

SAINSTEK

Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Teknologi, dan Terapan

Evaluasi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kota Ternate
Muhammad Agus Umar

Pengaruh Program Pra Studi Taruna Terhadap Perubahan Kelincahan
Tubuh Pada Calon Taruna Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan
Makassar

**Sri Manovita Pateda; Mushawwir Taiyeb; Ilhamjaya Patellongi;
Rosdiana Natzir; Nuchrawi Nawir; Fatmawati Badaruddin**

Ekologi Semut Api (*Solenopsis invicta*)
Minarti Taib

Fitoremediasi pada Media Tanah yang Mengandung CU Dengan Tanaman
Kangkung Darat
Elvira T. Haruna; Ishak Isa; Nita Suleman

Potensi Penghasilan Hormon IAA Oleh Mikroba Endofit Akar Tanaman
Jagung (*Zea mays*)
Yuliana Retnowati; Wirnangsi D. Uno; Siti Humairah Eka Putri

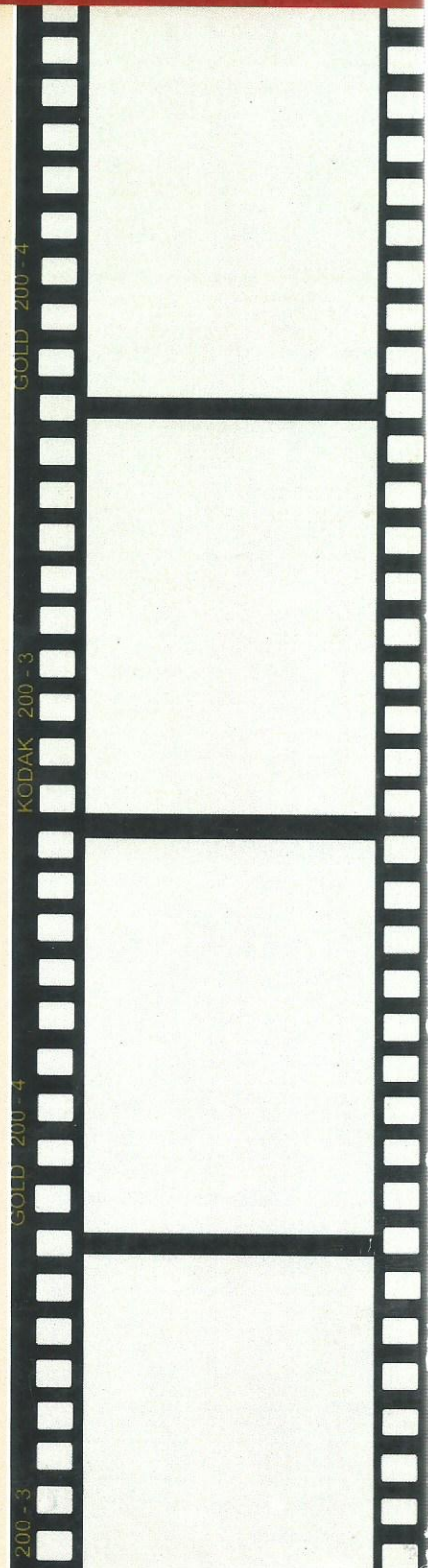
Ekologi Daerah Bencana Tsunami dengan Gangguan Kesehatan
Muhammad Isman Jusuf

Studi Prospektif Sistem Virtual Office pada Skala Laboratorium Teknik
Elektro
Zainudin Bonok; Bambang Panji Asmara

Penentuan Zonasi Daerah Tingkat Kerawanan Banjir di Kota Gorontalo
Propinsi Gorontalo untuk Mitigasi Bencana
Yayu Indriati Arifin; Muh. Kasim

Analisis Kadar Asam Linoleat dan Asam Linolenat pada Tahu dan Tempe
yang Dijual di Pasar Telaga Secara GC-MS
Ahmad Kadir Kilo; Ishak Isa; Weny JA Musa

Analisis Tegangan Setiap Bus pada Sistem Tenaga Listrik Gorontalo
Melalui Simulasi Aliran Daya
Ervan Hasan Harun



Pijama.

JURNAL SAINSTEK

ISSN 1907-1973

Volume 6 Nomor 6 Nopember 2012

Jurnal Sainstek adalah wadah informasi bidang MIPA, Teknik, Ilmu-ilmu Pertanian dan sains terapan berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait. Terbit pertama kali tahun 2006, terbit tiga kali setahun pada bulan Maret, Juli, dan Nopember, mulai volume 6 dalam satu volume ada enam nomor dengan disain sampul baru.

Ketua Penyunting
Ishak Isa

Wakil Ketu Penyunting
M. Yusuf

Penyunting Pelaksana
Lukman AR Laliyo
Mohammad Yahya
Robert Tungkagi
Novri Y Kandowangko
Abdul Djabar Mohidin
Hidayat Koniyo
Mohamad Lihawa

Pelaksana Tata Usaha
Zumriaty Mohamad
Herman Arsyad
Maya N Dama
Halid Luneto
Agustin Mohi
Cindra Zakaria

Alamat Redaksi/Penerbit: Gedung Fakultas MIPA Jl. Jend. Sudirman 6 Kota Gorontalo. Telepon 0435-827213

