

HIDROLISIS MINYAK KELAPA OLEH ENZIM LIPASE DARI KENTOS KELAPA

Hydrolysis of Coconut Oil by Lipase Enzyme from Coconut Houstorium

Moh. Su'i

Fakultas Pertanian, Universitas Widyagama Malang, Jl. Borobudur No. 25, Malang

Email: sui_uwg@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari jenis dan jumlah asam lemak yang dihasilkan dari hidrolisis minyak kelapa menggunakan enzim lipase dari kentos kelapa. Minyak kelapa dihidrolisis oleh enzim lipase kentos selama 30, 60, 90, dan 120 menit. Selanjutnya jenis asam lemak yang dihasilkan dan jumlahnya dianalisa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, hidrolisis selama 90 menit menghasilkan asam lemak paling tinggi yaitu sebesar 40,20 %. Jenis asam lemak yang paling banyak dihidrolisis adalah asam laurat sebesar 21,23 %, kemudian asam miristat 7,62 %, dan asam kaprat 3,06 % dari total asam lemak dalam minyak kelapa.

Kata Kunci: Lipase, kentos kelapa, minyak kelapa, hidrolisis

ABSTRACT

This research learned the kind and amount of fatty acid that was produced from coconut oil hydrolyzed by lipase enzyme from coconut houstorium. Coconut oil was hydrolyzed by lipase enzyme from coconut houstorium for 30, 60, 90, and 120 minutes. The kind and amount of fatty acid obtained from hidrolization were measured. The result showed that hidrolization for 90 minutes produced the highest fatty acid 40,20 %. The highest fatty acid was lauric acid with 21,229 %, furthermore miristic acid 7,615 %, and capric acid 3,062 %.

Key words: Lipase, houstorium, coconut oil, hydrolysis

PENDAHULUAN

Asam laurat dan *medium chain fatty acid* (MCFA) lainnya seperti asam kaprat, asam kaprilat dan asam miristat sangat bermanfaat sebagai anti bakteri (Vetter dan Schlievert, 2005), bisa menghambat perkembangan virus HIV (Conrado, 2002), virus herpes, influenza, sarcoma dan lain-lain (Preuss, 2001). Selain itu, asam laurat dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Nicole dkk., 2001).

Minyak kelapa mengandung asam lemak rantai sedang atau MCFA relatif tinggi, yaitu asam laurat 49,84 %, asam kaprat 8,96 %, dan asam miristat 15,16 % (Sui dan Suprihana, 2006). Asam lemak tersebut dapat diekstrak/dipisahkan dari minyak kelapa dengan cara hidrolisis menggunakan metanol dengan katalis basa (Alamsyah dan Nuryanti, 2004). Menurut Pahoja dkk. (2001), hidrolisis minyak juga bisa dilakukan secara enzimatik menggunakan enzim lipase. Enzim lipase

menghidrolisis minyak (trigliserida), digliserida dan mono gliserida menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.

Sui dan Chandra (2007) berhasil mengisolasi enzim lipase dari kentos kelapa dengan aktivitas spesifik sebesar 0,40 umol/jam/ml. Kentos diperoleh dari buah kelapa yang ditunaskan selama 30 hari. Setiap butir kelapa mengandung enzim lipase sebanyak 12,87 unit. Enzim lipase kentos kelapa merupakan enzim *endogeneous* dalam buah kelapa yang secara alami berfungsi untuk menghidrolisis minyak kelapa. Menurut Pahoja dkk. (2001), enzim lipase dalam biji berperan menghidrolisis minyak dan selanjutnya akan digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman yang masih muda. Dengan demikian, enzim lipase kentos kelapa lebih sesuai dibanding enzim lipase dari sumber lain untuk menghidrolisis minyak kelapa.

Hasil penelitian Sui dkk. (2010), enzim lipase dari kentos kelapa tersebut mampu menghidrolisis minyak kelapa

(berupa emulsi minyak kelapa dan air dengan emulsifier gum arab) menjadi asam lemak bebas. Kondisi hidrolisis optimal dicapai pada konsentrasi substrat 10%, perbandingan enzim:substrat 3:10 dan lama hidrolisis 60 menit. Pada kondisi hidrolisis tersebut, produksi asam lemak bebas sebesar 2,19 umol asam lemak bebas/jam/ml enzim. Enzim lipase kentos yang digunakan mempunyai aktivitas sebesar 0,40 umol/jam/ml.

