

# ANALISIS PENCIRI SPEKTRAL GUGUS FUNGSI ASAM LEMAK PADA MINYAK GORENG KEMASAN DAN MINYAK GORENG CURAH SERTA PENGARUH WAKTU PEMANASAN DENGAN TEKNIK *FTIR SPECTROSCOPY*

Vinda Dwi Dini Putri<sup>1)</sup>, Dr.rer.nat.Ir. Aulia M. T. Nasution M.Sc<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, ITS Surabaya Indonesia 60111<sup>1,2)</sup>

E-mail: [vinda.tf@gmail.com](mailto:vinda.tf@gmail.com)<sup>1)</sup>

## ABSTRAK

Minyak goreng merupakan media penggorengan yang banyak digunakan di Indonesia. Proses penggorengan dapat mengakibatkan perubahan sifat pada minyak goreng. Pemanasan minyak goreng dengan suhu tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan degradasi pada minyak dan gangguan kesehatan, seperti kolesterol, pemicu penyakit jantung, dan kanker. Degradasi pada minyak goreng dapat diketahui berdasarkan perubahan gugus fungsi asam lemak akibat pengaruh pemanasan. Oleh karena itu, dilakukan pengujian minyak goreng dengan variasi waktu dan jumlah pemanasan menggunakan spektrometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Spektra FTIR diolah menggunakan metode spektroskopi derivatif untuk melihat perbedaan spektral secara jelas. Spektral yang diambil berada pada panjang gelombang 13.500 sampai 14.200 nm yang mengindikasikan adanya ikatan rangkap karbon pada molekul HC=CH. Analisis dilakukan dengan menghitung luas kurva pada spektral derivatif orde-2. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa absorbansi minyak goreng kemasan lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng curah pada rentang panjang gelombang tersebut. Selain itu, diketahui jika pemanasan pada minyak goreng dapat menyebabkan penurunan luasan kurva pada spektral derivatif orde-2 nya. Pada minyak goreng kemasan pemanasan 30 menit terjadi penurunan kurva dari 0,904217 menjadi 0,881394 dalam 3 kali pemanasan. Sementara pada minyak goreng curah pemanasan 30 menit yang pada pemanasan pertama memiliki luasan 0,916089 turun menjadi 0,865379 dalam 3 kali pemanasan. Penurunan luasan kurva terjadi karena terputusnya ikatan rangkap pada molekul HC=CH akibat pemanasan dengan suhu tinggi dan berulang sehingga absorbansi pada daerah tersebut menjadi berkurang seiring dengan banyaknya perulangan pemanasan.

**Kata kunci :** Minyak goreng, pemanasan berulang, *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*, spektroskopi derivatif.

## I. PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu bahan pangan pokok yang penting bagi masyarakat Indonesia. Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu media penggorengan yang banyak digunakan di Indonesia dan penggunaannya terus meningkat setiap tahun. Hal ini dikarenakan hampir seluruh masakan sehari-hari menggunakan minyak goreng dalam proses memasaknya<sup>[5]</sup>. Menurut direktur eksekutif Gabungan Industri Minyak Nabati Indonesia (GIMNI), Sahat Sinaga, pada tahun 2014 konsumsi minyak goreng nasional tercatat sebesar 5 juta ton. Dari jumlah tersebut, sebanyak 1 juta ton adalah minyak goreng kemasan dan 4 juta ton adalah minyak curah<sup>[18]</sup>. Minyak goreng kemasan adalah minyak goreng yang diberi merk dan dikemas dengan botol, plastik *refill*, dan jerigen. Minyak goreng kemasan diukur dalam satuan volume (liter). Minyak goreng curah adalah minyak goreng yang tidak memiliki merk dan diukur dalam satuan massa (kilogram). Pada umumnya minyak goreng yang beredar di Indonesia berasal dari kelapa sawit<sup>[1]</sup>.

Minyak goreng curah merupakan minyak goreng bermutu rendah karena mengalami penyaringan sederhana sehingga warnanya tidak jernih. Selain itu, minyak goreng curah umumnya mengandung asam lemak jenuh yang lebih tinggi. Minyak goreng curah akan mengalami penurunan kualitas jauh lebih cepat daripada minyak goreng berkualitas bagus karena

adanya proses oksidasi<sup>[19]</sup>. Oleh karena itu, minyak goreng curah harganya lebih murah dibandingkan dengan minyak goreng kemasan.