JURNAL SAINSTEK diterbitkan oleh Universitas Negeri Gorontalo

DAFTAR ISI

Evaluasi Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kota Ternate Muhammad Agus Umar	578
Pengaruh Program Pra Studi Taruna Terhadap Perubahan Kelincahan Tubuh Pada Calon Taruna Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Makassar Sri Manovita Pateda; Mushawwir Taiyeb; Ilhamjaya Patellongi; Rosdiana Natzir; Nuchrawi Nawir; Fatmawati Badaruddin ,	586
Ekologi Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>) Minarti Taib	599
Fitoremediasi pada Media Tanah yang Mengandung CU Dengan Tanaman Kangkung Darat Elvira T. Haruna; Ishak Isa; Nita Suleman	611
Potensi Penghasilan Hormon IAA Oleh Mikroba Endofit Akar Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i>) Yuliana Retnowati; Wirnangsi D. Uno; Siti Humairah Eka Putri	618
Ekologi Daerah Bencana Tsunami dengan Gangguan Kesehatan Muhammad Isman Jusuf	631
Studi Prospektif Sistem Virtual Office pada Skala Laboratorium Teknik Elektro Zainudin Bonok; Bambang Panji Asmara	648
Penentuan Zonasi Daerah Tingkat Kerawanan Banjir di Kota Gorontalo Propinsi Gorontalo untuk Mitigasi Bencana Yayu Indriati Arifin; Muh. Kasim	658
Analisis Kadar Asam Linoleat dan Asam Linolenat pada Tahu dan Tempe yang Dijual di Pasar Telaga Secara GC-MS Ahmad Kadir Kilo; Ishak Isa; Weny JA Musa	669
Analisis Tegangan Setiap Bus pada Sistem Tenaga Listrik Gorontalo Melalui Simulasi Aliran Daya Erwan Hasan Harun	683

ISSN 1907-1973



9 771907 197384

ALAMAT REDAKSI

Alamat Redaksi/Penerbit: Gedung Fakultas MIPA Jl. Jend. Sudirman 6 Kota Gorontalo. Telepon 0435-827213
JURNAL SAINSTEK diterbitkan oleh Universitas Negeri Gorontalo

ANALISIS KADAR ASAM LIOLEAT DAN ASAM LIOLELAT PADA TAHU DAN TEMPE YANG DIJUAL DI PASAR TELAGA SECARA GC-MS

Ahmad Kadir Kilo; Ishak Isa; Weny JA Musa
Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan IPA
Universitas Negeri Gorontalo

Abstract: The purpose of this research is to measure Linoleic Acid and Linolenic Acid Level in Tofu and Fermented Soybean Cake through Gas Chromatography-Mass Spectrometry. This is a laboratory research that use tofu and fermented soybean cake from Telaga traditional market as the sample of research. Sample was extracted by using n-hexane to produce oil. Then, oil was hydrolyzed by using KOH liquid and H_2SO_4 as a catalyst to get the free fatty acid. Then, it was converted to metil ester by using CH_3OH as a solvent and H_2SO_4 as a catalyst for the necessity of fatty acid analysis. This research used Gas Chromatography-Mass Spectrometry to identify Linoleic Acid and Linolenic Acid Level in the sample. The analysis result shows that the biggest component of metil ester in tofu and soybean cake are dominated by metil linoleic (metil 9,12-oktadekadienoat) with percentage 55.25% and 27.08% for each. Meanwhile, the linolenic acid in tofu and fermented soybean cake cannot be detected by GC-MS. It is caused by the fermentation time, high temperature during production and fermentation, and humidity in the sample. Therefore, a further research is necessary to investigate level of linolenic acid. In tofu and fermented soybean cake.

Key words: tofu, fermented soybean cake, linoleic acid, linolenic acid, GC-MS

Abstrak: Penelitian ini bermaksud mengetahui kadar asam linoleat dan asam linolenat pada tahu dan tempe dengan menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium. Sebagai bahan penelitian digunakan tahu dan tempe yang diperoleh dari pasar Telaga. Selanjutnya mengekstraksi sampel dengan menggunakan n-heksana untuk memperoleh minyak. Kemudian menghidrolisis minyak hasil ekstraksi dengan larutan KOH dan katalis H_2SO_4 untuk mendapatkan asam lemak bebas, untuk keperluan analisis asam lemak kemudian dikonversi menjadi metil ester dengan menggunakan pelarut CH_3OH dan H_2SO_4 sebagai katalis. Penelitian ini menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopis Massa untuk mengidentifikasi kadar asam linoleat dan asam linolenat dalam sampel. Dari analisa Kromatografi Gas-Spektroskopis Massa yang telah dilakukan, komponen terbesar metil ester pada tahu dan tempe didominasi oleh metil linoleat (metil 9,12-oktadekadienoat) dengan persentase masing-masing 55,25% dan 27,08%. Sedangkan untuk asam linolenat pada tahu dan tempe tidak dapat terdeteksi oleh KG-SM. Hal ini dipengaruhi beberapa faktor, yaitu: ; lama fermentasi, proses pembuatannya pada suhu yang terlalu tinggi, fermentasi pada suhu yang tinggi, dan kadar air dalam sampel. Sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang itu.

Kata kunci: tahu, tempe, asam linoleat, asam linolenat, KG-SM

PENDAHULUAN

Makanan merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang harus dipenuhi. Oleh karena itu, dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak pernah lepas dari bahan makanan. Tanpa makanan manusia tidak dapat bertahan hidup. Makanan yang baik untuk dikonsumsi merupakan makanan yang mengandung zat gizi. Manusia mengonsumsi makanan karena mempunyai beberapa fungsi antara lain sebagai sumber energi, pengatur metabolisme tubuh secara normal, dan untuk pertumbuhan serta memperbaiki jaringan tubuh yang rusak (Isa, 2011: 76).

Kedelai (*Glycine max Merril*) merupakan salah satu bahan pangan pokok tradisional yang sudah lama dikenal masyarakat Indonesia. Berbagai bahan makanan yang dibuat dari kedelai telah dikenal, beberapa diantaranya mempunyai nama yang berbeda walaupun bahan dasarnya sama (Isa, 2011: 77).

Tahu dan tempe merupakan makanan yang mengandung zat gizi yang berasal dari kacang kedelai. Tahu dan tempe merupakan makanan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Hal ini disebabkan disamping rasanya yang enak, tahu dan tempe merupakan makanan yang murah, mudah didapat dan mudah diolah menjadi berbagai bentuk masakan.