Masalahnya adalah, asam lemak yang dihasilkan dari hidrolisis tersebut merupakan total asam lemak. Belum diketahui berapa jumlah asam lemak bebas khususnya asam lemak rantai sedang atau MCFA (asam laurat, asam miristat dan asam kaprat) yang dihasilkan. Berapa lama hidrolisis yang tepat agar asam lemak yang diperoleh bisa maksimal. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menentukan lama hidrolisis yang optimum agar diperoleh asam laurat dan MCFA yang maksimum.

Asam lemak yang paling tinggi dalam minyak kelapa adalah asam laurat, kemudian asam miristat, dan asam kaprat (Sui dan Suprihana, 2006). Semakin tinggi jumlah asam lemak dalam substrat minyak kelapa, maka peluang untuk terhidrolisis juga semakin besar. Dengan demikian, kemungkinan besar akan diperoleh asam laurat paling banyak dibandingkan asam lemak lainnya selama hidrolisis. Disamping itu, kemungkinan asam laurat akan mencapai maksimal pada lama hidrolisis tertentu.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk mengisolasi asam laurat dan MCFA lainnya seperti asam kaprat dan asam miristat dari minyak kelapa. MCFA tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan anti bakteri dan anti virus.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain, buah kelapa varitas dalam dari Lawang Kabupaten Malang, *virgin coconut oil* (VCO) merk "Bagoes", aquades, air destilasi bebas ion. Bahan kimia antara lain gum arab, dietil eter, petroleum eter, NaCO₃, etanol 95 %, NaOH, indikator pp, Ca(OH)₂, K₂HPO₄, KH₂PO₄, benzena, dimethoxypropana, Na-sulfat, metanol, dan asam asetat glasial yang diperoleh dari Merck.

Isolasi Enzim Lipase

Enzim lipase diekstrak dari kentos kelapa. Kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah varitas dalam yang berasal dari Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. Kentos diperoleh dari kelapa yang ditunaskan selama 30 hari di tempat gelap.

Pertunasan kelapa menggunakan metode Oo dan Stumpf (1983) yang dimodifikasi. Modifikasi dilakukan pada tahap penyimpanan kelapa. Oo dan Stumpf (1983) menyimpan kelapa yang ditunaskan di dalam tanah. Dalam penelitian ini, kelapa disimpan dalam lemari penyimpanan yang gelap pada suhu 20 °C dengan kelembaban antara 80 % - 90 %.

Isolasi lipase dengan metode Sana dkk. (2004) yang dimodifikasi. Pada metode Sana dkk. (2004), sampel diberi dengan air destilat bebas ion. Pada penelitian ini, air destilat diganti dengan larutan buffer fosfat pH 7 untuk mencegah perubahan pH selama isolasi enzim. Perbandingan kentos dengan larutan buffer adalah 1:5 (kentos:larutan buffer). Kemudian dihancurkan dan disentrifuse pada 3000 rpm selama 20 menit pada 4 °C sehingga diperoleh supernatan. Supernatan ini merupakan ekstrak enzim lipase yang siap diuji aktivitasnya kemudian digunakan untuk menghidrolisis minyak kelapa.

Hidrolisis Minyak Kelapa

Enzim lipase yang digunakan adalah hasil isolasi dari kentos kelapa yang ditunaskan selama 30 hari dengan aktivitas 0,40 umol/jam/ml ekstrak enzim. Aktivitas enzim lipase diukur dengan menggunakan metode Bhardwaj dkk. (2001) dengan substrat berupa para nitro phenil laurat (PNPL). Hasil hidrolisis berupa para nitrofenol diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

Hidrolisis minyak kelapa oleh enzim lipase menggunakan metode Rashid dkk. (2001). Substrat terdiri dari minyak kelapa murni (VCO) 1 ml, gum arab 1 gram dan 0,1 M CaCl₂ 0,5 ml. Kemudian ditambahkan 10 ml larutan buffer fosfat untuk mengatur pH 7.