Penggunaan minyak khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial yang banyak mengandung HDL (*high-density lipoprotein*) yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol. Dengan demikian minyak yang berkualitas baik, adalah yang memiliki kandungan HDL tinggi, sementara minyak dengan kualitas rendah memiliki banyak kandungan LDL (*low-density lipoprotein*), dan dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah, pemicu timbulnya penyakit jantung koroner, diabetes, tumor dan kanker penyebab utama kematian pada manusia. Sementara itu minyak yang memiliki kandungan HDL termasuk asam lemak tidak jenuh dan memiliki ikatan rangkap dua dari struktur molekulnya, Akibat pemanasan dengan suhu tinggi, dan berulang-ulang maka ikatan rangkap molekul tersebut akan putus sehingga menjadi lemak jenuh dan mengandung LDL tinggi. Hal ini disebabkan akibat pemanasan tinggi maka akan terjadi pergeseran gugus fungsi dan pergeseran panjang gelombang dari bahan minyak goreng yang dipanaskan tersebut<sup>[3]</sup>.

Spektroskopi merupakan metode analisis kimia yang berdasarkan interaksi energi dengan materi. Metode spektroskopi dapat digunakan untuk menganalisa suatu senyawa secara kuantitatif maupun kualitatif<sup>[20]</sup>. Metode

spektroskopi yang umum digunakan adalah UV-Vis, Near Infra-Red (NIR), FTIR.

Metode spektroskopi untuk menganalisis gugus fungsi minyak goreng yang sering digunakan adalah metode spektroskopi FTIR, yang didasari pada vibrasi ikatan atom dari suatu molekul. Seperti yang dilakukan Al-Alawi menggunakan spektroskopi FTIR pada penelitian asam lemak bebas pada minyak nabati. Hasil penelitiannya menunjukkan adanya perubahan pita serapan gugus fungsi dari asam lemak bebas yang ditandai dengan gugus karboksilat, terjadi kenaikan pita serapan pada panjang gelombang 1820-1573  $\text{cm}^{-1}$  yang menandakan adanya vibrasi ikatan  $\text{C}=\text{O}$  [21]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Yelmeda untuk menganalisis asam lemak pada minyak sawit [22] dan Kapitan pada minyak bekas penggorengan [23]. Kelebihan dari FTIR yaitu penyiapan sampel yang lebih cepat serta waktu yang digunakan untuk menganalisis lebih cepat dibandingkan metode konvensional lainnya, tidak menggunakan pelarut yang banyak dan mengurangi resiko toksisitas.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis spektral untuk mengetahui gugus fungsi pada minyak goreng kemasan dan minyak goreng curah serta perubahan spektralnya akibat pengaruh lamanya waktu dan jumlah pemanasan dengan menggunakan spektroskopi FTIR.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

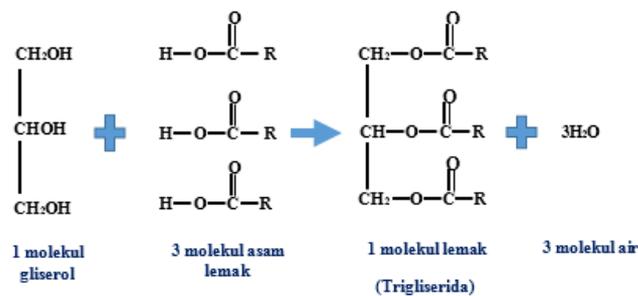
### 2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng merupakan sumber energi, citarasa, serta sumber vitamin A, D, E, dan K. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. [6]

### 2.2 Komposisi Minyak Goreng

Semua minyak tersusun atas unit-unit asam lemak. Jumlah asam lemak alami yang telah diketahui ada dua puluh jenis asam lemak yang berbeda. Tidak ada satu pun minyak atau lemak tersusun atas satu jenis asam lemak, jadi selalu dalam bentuk campuran dari banyak asam lemak. Proporsi campuran perbedaan asam-asam lemak tersebut menyebabkan lemak dapat berbentuk cair atau padat, bersifat sehat atau membahayakan kesehatan, tahan simpan, atau mudah tengik [7].

