokasi asam yang ada pada permukaan katalis [5]

Akrolein merupakan produk reaksi utama dari proses oksidasi parsial propilena dari industri petrokimia. dan mewakili rute untuk produksi terbarukan yang berbeda dengan proses saat ini yang berdasarkan pada oksidasi parsial propilena yang berasal dari industri petrokimia [8]. Saat ini produksi akrolein dari gliserol tidak dikomersialkan dibandingkan dengan produksi akrolein dari oksidasi propylene dengan katalis multi-okrida logam berbasis Bi / Mo. Dikarenakan saat ini harga propilena yang fluktuasi sehingga gliserol menjadi alternatif pengganti propilena [9]. Akrolein digunakan dalam kedokteran, pengolahan air dan industri perminyakan sebagai biosida. Akrolein diperlukan sebagai bahan awal untuk sintesis bahan kimia seperti metionin, pewangi serta pewarna. Asam akrilat diproduksi oleh oksidasi akrolein yang merupakan aplikasi utama dari akrolein [10].

Dehidrasi gliserol fase gas menggunakan katalis padat memiliki keunggulan dibandingkan katalis fase cair karena proses pemisahan produk. Selain itu, dari penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa, dalam banyak kasus, hasil akrolein dalam proses fase gas lebih tinggi daripada fase cair [11]. Proses fase gas lebih unggul disebabkan oleh sifat heteropolyacids dengan keasaman Brönsted yang kuat menunjukkan aktivitas katalitik awal yang baik, dehidrasi fase gas gliserol memiliki kondisi reaksi ringan [12]. Dehidrasi gliserol membutuhkan asam kondisi, karena protonasi gliserol menyebabkan penurunan penghalang energi aktivasi dari sekitar 60 hingga 20 KJ mol⁻¹ [13]. Katalis padat memiliki aktivitas dan stabilitas yang dapat diterima ketika air berperan sebagai reaktan atau produk [14].

Kajian literatur ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi proses produksi senyawa akrolein dari hasil pirolisis gliserol dari variasi jenis katalis sebagai alternatif pengembangan proses.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi literatur yang mana dilakukan dengan metode mengumpulkan beberapa teori dan data. Data bersumber dari penelitian yang sudah ada sebelumnya. Bentuk penelitian ini bersifat kualitatif dengan mengumpulkan data yield akrolein, dan konversi gliserol, kemudian dilakukan komparasi hingga analisa yang dilakukan untuk mengarah pada kesimpulan.

Data-data tersebut disimpulkan untuk mendapatkan variabel efektif untuk menghasilkan akrolein dari gliserol. Hasil rekapitulasi data dari pustaka yang dijadikan sumber referensi. Dibagi menjadi 2 sub bab berdasarkan variabel yang dianalisa yaitu jenis katalis serta suhu proses yang digunakan. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dibahas pada sub bab selanjutnya.

2.1. Prosedur Pencarian Jurnal

Prosedur pencarian jurnal meliputi penentuan kata kunci yang dicari di database jurnal seperti *Sciendirect* dan *Google* cendekia dengan tema penelitian yang sama. Pemilihan hasil penelitian berdasarkan variabel dan uji analisa yang sama. Jurnal yang dicari berkaitan dengan pirolisis gliserol menjadi akrolein. Pemilihan jurnal diutamakan nasional dan internasional 10 tahun terakhir. Data dari jurnal tersebut akan disusun serta ditarik kesimpulan

2.2. Teknik pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan membandingkan data jurnal satu dengan jurnal lainnya. Pengumpulan data didasarkan atas variabel :

- Jenis katalis yang digunakan
- Suhu yang digunakan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh jenis katalis terhadap yield akrolein

Berikut hasil rekapitulasi data dari jurnal penelitian pirolisis gliserol fase gas menjadi akrolein meliputi jenis katalis, konversi gliserol, dan yield acrolein