Enzim lipase kasar 3 ml ditambahkan pada substrat 10 ml kemudian diinkubasi pada suhu 60 °C selama (0, 15, 30, 60, 90, dan 120 menit). Setelah selesai inkubasi, dilakukan pemisahan asam lemak bebas (FFA) dari Gliseridanya (Mattick dan Lee, 1959). Setelah FFA terpisah dari gliseridanya, sampel diuji menggunakan *Gas Chromatografi* (GC) untuk mengetahui jenis asam lemak dan jumlahnya. Dari kromatogram GC akan diketahui jenis asam lemak dan jumlahnya (%) pada masing-masing lama hidrolisis (0 sampai 120 menit).

Data yang ditampilkan dalam penelitian ini adalah persentase asam lemak yang terhidrolisis (%). Data tersebut diperoleh dari jumlah asam lemak hasil hidrolisis dibagi jumlah dari semua asam lemak awal yang dalam dalam minyak kelapa sebelum hidrolisis (0 menit) x 100%

$$\text{Asam lemak yang terhidrolisis (\%)} = \frac{\text{Jumlah asam lemak terhidrolisis}}{\text{Total semua asam lemak dalam minyak kelapa}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Asam Lemak yang Dihasilkan selama Hidrolisis

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa, lipase kentos kelapa mampu menghidrolisis minyak kelapa menghasilkan asam lemak bebas. Lama inkubasi 90 menit menghasilkan asam lemak paling banyak yaitu sebesar 40,20 % dari total asam lemak awal. Dengan kata lain, minyak kelapa yang tidak terhidrolisis sebesar 59,80 %. Apabila inkubasi dilanjutkan hingga 120 menit justru jumlah asam lemak yang dihasilkan menurun menjadi 29,54 % (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah asam lemak terhidrolisis oleh enzim lipase

Lama hidrolisis (menit)	Total asam lemak yang terhidrolisis (%)
0	0
30	19,21
60	23,77
90	40,20
120	29,54

Hasil ini sesuai dengan penelitian Pahoja dkk. (2001) yang menghasilkan fenomena yang sama yaitu lama inkubasi hingga 180 menit akan meningkatkan aktivitas enzim lipase *Caesalpinia bonducella L.* Tetapi jika inkubasi dilanjutkan maka aktivitas enzim lipase akan terjadi penurunan.

Menurut Galliard (1971) bahwa, selama reaksi enzimatik berlangsung dapat memproduksi senyawa yang dapat menghambat aktivitas enzim. Hal ini diduga asam lemak yang dihasilkan selama hidrolisis pada jumlah tertentu (konsentrasi tertentu) justru akan menghambat bagi aktivitas enzim lipase untuk menghidrolisis minyak berikutnya.

Asam lemak yang dihasilkan dari hidrolisis minyak kelapa dapat dikelompokkan menjadi asam lemak rantai pendek, asam lemak rantai sedang (MCFA) dan asam lemak rantai panjang.

Asam Lemak Rantai Pendek

Asam lemak rantai pendek dalam minyak kelapa terdiri dari asam kaproat dan asam kaprilat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah asam lemak rantai pendek yang dihasilkan selama hidrolisis mengalami peningkatan hingga hidrolisis selama 120 menit. Secara keseluruhan, persentase asam kaprilat yang terhidrolisis lebih tinggi daripada asam kaproat. Pada lama hidrolisis 120 menit, asam kaproat yang terhidrolisis sebesar 0,08 % dan asam kaprilat 2,89 % dari total asam lemak awal dalam minyak kelapa (Tabel 2).

Tabel 2. Asam lemak rantai pendek yang dihasilkan selama hidrolisis

Asam lemak rantai pendek	% Asam lemak yang terhidrolisis setelah diinkubasi (menit)				
	0	30	60	90	120
Kaproat	0	0,04	0,02	0,04	0,08
Kaprilat	0	1,57	1,72	2,86	2,89
Total	0	1,61	1,74	2,89	2,97

Jumlah asam kaprilat yang terhidrolisis lebih besar dibandingkan asam kaproat karena jumlah asam kaprilat dalam minyak kelapa memang lebih tinggi dibandingkan asam kaproat. Hal menyebabkan peluang asam kaprilat menjadi lebih besar untuk bertemu dengan enzim lipase sehingga lebih banyak terhidrolisis.

