

METANOLISIS MINYAK SAWIT DENGAN KATALIS ENZIM LIPASE *PSEUDOMONAS CEPACIA* YANG DIIMOBILISASI

Elda Melwita

Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang-Prabumulih km 32 Inderalaya, Ogan Ilir
Telp/Fax. (0711)580303, email: e_melwita@yahoo.com

Abstrak

Enzim lipase yang diimobilisasi dari *Pseudomonas cepacia* dipelajari sebagai katalis dalam reaksi metanolisis minyak sawit. Pemakaian lipase yang diimobilisasi sebagai katalis memudahkan dalam proses pemisahan dan pemurnian produk utama dan produk samping dibandingkan dengan katalis konvensional seperti NaOH atau Na metilat karena tidak ada pembentukan sabun yang biasa terjadi dengan katalis basa. Di samping itu reaksi dapat dijalankan pada temperatur kamar. Aktivitas lipase diamati berdasarkan konversi minyak dengan mengukur perubahan viskositas minyak yang merupakan indikator tercepat untuk mengetahui konversi minyak menjadi metil ester. Variabel proses yang dipelajari adalah perbandingan rasio minyak: metanol dan penambahan air. Kondisi proses terbaik adalah pada rasio molar minyak:metanol sebesar 1:6, jumlah katalis 6.25%, suhu reaksi 35 C, dan penambahan air 12.5%. Pada kondisi ini diperoleh penurunan viskositas minyak sebesar 30.78 cSt dengan waktu reaksi dua jam.

Kata kunci: minyak sawit, metanolisis, lipase diimobilisasi, *Pseudomonas cepacia*

1. Pendahuluan

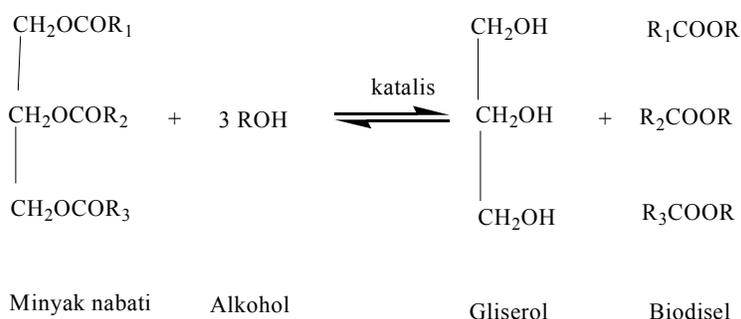
Biodiesel merupakan sumber bahan bakar alternatif dapat diperbaharui yang umumnya diproduksi dari proses alkoholisis minyak nabati. Penelitian tentang produksi biodiesel telah dilakukan secara luas dengan berbagai sumber bahan baku seperti minyak sawit, minyak biji karet, minyak bunga matahari, minyak kedelai, dan lain-lain. Umumnya proses alkoholisis minyak nabati tersebut dilakukan dengan katalis asam atau basa. Berkembangnya proses biokimia menawarkan alternatif dengan pemakaian enzim sebagai katalis. Lipase merupakan enzim yang banyak dimanfaatkan sebagai katalis dalam reaksi esterifikasi. Kelebihan pemakaian lipase sebagai katalis dalam alkoholisis minyak nabati adalah reaksi dapat dijalankan pada kondisi operasi yang sedang, tidak menggunakan energi yang besar, produk lebih selektif sesuai dengan bahan baku yang digunakan, yield tinggi, dan bersih dari bahan yang menimbulkan bahaya terhadap lingkungan. Pemilihan enzim dalam bentuk diimobilisasi (immobilised) memudahkan dalam proses pemisahan katalis untuk pemakaian selanjutnya. Produksi biodiesel dengan katalis enzim masih terhambat karena harga enzim dipasaran masih tergolong mahal. Namun, saat ini dengan semakin menurunnya harga enzim lipase dan hasil-hasil penelitian yang menunjukkan bahwa enzim dapat digunakan berkali-kali tanpa kehilangan keaktifannya secara berarti (Shimada *et al*, 1999), diharapkan dapat membuka prospek bagi pemanfaatan lipase sebagai katalis alkoholisis minyak nabati dalam skala industri. Penelitian yang telah dilakukan tentang

alkoholisasi yang dikatalisis oleh enzim lipase diimobilisasi menggunakan bahan baku minyak kacang kedelai (Suppes *et al*, 2003), minyak bunga matahari (Selmi *et al*, 1998), atau minyak goreng bekas (Watanabe *et al*, 2001). Proses alkoholisis minyak sawit dengan enzim lipase yang diimobilisasi masih sedikit dilakukan. Padahal, Indonesia memiliki perkebunan sawit yang luas dengan produksi minyak sawit yang besar. Penelitian proses alkoholisis minyak sawit dengan katalis enzim lipase padat akan menyediakan data-data kondisi proses yang optimum baik untuk keperluan akademik dan industri kelak.