Tabel 1. Pengaruh jenis katalis terhadap yield akrolein

No	Nama Katalis	Jenis Katalis	Kondisi Reaksi (°C)	Konversi Gliserol %	Yield Akrolein %
1.	Pd/LaY zeolite [5]	HY	T=300°C,	61,6	57,3
		LaY	gliserol	84,1	75,2
		Pd/LaY	10%Wt, 0,3 g Katalis	93	87,6
2.	alumina, silika, dan TiO ₂ dengan W-oksida dan Nb-oksida[15]	Al ₂ O ₃ 600		98,4	37,39
		0,5Nb0,5WAl	T = 305°C,	100	71,90
		SiO ₂ 600	gliserol cair	1,3	0,00
		0,5Nb0,5WSi	20% wt 0,8 g	99	46,33
		TiO ₂ 450	katalis	98,9	13,85
	0,5Nb0,5WTi		99,3	59,08	

No	Nama Katalis	Jenis Katalis	Kondisi Reaksi (°C)	Konversi Gliserol %	Yield Akrolein %
3.	PO ₄ /Nb ₂ O ₅ [16]	PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (0% wi PO ₄)	T = 310°C, Gliserol 10%	46	23,92
		PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (10% wi PO ₄)	WT, dan 0,4 g Katalis	67	26,8
		PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (20% wi PO ₄)		89	38,27
		PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (30% wi PO ₄)		66	23,76
		PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (40% wi PO ₄)		58	16,24
		PO ₄ /Nb ₂ O ₃ (50% wi PO ₄)		42	14,7
4.	WO ₃ /TiO ₂ [10]	WO ₃ /TiO ₂ (UV 100)	T reaksi = 280°C, Gliserol 20% WT, 5 g katalis	88,9	65,34
		WO ₃ /TiO ₂ (Hombikat typ II)		85,7	65,56
5.	Montmorillonit[17]	MMT - RAW MMT	T = 320°C, katalis 0,5 g, gliserol 10%	10,9	10,22
		MMT - 10 wt H ₂ SO ₄		70,3	55,33
6.	Zirconium phosphate[14]	ZrO ₂	T= 315°C, 0,5 g katalis,	63,2	5,4
		P/ZrO ₂	10%wt gliserol	52	18,1
		ZrP-100		100	70,9
		ZrP-400		100	81,5

Dalam studi ini, selama tahun-tahun terakhir, beberapa katalis asam heterogen seperti protonasi, dipromosikan logam, dan zeolites hierarkis, campuran oksida logam, oksida fungsional, dan didukung heteropolyacids telah dievaluasi untuk melakukan dehidrasi katalitik untuk akrolein dalam fase gas. Tabel 1 merangkum beberapa katalis relevan yang digunakan dalam konversi fase gas gliserin ke akrolein, serta kondisi reaksi dan kinerja katalitiknya.

Aktivitas zeolite Y dalam bentuk protoniknya (HY), dengan modifikasi menggunakan lanthanum (LaY) dan diimpregnasi Pd menjadi (Pd/LaY). Dievaluasi oleh Rosas dkk [5] menggunakan variasi suhu 260-300°C, tiga katalis aktif yang berperan dalam pirolisis gliserol mendapatkan konversi gliserol tertinggi pada suhu 300°C adalah 61,6, 84,1, 93% dengan urutan HY, LaY, dan Pd/LaY. Yield akrolein yang diperoleh dengan meningkatnya suhu reaksi adalah 57,3, 75,2, 87,6% dengan urutan HY, LaY, dan Pd/LaY.

Pada studi Rosas [5], distribusi situs asam zeolite HY dimodifikasi oleh pertukaran ion dengan La dan impregnasi dengan Pd. Peningkatan jumlah total situs asam yang diamati setelah pertukaran ion HY dengan La meningkat sekitar 1,5 - 2,1 kali konsentrasi situs lewis dan Bronsted di katalis HY pada suhu 300°C. Kemudian logam Pd diimpregnasikan ke dalam katalis LaY menyebabkan peningkatan situs asam sekitar 2,5 - 3,5 kali lebih tinggi daripada keasaman zeolite HY. Hasil akrolein meningkat dari 57,3% menjadi 75,2% dengan peningkatan konsentrasi situs asam Brønsted setelah modifikasi dengan La. Kemudian, penggabungan Pd ke katalis LaY menghasilkan hasil akrolein sebesar 87,6% pada suhu yang

sama. Dikarenakan konsentrasi situs asam Lewis juga meningkat setelah mengalami pertukaran ion.

