

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT, Media Farmasi Vol. 11 No.2 Tahun 2014 telah terbit.

Pada edisi ini, Jurnal Media Farmasi menyajikan artikel yang semuanya merupakan hasil penelitian. Sembilan artikel dari luar Fakultas Farmasi UAD membahas, (1) Studi pengguna spektrofometri inframerah dan kemometrika (2) Optimasi formula matrik *patch* mukoadhesif ekstrak daun sirih (*Piper batle L.*) (3) Pengembangan *basic cold cream* ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana L.*) (4) Aktivitas antioksidan ekstrak etanolik berbagai jenis sayuran (5) Layanan pesan singkat pengingat (6) Pola persepan antiemetik pada penderita dispepsia pasien dewasa dan lanzia (7) Evaluasi kepatuhan pasien diabetes melitus tipe 2 (8) Pengaruh pengetahuan dan sikap orang tua terhadap swamedikasi obat demam pada anak. Tiga artikel dari penelitian Fakultas Farmasi UAD yang membahas tentang : (1) Penggunaan antibiotik pada pasien leukemia akut dewasa (2) Formula granul kombinasi ekstrak terpurifikasi herba pegagan (*Centella asiatica (L) Urban*) dan herba sambiloto (*Andrographis paniculata (Burm.f.)Ness*) (3) efek ekstrak etanol kelopak rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*).

Harapan kami, jurnal ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau menjadi referensi peneliti lain. Kritik dan saran membangun, senantiasa kami terima dengan tangan terbuka.

Dewan editor



**STUDI PENGGUNAAN SPEKTROFOTOMETRI  
INFRAMERAH DAN KEMOMETRIKA PADA PENENTUAN  
BILANGAN ASAM DAN BILANGAN IODIUM MINYAK  
GORENG CURAH**

APPLICATION OF INFRARED SPECTROSCOPY AND  
CHEMOMETRIC FOR DETERMINING ACID VALUE AND  
IODINE VALUE OF NON BRANDED COOKING OIL

Lisa Andina

Akademi Analisis Kesehatan Borneo Lestari

Email: *Lisa\_imeru@yahoo.com*

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian mengenai penentuan bilangan asam dan bilangan iodium Minyak Goreng Curah (MGC) dengan metode spektrofotometri FTIR dan kemometrika. Pada penelitian ini dilakukan penentuan bilangan asam dan bilangan iodium MGC melalui perlakuan penggorengan ikan nila dengan MGC. Penggorengan dilakukan selama 8 jam secara terus menerus. Sampel MGC diambil kurang lebih 200 mL pada jam ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6, ke-7 dan jam ke-8. Sampel tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode standar berdasarkan AOAC dan Spektrofotometri FTIR. Sampel MGC diambil pula dari pedagang warung makan *seafood* kaki lima pada jam 20.00 WITA untuk dianalisis bilangan asam dan bilangan iodiumnya menggunakan spektrofotometer FTIR yang dikombinasikan dengan kemometrika. Berdasarkan hasil proses optimasi spektra FTIR MGC, bilangan gelombang 1724–1755  $\text{cm}^{-1}$  dipilih untuk menentukan bilangan asam, dan bilangan gelombang 2985–3012  $\text{cm}^{-1}$  dipilih untuk menentukan bilangan iodium. Model kalibrasi multivariat *partial least square* (PLS) dikembangkan untuk menentukan nilai terprediksi dari kedua bilangan tersebut. Hubungan antara nilai sebenarnya dari bilangan asam dan bilangan iodium yang ditentukan dengan metode standar dan nilai terprediksi dengan metode spektrofotometri FTIR dihasilkan nilai yang baik, yakni  $R^2=0,999$  dan *standart error* kalibrasi sebesar 0,03 untuk bilangan asam,  $R^2 = 0,997$  dan *standart error* kalibrasi sebesar 0,39 untuk bilangan iodium. Model kalibrasi yang dikembangkan kemudian digunakan untuk menentukan bilangan asam dan bilangan iodium sampel MGC yang diambil dari warung *seafood* kaki lima pada pukul 20.00 WITA. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode spektrofotometri FTIR yang dikombinasikan dengan kemometrika dapat digunakan sebagai alternatif untuk penentuan bilangan asam dan bilangan iodium dengan keunggulan metode yang sederhana, mudah, cepat dan ramah lingkungan.