2. Fundamental

Reaksi alkoholisis atau disebut juga transesterifikasi adalah reaksi antara suatu ester dengan alkohol untuk menghasilkan ester lain. Reaksi ini berjalan sangat lambat karena alkohol adalah nukleofil yang lemah, sedangkan ester mempunyai *leaving grup* yang sangat basa. Untuk mempercepat reaksi alkoholisis, digunakan katalis asam, basa, atau enzim. Penelitian mengenai alkoholisis minyak nabati dengan katalis asam dan basa telah dilakukan selama beberapa dekade belakangan ini. Namun, sebagian besar penelitian menggunakan katalis yang homogen. Dengan katalis homogen konversi yang tinggi dapat dicapai dengan mudah pada suhu 40 -60 C selama beberapa jam reaksi.

Reaksi alkoholisis berlangsung menurut persamaan reaksi berikut:



Alkoholisis minyak nabati dengan katalis enzim telah banyak dilaporkan baik dengan atau tanpa pelarut organik. Reaksi metanolisis tanpa pelarut organik umumnya tidak memberikan konversi yang tinggi karena terjadinya inaktivasi enzim oleh metanol yang tak larut. Oleh karena itu pengaruh perbandingan jumlah pereaksi, dalam hal ini minyak dan metanol, perlu diketahui untuk mencegah terjadinya inaktivasi katalis. Hal ini diamati pada metanolisis minyak kacang kedelai dimana pada kondisi perbandingan metanol/minyak > 1.5 terjadi inaktivasi lipase (Shimada *et al*, 1999). Perbandingan alkohol/minyak sebesar 2 dipakai pada reaksi esterifikasi lemak mangga (De *et al*, 1999). Sedangkan alkoholisis minyak bunga matahari menggunakan perbandingan alkohol/ minyak hingga 3:1 (Selmi *et al*, 1998). Pemakaian metanol dalam jumlah yang sedikit memang dapat mencegah inaktivasi, namun konversi metil ester yang dihasilkan rendah karena jumlah minyak yang tidak bereaksi masih cukup besar. Agar diperoleh konversi yang cukup tinggi, perlu diterapkan metode yang dapat meningkatkan konversi metil ester tanpa menyebabkan inaktivasi katalis. Dalam hal ini, penambahan metanol secara bertahap akan mencegah inaktivasi lipase (Watanabe *et al*, 2001).

Reaksi dengan katalis enzim tergolong reaksi cair-padat. Agar reaksi dapat berjalan dengan baik diperlukan perpindahan massa yang baik agar cairan dapat berdifusi dengan cepat ke permukaan katalis di mana reaksi berlangsung. Pengadukan secara mekanis memberikan perpindahan massa yang baik sehingga akan mempercepat reaksi. Namun, pengadukan secara mekanis ini akan menimbulkan *shear* yang besar sehingga dikhawatirkan dapat merusak struktur

enzim (Doran, 2000). Kecepatan pengadukan yang tinggi menyebabkan deaktivasi enzim karena terjadinya *shear* (Mohanty *et al*, 2001).

Pengaruh kenaikan suhu terhadap reaksi pada umumnya adalah meningkatkan kecepatan reaksi. Akan tetapi, suhu yang tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein enzim. Ketahanan masing-masing enzim terhadap panas berbeda-beda, beberapa reaksi enzim dilakukan pada suhu hingga 60 °C (Garcia *et al*, 2000; De *et al*, 1999; Watanabe *et al*, 2001).

Kandungan air dalam media reaksi juga mempengaruhi kemampuan katalitik enzim. Air memberikan efek ganda pada reaksi enzimatik; berfungsi untuk menjaga kemampuan katalitik enzim, diperlukan untuk inaktivasi enzim terutama pada proses inaktivasi termal, beberapa enzim menunjukkan berfungsi lipofilik dalam media organik yang mengandung beberapa persen air. Pada metanolisis minyak goreng bekas dengan kadar air 1980 ppm, air menyebabkan inhibisi reaksi metanolisis, namun pengaruh ini dieliminasi dengan menjalankan reaksi melalui beberapa siklus (Watanabe *et al*, 2001). Pengaruh penambahan air pada etanolisis minyak bunga matahari menunjukkan penurunan konversi minyak pada kisaran air 0,125 – 12 % (Selmi *et al*, 1998). Beberapa enzim lipase yang telah diteliti kemampuannya sebagai katalis dalam reaksi alkoholisis menunjukkan tingkat konversi yang cukup baik. Konversi mencapai 70.7 % dicapai pada reaksi metanolisis minyak goreng bekas dengan katalis enzim lipase *Candida antarctica* dengan penambahan metanol secara bertahap dalam beberapa siklus (Shimada *et al*, 1999). Reaksi etanolisis minyak bunga matahari dengan enzim lipase *Mucor miehei* (Lypozime) menghasilkan konversi sebesar 83% dalam waktu 5 jam. Sintesis enzimatik lemak buah melalui alkoholisis dengan enzim lipase Lypozime IM-20 mencapai konversi ester hampir 100% dengan waktu reaksi 6 jam.