Sebagai sumber protein nabati, tahu mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan sumber protein nabati lainnya. Tahu mengandung air 86%, protein 8-12%, lemak 4,6% dan karbohidrat 1,6%. Juga mengandung berbagai mineral seperti kalsium, zat besi, fosfat, kalium, natrium; serta vitamin seperti kolin, vitamin B dan vitamin E. Kandungan asam lemak jenuhnya rendah dan bebas kolesterol. Mutu proteinnya cukup tinggi, sehingga cocok untuk makanan diet. Sedangkan tempe rata-rata mengandung air 64%, protein 18,3%, lemak 4%, karbohidrat 12,7%, kalsium 129 mg/100 g, fosfor 154 mg/100 g dan zat besi 10 mg/100 g. Pada tempe mengandung asam lemak tidak jenuh, asam lemak terbesar yang diproduksi adalah asam linolenat, yang merupakan asam lemak esensial yaitu harus diperoleh asupan dari luar tubuh (makanan) (Santoso, 2005: 7 - 8). Tempe juga mengandung asam linoleat dengan kadar 44,85% dalam 100 g asam lemak atau sekitar 7,23 g dalam 100 g tempe (Iskandar, 2009: 1).

Asam linoleat dan linolenat merupakan asam lemak tidak jenuh berantai panjang dan tergolong asam lemak esensial. Baik asam linoleat maupun asam linolenat sangat penting untuk tubuh, oleh karena itu harus diperoleh dari makanan. Asam linoleat dan asam linolenat sebagai bahan penyusun kacang kedelai yang jumlahnya cukup besar berkisar 7-54% (Isa, 2011: 78). Defisiensi asam linoleat dapat menyebabkan dermatitis, kemampuan reproduksi

menurun, gangguan pertumbuhan, degenerasi hati, dan rentan terhadap infeksi (Iskandar, 2009: 3).

Mengingat pentingnya kandungan asam linoleat dan asam linolenat bagi manusia. Maka penulis tertarik melakukan penelitian ini untuk mengetahui kadar asam linoleat dan asam linolenat pada tahu dan tempe. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi gas-spektroskopi massa untuk mengetahui kadar asam linoleat dan asam linolenat pada tahu dan tempe yang dijual di pasar Telaga. Penelitian ini pernah dilakukan oleh Iskandar namun hanya menentukan kadar asam linoleat pada tempe dengan menggunakan kromatografi gas. Dibandingkan metode lain, metode kromatografi gas-spektroskopi massa lebih akurat untuk mengukur kadar senyawa organik, termasuk asam lemak.

Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kadar asam linoleat dan asam linolenat pada tahu dan tempe yang dijual di Pasar Telaga secara Kromatografi gas-Spektroskopi massa.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Sampel Tahu dan Tempe

Sampel tahu dan tempe yang diperoleh dari pasar telaga dicuci sebanyak dua kali dengan aquadest. Kemudian dipotong kecil-kecil yang selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 65⁰C. Setelah sampel kering dilanjutkan dengan menghaluskan masing-masing sampel dengan blender sehingga terbentuk serbuk.

Ekstraksi Minyak Tahu dan Tempe dengan Metode Soxhletasi

Sebanyak 200 g serbuk tahu dan tempe masing-masing diekstraksi menggunakan ekstraktor soxhlet menggunakan pelarut n-heksana. Ekstrak n-heksana kemudian dipekatkan dalam rotary evaporator pada temperatur 50⁰C sehingga diperoleh minyak tahu dan tempe pekat. Kemudian minyak tahu dan tempe yang diperoleh masing-masing dihitung rendemennya dengan rumus dibawah ini:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat lemak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Tahap Hidrolisis Minyak Tahu dan Tempe

Sebanyak 25 g minyak tahu dimasukkan kedalam labu leher tiga. Kemudian ditambahkan 50 mL metanol dan 50 mL larutan KOH 12%. Campuran direfluks dengan

pengadukan pada temperatur 60°C selama 90 menit. Hasil refluks dimasukkan kedalam corong pisah dan ditambahkan dengan 125 mL aquades serta 31,25 mL n-heksana. Larutan dikocok dengan kuat dan didiamkan sampai terbentuk dua lapisan yaitu lapisan air dan lapisan organik. Lapisan air dipisahkan dari lapisan organik. Lapisan air ditambahkan dengan asam sulfat 1 M sampai pH 1. Asam lemak bebas dipisahkan dari lapisan air. Adapun minyak tempe juga menggunakan prosedur yang sama.

Tahap Esterifikasi Asam Lemak Bebas Minyak Tahu dan Tempe

Sebanyak 10 g asam lemak tahu dan tempe masing-masing dimasukkan kedalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan termometer. Selanjutnya ditambahkan 8,7 mL metanol dan 0,087 mL ($87\ \mu\text{L}$) H_2SO_4 pekat. Kemudian campuran tersebut direfluks selama 1 jam pada temperatur 50°C . Campuran hasil refluks selanjutnya didinginkan dan dimasukkan dalam corong pisah. Selanjutnya ditambahkan 20 mL aquades dan dilanjutkan dengan penambahan larutan NaHCO_3 tetes demi tetes sambil dikocok dan diukur pH dengan indikator universal hingga netral. Setelah itu dilakukan *salting out* dengan menambahkan 5 mL larutan NaCl jenuh hingga campuran terpisah sempurna. Larutan dikocok dengan kuat dan didiamkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan organik ditambahkan magnesium sulfat anhidrat.

Identifikasi Asam Lemak

Identifikasi asam lemak dilakukan dengan menginjeksikan metil ester minyak tahu dan tempe pada alat kromatografi gas-spektroskopi massa Shimadzu QP 2010. Dengan demikian spektrum yang terdeteksi oleh KG-SM merupakan spektrum dari metil ester asam lemak. Analisis dilakukan menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa model Shimadzu QP 2010 pada kondisi berikut ini:

Temperatur oven kolom 80°C , temperatur injeksi 310°C , tekanan 10,9 kPa, total aliran 72,5 mL/menit, laju alir 24,8 cm/detik dan aliran kolom 0,3 mL/menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi minyak pada tahu dan tempe menggunakan ekstraktor soxhlet dengan menggunakan pelarut n-heksana. Penggunaan n-heksana sebagai pelarut disebabkan karena minyak yang akan diekstrak dari tahu dan tempe memiliki sifat nonpolar, sehingga diperlukan pelarut n-heksana yang sifatnya nonpolar juga. Hasil ekstraksi tahu menghasilkan minyak dengan rendemen sebesar 38,77%. Adapun pada tempe dengan menggunakan prosedur yang sama menghasilkan rendemen sebesar 37,67%.