**Kata kunci:** Minyak Goreng Curah, spektrofotometri FTIR, bilangan asam, bilangan iodium

**ABSTRACT**

*Non Branded Cooking Oil (NBCO) has a lower quality than Branded Cooking Oil. NBCO has a lower price, therefore it is often used by food stall. In this research, the determination of Acid Value and Iodine Value of NBCO samples was conducted from frying a fish in NBCO for 8 hours continuously. NBCO samples were taken approximately 200 mL at the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, 7th and 8th hours of frying. NBCO samples were also taken from food stall in Banjarbaru at 20.00 PM. These NBCO samples were further subjected to determination of acid value and iodine value using titrimetric method and ATR-FTIR spectrophotometry coupled with multivariate calibration. Based on the optimization processes, the FTIR spectra of NBCO samples were measured in the frequency region of 2985–3012  $\text{cm}^{-1}$  for IV determination, and frequency region of 1724–1755  $\text{cm}^{-1}$  was exploited for AV determination. PLS calibration model was developed for the prediction of IV and AV in NBCO samples. The relationship between actual values of IV and AV as determined using standard method and FTIR predicted value as determined with PLS calibration model show a close relationship with coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.997 for IV and 0.999 for AV. The values of standard error of calibration were 0.39 for IV determination and 0.03 for AV. This study concludes that ATR- FTIR spectra can be used to determine the IV and AV values of NBCO. The developed method is simple, rapid with a total analysis time per sample of less than 3 min, and environmentally friendly.*

**Keyword:** *Non Branded Cooking Oil, FTIR spectrophotometry, Acid Value, Iodine Value*

**PENDAHULUAN**

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan (Winarno, 2004). Terdapat dua jenis minyak goreng yang beredar di pasaran berdasarkan jenis kemasannya, yaitu minyak goreng kemasan (MGK) dan minyak goreng curah (MGC). MGC adalah minyak goreng bermutu rendah karena mengalami penyaringan sederhana sehingga warnanya tidak jernih. Selain itu, MGC umumnya mengandung asam lemak jenuh yang lebih tinggi. MGC akan mengalami

penurunan kualitas jauh lebih cepat daripada minyak goreng berkualitas bagus karena adanya proses oksidasi (Dewi dan Hidayati, 2012).

Oksidasi minyak dan lemak merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi waktu penyimpanan dan nilai nutrisi suatu minyak. Parameter mutu minyak yang didasarkan pada kemungkinan terjadinya oksidasi dapat ditentukan selain secara fisik, juga dapat ditentukan secara kimiawi, diantaranya dengan menentukan bilangan asam, bilangan iodium, bilangan *p*-anisidin, serta bilangan peroksida sebelum perlakuan dan

setelah perlakuan. Nilai-nilai tersebut berhubungan langsung dengan proses oksidasi minyak, khususnya karena pengaruh suhu (Shahidi, 2005).

Metode standar untuk penentuan bilangan-bilangan ini melibatkan teknik volumetri dan spektrofotometri visibel yang menggunakan berbagai reagen yang toksik. Oleh karena itu, sejumlah metode telah diusulkan oleh para peneliti untuk penentuan bilangan-bilangan ini, salah satunya adalah spektrofotometri inframerah, terutama dikombinasikan dengan kemometrika. Beberapa tahun terakhir sebagaimana dalam Bendini *et al.* (2007), metode spektroskopi dengan teknik *Fourier transformed* (FTIR dan FTNIR) telah banyak digunakan pada analisis minyak dan lemak terkait dengan proses produksi.

Spektrofotometri FTIR digunakan untuk menetapkan parameter mutu minyak seperti keasaman (Bertran *et al.*, 1999; Iñón *et al.*, 2003; Al-Alawi *et al.*, 2004), nilai iodium (Li *et al.*, 2000) dan komposisi asam lemak (Maggio *et al.*, 2009). Metode spektrofotometri FTIR juga telah digunakan untuk penentuan parameter stabilitas minyak, diantaranya adalah penetapan bilangan peroksida dalam minyak nabati (Van de voort, 1994; Li *et al.*, 2000; Ruiz *et al.*, 2001; Guillen and Cabo, 2002; Bendini *et al.*, 2007), dalam minyak sawit (Setiowaty *et al.*, 2003), serta dalam

minyak sawit mentah (Moh *et al.*, 1999), dan penetapan bilangan *p*-anisidin dalam minyak nabati (Guillen and Cabo, 2002).

