

APLIKASI KATALIS HOMOGEN PADA SINTESIS EMULSIFIER

Rizki Agustina¹⁾, Ida Zahrina²⁾, Sunarno³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalis

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. H.R. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

rizki.agustina6900@student.unri.ac.id¹⁾

ABSTRACT

Monoglycerides and diglycerides are a form of emulsifier. Mono- and di-glycerides can be synthesized in various ways, one of which is esterification. In the esterification process, the use of a catalyst is very important in advance of the fatty acid conversion results. Homogeneous catalysts are mostly used in this process. Homogeneous catalysts are compounds that have the same phase as the reactants when a chemical reaction takes place. One of the newest forms of the catalyst with "green chemistry" status is DES (Deep Eutectic Solvents). NADES (Natural Deep Eutectic Solvents) is a DES solvent that uses abundant natural compounds and is ideal for DES because of its diversity of chemical properties, biodegradability, and non-toxicity.

Keywords: Catalyst, DES, Emulsifier, NADES

1. Pendahuluan

Emulsifier merupakan bahan tambahan pada produk farmasi dan makanan yang berfungsi untuk menstabilkan emulsi. Meningkatnya produksi makanan dan minuman serta produk-produk perawatan tubuh yang menggunakan *emulsifier*, akan mendorong pasar dunia untuk menyediakan *emulsifier* dalam jumlah besar (Luna, 2013). Salah satu bentuk dari emulsifier sintesis yaitu monogliserida dan digliserida. Akhir-akhir ini, monogliserida dan digliserida telah diproduksi dengan mereaksikan suatu substrat dengan gliserol, di mana substratnya dapat berupa asam lemak, trigliserida, ataupun metil ester asam lemak.

Monogliserida (MG) dan digliserida (DG) dapat dibuat dari senyawa gliserida yang berasal dari lemak ataupun minyak. MG dan DG dapat diperoleh dari tiga proses yaitu gliserolisis trigliserida, transesterifikasi metil ester dengan gliserol

dan esterifikasi asam lemak dengan gliserol (Awang 2004; Singh *et al.*, 2013). Gliserolisis minyak atau lemak merupakan proses transesterifikasi minyak atau trigliserida dengan gliserol baik menggunakan katalis atau tanpa katalis. Esterifikasi gliserol merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam konversi gliserol untuk menghasilkan produk turunannya. Pada sintesis MG dan DG, penggunaan katalis memiliki peranan yang sangat penting karena mempengaruhi konversi asam lemak yang dihasilkan serta karakterisasinya. Konversi reaksi dengan penambahan katalis jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan atau tanpa menggunakan katalis (Williamson *et al.*, 2017).

2. Katalis

Katalis dapat menurunkan energi pengaktifan dengan menghindari tahap penentu laju yang lambat dari reaksi yang tidak dapat dikatalis. Dengan menurunkan

energi aktivasi, maka pada temperatur yang sama didapatkan laju reaksi dengan konstanta laju yang besar yang artinya reaksi pengaktifan dapat terjadi secara cepat (Kirk dan Othmer, 1992).

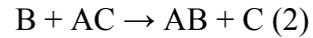
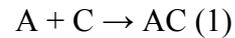
Katalis merupakan senyawa yang ketika ditambahkan ke dalam suatu reaksi kimia untuk meningkatkan laju reaksi tanpa ikut berubah secara kimia pada akhir reaksi. Katalis akan memberikan mekanisme reaksi alternatif dengan energi aktivasi yang lebih rendah dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis. Berdasarkan jumlah fasa yang terlibat, proses katalitik dapat dibedakan menjadi katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang memiliki fasa sama dengan reaktan atau zat pereaksi. Katalis heterogen merupakan katalis yang memiliki fasa berbeda dengan reaktan atau zat pereaksi. Katalis menyediakan jalan reaksi alternatif dengan energi aktivasi (energi minimum yang dibutuhkan campuran untuk menghasilkan produk) yang lebih kecil dari pembentukan intermediet reaktif di permukaan katalis, dimana banyak terjadi reaksi atomik atau molekular. Kemudian, intermediet reaktif ini akan saling berinteraksi membentuk produk. Katalis juga mampu mempengaruhi faktor kinetik reaksi seperti kecepatan reaksi, energi aktivasi, dan keadaan intermediet (Sylvia *et al*, 2015).

3. Katalis Homogen

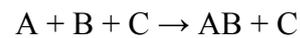
Suatu reaksi kimia, katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara. Serta dalam katalis homogen, reaktan dan katalis terdispersi dalam satu fasa biasanya dalam bentuk cair. Katalis homogen sulit dalam pemisahannya dengan sistem suatu reaksi karena katalis larut dalam campuran. Pemisahan tidak cukup jika dilakukan dengan penyaringan atau dekantasi.

Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses

yang memulihkan katalisnya. Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalitik, di mana C melambangkan katalisnya:

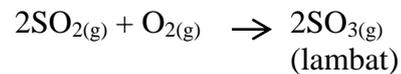


Meskipun katalis (C) terkonsumsi oleh reaksi 1, namun selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi,

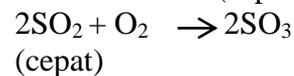
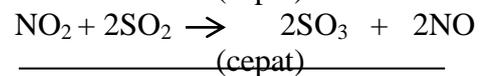
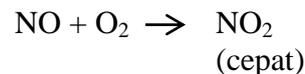


Salah satu reaksi kimia menggunakan katalis homogen:

- Reaksi tanpa katalis :



Reaksi dengan Katalis NO:



Gas NO mudah bereaksi dengan O_2 menjadi NO_2 yang merupakan sumber O_2 bagi SO_2 untuk membentuk SO_3 dan NO kembali, sehingga gas NO diperoleh kembali dalam jumlah yang sama. Katalis tidak terkonsumsi ataupun tercipta. Penggunaan katalis homogen ini mempunyai kelemahan yaitu: mencemari lingkungan, dan tidak dapat digunakan kembali. Selain itu katalis homogen juga umumnya hanya digunakan pada skala laboratorium ataupun industri bahan kimia tertentu. Contoh dari katalis homogen yang biasanya banyak digunakan dalam produksi biodiesel, seperti basa (NaOH, KOH), asam (HCl, H_2SO_4) seperti pada proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati dengan alkohol dapat menggunakan beberapa jenis katalis diantaranya, katalis asam (Freedman *et al.*, 1984).

4. Katalis pada Reaksi Esterifikasi

Katalis pada reaksi esterifikasi merupakan suatu zat yang dapat mempercepat jalannya reaksi. Jenis katalis yang digunakan dapat mempengaruhi konversi produk hasil esterifikasi. Katalis meningkatkan laju reaksi dengan cara mempengaruhi energi pengaktifan suatu reaksi kimia. Keberadaan katalis akan menurunkan energi pengaktifan, sehingga reaksi dapat berjalan dengan cepat.

Katalis asam dipilih untuk memproduksi metil ester dengan kadar asam lemak bebas tinggi melalui reaksi esterifikasi. Katalis asam seperti H_2SO_4 , HPO_4 , dan HCl merupakan katalis yang efektif untuk reaksi esterifikasi (Budiman, 2014).

Katalis yang digunakan dapat berupa katalis kimiawi atau katalis enzimatik. Masing-masing jenis katalis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Katalis kimia memiliki kelebihan yaitu mudah penganannya, harganya terjangkau, mudah dipisahkan dan dapat digunakan dalam konsentrasi yang relatif rendah. Sedangkan kekurangan katalis kimia yaitu variasi produk yang terbentuk beragam karena gugus asil terdistribusi secara acak, hasil sintesis memiliki rendemen yang rendah, warna gelap dan flavor yang kurang baik. Kelebihan katalis enzimatik yaitu produk yang dihasilkan tidak memiliki keragaman yang besar, sedangkan kekurangannya yaitu harga enzim murni relatif mahal (Zakwan, 2014). Menurut Hariska *et al.*, (2012), katalis memiliki beberapa sifat antara lain:

1. Katalis tidak berubah selama reaksi. Ada kemungkinan katalis ikut dalam reaksi tetapi setelah reaksi berakhir katalis tersebut diperoleh kembali (kembali seperti semula).
2. Katalis tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi. Katalis hanya mempercepat reaksi dalam mencapai kesetimbangan sebab semua reaksi berakhir dengan kesetimbangan.
3. Katalis tidak mengawali suatu reaksi. Reaksi yang menggunakan katalis harus sudah berjalan walaupun sangat lambat.
5. **Katalis NADES (*Natural Deep Eutectic Solvents*)**

DES (*Deep Eutectic Solvents*) merupakan kelas baru *ionic liquids* (ILs) yang berasal dari senyawa alam yang bersifat *biodegradable*, seperti kolin, asam amino, dan asam karboksilat (Abbott *et al.*, 2004); Hayyan *et al.*, 2010). DES didefinisikan sebagai sistem yang terdiri dari campuran setidaknya dua komponen, yaitu garam ammonium kuarterner sebagai HBA (*hydrogen bond acceptor*) dan HBD (*hydrogen bond donor*) yang mampu membentuk fase eutektik baru yang ditandai dengan titik leleh lebih rendah dari masing-masing komponen penyusunnya. NADES (*Natural Deep Eutectic Solvents*) merupakan pelarut DES yang menggunakan senyawa-senyawa alam yang melimpah ketersediaannya dan ideal digunakan untuk DES karena keragaman sifat kimia, biodegradabilitas dan non-toksik.