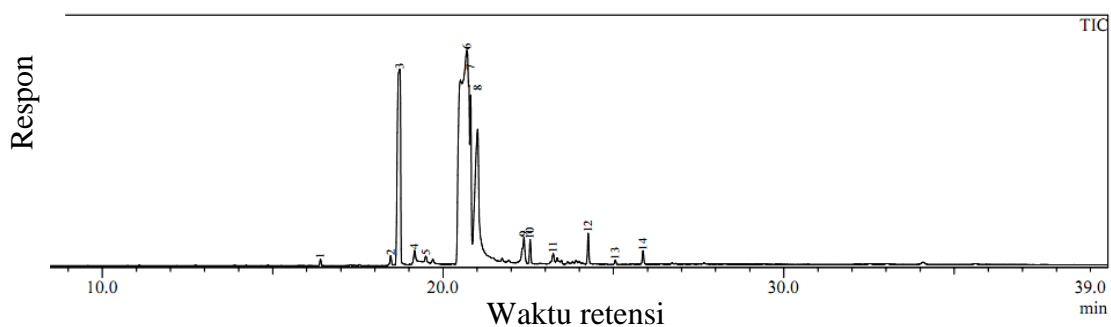
Hidrolisis merupakan proses pemisahan zat yang disebabkan oleh molekul air (H_2O). Hidrolisis dapat terjadi pada kondisi asam maupun basa. Hidrolisis minyak tahu dan tempe pada penelitian ini berlangsung pada kondisi basa dengan menggunakan basa kuat KOH. Penggunaan basa KOH ini disebabkan karena air tidak dapat menghidrolisis secara sempurna minyak tahu dan tempe, sehingga diperlukan larutan basa untuk menghidrolisis minyak tersebut. Reaksi antara minyak dengan basa dikenal dengan reaksi saponifikasi atau sering disebut reaksi penyabunan. Reaksi penyabunan pada minyak menghasilkan garam asam lemak atau sabun. Selanjutnya garam asam lemak dengan penambahan H_2O dengan katalis asam (H_2SO_4) menjadi asam lemak bebas. Massa asam lemak yang diperoleh dari 25 g minyak tahu maupun minyak tempe pada proses hidrolisis adalah sebesar 23,52 g.

Esterifikasi adalah tahap konversi asam lemak bebas menjadi ester, dengan mereaksikan asam lemak dengan alkohol. Asam lemak bebas dari tahu dan tempe yang diperoleh dari proses hidrolisis ditambahkan dengan metanol (CH_3OH) dan asam kuat H_2SO_4 sebagai katalis sehingga terbentuk senyawa metil ester. Proses esterifikasi ini dilakukan untuk keperluan analisis kadar asam lemak menggunakan KG-SM. Hal ini dikarenakan asam lemak yang diperoleh dari hidrolisis bersifat *nonvolatil* (tidak mudah menguap), sementara syarat senyawa yang diperlukan untuk keperluan analisa harus bersifat *volatil*. Sehingga diperlukan adanya konversi asam lemak bebas menjadi senyawa metil ester. Senyawa metil ester sendiri bersifat volatil (mudah menguap).

Hasil Analisis Menggunakan KG-SM

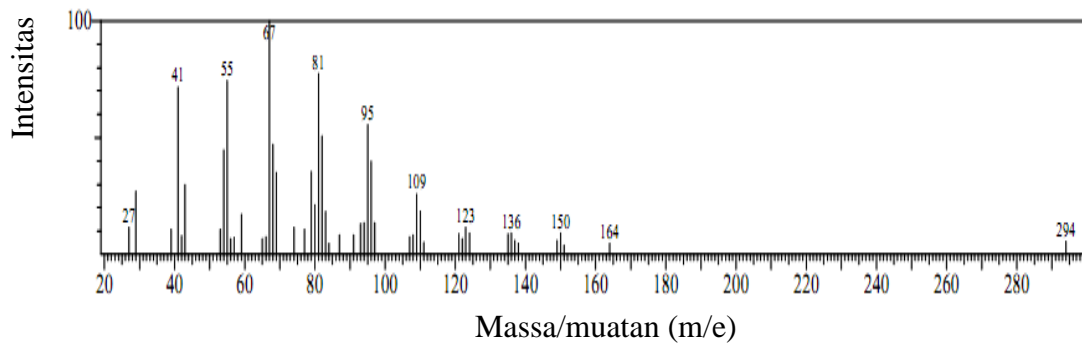
Data Kromatogram dan Spektrum KG-SM untuk Tahu

Hasil pemeriksaan (analisis) dengan kromatografi gas untuk metil ester dari asam lemak hasil hidrolisis (minyak tahu) menghasilkan kromatogram dengan 14 puncak (*peak*) seperti pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1: Kromatogram (KG) Sampel Metil ester (Minyak Tahu)