Pada penelitian ini dilakukan analisis parameter kualitas dan parameter stabilitas oksidatif berupa bilangan asam dan bilangan iodium menggunakan spektrofotometer FTIR dan kemometrika pada minyak goreng curah dengan proses oksidasi yang diamati melalui proses penggorengan ikan nila selama 8 jam.

## **METODE PENELITIAN**

Sampel MGC yang digunakan pada penelitian ini dibeli dari pasar banjarbaru. MGC tersebut digunakan untuk menggoreng ikan nila selama 8 jam dan sampel MGC diambil setiap 1 jam. Sampel MGC yang diambil dari warung makan seafood kaki lima diperoleh dari kota Banjarbaru pada jam 20.00 wita.

Alat dan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah : spektrofotometer ATR-FTIR ABB 3000 (Kanada), Erlenmeyer, Buret, gelas beaker, labu takar, gelas ukur, pipet volume, KI, natrium tiosulfat, amilum, asam asetat, kloroform.

### **Analisis bilangan asam (AV)**

Analisis bilangan asam dilakukan dengan metode sebagaimana dalam AOAC:

sebanyak kurang lebih 1 g masing-masing sampel MGC ditimbang saksama, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, lalu ditambah 50 mL alkohol 95% netral, Erlenmeyer ditutup dengan pendingin balik, dan selanjutnya dilakukan pemanasan sampai mendidih dan digojog kuat-kuat dengan tujuan untuk melarutkan asam lemak bebasnya. Setelah dingin, sampel minyak tersebut dititrasi dengan larutan standar KOH 0,1N menggunakan indikator fenolftalein (pp). Titik akhir titrasi dengan indikator pp adalah apabila sampel minyak yang dititrasi terbentuk warna merah muda yang tidak hilang selama 0,5 menit (AOCS, 1996).

#### Analisis bilangan iodium (IV)

Analisis bilangan asam dilakukan dengan metode sebagaimana dalam AOAC dengan cara: sebanyak kurang lebih 0,5 g masing-masing sampel MGC ditimbang saksama kemudian dimasukkan ke dalam labu iodium kering 500 mL. Larutan tersebut selanjutnya ditambah 15 mL larutan sikloheksana-asam asetat dan 25 mL pereaksi iodium-bromida, dan dibiarkan di tempat gelap pada suhu ( $25^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) selama 60 menit dengan penggojogan berkala. Larutan selanjutnya ditambah 20 ml larutan KI 15% dan 100–150 ml akuades yang telah dididihkan. Selanjutnya, campuran dititrasi segera dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N

sampai larutan minyak berwarna kuning pucat, lalu ditambah 1-2 mL larutan amilum 1%. Dilakukan juga titrasi blanko seperti prosedur di atas dengan tidak adanya sampel minyak. Semua larutan analit harus mencapai titik akhir titrasi maksimal 30 menit (AOAC, 2005).

#### Pengukuran Spektra Inframerah

Pengukuran spektra inframerah MGC dilakukan di unit LPPT UGM Yogyakarta dengan menggunakan alat spektrofotometer FTIR MB 3000 ABB (Kanada) dengan detektor DTGS (Deuterated triglycine sulphate) serta dihubungkan dengan *software* Horizon MB.

#### Analisis Data

Analisis dilakukan dengan pemodelan antara bilangan yang didapat menggunakan metode standar dengan bilangan yang terprediksi menggunakan bantuan kemometrika kalibrasi multivariat PLS dengan *Software* Horizon MB versi 3.0.13.1 (ABB Kanada). Hubungan antara hasil perhitungan dengan spektrofotometer FTIR dan dengan metode standar AOAC-AOCS dilakukan dengan perangkat lunak Excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Penentuan Parameter mutu bilangan asam dan bilangan iodium MGC menggunakan metode Standar**

