

# **ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ENZIM LIPOKSIGENASE KACANG KEDELAI**

## **SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains di bidang studi Kimia**



**Oleh :**

**CHRISTIANNI M S  
08111003014**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2015**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ENZIM LIPOKSIKGENASE  
KACANG KEDELAI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

**Oleh :**

**Christianni M S**

**08111003014**

**Inderalaya, September 2015**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dra. Julinar, M.Si  
NIP. 196507251993032002**

**Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003**

**Mengetahui**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Drs. Muhammad Irfan, M.T  
NIP. 196409131990031003**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Isolasi Dan Uji Aktivitas Enzim Lipoksigenase” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 September 2015.

Indralaya, September 2015

Ketua :

**Dra. Julinar, M.Si** ( )  
NIP. 196507251993032002

Anggota:

**Dr. Nirwan Syarif, M.Si** ( )  
NIP. 197010011999031003

**Dr. Suheryanto, M.Si** ( )  
NIP. 196006251989031006

**Dr. Muharni, M.Si** ( )  
NIP. 196903041994122001

**Drs. Almunadi T. Panangan, M.Si** ( )  
NIP. 196011081994021001

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Ketua Jurusan,

Drs. Muhammad Irfan, M.T

NIP.196409131990031003

Dr. Dedi Rohendi, M.T

NIP. 19670419199303100

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Christianni M S  
NIM : 08111003014  
Fakultas/Jurusan : MIPA / KIMIA

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, September 2015

Penulis,

Christianni M S  
08111003014

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Christianni M S

NIM : 08111003014

Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Isolasi Dan Uji Aktivitas Enzim Lipoksigenase Kacang Kedelai”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berlaku menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, September 2015  
Yang menyatakan,

Christianni M S  
08111003014

*Lukas 1 : 37*

*Sebab bagi Allah tidak ada yang mustahil.*

*Filipi 4: 13*

*Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku.*

Semoga tulisan ini menjadi bagian dari ungkapan syukur ku pada Tuhan Yesus Kristus atas semua Anugerah dan kesempatan yang diberikanNya, untuk menyelesaikan perjuangan studi ku selama di bangku kuliah ini.

*Skripsi ini aku persembahkan untuk:*

*Kedua Orang tua ku ( M. Siregar Siagian dan S. Hutabarat)*

*Saudaraku ( B'Roy, B'Rikson, B'Freddy, B'Natanael, K'Fidya, K'Christianna)*

*- Orang – orang terkasih ku ( Pengurus PMK dan teman satu kost)*

*- Sahabat-sahabatku, teman – teman Kimia 2011, dan orang – orang yang setia memperhatikan, mendukung, dan mendoakanku.*

*- Almamater*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala berkah, rahmat, dan kasih sayangNya yang selalu dilimpahkan kepada Penulis sehingga penelitian dan penulisan skripsi dengan judul "*ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ENZIM LIPOKSIKINASE KACANG KEDELAI*" dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian hingga selesainya skripsi ini telah banyak mendapatkan bantuan baik moril dan materil dari berbagai pihak.

Maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya terutama kepada Ayahanda M. Siregar Siagian dan Ibunda S. Hutabarat tercinta atas segala doa, cinta, kasih sayang, perhatian dan dukungan selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Julinar, M. Si. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Nirwan Syarif, M. Si. selaku pembimbing II atas segala bimbingan, perhatian dan arahan yang telah diberikan selama ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan FMIPA UNSRI
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
3. Dr. Bambang Yudono, M. Sc. selaku pembimbing akademik
4. Staf Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5. Staf Analis Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
6. Saudara – saudaraku tercinta (B'Roy, B'Rikson, B'Freddy, B'Natanael, K'Lidya, K'Christianna) trima kasih buat bantuan, dukungan, semangat dan doanya.
7. Keluarga besarku yang tercinta.
8. Saudara terkasih Pengurus PMK (K'Okta, B'Shoki, K'agnes, K'Ester, Yunita, Fenny, Bali, Dina, Ernita, Artha, Anggiat, Hizkya, Hery, Mickael, Evan, Stevan) atas segala perhatian, doa, dukungan, kebersamaan, persahabatan dan semua hal yang kalian lakukan untukku.
9. Rekan seperjuangan batak kimia 2011 ( Yunita, Theresya, Fitra, Jhonra, Gitsu, Christina, Veronika) atas semangat, dukungan , doa, perhatian dan kebersamaan kita selama ini.
10. Adik - adik satu kos di Lorong Centini ( Dahlia, Esra , Afry, Willy) atas pengertian, bantuan dan kebersamaan selama ini.