Su'i dan Suprihana (2006) menyebutkan bahwa jumlah asam kaprilat dalam minyak kelapa sebesar 8,21 %, sedangkan asam kaproat hanya 0,24 %. Dalam reaksi enzimatik, semakin banyak substrat dalam medium maka reaksi akan semakin cepat. Meskipun ada beberapa ketentuan bahwa enzim lipase lebih mudah menghidrolisis asam lemak tidak jenuh dibandingkan asam lemak jenuh. Asam lemak rantai pendek lebih dahulu terhidrolisis daripada asam lemak rantai panjang. Tetapi karena asam kaprilat jumlahnya jauh lebih banyak dari asam kaproat, maka enzim lipase lebih banyak bertemu dengan asam kaprilat.

Asam Lemak Rantai Sedang (MCFA)

Asam lemak rantai sedang (MCFA) yang paling banyak terhidrolisis adalah asam laurat yaitu sebesar 21,23 %, kemudian asam miristat 7,62 % dan yang paling rendah asam kaprat 3,06 % dari total asam lemak minyak kelapa sebelum hidrolisis. Jumlah asam lemak rantai sedang dari minyak kelapa yang terhidrolisis tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Asam lemak bebas rantai sedang yang dihasilkan selama hidrolisis

Asam Lemak rantai sedang	% Asam lemak yang terhidrolisis setelah diinkubasi (menit)				
	0	30	60	90	120
Kaprat	0	1,50	1,83	3,06	2,24
Laurat	0	10,06	11,93	21,23	14,46
Miristat	0	3,28	4,49	7,62	5,31
Total	0	14,85	18,26	31,91	22,00

Asam laurat paling banyak dihasilkan selama hidrolisis dibanding dengan asam kaprat dan palmitat. Hal ini karena asam laurat memang jumlah awalnya paling tinggi dibanding

dua asam lemak lainnya. Menurut Sui dan Suprihana (2006), asam lemak rantai sedang dalam minyak kelapa tertinggi adalah asam laurat 52,26 %, kemudian asam miristat 16,82 %, dan paling rendah asam kaprat 7,79 %,

Asam lemak rantai sedang atau *medium chain fatty acid* (MCFA) khususnya asam laurat, yang terhidrolisis sebesar 21,02 % dari total asam lemak dalam minyak kelapa. Jumlah ini sekitar 40,60 % asam laurat sudah terhidrolisis dari total asam laurat awal. Sisa asam laurat ini yang belum terhidrolisis sebesar 59,40 % masih terikat dengan gliserol berupa monogliserida atau digliserida.

Asam laurat yang masih terikat dalam bentuk monogliserida ada kemungkinan berupa monolaurin. Monolaurin ini memiliki kemampuan antibakteri lebih baik dari pada asam laurat dalam bentuk bebas. Menurut Kabara dkk. (1972), asam laurat dapat menghambat bakteri *Candida*, *S. aureus* dan *S. epidermis* pada konsentrasi 2,49 umol/ml. Sedangkan monolaurin dengan konsentrasi 0,09 umol/ml sudah mampu menghambat bakteri-bakteri tersebut.

Ditinjau dari lama hidrolisis, jumlah MCFA (asam kaprat, asam laurat dan asam miristat) yang terhidrolisis mencapai jumlah tertinggi pada lama hidrolisis 90 menit yaitu sebesar 31,91 %. Jika hidrolisis dilanjutkan hingga 120 menit, jumlah MCFA yang terhidrolisis menurun yaitu hanya 22,00 %.

Lama hidrolisis yang tepat untuk mendapatkan MCFA dalam penelitian ini adalah 90 menit. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa lama hidrolisis optimum adalah 60 menit (Sui dkk., 2010). Perbedaan ini terletak pada satuan yang digunakan. Pada penelitian ini, yang dihitung adalah jumlah asam lemak yang dihasilkan selama proses hidrolisis. Jumlah asam lemak paling tinggi jika dihidrolisis selama 90 menit. Sedangkan pada penelitian sebelumnya, jumlah asam lemak yang dihasilkan dihitung per satuan waktu. Jika dihitung per satuan waktu, asam lemak tertinggi diperoleh pada lama hidrolisis 60 menit. Apabila dihitung secara keseluruhan sebetulnya sama yaitu asam lemak paling banyak dihasil pada hidrolisis selama 90 menit.