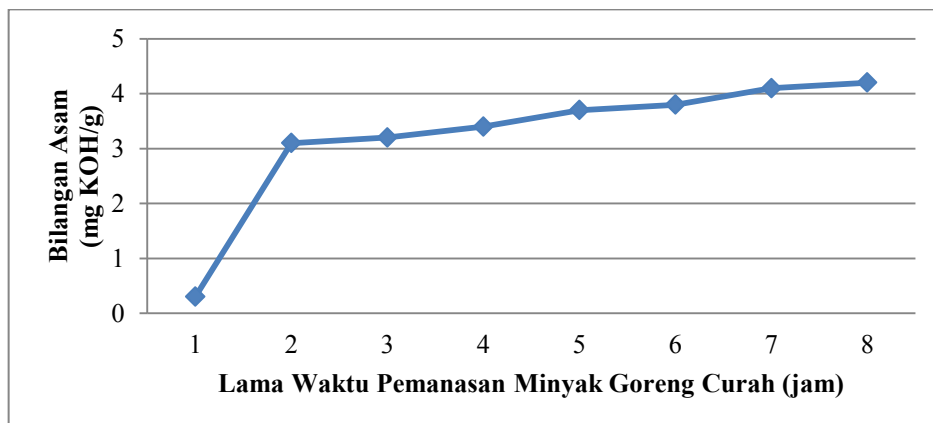
Analisis Penentuan bilangan asam MGC ditentukan melalui metode titrimetri. Pemberian perlakuan berupa pemanasan selama 8 jam memberikan efek perubahan pada bilangan asam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Koezen *et.al.* (2008) perlakuan pemanasan telah memberikan perubahan komposisi minyak dan perubahan struktur kimia pada komponen penyusun minyak. Hal tersebut juga terjadi pada hasil penelitian pada MGC, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1 yang menunjukkan bilangan asam yang dihasilkan setelah pemanasan selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam, dan 8 jam.

Bilangan Asam yang meningkat karena pengaruh lama waktu pemasanan terjadi disebabkan semakin banyak minyak yang mengalami hidrolisis, dapat dikatakan bahwa semakin lama pemanasan minyak dapat menyebabkan kualitas minyak semakin menurun (Ketaren, 2008).

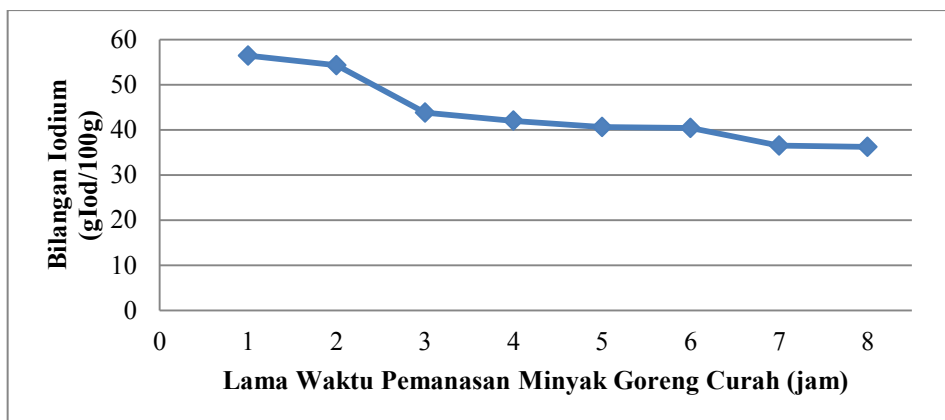
Bilangan iodium merupakan parameter mutu untuk menentukan banyaknya ikatan rangkap pada susunan asam lemak dalam minyak/lemak (Ketaren, 2008; Shahidi, 2005; Yildirim, 2009). Pemanasan yang diberikan selama 8 jam memberikan pengaruh terhadap bilangan iodium minyak.

Hasil penentuan bilangan iodium menggunakan metode titrasi dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan hasil penelitian Talpur *et al* (2009) dan Koezen *et al* (2008), setiap perlakuan pemanasan pada minyak akan menyebabkan penurunan derajat ikatan rangkap dari asam lemak penyusun minyak. Semakin lama pemanasan, maka derajat ketidakjenuhan minyak akan berkurang, yang menyebabkan bilangan iodium akan menurun (Lu dan Tan, 2009).