Lemak adalah suatu ester asam lemak dengan gliserol. Pada lemak, satu molekul gliserol mengikat tiga molekul asam lemak, oleh karena itu lemak adalah suatu *trigliserida*. Struktur umum molekul lemak terlihat dibawah ini:



Gambar 1. Struktur molekul lemak [8]

Pada rumus struktur lemak di atas,  $\text{R}_1\text{-COOH}$ ,  $\text{R}_2\text{-COOH}$ , dan  $\text{R}_3\text{-COOH}$  adalah molekul asam lemak yang terikat pada gliserol [7].

### 2.3 Perubahan Sifat Minyak Goreng Akibat Proses Penggorengan

Proses pemanasan minyak pada suhu tinggi ditambah dengan adanya oksigen akan mengakibatkan rusaknya asam-asam lemak tak jenuh yang terdapat di dalam minyak goreng, seperti asam oleat dan asam linoleat. Kerusakan minyak akibat pemanasan dapat diamati dari perubahan warna, kenaikan kekentalan, peningkatan kandungan asam lemak bebas (asam lemak jenuh), kenaikan bilangan peroksida, penurunan bilangan iod, serta kenaikan kandungan urea.

Minyak goreng yang dipanaskan dengan suhu tinggi dan berulang-ulang akan mengalami perubahan fisik maupun kimianya. Perubahan fisik yang terlihat berupa perubahan warna pada minyak goreng yang semakin keruh seiring dengan banyaknya perulangan pemanasan. Sedangkan perubahan kimia yang terjadi berupa adanya ikatan rangkap pada molekul asam lemak yang ada di dalam minyak yang terputus akibat reaksi kimia selama proses penggorengan.

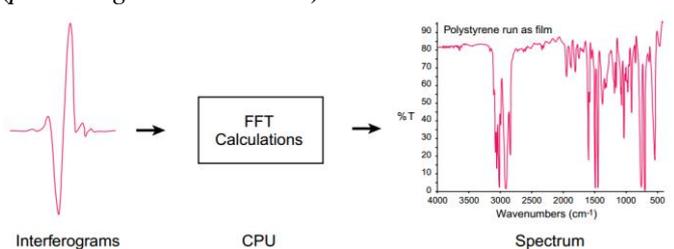
### 2.4 Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR)

Spektroskopi FTIR adalah teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. Energi yang diserap sampel pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam, kemudian diteruskan ke interferometer. Spektrofotometer FTIR menggunakan interferometer sebagai pengolah sinar inframerah. Interferometer yang paling terkenal adalah interferometer Michelson.

Daerah panjang gelombang yang digunakan pada alat spektrofotometer infra merah adalah pada daerah infra merah pertengahan, yaitu pada panjang gelombang 2,5 – 50  $\mu\text{m}$  atau pada bilangan gelombang 4000 – 200  $\text{cm}^{-1}$ . Satuan yang sering digunakan dalam spektrofotometri infra merah adalah Bilangan Gelombang atau disebut juga sebagai *Kaiser*.

Jika suatu senyawa organik disinari dengan infra-merah yang mempunyai frekuensi tertentu, maka akan didapat beberapa frekuensi yang diserap oleh senyawa tersebut. Sebuah alat pendetektor yang diletakkan disisi lain senyawa tersebut akan menunjukkan bahwa beberapa frekuensi melewati senyawa tersebut tanpa diserap sama

sekali, tetapi frekuensi lainnya banyak yang diserap. Berapa banyak frekuensi tertentu yang melewati senyawa tersebut diukur sebagai presentase transmitansi (*percentage transmittance*)<sup>[10]</sup>.



**Gambar 2.** Interferogram diubah menjadi spektrum FTIR <sup>[11]</sup>

## 2.5 Metode Spektroskopi Derivatif

Spektroskopi derivatif bersangkutan dengan transformasi spektrum serapan menjadi spektrum derivatif pertama, kedua atau spektrum derivatif dengan order yang lebih tinggi. Spektrum derivat pertama dibuat dengan memplotkan  $dA/d\lambda$  dengan panjang gelombang.