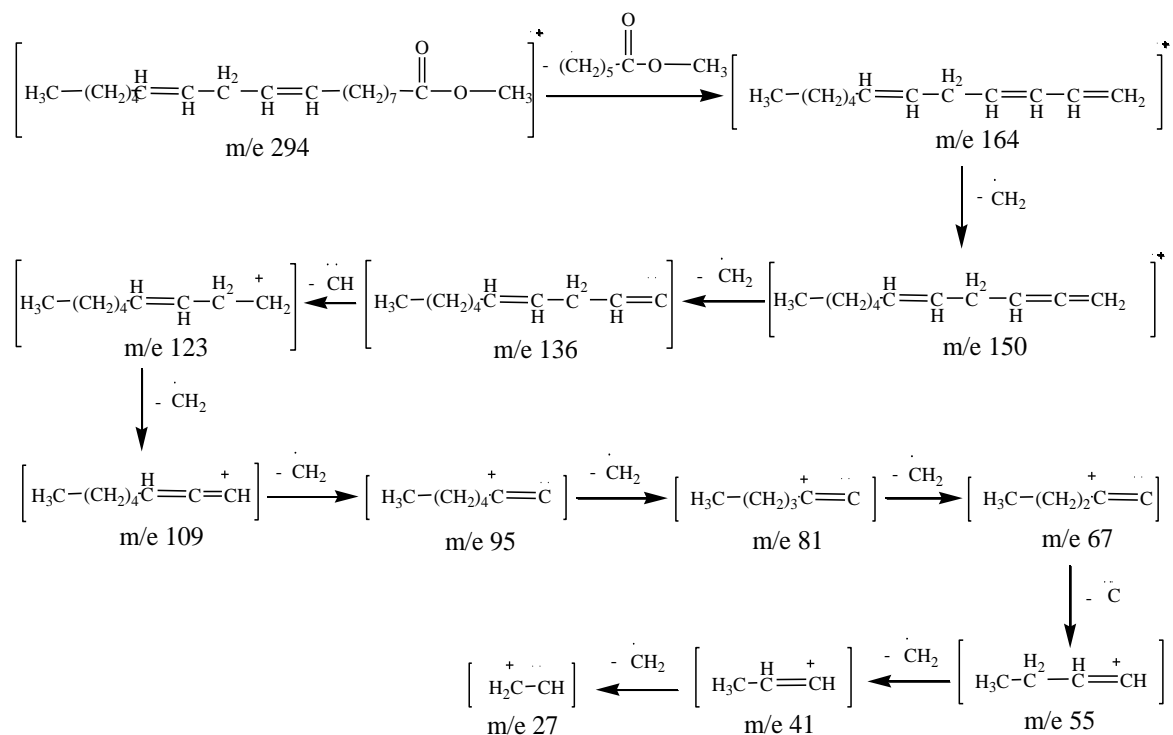
Dari Gambar 1 terlihat bahwa sampel yang dianalisis mengandung 14 puncak (*peak*), yang menandakan ada 14 kemungkinan senyawa pada metil ester (minyak tahu). Puncak yang tertinggi adalah puncak ke-6. Dengan menggunakan spektrometer massa ke-14 senyawa tersebut dapat terlihat dengan jelas struktur dan berat molekulnya, seperti pada salah satu contoh spektrum massa dari puncak (*peak*) ke-6 yang memiliki puncak tertinggi.



Gambar 2: Spektrum massa metil linoleat (minyak tahu)

Gambar 2 menunjukkan bahwa dalam spektrum massa puncak ke-6 merupakan senyawa yang memiliki berat molekul (m/e) 294, yang teridentifikasi adalah metil linoleat. Senyawa tersebut memiliki puncak dasar, m/e 67 yang merupakan hasil dari fragmentasi $M-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOCH}_3$.

Selanjutnya puncak-puncak yang muncul pada fragmentasi senyawa tersebut adalah m/e 294, 164, 150, 136, 123, 109, 95, 81, 67, 55, 41, dan 27. Kemungkinan pola fragmentasi yang muncul pada senyawa tersebut adalah sebagai berikut:



Selanjutnya gambar spektrum massa ke-13 senyawa metil ester lainnya untuk tahu dapat dilihat pada lampiran 4. Interpretasi ke-14 senyawa hasil analisis spektrometer massa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Spektrum Massa untuk Metil ester (Minyak Tahu)

Peak	tR (menit)	% Area	BM/ Rumus Molekul	Nama Senyawa
1	16,400	0,27	242/ C ₁₅ H ₃₀ O ₂	Metil tetradekanoat/metil miristat
2	18,463	0,50	268/ C ₁₇ H ₃₂ O ₂	Metil 9-heksadekanoat/ metil palmitoleat
3	18,731	18,40	270/ C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Metil heksadekanoat/ metil palmitat
4	19,167	0,96	256/ C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Metil heksadekanoat/ metil palmitit
5	19,493	0,38	296/ C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Metil 9-oktadekanoat/ metil oleat
6	20,701	55,25	294/ C ₁₉ H ₃₄ O ₂	Metil 9,12-oktadekadienoat/ metil linoleat
7	20,804	6,58	298/ C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Metil oktadekanoat/ metil stearat
8	21,014	12,17	280/ C ₁₈ H ₃₂ O ₂	Asam 9,12-oktadekadienoat/ asam linoleat
9	22,369	2,11	296/ C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Metil 9-oktadekanoat/ metil oleat
10	22,554	1,05	326/ C ₂₁ H ₄₂ O ₂	Metil eikosanoat/ metil arakidat
11	23,235	0,43	234/ C ₁₉ H ₃₂ O ₃	Metil 3-oktil-oxiraneoktanoat/ metil trans-9,10-epoxyoktadekanoat
12	24,257	1,09	354/ C ₂₃ H ₄₆ O ₂	Metil dokosanoat/ metil behenat
13	25,052	0,20	368/ C ₂₄ H ₄₈ O ₂	Metil trikosanoat
14	25,866	0,62	382/ C ₂₅ H ₅₀ O ₂	Metil tetrakosanoat/ metil lignoserat