Pada penelitian yang dilakukan oleh massa dkk [15] mengevaluasi aktivitas katalis alumina, silika, dan TiO_2 dengan diembankan tungsten oksida (WO_2) dan Niobium oksida (NbO_2). Variasi yang digunakan yaitu komposisi pengemban terhadap katalis yang digunakan. Pada kalsinasi suhu 600°C pada Al_2O_3 menghasilkan konversi gliserol 98,4% dan yield akrolein 37,39%, pada SiO_2 kalsinasi 600°C menghasilkan konversi gliserol 1,3. Pada SiO_2 yang murni tidak menunjukkan aktivitas katalis sehingga hasil akrolein yang diperoleh tidak ada. Pada TiO_2 dengan kalsinasi 450°C menghasilkan konversi gliserol 98,9% dan yield akrolein 13,85%. Kemudian W-oksida dan Nb-oksida diembankan pada ketiga katalis tersebut. Pada 0,5Nb0,5W menghasilkan konversi gliserol 100% dan yield akrolein 71,90%, pada 0,5Nb0,5WSi konversi gliserol yang dihasilkan 99% dan yield akrolein 46,33%, pada 0,5Nb0,5WTi mendapatkan konversi gliserol 99,3% dan yield 59,08%.

Pada pengujian katalis SiO_2 menggunakan *spectra Infrared* tidak ditemukan situs Asam Lewis, hal ini menyebabkan aktivitas katalis menjadi sangat rendah. Sedangkan Al_2O_3 dan TiO_2 memiliki situs asam yang hampir mirip. Pada saat ditambahkan W-oksida dan Nb-oksida menyebabkan konsentrasi situs lewis meningkat pada katalis sehingga SiO_2 dapat memberikan aktivitas katalisnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lee Kyu dkk [16] pembuatan akrolein dari gliserol dengan mengevaluasi katalis $\text{PO}_4/\text{Nb}_2\text{O}_3$ Variasi yang digunakan yaitu pada komposisi penambahan PO_4 pada Nb_2O_3 . Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada penambahan PO_4 sebanyak 20% wt memiliki hasil yang lebih tinggi daripada penambahan PO_4 lainnya, yaitu konversi gliserol yang dihasilkan 89% dan yield akrolein 38,27%. Evaluasi pada katalis ini, menunjukkan bahwa setiap penambahan PO_4 memiliki nilai asam yang semakin naik, namun pada data menunjukkan bahwa akrolein meningkat hanya sampai penambahan PO_4 20%, setelah dilakukan uji permukaan diketahui bahwa semakin banyak penambahan PO_4 menyebabkan semakin kecil lubang permukaan pada katalis sehingga aktivitas pirolisis gliserol terhambat.

Selanjutnya Ulgen [10] melakukan evaluasi pada katalis WO_3/TiO_2 . Variasi yang digunakan yaitu tipe titania yang digunakan. Hasil yang diperoleh Ketika menggunakan titania jenis UV 100 memiliki konversi gliserol yang tinggi yaitu 88,9% daripada titania jenis Hombikat typ II 85,7%. Namun, titania jenis Hombikat *type II* menghasilkan akrolein lebih banyak 65,56 daripada titania jenis UV 100. Pada evaluasi ini dilakukan uji NH_3 untuk mengetahui keasaman, Ketika dilakukan uji, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa titania memiliki keasaman default atau tidak mengalami perubahan significant terhadap jenis titania yang digunakan, sehingga pada evaluasi ini jenis titania ketika diimpegrasikan dengan tungsten oksida sesuai untuk dehidrasi gliserol.

Zhao [17] juga melakukan evaluasi katalis dengan menggunakan katalis *montmorillonite* (MMT) dengan variasi pada konsentrasi asam sulfat yang digunakan. Hasil yang diperoleh, pada MMT yang dilakukan tanpa aktivasi asam sulfat menghasilkan konversi gliserol 10,9% dan yield akrolein 10,22%, Ketika dilakukan aktivasi 10%wt H_2SO_4 menghasilkan konversi gliserol 70,3% dan yield akrolein 55,33% hasil ini sangat tinggi dibandingkan dengan variable lainnya. variable berikutnya yaitu dengan H_2SO_4 20-40% wt. Namun, hasil yang diperoleh mengalami penurunan bahkan pada 40%wt H_2SO_4 memiliki nilai konversi gliserol yang lebih rendah daripada MMT tanpa asam sulfat. Hal ini menurut Zhao di akibatkan oleh hancurnya katalis yang digunakan ketika konsentrasi asam sulfat ditingkatkan.