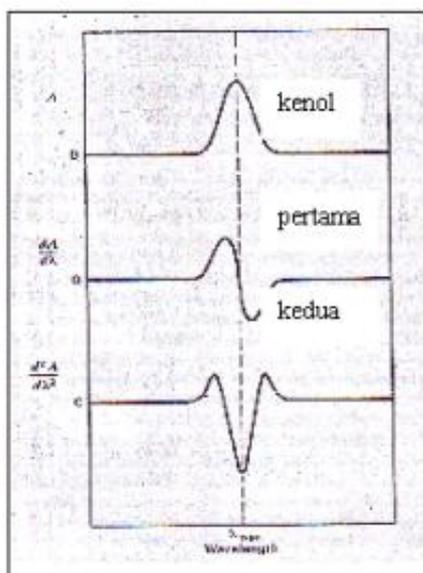
Pada spektrofotometri konvensional, spektrum serapan merupakan plot serapan  $A$  terhadap panjang gelombang ( $\lambda$ ). Pada spektrofotometri derivatif, plot  $A$  lawan  $\lambda$ , ditransformasikan menjadi plot  $dA/d\lambda$  lawan  $\lambda$  untuk derivatif pertama, dan  $d^2A/d\lambda^2$  lawan  $\lambda$  untuk derivatif kedua, dan seterusnya. <sup>[17]</sup>

$A = f(\lambda)$ , order nol

$dA/d\lambda = f'(\lambda)$ , order pertama

$d^2A/d\lambda^2 = f''(\lambda)$ , order kedua

dan seterusnya <sup>[14]</sup>.



**Gambar 3.** Spektrogram derivatif kenol sampai kedua. <sup>[15]</sup>

Ada tiga metode spektrofotometri derivatif yang sering digunakan dalam analisa kuantitatif antara lain metode *zero crossing*, metode *peak to peak* dan metode *multivariate spectrophotometric calibration*. Panjang gelombang *zero crossing* adalah panjang gelombang dimana senyawa tersebut mempunyai serapan nol dan

menjadi panjang gelombang analisis untuk zat lain dalam campurannya. <sup>[17]</sup>

Panjang gelombang peak to peak ditentukan dari penggabungan spektrum derivatif larutan baku dan sampel (analit). Dari hasil penggabungan spektrum derivatif tersebut, dicari daerah panjang gelombang dimana terdapat spektrum yang saling berimpit satu sama lain secara total. <sup>[17]</sup>

Beberapa keuntungan dari spektrum derivatif antara lain: spektrum derivatif memberikan gambaran struktur yang terinci dari spektrum serapan dan gambaran ini makin jelas dari spektra derivatif pertama ke derivatif keempat. Selain itu, dapat dilakukan analisis kuantitatif suatu komponen dalam campuran dengan bahan yang panjang gelombangnya saling berdekatan. <sup>[16]</sup>

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah minyak goreng kemasan merk Bimoli dan minyak goreng curah. Minyak goreng Bimoli dan curah dipanaskan dengan memvariasikan lamanya waktu dan jumlah pemanasan. Variasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Disiapkan sebanyak 50 ml sampel minyak goreng kemasan.
- Sampel dipanasi menggunakan *digital hot plates* pada suhu 250°C selama 30 menit.
- Setelah dipanasi, sampel dibiarkan dingin hingga suhunya kembali ke suhu ruangan.
- Langkah b-c dilakukan sampai pemanasan sebanyak 3 kali.
- Langkah a-d dilakukan dengan waktu pemanasan selama 1 jam.
- Langkah a-e dilakukan dengan sampel minyak goreng curah.

### 3.2 Pengujian Sampel

Semua sampel yaitu minyak goreng bimoli dan curah tanpa pemanasan, minyak goreng bimoli dan curah yang telah dipanaskan dengan variasi waktu pemanasan kemudian diuji menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

### 3.3 Pengolahan Data

Data yang dihasilkan dari pengujian kemudian diolah menggunakan spektroskopi derivatif untuk dilihat perbedaan antar sampel.