Asam lemak mencapai maksimum pada lama hidrolisis 90 menit. Jika dilanjutkan hingga 120 menit, jumlah asam lemak justru menurun. Hal ini diduga bahwa pada hidrolisis 120 menit, asam lemak bebas yang dihasilkan akan menjadi substrat pada reaksi berikutnya yaitu oksidasi asam lemak menjadi asetil Ko-A. Reaksi oksidasi lemak merupakan rangkaian reaksi katabolisme lemak dalam jaringan tanaman untuk mendapatkan energi.

Menurut Lehninger (1997), proses katabolisme lemak akan menghidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas. Selanjutnya asam lemak bebas akan melalui proses beta oksidasi untuk mendapatkan asetil ko-A. Tahap selanjutnya

adalah siklus asam sitrat yang akan mengubah asetil ko-A menjadi CO₂, H₂O dan energi. Proses katabolisme ini dilakukan oleh serangkaian enzim yang terdapat pada jaringan tanaman tersebut dan terbentuk selama proses pertunasan.

Menurut Bewley dan Black (2001), cadangan makanan dalam daging buah yang berupa lemak untuk selanjutnya dihidrolisis oleh enzim lipase menjadi asam lemak. Asam lemak yang terbentuk kemudian masuk dalam siklus katabolisme, sehingga dihasilkan heksosa yang diperlukan untuk penyusun selulosa.

Hal ini sangat mungkin terjadi karena enzim yang digunakan dalam penelitian ini adalah enzim kasar yang diisolasi berasal dari kentos kelapa yang mengalami pertunasan. Dengan demikian, enzim yang terekstrak bukan hanya enzim lipase tetapi enzim lain yang diperlukan dalam katabolisme lemak.

Asam Lemak Rantai Panjang

Asam lemak rantai panjang dalam minyak kelapa terdiri atas asam palmitat, asam oleat, asam linoleat dan asam stearat. Pada asam lemak rantai panjang, lama hidrolisis yang optimal juga terjadi pada 90 menit, kemudian setelah itu hidrolisis minyak kelapa oleh enzim lipase kentos akan menurun. Jumlah asam lemak rantai panjang yang terhidrolisis selama 90 menit sebesar 6,39 %.

Dari sejumlah asam lemak rantai panjang, asam palmitat dan oleat merupakan asam lemak yang paling banyak dihasilkan kemudian disusul asam linoleat dan stearat (Tabel 4).

Tabel 4. Asam lemak rantai panjang yang dihasilkan selama hidrolisis

Asam lemak rantai panjang	% Asam lemak yang terhidrolisis setelah diinkubasi (menit)				
	0	30	60	90	120
Palmitat	0	1,27	1,67	2,80	1,88
Linoleat	0	0,26	0,38	0,67	0,52
Oleat	0	0,95	1,43	2,47	1,79
Stearat	0	0,27	0,299	0,45	0,38
Total	0	2,75	3,78	6,39	4,57

Asam oleat dan linoleat yang terhidrolisis masing-masing 2,47 % dan 0,67 % dari total asam lemak awal. Jika dihitung berdasarkan jumlah asam oleat dan linoleat sebelum dihidrolisis, maka asam lemak tersebut terhidrolisis hampir 50 %. Sedangkan asam palmitat dan stearat yang terhidrolisis 2,80 % dan 0,45 % dari total asam lemak awal atau kurang lebih 30 % dari asam palmitat dan asam stearat sebelum

dihidrolisis. Hidrolisis oleat dan linoleat lebih tinggi dari pada palmitat dan stearat karena asam oleat dan linoleat merupakan asam lemak tidak jenuh. Dalam proses hidrolisis minyak, enzim lipase akan menghidrolisis asam lemak tidak jenuh lebih awal dibandingkan asam lemak jenuh.