11. Teman seperjuanganku di Laboratorium (Ahmad Nursidiq, Nurika, Evvy Wulandari) atas kebersamaan, kerjasama, pengertian, doa dan bantuannya selama ini.
12. Kakak tingkat yang sama - sama berjuang dalam pengerjaan skripsi ( Mbak Anggie, K'Rince, K'Adi, Mbak Umi, Mbak Winda) atas dukungan dan semangatnya.
13. Teman – teman Angkatan 2008 ( Chaca, Ara, Dianti, Gusti, Indah, Noprita, Anggun, Thatik, Yelly, Fatma, Icha, Putu, Fikar, Rizky, Wiwin, Fauzia, Puji, Roza, Muhammad Zulfikar, Ridho dan semuanya yang tidak disebutkan satu persatu) atas dukungan, perhatian, doa dan kebersamaan kita selama di bangku kuliah ini, sukses juga yah buat kalian, tetap semangat buat perkuliahan, TA dan skripsinya.
14. Adik – adik angkatan 2012, 2013 dan 2014 Jurusan Kimia atas kebersamaan dan dukungannya, serta semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Akhirnya Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bagi kita semua.

Indralaya, September 2015

Christianni M S



## SUMMARY

### ISOLATION AND TEST SOYBEAN LIPOXYGENASE ENZYME ACTIVITY

Christianni : Advised by Dra. Julinar<sup>1</sup>, M.Si and Nirwan Syarif<sup>2</sup>, M.Si.  
Departement Of Chemistry, Faculty of Mathematics And Natural Sciences,  
Sriwijaya University  
x + 40 pages, 9 pictures, 12 attachments

Test has been carried out isolation and enzyme activity of soybean lipoxygenase. Fat-free soy bean flour is made by soaking using chloroform methanol solvent to produce a fat-free soy flour amounted to 87,17%. Lipoxygenase enzyme was isolated by extraction using distilled water so that the lipoxygenase enzyme extracts obtained by 16 mL/g. Enzyme activity assay using methods Hamberg & Samuelsson in order to obtain lipoxygenase enzyme activity of 1460 Units/mL. The protein content is measured by the enzyme extract biuret method and obtained the protein content of 2,72 mg/mL. Subsequently extract characterized enzymes and enzymes get optimum conditions at the time of 5 minutes, the temperature 25 degrees celcius, the concentration of the substrate 2 mL and pH 9 with activity of 3428 units/mL.

**Keywords** : Lipoxygenase enzyme, fat-free soy flour, enzyme activity levels of protein, the enzyme optimum conditions.

**Citations** : 42 (1979-2013)

## RINGKASAN

### ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ENZIM LIPOKSIENASE KACANG KEDELAI

Christianni : Dibimbing oleh Dra. Julinar<sup>1</sup>, M.Si dan Nirwan Syarif<sup>2</sup>, M.Si.

<sup>1</sup>Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
x + 40 halaman, 9 gambar, 12 lampiran

Telah dilakukan isolasi dan uji aktivitas enzim lipoksigenase dari kacang kedelai. Tepung kacang kedelai bebas lemak dibuat dengan cara direndam menggunakan pelarut kloroform-ethanol sehingga menghasilkan tepung kedelai bebas lemak sebesar 87.17%. Enzim lipoksigenase diisolasi dengan cara ekstraksi menggunakan akuades sehingga diperoleh ekstrak enzim lipoksigenase sebesar 16 mL/g. Uji aktivitas enzim menggunakan metode Hamberg & Samuelsson sehingga diperoleh aktivitas enzim lipoksigenase sebesar 1460 Unit/mL. Kadar protein ekstrak enzim diukur dengan metode biuret dan diperoleh kadar protein sebesar 2.72 mg/mL. Selanjutnya ekstrak enzim dikarakterisasi dan di dapatkan kondisi optimum enzim pada waktu 5 menit, suhu 25<sup>0</sup>C, konsentrasi substrat 2 mL dan pH 9 dengan aktivitas sebesar 3428 Unit/mL.