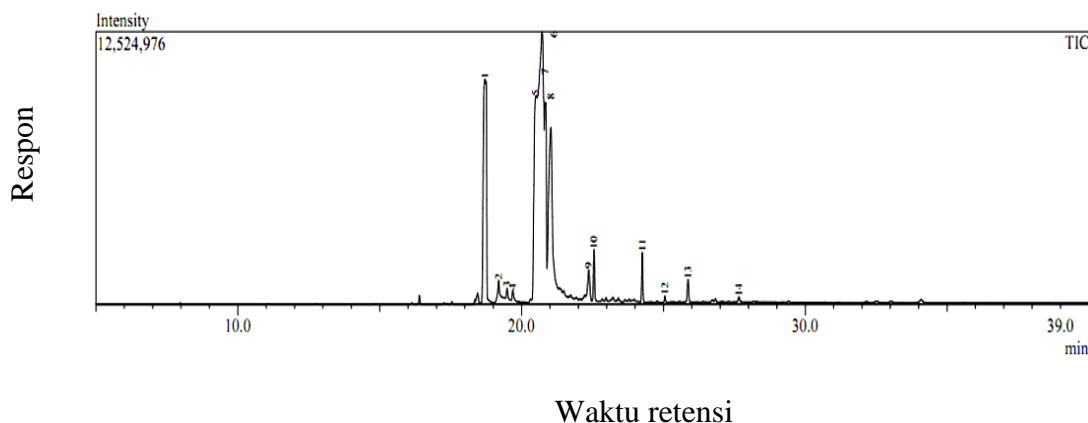
Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa terdapat 14 kemungkinan senyawa yang ada pada sampel minyak tahu yang sudah diesterifikasi dengan retensi waktu yang berbeda-beda serta luas dan persen area yang berbeda pula. Luas area terbesar terdapat pada puncak ke-6 yaitu 192061721 sebesar 55,25% dengan waktu retensi 20,701 menit merupakan senyawa dengan rumus C₁₉H₃₄O₂ dan nama senyawanya adalah metil 9,12-oktadekadienoat dengan berat molekul 294 yang merupakan derivat senyawa asam linoleat.

Asam linolenat (asam 9,12,15-oktadekatrienoat) tidak terdeteksi oleh spektrum massa pada minyak tahu. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yaitu sebagai berikut:

- (1) Proses pembuatan tahu dengan suhu yang tinggi menyebabkan semakin cepat terjadinya oksidasi. Menurut Sudaryatiningsih dan Supyani (2010: 15) proses oksidasi mengakibatkan asam linoleat berubah menjadi asam linolenat, selanjutnya asam linolenat mengalami oksidasi kembali menjadi asam arakhidonat. Hal ini dapat terlihat bahwa pada puncak (peak) ke-10 terdapat senyawa arakhidonat (arakhidat).
- (2) Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Isa (2011) kandungan asam linoleat dan asam linolenat pada kacang kedelai masing-masing 53,86% dan 7,15%. Jadi kandungan asam linolenat pada bahan dasar tahu yakni kedelai memang sangat sedikit dibandingkan dengan kandungan asam linoleat.

Data Kromatogram dan Spektrum KG-SM untuk Tempe

Hasil pemeriksaan (analisa) dengan KG-SM untuk minyak tempe (metil ester) juga menghasilkan spektrum dengan 14 puncak (*peak*) seperti pada Gambar 3 berikut ini:

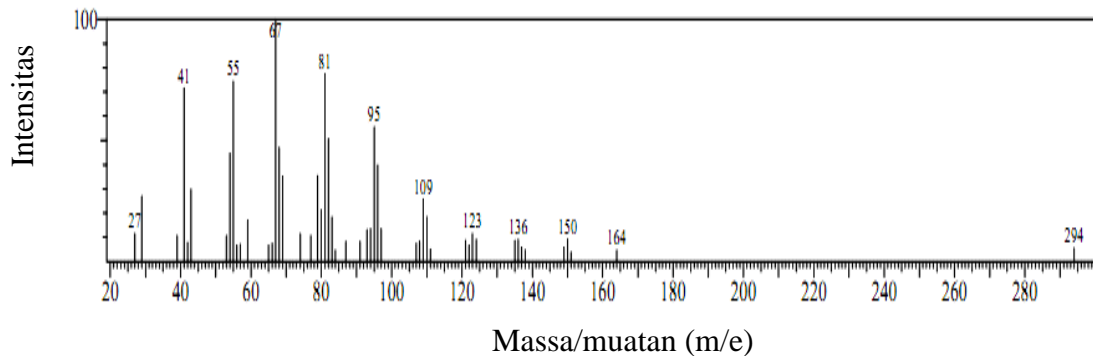


Gambar 3: Kromatogram (KG) Sampel Metil ester (Minyak Tempe)

Dari Gambar 3 kromatogram diatas terlihat bahwa sampel yang dianalisis mengandung 14 puncak (*peak*), yang menandakan ada 14 kemungkinan senyawa pada metil ester (minyak tempe). Puncak yang tertinggi adalah puncak ke-6. Dengan menggunakan spektrometer massa ke-14 senyawa tersebut dapat terlihat dengan jelas struktur dan berat molekulnya, seperti pada salah satu contoh spektrum massa dari puncak (*peak*) ke-6 yang memiliki puncak tertinggi.

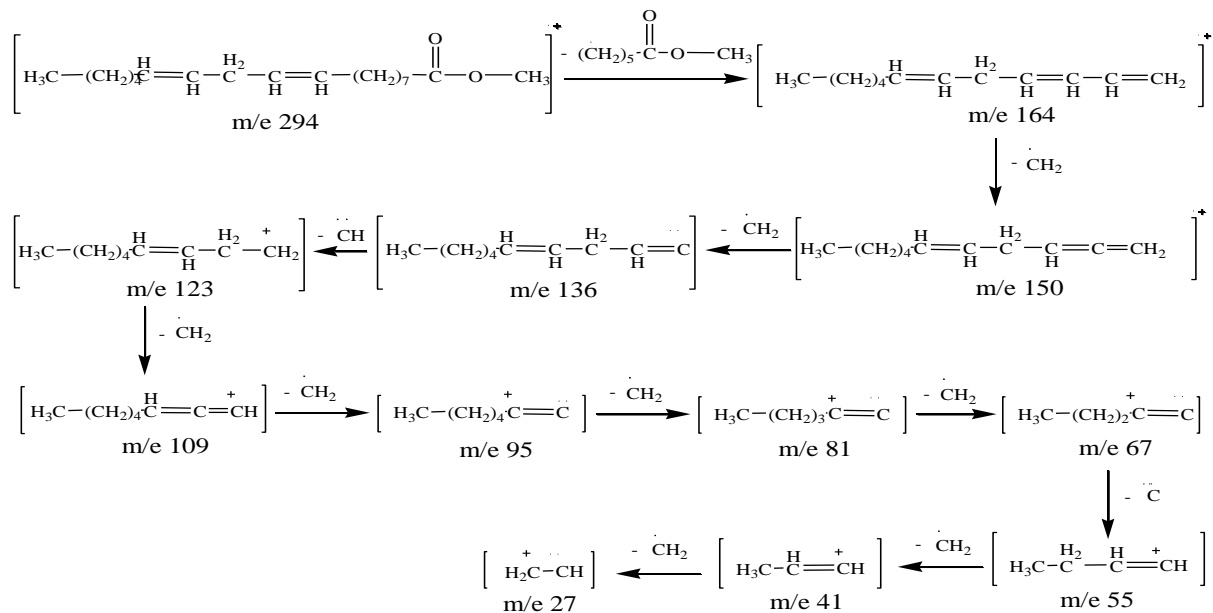
Gambar 4 menunjukkan bahwa dalam spektrum massa puncak ke-6 merupakan senyawa yang memiliki berat molekul (m/e) 294, yang teridentifikasi adalah metil linoleat. Senyawa tersebut sama dengan senyawa yang ada pada puncak ke-6 pada metil ester minyak