Derivatif pertama dapat dicari dengan persamaan:

$$D_{\lambda+\Delta\lambda/2} = \frac{(A_{\lambda+\Delta\lambda} - A_{\lambda})}{\Delta\lambda}$$

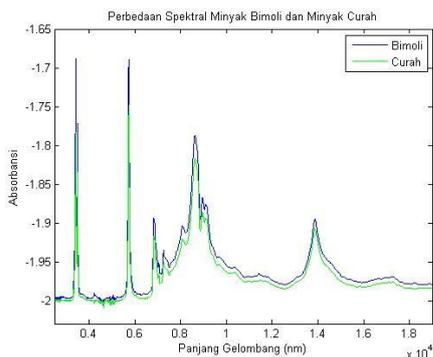
Sedangkan untuk derivatif kedua dapat dicari dengan persamaan:

$$D_{\lambda} = \frac{(A_{\lambda-\Delta\lambda} - 2A_{\lambda} + A_{\lambda+\Delta\lambda})}{\Delta\lambda^2}$$

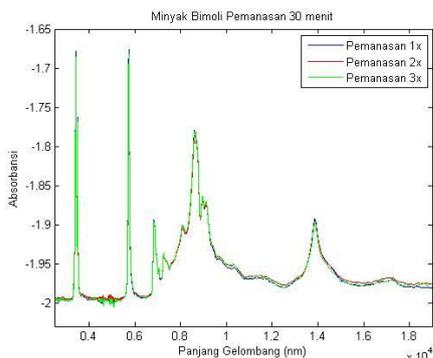
### 3.4 Hasil dan Pembahasan

Analisis data dilakukan terhadap hasil-hasil pengujian yang diperoleh. Dari semua spektral yang dihasilkan setelah diolah menggunakan spektroskopi derivatif, dicari korelasinya antara pengaruh lamanya waktu penggorengan dengan perbedaan spektral yang dihasilkan, serta pengaruh banyaknya pengulangan pemanasan dengan perbedaan spektral yang dihasilkan oleh minyak goreng kemasan dan curah. Analisis juga dilakukan terhadap kemungkinan hubungan antara perubahan sifat fisik dan kimia dari minyak goreng dengan perubahan spektral yang terjadi.

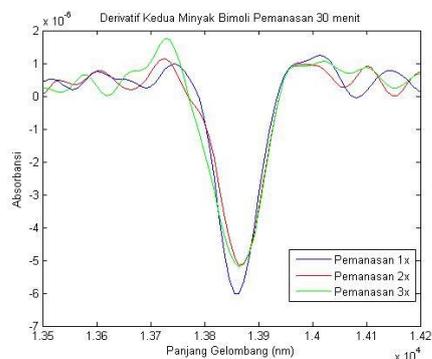
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



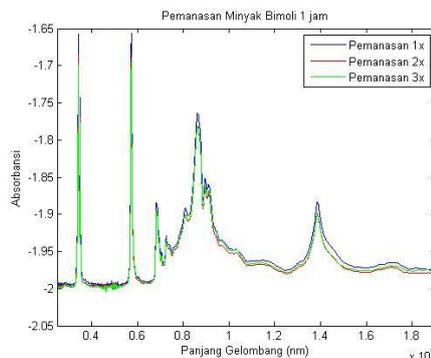
**Gambar 4.** Spektral absorbansi minyak Bimoli dan curah tanpa pemanasan



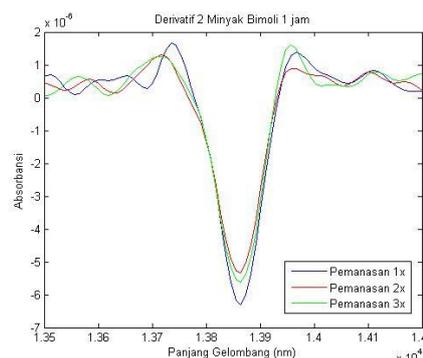
**Gambar 5.** Spektral absorbansi minyak Bimoli pemanasan 30 menit setelah pemanasan 1 kali (biru), 2 kali (merah), dan 3 kali (hijau)