Berdasarkan hasil penentuan bilangan asam dan bilangan iodium menggunakan metode standar, perlakuan pemanasan MGC menyebabkan terjadinya perubahan pada konsentrasi bilangan asam dan bilangan iodium MGC, sehingga model tersebut dapat digunakan sebagai model kalibrasi pada penentuan kedua bilangan tersebut menggunakan Spektrofotometer FTIR dan kalibrasi multivariat.



Gambar 1. Grafik hasil penentuan bilangan asam menggunakan metode standar



Gambar 2. Grafik hasil penentuan bilangan iodium menggunakan metode standar

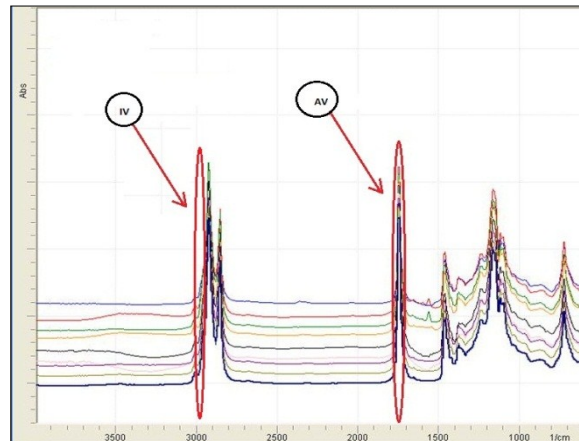
### Penentuan Parameter mutu bilangan asam dan bilangan iodium MGC menggunakan Spektrofotometer FTIR

Pemilihan bilangan gelombang (gambar 3) yang digunakan untuk penentuan bilangan asam dengan optimasi adalah  $1724\text{--}1755\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini sejalan dengan penentuan bilangan asam dalam minyak sawit (Che Man and Moh, 1998), minyak zaitun (Yildirim, 2009) dan minyak pelumas (Li et al., 2009). Frekuensi  $1724\text{--}1755\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan serapan ulur gugus C=O (karbonil) pada MGC, sehingga sesuai sebagai

penentu bilangan asam dengan metode spektrofotometri FTIR, dan dapat dihubungkan dengan metode standar (Guillen and Cabo, 2000).

Pemilihan bilangan gelombang (gambar 3) untuk penentuan bilangan iodium MGC didasarkan pada hasil optimasi adalah  $2985\text{--}3012\text{ cm}^{-1}$ . Pemilihan bilangan gelombang pada penentuan bilangan iodium yang telah dilaporkan adalah pada  $3010$  dan  $2584\text{ cm}^{-1}$  karena vibrasi C-H ulur (Guillen and Cabo, 1997),  $3200\text{--}2600\text{ cm}^{-1}$  dan  $1600\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$  berhubungan dengan vibrasi cis-CH=CH dan  $\text{CH}_2$  scissoring (van de Voort et al, 1992).





**Gambar 3.** Spektra ATR-FTIR MGC beserta bilangan gelombang yang dioptimasi untuk analisis bilangan asam (AV) dan bilangan iodium (IV)

Pemilihan frekuensi tersebut juga didasarkan pada kemampuannya dalam membentuk suatu hubungan yang baik antara bilangan yang ditentukan dengan metode standar dan bilangan yang terprediksi secara spektrofotometri FTIR yang dihubungkan dengan kalibrasi multivariat PLS yang ditunjukkan dengan  $R^2=0,999$ , serta nilai *standard error* kalibrasi sebesar 0,03 pada penentuan bilangan asam, sedangkan pada penentuan bilangan iodium diperoleh  $R^2=0,997$ , dan nilai *standard error* kalibrasi sebesar 0,39. Selanjutnya melalui hubungan tersebut dapat dibuat suatu persamaan 1 dan 2, dimana  $AV_p$  = bilangan asam terprediksi;  $AV_s$  = bilangan asam metode standar;  $IV_p$  =

bilangan iodium terprediksi;  $IV_s$  = bilangan iodium metode standar.