Gan dkk [14] melakukan evaluasi pada katalis zirconium dengan variasi diberikan asam phospat dan suhu pengeringan dan kalsinasi yang digunakan. Suhu pengeringan katalis yang digunakan yaitu 100°C dan variasi suhu kalsinasi yang digunakan yaitu 400, 500, 600, dan 700°C. Hasil yang diperoleh saat ZrO₂ murni menghasilkan akrolein yang sangat sedikit yaitu 5,4%, kemudian pada saat diberikan asam phospat mengakibatkan yield akrolein meningkat menjadi 18,1%, lalu dilakukan kalsinasi pada suhu 100°C yield akrolein yang diperoleh 70,9%, kemudian pada variable kalsinasi 400°C yield akrolein yang diperoleh 81,5% ini merupakan nilai puncak tertinggi yang diperoleh. Pada kalsinasi suhu berikutnya yield akrolein mengalami penurunan.

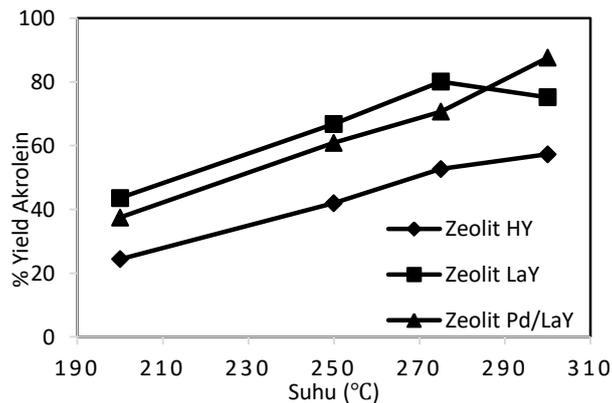
Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gan dkk [14] menyebutkan bahwa pada jumlah total asam yang tinggi belum tentu menguntungkan untuk mencapai konversi gliserol yang tinggi. Pada ZrP dan ZrP-T memiliki kerapatan asam tinggi memiliki hasil akrolein yang lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan ZrO₂, sedangkan pada ZrP-T diatas 100°C memiliki kerapatan asam sedang memberikan hasil akrolein yang lebih tinggi, menariknya ZrP-400°C memberikan hasil akrolein tertinggi dari semua katalis ini. Dengan demikian hasil ini menunjukkan bahwa kepadatan situs asam yang terlalu tinggi dan kepadatan keasaman yang terlalu rendah tidak cocok untuk kinerja yang baik oleh katalis. luas permukaan spesifik yang besar dengan kepadatan keasaman yang sesuai berkontribusi pada efisiensi katalitik yang tinggi

3.2. Pengaruh suhu aktivitas katalis Pd/LaY terhadap yield akrolein

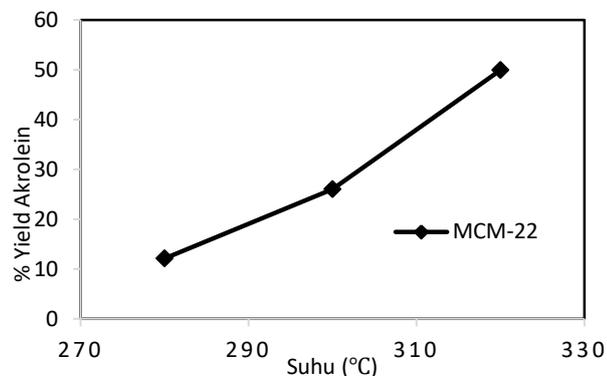
Suhu reaksi menentukan bagaimana suatu reaksi dapat menghasilkan produk. Secara termodinamika, Produksi akrolein akan dominan pada suhu reaksi 280 sampai 500°C. secara eksperimental peningkatan suhu reaksi menunjukkan kecenderungan untuk meningkatkan hasil dan selektivitas akrolein [18].