KESIMPULAN

Enzim lipase kentos mampu menghidrolisis minyak kelapa sebesar 40,20 % dari total asam lemak dalam minyak kelapa dengan waktu hidrolisis optimum selama 90 menit. Asam laurat dihasilkan paling tinggi dibandingkan asam lemak yang lainnya yaitu sebesar 21,23 %, kemudian asam miristat 7,62 %, asam kaprat 3,06 %, asam kaprilat 2,89 %, asam palmitat 1,88 %, dan asam oleat 1,79 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.N. dan Nuryanti S. (2004). Pengembangan produk turunan minyak kelapa berbasis oleokimia. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI)*, 17-18 Desember 2004, Jakarta, h. 191-196.
- Bewley, J.D. dan Black, M. (1985). *Seeds Physiology of Development and Germination*, Plenum Press, New York.
- Bhardwaj K., A. Raju dan Raja, S. R. (2001). Identification, purification and characterization of a thermally stable lipase from rice bran. a new member of the (phospho) lipase family. *Plant Physiology* **127**: 1728-1738.
- Conrado S. D. (2002). Coconut oil in health and disease: its and monolaurin's potential as cure for hiv/aids. *Cocotech Meeting XXXVIIth*, Chennai, India, July 25, 2002.
- Galliard, T. (1971). Enzymic deacylation of lipids in plants. The effects of free fatty acids on the hydrolysis of phospholipids by the lipolytic acyl hydrolase of potato tubers. *Eur. J. Biochem* **21**: 90-98.
- Kabara J.J., Swieczkowski, D.M., Conley, A.J. dan Truant, J.P. (1972). Fatty acid derivatives as antimicrobial agent. *Antimicrobial Agent and Chemotherapy* **2**(1): 23-28.
- Lehninger, A.L. (1997). *Dasar-dasar Biokimia, Jilid 1*, Alih bahasa: M. Thenawidjaja, Erlangga, Jakarta.
- Mattick L. R. dan Lee, F. A. (1959). *A note on a Method for the Extraction of Free Fatty Acid for Lipid Material*, Food Research.
- Nicole M. R., Evert G.S. dan Martijn B.K. (2001). Consumption of a solid fat rich in lauric acid result in a more favorable serum lipid profile in healthy men and women the consumption of a solid fat rich in trans-fatty acid. *Journal of Nutrition* **131**: 242-245.
- Oo K. C. dan Stumpf P. K. (1983). Some enzymic activities in the germinating oil palm (*Elaeis guineensis*) seedling. *Plant Physiol* **73**: 1028-1032.
- Pahoja V. M., Dahot M. U. dan Sethar M. A. (2001). Characteristic properties of lipase crude extract of *Caesalpinia bounducella* L. seeds. *J. of Biological Sciences* **1**(8): 775-778.
- Preuss H.G. (2001). Lipid coated viruses (LCVs) and bacteri (LCBs), Copy right 2001, <http://www.lauric.org>. [5 Juli 2005].
- Rashid K., Shimada Y., Ezaki S., Atomi H. dan Imanaka T. (2001). Low lempérature lipase from psychrotrophic *Pseudomonas* sp. Starin KB700A. *Applied and Environmental Microbiology* **67**(9): 4064-4069.
- Sana, Hossin I., Haque E.M. dan Shaha R.K. (2004). Identification, purification and characterization of lipase from germination oil seed (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences* **7**(2): 246 – 252.
- Sui, M. dan Suprihana. (2006). *Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa dan Lama Perendaman terhadap Mutu Virgin Coconut Oil dengan Metode Pengeringan*, Lembaga Penelitian Universitas Widyagama, Malang.
- Sui, M dan Chandra W. (2007). *Aktivitas Lipase Kasar dalam Buah Kelapa yang Digerminasi (ditunaskan)*. Laporan Penelitian Dosen Muda Dirjen DIKTI Depdiknas Republik Indonesia.
- Sui, M, Harijono, Yuniarta dan Aulanniam. (2010). Aktivitas hidrolisis enzim lipase kentos kelapa terhadap substrat minyak kelapa. *Agritech* **30**(3): 164-167.
- Vetter S.M. dan Schlievert. (2005). Gliserol monolaurate inhibits virulence factor production in *Bacillus anthracis*. *Antimicrob Agent Chemother* **49**(4):1302-1305.