$$AV_p = 1,0014 AV_s - 0,0064; \\ R^2 = 0,999 \quad (1)$$

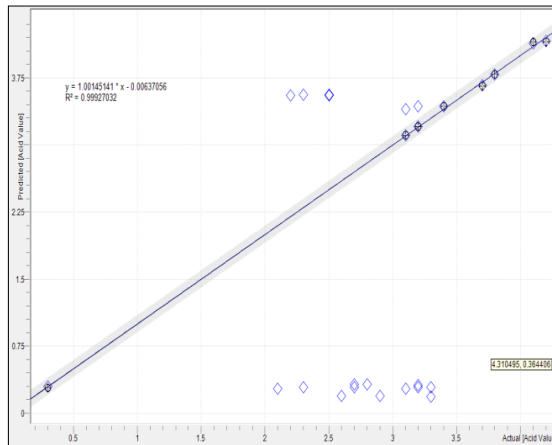
$$IV_p = 0,9976 IV_s + 0,1176; \\ R^2 = 0,997 \quad (2)$$

Kurva yang menunjukkan korelasi antara bilangan yang ditentukan dengan metode standar dan bilangan yang terprediksi secara spektrofotometri FTIR ditunjukkan pada gambar 4 dan 5.

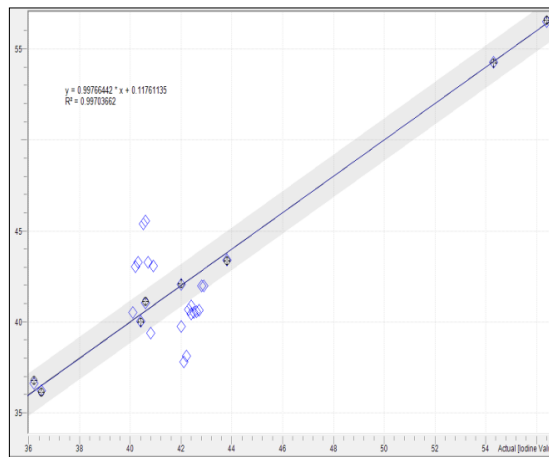
Validasi penetapan bilangan asam dan bilangan iodium dilakukan menggunakan 8 spektra sampel yang dapat dilihat pada gambar 6 dan 7. Berdasarkan model validasi tersebut didapatkan data yang dapat dilihat pada tabel I.

**Tabel I.** Nilai  $R^2$  serta nilai RMSEP pada validasi penentuan bilangan asam dan bilangan iodium menggunakan spektrofotometer FTIR

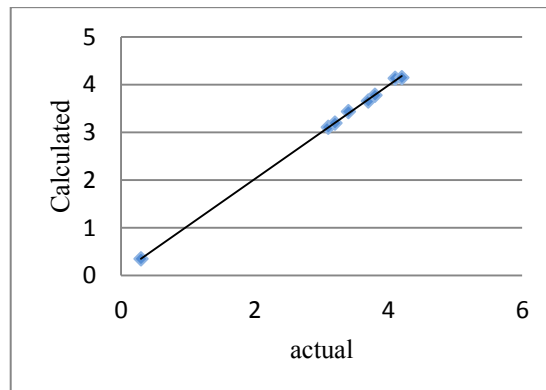
	$R^2$	RMSEP
Bilangan asam	0,999	0,038
Bilangan iodium	0,999	0,173



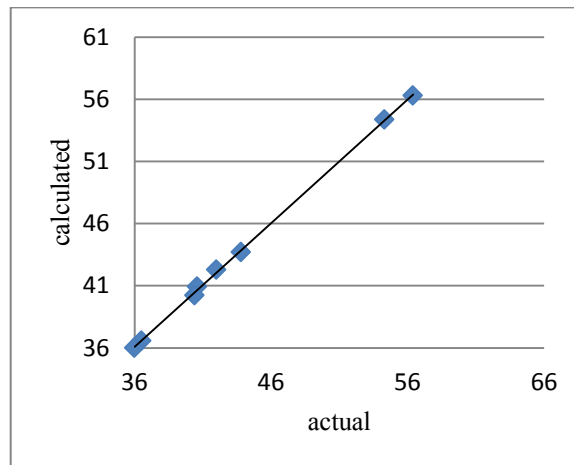
**Gambar 4.** Plot kalibrasi yang menyatakan hubungan antara bilangan asam yang ditentukan dengan metode standar (sumbu –x) dan bilangan asam terprediksi dengan metode spektrofotometri FTIR.