tahu. Senyawa ini juga memiliki puncak dasar yang sama yaitu, m/e 67 yang merupakan hasil dari fragmentasi $M-(CH=CH-CH_2)_2(CH_2)_6COOCH_3$.



Gambar 4: Spektrum massa metil linoleat (minyak tempe)

Selanjutnya puncak-puncak yang muncul pada fragmentasi senyawa tersebut juga sama yaitu m/e 294, 164, 150, 136, 123, 109, 95, 81, 67, 55, 41, dan 27. Dengan demikian kemungkinan pola fragmentasi yang muncul pada senyawa tersebut juga sama, yang dapat dilihat pada pola fragmentasi berikut ini:



Selanjutnya gambar spektrum massa ke-13 senyawa metil ester lainnya untuk tempe dapat dilihat pada lampiran 5. Selanjutnya Interpretasi ke-14 senyawa tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Spektrum Massa untuk Metil ester (Minyak Tempe)

Peak	tR (menit)	% Area	BM/ Rumus Molekul	Nama Senyawa
1	18,709	18,28	270/ C ₁₇ H ₃₄ O ₂	Metil heksadekanoat/metil palmitat
2	19,197	1,35	282/ C ₁₈ H ₃₄ O ₂	Metil 9-oktadekanoat/ metil oleat
3	19,491	0,43	294/ C ₁₉ H ₃₄ O ₂	Metil 10,13-oktadekadienoat
4	19,695	0,47	284/ C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Metil heptadekanoat/ metil margarat
5	20,492	24,62	294/ C ₁₉ H ₃₄ O ₂	Metil 9,12-oktadekadienoat/ metil linoleat
6	20,723	27,08	294/ C ₁₉ H ₃₄ O ₂	Metil 9,12-oktadekadienoat/ metil linoleat
7	20,830	8,43	298/ C ₁₉ H ₃₈ O ₂	Metil oktadekanoat/ metil stearat
8	21,037	14,64	280/ C ₁₈ H ₃₂ O ₂	Asam 9,12-oktadekadienoat/ Asam linoleat
9	22,372	0,62	296/ C ₁₉ H ₃₆ O ₂	Metil 9-oktadekanoat/ metil oleat
10	22,557	1,53	326/ C ₂₁ H ₄₂ O ₂	Metil eikosanoat/ metil arakidat
11	24,257	1,50	234/ C ₁₉ H ₃₂ O ₃	Metil dokosanoat/ metil behenat
12	25,052	0,21	368/ C ₂₄ H ₄₈ O ₂	Metil trikosanoat
13	25,867	0,62	382/ C ₂₅ H ₅₀ O ₂	Metil tetrakosanoat/ metil lignoserat
14	27,661	0,21	466/ C ₃₁ H ₆₂ O ₂	Metil triakontanoat/ metil melissat

Dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa terdapat 14 kemungkinan senyawa yang ada pada sampel minyak tempe yang sudah diesterifikasi dengan retensi waktu yang berbeda-beda serta luas dan persen area yang berbeda pula. Luas area terbesar terdapat pada puncak (*peak*) ke-6 yaitu 116060146 sebesar 27,08% dengan waktu retensi 20,723 menit merupakan senyawa dengan rumus molekul C₁₉H₃₄O₂ (metil 9,12-oktadekadienoat/ metil linoleat), yaitu senyawa yang juga terdapat pada minyak tahu (metil ester) dengan kadar yang tinggi.

Asam linolenat (asam 9,12,15-oktadekatrienoat) juga tidak terdapat pada metil ester minyak tempe. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

- (1) Peningkatan suhu pada fermentasi tempe kedelai berpengaruh pada kadar lemaknya. Menurut Sudaryatiningsih dan Supyani (2010: 16) peningkatan suhu pada proses fermentasi dapat menghambat aktivitas enzim desaturase, sehingga pembentukan asam lemak tidak jenuh menurun.
- (2) Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Isa (2011) kandungan asam linoleat dan asam linolenat pada kacang kedelai masing-masing 53,86% dan 7,15%. Jadi kandungan asam linolenat pada bahan dasar tempe yakni kedelai memang sangat sedikit dibandingkan dengan kandungan asam linoleat.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar asam linoleat terbesar terdapat pada tahu yaitu sebesar 55,25% dibandingkan dengan tempe yang hanya 27,08%. Kandungan asam linoleat yang lebih sedikit pada tempe dapat dipengaruhi proses pembuatan tempe yang melalui proses fermentasi terlalu lama, proses fermentasi yang terlalu lama dapat menyebabkan pertumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* semakin tinggi. Menurut Deliani (2008: 62) terjadinya penurunan kadar lemak dengan semakin lamanya fermentasi disebabkan karena jamur *Rhizopus oligosporus*. Jamur menggunakan lemak dari substrat sebagai sumber energinya.