3. Metodologi Penelitian

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lipase *Pseudomonas cepacia* yang diimmobilisasi pada resin akrilik diperoleh Sigma- Aldrich, minyak sawit makan, dan metanol absolut dari Merck

Alat

Reaksi dijalankan dalam tabung gelas volum 50 ml yang tertutup rapat. Pengadukkan dilakukan dengan pengaduk magnet dari teflon.

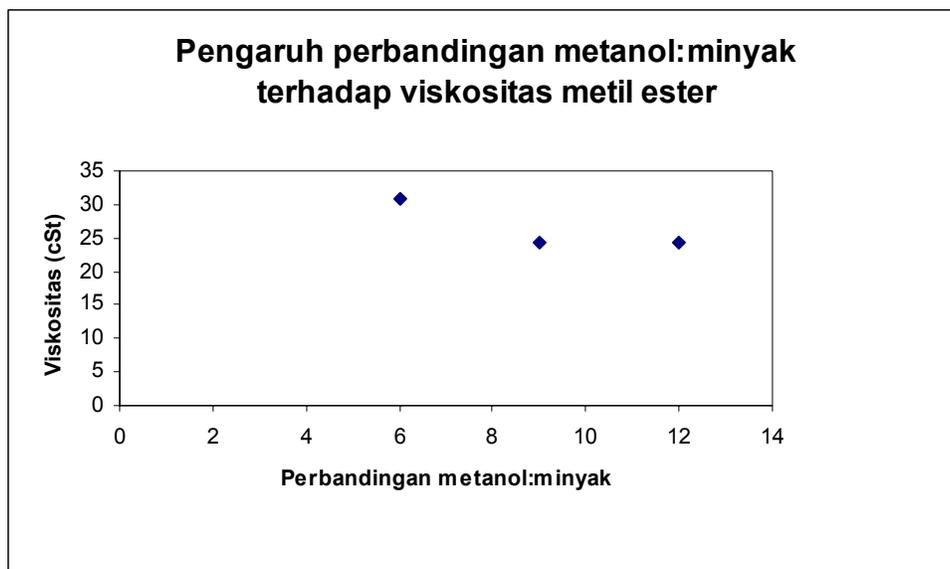
Reaksi

Minyak sawit dan metanol dengan perbandingan tertentu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diaduk, kemudian dicampur dengan enzim yang telah aktivasi dengan air. Reaksi dijalankan di atas hotplate pada suhu kamar dan kecepatan pengadukkan 300 rpm. Pada setiap reaksi digunakan minyak sebanyak 10 gram dan Eezim 0.5 gr. Setelah reaksi berlangsung selama dua jam, sampel di saring untuk memisahkan enzim, selanjutnya sampel dicuci dan dikeringkan untuk memisahkan ester dari pengotor dan produk sisa. Ester diukur viskositasnya dengan viskometer Ostwald untuk mengetahui konversi minyak menjadi metil ester. Viskositas ester jauh lebih kecil dari viskositas minyak sehingga semakin banyak ester yang terbentuk, maka viskositasnya akan semakin kecil. Reaksi dijalankan dengan variasi perbandingan molar minyak: metanol dan jumlah air untuk mengetahui pengaruh variabel tersebut pada viskositas produk yang dihasilkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Perbandingan Metanol: Minyak

Pengaruh perbandingan minyak:metanol terhadap viskositas ester yang dihasilkan terlihat pada gambar 2:

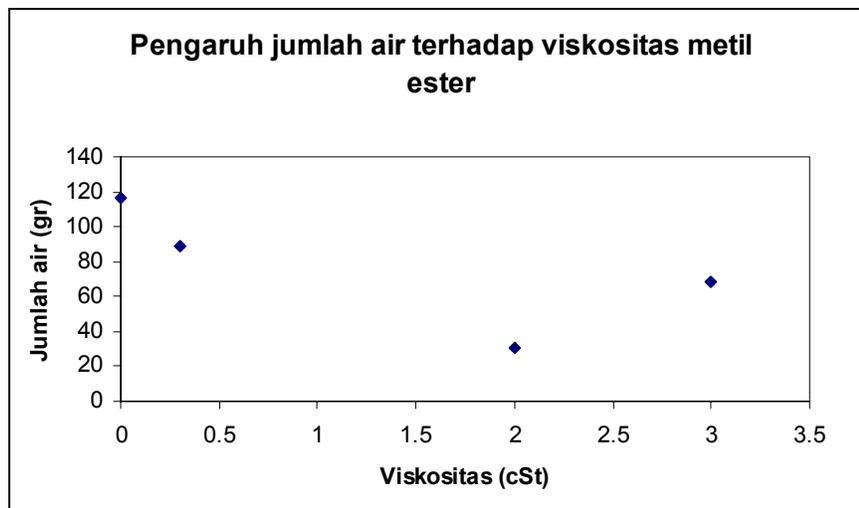


Gambar 2. Pengaruh perbandingan metanol:minyak terhadap viskositas metil ester (jumlah air 2 gr, suhu 30 C, pengadukkan 300 rpm)