**Kata kunci** : Enzim lipoksigenase, tepung kedelai bebas lemak, aktivitas enzim, kadar protein, kondisi optimum enzim.

**Kutipan** : 42 (1979-2013)

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kedelai .....	3
2.2 Enzim .....	4
2.3 Enzim Lipoksigenase .....	6
2.4 Uji Aktivitas Enzim .....	7
2.5 Karakterisasi Enzim .....	9
2.5.1 Pengaruh Waktu.....	9
2.5.2 Pengaruh Suhu .....	9
2.5.3 Pengaruh pH .....	9

2.5.4 Pengaruh Konsentrasi Substrat .....	9
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	11
3.2 Alat dan Bahan .....	11
3.3 Cara Kerja .....	11
3.3.1 Persiapan Sampel .....	11
3.3.2 Isolasi Enzim Lipoksigenase Dari Kacang Kedelai .....	11
3.3.3 Uji Aktivitas Enzim Lipoksigenase .....	12
3.3.4 Penentuan Kadar Protein Lipoksigenase .....	12
3.3.5 Penentuan Kondisi Optimum Enzim Lipoksigenase .....	12
3.3.5.1 Pengaruh Waktu .....	12
3.3.5.2 Pengaruh Suhu Optimum .....	12
3.3.5.3 Pengaruh Konsentrasi Substrat Optimum .....	13
3.3.5.4 Pengaruh pH Optimum .....	13
3.3.7 Analisis data .....	13
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Ekstrak Enzim Lipoksigenase Dari Kacang Kedelai.....	14
4.2 Penentuan Kondisi Optimum Enzim Lipoksigenase.....	15
4.2.1 Pengaruh Waktu terhadap Aktivitas Enzim.....	16
4.2.2 Pengaruh Suhu terhadap Aktivitas Enzim.....	17
4.2.3 Pengaruh Konsentrasi Substrat terhadap Aktivitas Enzim.....	18
4.2.4 Pengaruh pH terhadap Aktivitas Enzim.....	19
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	22
LAMPIRAN .....	25

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Proses folding.....	5
Gambar 2. Sisi aktif enzim.....	6
Gambar 3. Reaksi oksidasi enzimatis asam lemak tak jenuh.....	7
Gambar 4. Foto tepung kacang kedelai dan supernatan.....	14
Gambar 5. Kurva standar BSA.....	15
Gambar 6. Pengaruh waktu terhadap aktivitas enzim.....	16
Gambar 7. Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim.....	17
Gambar 8. Pengaruh konsentrasi substrat terhadap aktivitas enzim....	18
Gambar 9. Pengaruh pH terhadap aktivitas enzim.....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja .....	25
Lampiran 2. Pembuatan Reagen dan Larutan.....	26
Lampiran 3. Contoh Perhitungan Berat Tepung Kedelai.....	27
Lampiran 4. Hasil Ekstraksi Enzim.....	28
Lampiran 5. Contoh Perhitungan Penentuan Aktivitas Enzim Lipoksigenase	29
Lampiran 6. Penentuan Kadar Protein.....	30
Lampiran 7. Penentuan Aktivitas Spesifik Enzim Lipoksigenase.....	35
Lampiran 8. Penentuan Waktu Optimum.....	36
Lampiran 9. Penentuan Suhu Optimum.....	37
Lampiran 10. Penentuan Konsentrasi substrat .....	38
Lampiran 11. Penentuan pH Optimum.....	39
Lampiran 12. Gambar Hasil Penelitian.....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Enzim lipoksigenase adalah enzim yang mengkatalisis oksidasi asam lemak tidak jenuh yang memiliki ikatan cis, cis-pentadiena seperti asam linoleat dan asam linolenat menggunakan molekul oksigen. Reaksi oksidasi ini akan menghasilkan senyawa hidroperoksida yang dapat terurai menjadi asam, keton dan aldehid. Senyawa-senyawa tersebut dapat menimbulkan flavor yang tidak disukai. Selain itu hidroperoksida yang terbentuk juga dapat berinteraksi dengan protein, peptida dan asam amino sehingga menurunkan nilai gizi produk dan menghasilkan senyawa volatil dengan bau tidak enak yang menyengat (Truong & Mendoza, 1982).

Aktivitas lipoksigenase pada kacang kedelai menjadi masalah terutama dalam pengolahan produk cair kacang kedelai, misalnya susu kacang kedelai. Aktivitas enzim ini akan menghasilkan cita rasa yang tidak disenangi karena adanya oksidasi asam lemak tidak jenuh oleh enzim lipoksigenase yang secara alami terdapat dalam kacang kedelai. Selain itu hidroperoksida yang dihasilkan sangat reaktif sehingga dapat merusak protein dan vitamin yang menurunkan nilai biologisnya (Andrianto & Indarto, 2004).