**Gambar 5.** Plot kalibrasi yang menyatakan hubungan antara bilangan iodium yang ditentukan dengan metode standar (sumbu –x) dan bilangan iodium terprediksi dengan metode spektrofotometri FTIR.



**Gambar 6.** Plot Validasi antara bilangan iodium yang ditentukan dengan metode standar (sumbu – x) dan bilangan iodium terhitung menggunakan spektrofotometri FTIR.



**Gambar 7.** Plot Validasi antara bilangan iodium yang ditentukan dengan metode standar (sumbu – x) dan bilangan iodium terhitung menggunakan spektrofotometri FTIR.

Nilai  $R^2$  untuk validasi model yang telah dibuat diperoleh nilai 0,999 yang bermakna bahwa model yang telah dibuat dapat mengukur bilangan asam maupun bilangan iodium dengan ketepatan 99,9%. Hal tersebut menunjukkan akurasi yang tinggi dari model yang telah dibuat untuk penetapan bilangan asam dan bilangan iodium. Nilai RMSEP merupakan kesalahan model dalam menghitung bilangan asam dalam sampel validasi. Kecilnya nilai RMSEP menunjukkan bahwa model yang telah dibuat memiliki presisi yang tinggi dalam menghitung bilangan asam maupun bilangan iodium.

Model yang telah dibuat kemudian digunakan untuk penentuan bilangan asam dan bilangan iodium pada MGC yang

digunakan pada warung *seafood* kaki lima JL. A. Yani, Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Pengambilan sampel yang dilakukan pada pukul 20.00 wita. Hasil penetapan sampel MGC tersebut dapat dilihat pada tabel II.

Syarat mutu minyak goreng tercantum dalam SNI 3741:1995 dan SNI 3741:2013, syarat mutu bilangan iodium adalah antara 45-46 gIod/100g, sedangkan asam adalah maksimal 0,6 mgKOH/gram. Berdasarkan data penentuan asam pada tabel II dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel nomor 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 tidak memenuhi persyaratan mutu minyak goreng. Sedangkan menurut penentuan bilangan iodium MGC hanya sampel nomor 5 dan 6 yang memenuhi persyaratan mutu minyak goreng.

Tabel II. Bilangan asam dan bilangan iodium MGC pada warung *seafood* kaki lima

Sampel	Bilangan asam (mgKOH/g)	Bilangan Iodium (gIod/100g)
1.	3,43	39,9
2.	3,39	40,4
3.	3,56	42,9
4.	3,56	43,2
5.	3,55	45,3
6.	3,55	45,5
7.	0,19	43,2
8.	0,18	42,9
9.	0,33	39,2
10.	0,32	39,6
11.	0,19	37,6
12.	0,19	40,4
13.	0,27	40,5
14.	0,28	40,7
15.	0,29	40,3
16.	0,29	40,4
17.	0,19	40,4
18.	0,29	40,5
19.	0,32	41,8
20.	0,32	41,9

## KESIMPULAN

Metode spektrofotometri FTIR yang dikombinasikan dengan kemometrik dapat digunakan sebagai alternatif untuk penentuan bilangan asam dan bilangan iodium dengan keunggulan metode yang sederhana, mudah, cepat dan ramah lingkungan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, atas dana hibah Penelitian Dosen Pemula.

## DAFTAR PUSTAKA

Al-Alawi, A., Van de Voort, F. R., and Sedman, J., 2004, New FT-

IR method for the determination of FFA in oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **81**: 441–446.

AOAC, 2005, *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th Edition AOAC International, Chapter 41, p.6-p.13. Gaithersburg, Maryland, USA.

AOCS, 1996, *Official and Tentative Methods*, 5<sup>th</sup> Edition American Oil Chemists' Society, Champaign, USA.

Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., GóINONmez-Caravaca, A. M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., et al., 2007, Phenolic molecules in virginolive oils: A survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods, An

- overview of the last decade, *Molecules*, **12**: 1679–1719.
- Bertran, E., Blanco, M., Coello, J., Ituriga, H., Maspoch, S., and Montoliu, I., 1999, Determination of Olive Oil Free Fatty Acid by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **76**: 611–616.
- Che Man, Y.B and Moh. M.H, 1998, Determination of Free Fatty Acid in Palm Oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.* **75**:557-561.
- Dewi M.T.I., Hidayati N., 2012, Peningkatan mutu minyak goreng curah menggunakan adsorben bentonit teraktivasi, *UNESA Journal of Chemistry*, **1(2)**: 47-53.
- Guillen, M.D, and Cabo, N., 1997. Characterization of Edible Oils and Lard by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Relationships Between Composition and Frequency of Concrete Bands in the Fingerprint Region. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **74**: 1281-1286.
- Guillén, M. D., & Cabo, N, 2000, Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions, *J. Sci. Food. Agric.* **80**: 2028–2036.
- Guillén, M.D., and Cabo N., 2002, Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils, *Food Chem.* **77**: 503–510.
- Inon, F. A., Garrigues, J. M., Garrigues, S., Molina, A., and de la Guardia, M., 2003, Selection of calibration set samples in determination of olive oil acidity by partial least squares-attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectroscopy, *Anal. Chim Act.* **489**: 59–75.
- Ketaren, S. 2008, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta.
- Koezen, P., Eliza Gruczynska and Boleslaw Kowalski, 2008, Changes in the Acid Value of Butter During Storage at Different Temperatures as Assessed by Standard Methods or by FT-IR Spectroscopy. *Am J. f Food Technol* **3**: 154-163.
- Li H, F.R, van de Voort, A.A. Ismail, and R. Cox., 2000, Determination of Peroxide Value by Fourier Transform Near-Infrared Spectroscopy, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **77**: 137-142.
- Li, D., Sedman. J , García-González, L.D and van de Voort, F.R, . 2009, Automated Acid Content Determination in Lubricants by FTIR Spectroscopy as an Alternative to Acid Number Determination, *J. ASTM Int* **6**:1-12.
- Lu, H.F.S and Tan, P.P. 2009, A Comparative study of storage stability in virgin coconut oil and extra virgin Olive oil upon thermal treatment. *Int. Food Res. J.* **16**: 343-354.

- Maggio, R.M., Kaufman, T.S., Del Carlo, M., Cerretani, L., Bendini, A., Cichelli, A., Compagnone, D., 2009, Monitoring of fatty acid composition in virgin olive oil by Fourier transformed infrared spectroscopy coupled with partial least squares, *Food Chem.*, **114**: 1549-1554.
- Moh, M.H., Tang, T.S., Che Man, Y.B., and Lai, O.M., 1999, Rapid Determination of Peroxide Value in Crude Palm Oil Product using Fourier Transform Infra Red Spectroscopy, *Journal of Food Lipids*, **6**:261-270.
- Ruiz, A., Canada, M.J.A., and Lendl, B., 2001, A Rapid Method for Peroxide Value Determination in Edible Oils based on Flow Analysis With Fourier Transform InfraRed spectroscopic detection, *Analyst*, **126**: 242-246.
- Setiowaty, G., and Che Man, Y.B., 2003, A Rapid Fourier Transform Infrared Spectroscopy Method for Detection 2-TBARS in Palm Olein, *Food Chem.*, **81**: 147-154.
- Shahidi, F. (ed). 2005, *Quality Assurance of Fats and Oils*, John Wiley & Sons, Inc.
- Talpur Younis, M., Sherazi, S.T.H., Mahesar, S.A and Kandhro A.A., 2009, Effect of Chicken Frying on Soybean, Sunflower and Canola Oils, *Pak. J. Anal. Environ. Chem* **10** (1) and (2): 59-66.
- Van de Voort, F.R., Sedman, J., Emo, G., and Ismail, A.A., 1992, Rapid and Direct Iodine Value and Saponification Number Determination of Fats and Oils by Attenuated Total Reflectance/Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **69(11)**: 1118-1123.
- Van de Voort, F.R., Ismail, A., Sedman, A., Dubois, J., and Nicodemo, T., 1994, The Determination of Peroxide Value by Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **71(9)**: 921-926.
- Winarno, F.G., 2004, *Kimia Pangan dan Gizi.*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yildirim, G., 2009, Effect of Storage Time on Olive Oil Quality, *Thesis*, M.Sc, The Graduate School of Engineering and Sciences of Izmir Institut of Technology:61-66