Tabel 2. Pengaruh suhu reaksi pirolisis gliserol terhadap yield akrolein

No	Jenis Katalis	Suhu (°C)	Konversi Gliserol %	Akrolein Yield %	Nama Katalis
1.	HY	200	45,1	24,4	
		250	55,4	42,0	
		275	57,5	52,7	
		300	61,6	57,3	
2.	LaY	200	72,4	43,6	Katalis Zeolit Pd/LaY[5]
		250	77	66,8	
		275	80,9	80,1	
		300	84,1	75,2	
3.	Pd/LaY	200	89,1	37,5	
		250	90	60,9	
		275	91	70,7	
4.	MCM-22	300	93	87,6	Katalis Zeolit MCM-22[19]
		280	57,14	12,13	
		320	99,75	49,92	



Gambar 1. Grafik suhu reaksi menggunakan katalis Pd/LaY terhadap yield akrolein dengan data[5]



Gambar 2. Grafik suhu reaksi menggunakan katalis MCM-22 terhadap yield akrolein dengan data [19]

Gambar 1 menyajikan pengaruh suhu terhadap yield akrolein untuk reaksi fase cair hingga fase gas, katalis yang digunakan yaitu Zeolit HY, Zeolit LaY, dan Zeolit Pd/LaY. Katalis yang digunakan sebanyak 0,3 gram, dan 10% wt gliserol. Hasil membuktikan bahwa semakin naik suhu reaksi katalis semakin tinggi hasil akrolein yang diperoleh. Pada zeolite HY dari suhu 200-300°C mengalami kenaikan konstan, pada zeolite LaY pada suhu 275°C mengalami penurunan, hal ini dikarenakan terbentuknya kokas yang menyebabkan menurunnya sisi aktif katalis. Pada zeolite Pd/LaY mengalami kenaikan menanjak pada suhu 275°C hal ini dikarena Pd/LaY terdapat Pd yang dapat mengurangi hidrogenasi penyebab pembentukan kokas yang mengakibatkan nonaktif pada katalis, ini disebabkan oleh faktor keasaman Pd/LaY yang lebih asam daripada LaY dan HY [5].

Gambar 2 Menyajikan pengaruh suhu terhadap yield akrolein menggunakan katalis Zeolit MCM-22. MCM-22 merupakan salah satu zat mikroskopis dengan memiliki pori berbentuk 10 cincin, zat ini merupakan salah satu jenis zeolite (rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 30$) [19]. pada grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka semakin meningkat yield akrolein. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa konversi gliserol pada MCM-22 juga meningkat, namun semakin tinggi suhu terjadi penonaktifan katalis sehingga hasil akrolein dengan konversi gliserol memiliki selisih semakin tinggi, serta juga ketika suhu meningkat pada katalis ini menghasilkan produk sampingan lebih banyak dibandingkan akrolein.

Pirolisis gliserol secara termodinamika dilakukan terutama pada fase gas untuk menghasilkan akrolein dengan menggunakan tekanan 1 atm dan suhu reaksi antara 280°C

dan 500°C [8] [20] pada suhu tersebut hasil akrolein mengalami peningkatan sedangkan zat lain seperti acetol yang juga merupakan produk utama mengalami penurunan [5]. Adapun titik didih gliserol yaitu 290°C.