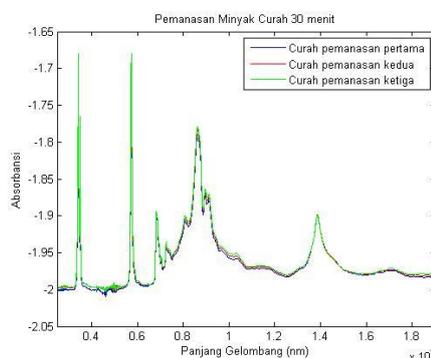
**Gambar 6.** Derivatif kedua Minyak Goreng Bimoli Pemanasan 30 menit setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



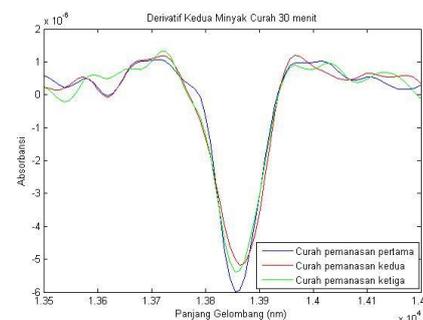
**Gambar 7.** Spektral Absorbansi Minyak Goreng Bimoli Pemanasan 1 jam setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



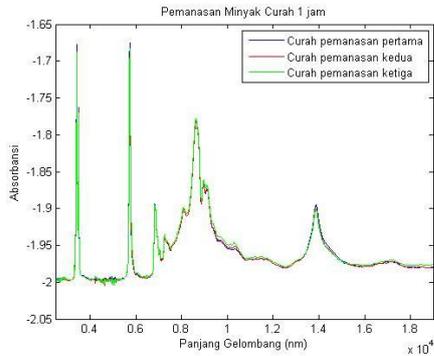
**Gambar 8.** Derivatif kedua Minyak Goreng Bimoli Pemanasan 1 jam setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



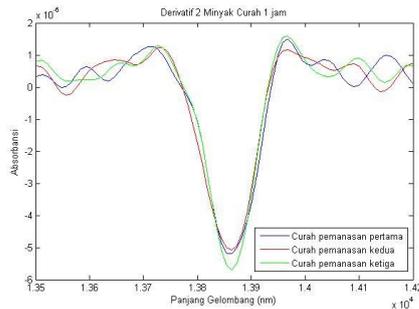
**Gambar 9.** Spektral Absorbansi Minyak Goreng Curah Pemanasan 30 menit setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



**Gambar 10.** Derivatif kedua Minyak Goreng Curah Pemanasan 30 menit setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



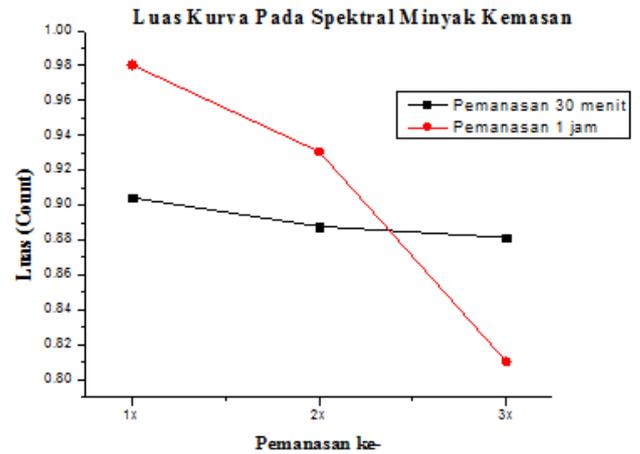
**Gambar 11.** Spektal Absorbansi Minyak Goreng Curah Pemanasan 1 jam setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)