Katalis berfungsi untuk mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi reaksi namun tidak menggeser letak kesetimbangan. Tanpa katalis, reaksi baru dapat berjalan pada suhu sekitar $250^{\circ}C$. Penambah katalis bertujuan untuk mempercepat reaksi dan menurunkan kondisi operasi. Katalis yang dapat digunakan adalah katalis asam, basa, ataupun penukar ion. Dengan katalis basa, reaksi dapat berjalan pada suhu kamar, sedangkan katalis asam pada umumnya memerlukan suhu reaksi diatas $100^{\circ}C$ (Kirk & Othmer, 1992).

Reaksi-reaksi kimia yang melibatkan penggunaan katalis basa dan asam sangat berbahaya untuk lingkungan. Keaktifan reagen ini sangat tinggi dan dapat digunakan untuk aplikasi yang sangat luas dan bervariasi. Akan tetapi, produk yang dihasilkan bersifat toksik dan limbahnya sangat korosif, juga

menghasilkan hasil samping senyawa organik yang tidak diinginkan (Anastas dan Warner, 1998).

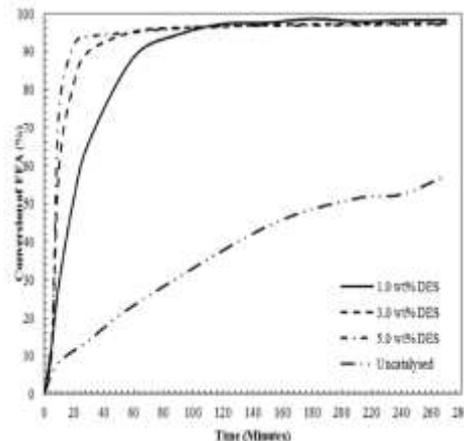
Secara luas telah diakui bahwa terdapat peningkatan kebutuhan akan proses-proses yang lebih ramah lingkungan dalam industri kimia. Tren ini selanjutnya dikenal sebagai “Kimia Hijau” atau “Teknologi Berkelanjutan” (Sheldon, 2017).

Kimia hijau diusulkan sebagai solusi untuk dijadikan petunjuk bagi praktisi-praktisi kimia dalam mengembangkan dan mengamati sejauh mana sintesis, bahan, proses serta teknologi yang bisa diaplikasikan dengan penggunaan kimia hijau (Anastas dan Warner, 1998).

Dalam proses transesterifikasi, DES (*Deep eutectic solvents*) yang merupakan kimia hijau dapat digunakan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi. Long (2010) mempublikasikan penggunaan DES untuk katalis dalam reaksi transesterifikasi dengan menggunakan DES berbasis $\text{ChCl}:\text{nCl}_2$ (1:2). Selain sebagai katalis pada reaksi yang bersifat kimia, DES juga dapat digunakan pada reaksi pembuatan biodiesel dengan menggunakan biokatalis. Hal ini disebabkan DES memiliki beberapa kelebihan diantaranya harga yang murah, tidak bersifat racun, *biodegradable*, *lipase-compatibility* (dapat menaikkan selektivitas lipase hingga 99%).

Aplikasi penggunaan DES sebagai katalis juga diteliti oleh Williamson *et al.* (2017) dalam esterifikasi asam oleat dengan gliserol, menggunakan campuran allyl triphenylphosphonium bromide dan asam p-toluenesulfonic monohydrate (PTSAM). Dapat dilihat pada Gambar 1, terjadi peningkatan konversi asam lemak dengan penambahan jumlah katalis. Konversi asam lemak pada esterifikasi tanpa menggunakan katalis jauh lebih rendah daripada esterifikasi menggunakan katalis DES. Pada penelitian Williamson *et al.* (2017) didapatkan konversi asam lemak

tertinggi yaitu 95% dicapai pada suhu 150°C , berat katalis DES 5 % dan waktu reaksi 30 menit. Pada proses ini katalis DES dapat digunakan kembali (*re-used catalyst*) dan konversi asam lemak yang dihasilkan tidak berkurang.



Gambar 1. Pengaruh dosis katalis pada konversi FFA pada suhu reaksi 150°C (Williamson *et al.*, 2017).

6. Kesimpulan

Penggunaan Katalis pada reaksi esterifikasi sangat penting. Katalis merupakan senyawa yang ketika ditambahkan ke dalam suatu reaksi kimia untuk meningkatkan laju reaksi tanpa ikut berubah secara kimia pada akhir reaksi. Katalis akan memberikan mekanisme reaksi alternatif dengan energi aktivasi yang lebih rendah dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis. Reaksi-reaksi kimia yang melibatkan penggunaan katalis basa dan asam sangat berbahaya untuk lingkungan. Penggunaan pelarut yang sekaligus berperan sebagai katalis seperti DES ataupun NADES merupakan solusi baru dalam perkembangan dunia kimia karena katalis jenis ini dapat di *re-used* dan menghemat biaya tanpa mengurangi konversi asam lemak.