Pada data Tabel 2 menunjukkan bahwa fase gas reaksi katalitis lebih optimal pada suhu reaksi <280°C (fase cair) menunjukkan hasil akrolein lebih kecil dibandingkan dengan suhu reaksi >280°C (fase gas). Karena menurut Jiang [11] proses pemisahan struktur gliserol menjadi turunannya dalam fase gas lebih mudah terengkahkan oleh katalis dibandingkan dengan fase cairnya. Selain itu, studi literatur menunjukkan bahwa, dalam banyak kasus, hasil akrolein dalam proses fase gas lebih tinggi daripada yang ada di fase cair. Sehingga fase gas merupakan fase optimal untuk memperoleh akrolein.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil studi literatur yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa reaksi pirolisis gliserol menjadi akrolein menggunakan bantuan katalis sangat dimungkinkan dengan memperhatikan beberapa faktor optimal yang mempengaruhi hasil akrolein yaitu reaksi fase gas memiliki hasil lebih baik daripada fase cair atau proses dapat berlangsung dengan baik jika dilakukan di suhu >280°C, jenis katalis yang digunakan harus memiliki situs asam, katalis harus melewati proses kalsinasi, penambahan proses pengembanan sisi aktif katalis hanya 20-30% dari wt katalis. Kemudian Jenis katalis yang dapat digunakan pada proses pirolisis gliserol menghasilkan akrolein terbaik yaitu Pd/LaY, 0,5Nb0,5W Al₂O₃, PO₄/Nb₂O₃ 20%wt PO₄, WO₃/TiO₂ Hombikat type II, Montmorillonit aktivasi H₂SO₄ 10%wt, dan Zirconium fosfat kalsinasi 400°C. untuk suhu proses yang dapat digunakan pada proses pirolisis gliserol menghasilkan akrolein terbaik yaitu pada 280-320°C.

kajian studi literatur ini memiliki beberapa hal yang perlu diperhatikan apabila akan menggunakan karya ini sebagai acuan dalam penelitian, yaitu: Katalis yang digunakan dalam proses pirolisis gliserol menjadi akrolein harus melalui tahapan kalibrasi atau standarisasi untuk mendapatkan hasil akrolein yang optimal karena proses pirolisis gliserol ini memiliki karakteristik yang khas terutama pada jenis katalis dan suhu proses yang digunakan, kemudian Faktor yang mempengaruhi reaksi seperti yang dijabarkan pada kesimpulan terdapat keunikan terhadap kondisi, dimana ketika faktor yang mempengaruhi tersebut terlalu kurang atau lebih dalam proses maka hasil akrolein yang diperoleh akan sedikit.

Untuk penelitian yang akan dilakukan ke depan mengenai produksi akrolein dari gliserol, perlu adanya proses standarisasi katalis sehingga dapat memiliki katalis standar yang menghasilkan akrolein terbaik. Kemudian dapat juga digunakan inovasi pada reaktor sehingga dapat dijalankan secara kontinu.

REFERENSI

- [1] N. Harun, S.Z. Abidin, O.U. Osazuwa, Y.H. Taufiq-Yap, M.T. Azizan., 2019, *Hydrogen production from glycerol dry reforming over Ag-promoted Ni/Al₂O₃*, Int. J. Hydrogen Energy. 44 213–225. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.093>.
- [2] Y. Xiao, A. Varma., 2016, *Conversion of Glycerol to Hydrocarbon Fuels via Bifunctional Catalysts*, ACS Energy Lett. 1 963–968, <https://doi.org/10.1021/acsenergylett.6b00421>.
- [3] I.P. Mudi, A.S. Suryandari, 2020, *Studi Pengaruh Rasio Molar Feed Gliserol Terhadap Asam Asetat Terhadap Produk Triasetin Berbasis Simulasi Chemcad*, Distilat J. Teknol. Separasi. 6 89–96. <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.113>.
- [4] databoks, 2020, *Produksi Biodiesel 2009-2018 Meningkatkan 3000 persen*,