SIMPULAN

Simpulan penelitian ini adalah (1) kadar asam linoleat pada tahu sebesar 55,25% sedangkan tempe 27,08%. Kadar asam linoleat pada tahu lebih besar dibandingkan pada tempe disebabkan oleh lama fermentasi pada tempe; (2) kadar asam linolenat tidak terdeteksi pada metil ester minyak tahu dan minyak tempe. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor: proses pembuatan tahu dan tempe pada suhu yang terlalu tinggi, dan fermentasi tempe pada suhu yang tinggi.

SARAN

Beberapa saran yang diajukan adalah (1) perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh lama pemasakan dengan suhu yang tinggi dan lama fermentasi bukan hanya terhadap komposisi asam lemak tetapi juga kadar karbohidrat, kadar protein pada tahu dan tempe; (2) perlu adanya perhatian oleh pihak produsen dalam hal ini pabrik tahu dan tempe pada saat proses pemasakan. Karena pemasakan pada suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kandungan asam lemak jenuh lebih besar diproduksi dibandingkan dengan asam lemak tidak jenuh.

DAFTAR RUJUKAN

- Adnan, Mochamad. 1997. *Teknik Kromatografi Untuk Analisis Bahan Makanan*. Yogyakarta: Andi Press
- Apriyantono, Anton., Dedi F., Ni Luh P., Sedarnawati., Slamet B. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Press
- Deliani. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat Pada Pembuatan Tempe*. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/5823/1/08E00293.pdf>, diakses 23 Juni 2012)
- Duengo, Suleman. 2011. *Isomerisasi Asam 9,12,15-Oktadekantrienoat Hasil Isolasi Minyak Biji Selasih (*Ocimum basilicum L.*)*. Journal Sainstek dan terapannya, Vol. 6, No. 3, november 2011, hal. 212- 329. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo Press.
- Gifari, Achmad. 2011. *Karakteristik Asam Lemak Daging Keong Macan (*Babylonia spirata*), kerang tahu (*Meretrix meretrix*), dan kerang salju*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/48067/C11agi.pdf?sequence=1>, di akses 06 Maret 2012)
- Harbone. 1987. *Metode Ekstraksi*. Makasar: Universitas Muslim Indonesia. (<http://fitokimiaumi.files.wordpress.com/2009/03/metode-ekstraksi.pdf>, diakses 08 Juli 2012)
- Herlina, Netti dan Ginting H. 2002. *Lemak dan Minyak*. Digitized by USU digital Library. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
(<http://library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-Netti.pdf>, diakses 03 Februari 2012)
- Hikmah, Nurul Maharani dan Zuliyana. 2010. *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi*. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
(<http://eprints.undip.ac.id/13469/1/SKRIPSI.pdf>, diakses 09 Juli 2012).
- Iskandar, Yoppi. 2009. *Penentuan Kadar Asam Linoleat Pada Tempe Secara Kromatografi Gas*. Bandung: Universitas Padjadjaran. (http://repository.unpad.ac.id/bitstream/handle/123456789/1610/kadar_asam_linoleat.pdf?sequence=1, diakses 03 Februari 2012)
- Isa, Ishak, 2011. *Penetapan Asam Lemak Linoleat dan Linolenat pada Minyak Kedelai Secara Kromatografi Gas*. Journal Sainstek dan terapannya, Vol. 6, No.1, maret 2011, hal. 76-81. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
(<http://journal.ung.ac.id/filejurnal/STVol6No1/STVol6No1-9.pdf>) diakses 03 Februari 2012)
- 2006. *Bahan Ajar Mata Kuliah Analisi Instrumen*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo Press.
- Khopkar, S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Lumbantobing, Hasan. 2010. *Analisa Komposisi Minyak Atsiri Bunga Jotang (*Spilanthes Paniculata*) dengan Menggunakan Spektrometer GC-MS*. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26612/6/Cover.pdf>, diakses 21 Juni 2012)

- Nurhasanah. 2003. *Hidrolisis dan Rekonstruksi Trigliserida*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/21026/G03nur.pdf?sequence=2>, diakses 09 Juli 2012)
- Poedjiadi, Anna. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Santoso. 2005. *Teknologi Pengolahan Pangan (Teori dan Praktek)*. Malang: Universitas Widyagama Malang. (<http://labfpuwg.files.wordpress.com/2010/02/teknologi-pengolahan-kedelai-teori-dan-praktek.pdf>, diakses 11 Februari 2012)
- Sartika, R A Dewi. 2008. *Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan*. Journal Kesmas Nasional Vol. 2, No. 4, februari 2008. Depok: Universitas Indonesia. (<http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/2408154160.pdf>, diakses 04 april 2012)
- Sihombing, Veronica. 2008. *Analisa Kadar Zat Pewarna Kuning Pada Tahu Yang Dijual Di Pasar-pasar Medan*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara. (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/14730/1/08E01571.pdf>, diakses 17 Januari 2012).
- Sinulingga, Bagus. 2011. *Isolasi dan Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri dari Daun Jinten (Coleus Aromaticus Benth) dengan GC-MS dan Uji Anti Bakteri*. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara. (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27898/4/Chapter%20II.pdf>, diakses 21 Juni 2012).
- Sudaryatiningsih, Cicik dan Supyani. 2010. *Analisis kandungan asam linoleat dan linolenat tahu kedelai dengan Rhizopus oryzae dan Rhizopus oligosporus sebagai koagulan*. Journal Bioteknologi 7 (1): 10-18, Mei 2010, ISSN: 0216-6887. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. (<http://biosains.mipa.uns.ac.id/C/C0701/C070102.pdf>, diakses 23 Juni 2012)
- Wahyuni, Sri. 2009. *Uji Kadar Protein dan Lemak Pada Keju Kedelai Dengan Perbandingan Inokulum Lactobacillus Bulgaricus Dan Streptococcus Lactis Yang Berbeda*. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta. (<http://etd.eprints.ums.ac.id/4267/2/A420050028.pdf>, diakses 20 Februari 2012).