Dalam kisaran perbandingan molar metanol:minyak 6 hingga 12 diperoleh viskositas metil ester terkecil pada perbandingan molar metanol:minyak sebesar 9 di mana viskositas metil ester berkurang hingga 24.28 cSt. Terlihat bahwa penambahan metanol menyebabkan reaksi metanolisis berjalan semakin cepat ke arah pembentukan metil ester sesuai dengan persamaan reaksi. Jumlah metil ester yang terbentuk semakin besar sehingga viskositasnya semakin berkurang. Namun, penambahan jumlah metanol selanjutnya hingga perbandingan 12 kembali memperbesar viskositas metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena terjadi inhibisi terhadap aktifitas enzim. Dalam hal ini penyebabnya adalah metanol. Metanol membentuk kompleks dengan enzim yang bersifat ireversibel. Pembentukan kompleks ini mengurangi jumlah enzim yang tersedia untuk reaksi. Toksikitas metanol ini harus dihindari karena dapat menyebabkan deaktivasi enzim.

Pengaruh Jumlah Air

Air mempengaruhi reaksi alkoholisis dengan katalis lipase. Pengaruh penambahan air pada reaksi terlihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pengaruh jumlah air terhadap viskositas metil ester (rasio metanol:minyak 6, suhu 30 C, pengadukkan 300 rpm)

Ketika reaksi berlangsung tanpa penambahan air viskositas metil ester yang diperoleh sangat tinggi, hampir sama dengan viskositas minyak sehingga reaksi metanolisis dianggap tidak terjadi. Penambahan air hingga 2 gram dapat menurunkan viskositas metil ester hingga 30.7 cSt. Namun, penambahan air lebih lanjut tidak mampu mengurangi viskositas metil ester yang dihasilkan lebih lanjut. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah air yang diserap oleh lipase telah mencapai jenuh sehingga penambahan air lebih lanjut justru menurunkan kecepatan reaksi.

5. Kesimpulan dan Saran

Reaksi metanolisis minyak sawit menjadi metil ester/biodisel dapat dikatalisis dengan enzim lipase yang diimmobilisasi, namun kondisi optimum belum tercapai karena pada kondisi operasi yang diamati konversi yang diperoleh masih sangat kecil. Kondisi terbaik diperoleh pada perbandingan metanol:minyak sebesar 9, penambahan air 2 gr, suhu 30 C, waktu reaksi dua jam dan pengadukkan 300 rpm di mana viskositas metil ester mencapai 24.28 cSt. Untuk memperbaiki konversi, perlu dilakukan modifikasi agar reaksi dapat dilakukan pada perbandingan minyak sawit: metanol yang besar tanpa menyebabkan deaktivasi enzim.

Ucapan terimakasih

Terima kasih pada Dana Penelitian Dosen Muda Dikti Tahun Anggaran 2005 yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] De, B.K, Bhattacharyya, D.K, and Bandhu, C, 1999, "Enzymatic Synthesis of Alcohol Ester by Alcoholysis, *JAACS*, 76, 451-453
- [2] Doran, P, 2000, "Bioprocess Engineering Principles", Academic Press
- [3] Garcia, T, Coteron, A, Martinez, M, and Aracil, J, 2000, "Kinetics Model for Esterification of Oleic Acid and Cetyl Alcohol using an Immobilised Lipase as Catalyst", *Chemical Engineering Science*, 52, 1411-1423

- [4] Mohanty *et al*, 2001, “ Deactivation of lipase at gas-liquid interface in a stirred vessel:, *Chemical Engineering Science*, 56, 3401-3408
- [5] Selmi, B and Thomas, D, 1998, “Immobilised Lipase-Catalyzed Ethanolysis of Sunflower Oil in a Solvent Free Medium, *JAOCS*, 75, 691-695
- [6] Shimada *et al*, 1999, “ Conversion of Vegetable Oil to Biodisel Usng Immobilised *Candida antarctica* Lipase”, *JAOCS*, 76, 789-793
- [7] Watanabe *et al*, 2001, “ Enzymatic Conversion of Waste Edible Oil to Biodiesel Fuel in a Fixed Bed Reactor”, *JAOCS*, 78, 703-707