- <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/01/09/produksi-biodiesel-2009-2018-meningkat-3000-persen#> (diakses 21 Juni 2020).
- [5] I.P. Rosas, J.L. Contreras, J. Salmenes, C. Tapia, B. Zeifert, J. Navarrete, T. Vázquez, D.C. García, 2017, *Catalytic dehydration of glycerol to akrolein over a catalyst of Pd/LaY zeolite and comparison with the chemical equilibrium*, *Catalysts*. 7 1–29. <https://doi.org/10.3390/catal7030073>.
 - [6] O. Muraza, 2019, *Peculiarities of glycerol conversion to chemicals over zeolite-based catalysts*, *Front. Chem.* 7 1–11. <https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00233>.
 - [7] O. Damayanti, Y. Gustanti, A. Roesyadi, 2012, *Pembuatan Gliserol Karbonat Dari Gliserol Dengan Katalis Berbasis Nikel*, *J. Tek. ITS.* 1 F30-F33–F33. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v1i1.471>.
 - [8] I. Pala Rosas, J. Luis Contreras Larios, B. Zeifert, J. Salmenes Blásquez, 2019, *Catalytic Dehydration of Glycerine to Akrolein*, in: *Glycerine Prod. Transform. - An Innov. Platf. Sustain. Biorefinery Energy*, IntechOpen, hal. 13. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85751>.
 - [9] C.J. Jia, Y. Liu, W. Schmidt, A.H. Lu, F. Schüth, 2010, *Small-sized HZSM-5 zeolite as highly active catalyst for gas phase dehydration of glycerol to akrolein*, *J. Catal.* 269 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2009.10.017>.
 - [10] A. Ulgen, W.F. Hoelderich, 2011, *Conversion of glycerol to akrolein in the presence of WO₃/TiO₂ catalysts*, *Appl. Catal. A Gen.* 400 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2011.04.005>.
 - [11] X.C. Jiang, C.H. Zhou, R. Tesser, M. Di Serio, D.S. Tong, J.R. Zhang, 2018, *Coking of Catalysts in Catalytic Glycerol Dehydration to Akrolein*, *Ind. Eng. Chem. Res.* 57 10736–10753. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b01776>.
 - [12] L. Shen, H. Yin, A. Wang, Y. Feng, Y. Shen, Z. Wu, T. Jiang, 2012, *Liquid phase dehydration of glycerol to akrolein catalyzed by silicotungstic, phosphotungstic, and phosphomolybdic acids*, *Chem. Eng. J.* 180 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.11.058>.
 - [13] J.A. Cecilia, C. García-Sancho, C.P. Jiménez-Gómez, R. Moreno-Tost, P. Maireles-Torres, 2018, *Porous silicon-based catalysts for the dehydration of glycerol to high value-added products*, *Materials (Basel)*. 11 1–19. <https://doi.org/10.3390/ma11091569>.
 - [14] H. Gan, X. Zhao, B. Song, L. Guo, R. Zhang, C. Chen, J. Chen, W. Zhu, Z. Hou, 2014, *Gas phase dehydration of glycerol to akrolein catalyzed by zirconium phosphate*, *Cuihua Xuebao/Chinese J. Catal.* 35 1148–1156. [https://doi.org/10.1016/s1872-2067\(14\)60057-7](https://doi.org/10.1016/s1872-2067(14)60057-7).
 - [15] M. Massa, A. Andersson, E. Finocchio, G. Busca, 2013, *Gas-phase dehydration of glycerol to akrolein over Al₂O₃-, SiO₂-, and TiO₂-supported Nb- and W-oxide catalysts*, *J. Catal.* 307 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2013.07.022>.
 - [16] K.A. Lee, H.K. Ryoo, B.C. Ma, Y. Kim, 2018, *Akrolein production by gas-phase glycerol dehydration using PO₄/Nb₂O₅ catalysts*, *J. Nanosci. Nanotechnol.* 18 1312–1315. <https://doi.org/10.1166/jnn.2018.14897>.
 - [17] H. Zhao, C.H. Zhou, L.M. Wu, J.Y. Lou, N. Li, H.M. Yang, D.S. Tong, W.H. Yu, 2013, *Catalytic dehydration of glycerol to akrolein over sulfuric acid-activated montmorillonite catalysts*, *Appl. Clay Sci.* 74 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.09.011>.
 - [18] A.Z. Abidin, R.G. Afandi, H.P.R. Graha, 2016, *Synthesis of Akrolein from Glycerol Using*

- FePO₄ Catalyst in Liquid Phase Dehydration*, J. Eng. Technol. Sci. 48 12–20.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2016.48.1.2>.
- [19] C.S. Carriço, F.T. Cruz, M.B. Santos, H.O. Pastore, H.M.C. Andrade, A.J.S. Mascarenhas, 2013, *Efficiency of zeolite MCM-22 with different SiO₂/Al₂O₃ molar ratios in gas phase glycerol dehydration to akrolein*, Microporous Mesoporous Mater. 181 74–82.
<https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2013.07.020>.
- [20] T. Laino, C. Tuma, A. Curioni, E. Jochowitz, S. Stolz, 2011, *A revisited picture of the mechanism of glycerol dehydration*, J. Phys. Chem. A. 115 3592–3595.
<https://doi.org/10.1021/jp201078e>.