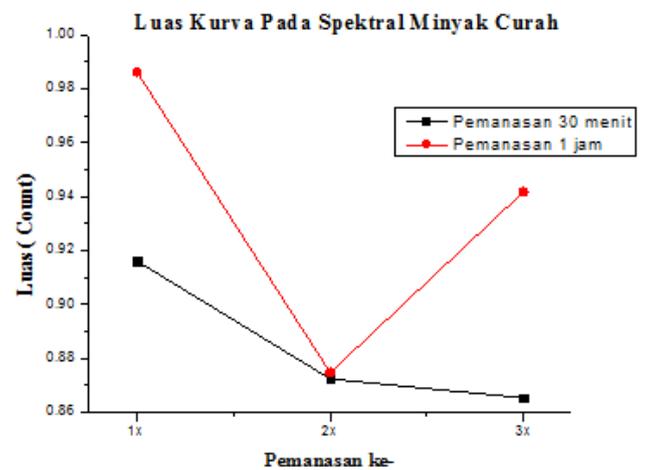
**Gambar 12.** Derivatif kedua Minyak Goreng Curah Pemanasan 1 jam setelah pemanasan : 1 kali (biru), 2 kali (merah) dan 3 kali (hijau)

Pada gambar 4 terlihat perbedaan yang jelas antara spektral absorbansi minyak goreng bimoli dan minyak goreng curah. Absorbansi minyak goreng bimoli lebih tinggi daripada minyak goreng curah hampir di semua rentang panjang gelombang. Perbedaan ini diakibatkan karena perbedaan struktur kimia antara minyak goreng bimoli dan minyak goreng curah, dimana pada minyak goreng curah terdapat banyak asam lemak bebas (asam lemak jenuh) karena hanya melewati 1 kali proses penyaringan, sedangkan minyak goreng bimoli melewati lebih dari 2 kali proses penyaringan sehingga mengandung banyak asam lemak tak jenuh dan ikatan rangkap pada struktur molekul minyak goreng bimoli masih banyak.

Pada semua spektral hasil derivatif terlihat perubahan spektral akibat perlakuan pemanasan. Pada variasi jumlah pemanasan, spektral pada pemanasan 1 kali memiliki *peak* yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemanasan 2 kali dan 3 kali. Akan tetapi, *peak* setelah pemanasan 2 kali paling rendah, dimana seharusnya *peak* pada pemanasan 3 kali yang paling rendah.



**Gambar 13.** Grafik Luas Kurva pada Spektral Minyak Kemasan



**Gambar 14.** Grafik Luasan pada Spektral Minyak Curah

Pada gambar 13 dan 14 terlihat bahwa terjadi penurunan luasan kurva pada pemanasan kedua, akan tetapi pada pemanasan ketiga luasan kurva mengalami kenaikan. Penurunan luasan kurva disebabkan oleh berkurangnya molekul yang berikatan rangkap (molekul  $HC=CH$ ). Pemanasan dengan suhu tinggi dan berulang-ulang mengakibatkan putusnya ikatan rangkap pada molekul  $HC=CH$ .

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian didapatkan beberapa simpulan yaitu sebagai berikut:

- Spektal absorbansi minyak goreng kemasan lebih tinggi daripada minyak curah pada panjang gelombang 13.500-14.200 nm. Hal ini mengindikasikan bahwa minyak goreng kemasan mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh dibandingkan dengan minyak goreng curah.
- Terjadi penurunan luasan kurva pada sampel minyak goreng seiring banyaknya jumlah pemanasan. Penurunan luasan kurva disebabkan oleh berkurangnya molekul yang berikatan rangkap (molekul  $HC=CH$ ) atau asam lemak tak jenuh pada minyak goreng akibat pemanasan berulang dengan suhu tinggi.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Etriya, dkk. *Analisis Ekuitas Merk Minyak Goreng*. Jurnal Manajemen Agribisnis, Vol. 1 No.2 Oktober 2004; 127-139
- [2] Tim Fisikokimia Analitik. 2011. *Penuntun Praktikum Kimia Analitik Instrumen*. Bandung: Fakultas Farmasi UNPAD.
- [3] Badan POM RI.2009.*Minyak Jelantah Bahaya Dikonsumsi*. Suara Komunitas.com. <http://www.suarakomunikasi.net/index.php?lang=id&rid=19&id=4074> diakses pada 25 Januari 2016
- [4] Alfiani, dkk. *Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Dalam Minyak Hasil Penggorengan Berulang Dengan Metode Titrasi Asam Basa Dan Spektrofotometer Fourier Transformation Infra Red (FTIR)*. Jurnal Pharmascience, Vol 1, No. 1, Februari 2014, hal: 7 – 13. ISSN : 2355 – 5386
- [5] Zahra, S. L. 2013.Pengaruh Penggunaan Minyak Goreng Berulang Terhadap Perubahan Nilai Gizi dan Mutu Hedonik Pada Ayam Goreng. *Animal Agriculture Journal*, 2013 Vol. 2 No.1 : 253-260
- [6] Andina, Lisa. *Studi Penggunaan Spektrofotometri Inframerah Dan Kemometrika Pada Penentuan Bilangan Asam Dan Bilangan Iodium Minyak Goreng Curah*. Media Farmasi, Vol. 11 No.2 September 2014 :108-119
- [7] Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : UI Press
- [8] Ahdaini, Maulida Putri. 2013. *Analisis Minyak Babi Pada Krim Pelembab yang Mengandung Minyak Inti Sawit Dengan Menggunakan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR)*. Jakarta : Program Studi Farmasi, UIN Syarif Hidayatullah.
- [9] Raharjo, S. 2004. *Kerusakan Oksidatif pada Makanan*. Yogyakarta : Pusat Studi Pangan dan Gizi, UGM.
- [10] Lau, W.S. 1999. *Karakterisasi Inframerah untuk Mikroelektronik*. World Scientific.
- [11] Thermo Nicolet. 2001.*Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermo Nicolet Corporation.
- [12] Griffiths, dkk. *Fourier Transformation Infrared Spectrometry*. Second Edition. New York:Wiley-Interscience. April 2007. ISBN-13:978-0-471-19404-0
- [13] Tahid. 2000. *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier*. Bandung : Warta
- [14] Skujins S, Varian AG. 1986. *Appliaction of Uv-Visible Derivative Spectrophotometry*. <http://www.varianinc.com/media/sci/apps/uv31.pdf>. diakses 20 Januari 2016
- [15] Connors KA. *A Textbook of Pharmaceutical Analysis*. 3rd ed. New York: Willey; 1982.p.171-222.
- [16] Munson JW. *Analisis Farmasi Metode Modern*. Parwa B. diterjemahkan oleh Harjana. Surabaya: Airlangga University Press; 1991. hal.334-89.
- [17] Nurhidayati, Liliek. 2007. *Spektrofotometri Derivatif dan Aplikasinya Dalam Bidang Farmasi*. JURNAL ILMU KEFARMASIAN INDONESIA, Vol. 5, No. 2 September 2007 hlm. 93-99. ISSN 1693-1831
- [18] Sawit Indonesia. 2015. *Aturan SNI Minyak Goreng Akan Dirombak*. <http://www.gimni.org/aturan-sni-minyak-goreng-akan-dirombak/> diakses pada 5 Februari 2016
- [19] Dewi M.T.I., Hidayati N. 2012. *Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan Adsorben Bentonit Teraktivasi*. UNESA Journal of Chemistry, 1(2): 47-53.
- [20] Suharmanto, Edi., Kurniawan, Fredy. 2013. *Adaptif Probe Serat Optik Untuk Spektrofotometer Genesys 10S UV-Vis Generasi Kedua*. Jurnal Sains dan Seni, Vol. 2, No. 1, 2337-3520 (2301-928 1-3).
- [21] Al-Alawi, A., van de Voort. F. R., Sedman, J., & Ghetler, A. 2006. *Automated FTIR Analysis of Free Fatty Acids or Moisture in Edible Oils*. Journal Food Science and Agricultural Chemistry, 11: 23–29.
- [22] Yelmeda., I. Zahrina., & F. Akbar. 2012. *Perengkahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Dengan Katalis Zeolit Sintesis Untuk Menghasilkan Biofuel*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 9: 45–50.
- [23] Kapitan, O. B. 2013. *Analisis Kandungan Asam Lemak Trans (Trans Fat) Dalam Minyak Bekas Penggorengan Jajanan Di Pinggir Jalan Kota Kupang*. Jurnal Kimia Terapan, 1 (1): 17–31.