7. Daftar Pustaka

Abbott, A.P., Capper, G., Davies, D.L., Rasheed, R.K. and Tambyrajah, V. (2003), “Novel Solvent Properties of Choline Chloride Urea Mixtures_Supplementaryinfo”, *The Royal Society of Chemistry 2003*, No.

- November 2002, pp. 70–71.
- Abbott, A.P., Harris, R.C., Ryder, K.S., D'Agostino, C., Gladden, L.F. and Mantle, M.D. (2011), "Glycerol Eutectics as Sustainable Solvent Systems", *Green Chemistry*, Vol. 13 No. 1, pp. 82–90.
- Bi, W., Tian, M. and Ho, K. (2013), "Evaluation of Alcohol-Based Deep Eutectic Solvent in Extraction and Determination of Flavonoids with Response Surface Methodology Optimization", *Journal of Chromatography A*, Vol. 1285, pp. 22–30.
- Dai, Y., Spronsen, J. Van and Witkamp, G. (2013), "Analytica Chimica Acta Natural Deep Eutectic Solvents as New Potential Media for Green Technology", *Analytica Chimica Acta* Vol. 766, pp. 61–68.
- Ertit Praputri, Emil Sundari, F Firdaus, S Sofyan (2018), "Penggunaan katalis homogen dan heterogen pada proses hidrolisis pati umbi singkong karet menjadi glukosa" *Jurnal Litbang Industri* -Vol. 8No. 2, Desember2018: 105–110.
- Fessenden, R.J., dan.Fessenden, J.S. (1990), "Kimia Organik", edisi kesatu, Penerbit Erlanga
- Gandhi, N.N., (1997), "Application of Lipase", *J.Am.Oil Chem.Soc.*, 74, 6, hal. 621 – 634
- García, G., Aparicio, S., Ullah, R. and Atilhan, M. (2015), "Deep Eutectic Solvents: Physicochemical Properties and Gas Separation Applications", *Energy and Fuels*, Vol. 29 No. 4, pp. 2616–2644.
- Hayyan, A., Ali Hashim, M., Mjalli, F.S., Hayyan, M. and AlNashef, I.M. (2013), "A Novel Phosphonium-Based Deep Eutectic Catalyst for Biodiesel Production from Industrial Low Grade Crude Palm Oil", *Chemical Engineering Science*, Elsevier, Vol. 92, pp. 81–88.
- Hayyan, A., Mjalli, F.S., Alnashef, I.M., Al-Wahaibi, T., Al-Wahaibi, Y.M. and Hashim, M.A. (2012), "Fruit Sugar-Based Deep Eutectic Solvents and Their Physical Properties", *Thermochimica Acta*, Vol. 541, pp. 70–75.
- Hayyan, A., Mjalli, F.S., Alnashef, I.M., Al-Wahaibi, Y.M., Al-Wahaibi, T. and Hashim, M.A. (2013), "Glucose-Based Deep Eutectic Solvents: Physical Properties", *Journal of Molecular Liquids*, Vol. 178, pp. 137–141.
- Hayyan, M., Mjalli, F.S., Hashim, M.A. and AlNashef, I.M. (2010), "A Novel Technique for Separating Glycerine from Palm Oil-Based Biodiesel Using Ionic Liquids", *Fuel Processing Technology*, Vol. 91 No. 1, pp. 116–120.
- Luna, N. (2013), "Potensi Produk Monoasilgliserol sebagai Emulsifier Nabati", *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, Vol. 9, pp. 108–116.
- Sylvia, N., Meriatna, M., Haslina, H., 2015. Kinetika hidrolisa kulit pisang kepok menjadi glukosa menggunakan katalis asam klorida. *J. Teknol. Kim. Unimal* 2, 51–65.
- Wahyuni, S. (2015), "Esterifikasi Gliserol Dengan Asam Lemak Sawit Menggunakan Katalis Methyl Ester Sulfonic Acid (MESA)", Skripsi, *Institut Pertanian Bogor*.
- Williamson, S.T., Shahbaz, K., Mjalli, F.S., AlNashef, I.M. and Farid, M.M. (2017), "Application of Deep Eutectic Solvents as Catalysts for The Esterification of Oleic Acid with Glycerol", *Renewable Energy*, Vol. 114, pp. 480–488.
- Zulkifli, M., & Estiasih, T. (2014). 'Sabun Dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit : Kajian Pustaka Soap From Palm Fatty Acid Distilate : A Review'. *Pangan Dan Agroindustri*. 2(4). 170–177.