Pada industri makanan enzim lipoksigenase sangat penting, seperti dalam pembuatan roti dan mie. Dalam hal pembuatan mie, perubahan warna mie menjadi putih terjadi pada tingkat yang lebih rendah. Lembaran mie yang lebih putih didapat ketika lipoxygenase dari kacang kedelai ditambahkan ke dalam formula. Sifat tekstur dan struktur dari mie putih yang menguntungkan disebabkan oleh penambahan enzim, pengental dan produk anti-lengket (Casey & Hughes, 2004).

Enzim lipoksigenase banyak digunakan dalam aplikasi bidang biosensor seperti dalam bidang aplikasi medis dan farmasi, digunakan untuk mengontrol penyakit dan diagnosis untuk obat, metabolit, enzim, vitamin. Dalam bidang aplikasi kimia digunakan untuk mendeteksi kandungan asam lemak esensial dalam bahan makanan (Mogul & Holman, 2002).

Asam lemak esensial adalah asam lemak yang dibutuhkan tubuh dan mengandung ikatan rangkap yang tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia sehingga perlu asupan melalui makanan. Asam lemak esensial mencakup golongan asam lemak tak jenuh, khususnya dari kelompok asam lemak omega-3 dan omega-6. Omega-3 dan omega-6 mengandung ikatan rangkap, pada omega-3 ikatan rangkap terletak pada karbon ketiga sedangkan pada omega-6 berada pada karbon keenam. Asam lemak ini banyak terdapat pada beberapa jenis biji-bijian salah satunya kacang kedelai (Apriyantono dkk, 1989).

### **1.2. Rumusan Masalah**

Enzim lipoksigenase bekerja mengoksidasi asam-asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap. Asam-asam lemak tersebut merupakan asam lemak esensial. Untuk mendeteksi kandungan asam lemak esensial dalam suatu bahan dapat digunakan enzim lipoksigenase. Enzim ini terutama dihasilkan oleh kacang kedelai yang ditandai oleh timbulnya bau langu pada produk kedelai. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian ekstraksi dan uji aktivitas enzim lipoksigenase yang dihasilkan dari kacang kedelai.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mengekstraksi enzim lipoksigenase dari kacang kedelai.
2. Menentukan kondisi optimum aktivitas enzim lipoksigenase.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Memanfaatkan kacang kedelai sebagai sumber enzim lipoksigenase.
2. Penyedia enzim lipoksigenase yang dapat digunakan untuk aplikasi membuat biosensor.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, T. & Indarto, N. 2004. Kedelai Kacang Hijau Kacang Panjang. *Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Absolut. Yogyakarta.
- Agnes, S., Bela, S. & Judit, M. 2001. A Simple And Rapid Method Enhancing Op Lipoxygenase-1 To Lipoxygenase-2+ Lipoksigenase-3 Isoenzyme Activity Ratio In Soybean Meal Extracts. *Biotechnology Techniques*, 12 No 5: 389-392.
- Apriyantono., Dedi, F., Sedarnawati, P. & Slamet, B. 1989. *Analisis Pangan*. Institut Pertanian Bogor Press: Bogor.
- Astiti, A. 2009. Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Isoflavon Dari Kacang Kedelai (Glycune Max). Universitas Udayana: Bukit Jimbaran.
- Aulanni'am. 2005. Protein Dan Analisisnya. Citra Mentari Group: Malang.
- Axelrod, B., Cheesbrough, T. M. & Laakso, S. 1981. Lipoxygenase From Soybeans. *Methods Enzymol.* 71, 441-451.
- Balai Informasi Pertanian, 2000. *Kedelai*. Departemen Pertanian: Jakarta.
- Bhirud, P. R. & Sosulski, F. W. 1993. Thermal Inactivation Kinetics Of Wheat Germ Lipoxygenase. *Journal of Food Science*, 58. 1095-1098.
- Bintah, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga : Jakarta.
- Casey, R. & Hughes, R. K. 2004. Recombinant Lipoxygenases And Metabolisme In Relation To Food Quality. *Food Biotechnol.*18, 135-170.
- Damardjati, D. S. 1983. *Physical and Chemical Properties And Protein Characteritic Of Some Indonesian Rice Varieties*. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor.
- Fachrania, R., Dedi, F. & Tami, I. 2002. Pembuatan Pepton Dari Bungkil Kedelai Dan Khamir Dengan Enzim Papain Untuk Media Pertumbuhan Bakteri. LIPI : Serpong.
- Garcia, V.V. & Palmer, J. K. 1979. Fatty Acid Composition Of The Oil Of Winged Beans, *psophocarpus tetragonolobus (L.) DC.* *JAOCS*, Vol.56, 931-932.
- Hamberg, M. & Samuelsson, B. 2001. Enzymatic Assay Of Lipoxidase. *J. Biol.Chem.* 242, 5329.

- Huang, M.T., Wang, Z. Y., Ferraro, T. & Conney, A. H. 1994. Inhibition Of Skin Tumorigenesis By Rosemary And its Constituents Carnosol and Ursolic Acid. *Cancer Res.* 54: 701-708.
- Ketaren, K. S. 1998. *Teknologi Pengolahan Kedelai*. Sinar Utama: Jakarta.
- Koelman, J. & Roehm. 2005. *Color Atlas Biochemistry*. 2<sup>nd</sup> ed. Marburg Thieme.
- Lehninger, A. L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Erlangga : Jakarta.
- Leoni & Palmieri, S. 1985. Purification and Properties of Lipoxygenase in Germinating Sun Flower Seed. *J. Food Sci.*50(1):88-92.
- Lidya & Bevi. 2000. *Dasar Bioproses*. Departemen Pendidikan Nasional : Jakarta.
- Lowry, O. H., Rosenbrough, L. & Randall, R. J. 2000. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265.
- McKee, T. & McKee, J.R. 2003. *Biochemistry: The Molecular Basis of Life*. New York: McGraww-Hill.
- Meylina, P. 2008. *Pengaruh Tempat Dan Lama Penyimpanan Terhadap Total Karpang Dan Kadar Protein Biji Kacang Hijau*. Pendidikan Dokter Umum, Universitas Diponegoro : Semarang.
- Mogul, R. & Holman, T.R. 2002. Allosteric Inhibitors Of Lipoxygenase. *United States Patent*. 18, 179-193.
- Muchtadi, D. 2010. *Kedelai Komponen Untuk Kesehatan*. Alfabeta. Bandung.
- Muslim, C. 2008. *Biokimia*. UNIB Press: Bengkulu.
- Poedjiadi, A. & Supriyanti, T. 2006. *Dasar – Dasar Biokimia*. Universitas Indonesia : Jakarta.
- Sadikin, M. 2002. *Biokimia Enzim*. Widya Medika : Jakarta.
- Santosa, B. A., Eliana, A. & Widowati, S. 2005. Purifikasi dan Karakterisasi Enzim Lipoksigenase. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. XVI No.2.
- Silaban, R., Pangabea, F., Rahmadani. 2012. *Kajian Pemanfaatan Enzim Papain Getah Buah Pepaya Untuk Melunakan Daging*. Program Study Magister Pendidikan Kimia : Pasca sarjana : Universitas Negeri Medan.
- Sinatari, H.M., Aminin A.L.N., Sarjono, P.R. 2013. Pemurnian Selulase dari Isolat Kb Kompos Termofilik Desa Bayat Klaten Menggunakan Fraksinasi Amonium Sulfat. *Chem inf.* 1, No 1, Hal 130 - 140, 2013.
- Soedarmadji. 2002. *Mikrobiologi Industri*. Universitas Diponegoro: Bandung.
- Soeroso, J. 2008. *Pedoman Penggunaan Obat Anti Inflamasi Non Steroid. [Laporan Penelitian Internal]*. Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Surabaya.

- Sri, A. F. K. 2010. *Enzim*. Universitas Padjadjaran: Bandung.
- Suprpto. 1997. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taufiq, M. & Novo, I. 2004. *Kedelai, Kacang Hijau dan Kacang Panjang*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Truong, V. D. & Mendoza, E. M. T. 1982. Purification And Characterization Of Two Lipoxygenase Isoenzymes From Cowpea (*Vigna unguiculata* (L)Walp). *J. Agric. Food Chem.* 30 (1) : 54-60.
- Urzula, S., Anna, J. & Barbara, B. 2009. Characterisation Of Lipoksisgenase From Pea Seeds (*Pisum Sativum* Var. Telephone L.). *Food Chemistry* 116 : 20-704.
- Wawan, W. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai*. Skripsi Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Padjadjaran: Bandung.
- Whitaker, R. 2000. *Principle Of Enzymology For The Food Science*. Second Edition. New York : Marcel Decker.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Wong, Benjamin C.Y., Wang, Wei Ping., Chi Hin., Xiao Ming., Chia Mi., Hsiang Fu & Shiu Kum. 2001. 12-Lipoxygenase Inhibitor Induced Apoptosis In Human Gastric Cancer Cell. *Carcinogenesis*, 22, 1349-1354.