

## **PERUBAHAN SIFAT FISIKOKIMIA MINYAK SAWIT BEKAS PAKAI (JELANTAH) PADA PENGGORENGAN DAGING AYAM**

### **CHANGES IN PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF USED PALM OIL (*JELANTAH*) ON CHICKEN FRYING**

**Aminullah<sup>1a</sup>, D Kuswandi<sup>1</sup>, dan SI Rahmawati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor  
Jl. Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35 Ciawi, Bogor 16720.

<sup>a</sup> Korespondensi: Aminullah, E-mail: aminullah@unida.ac.id

(Diterima: 10-01-2018; Ditelaah: 10-01-2018; Disetujui: 17-04-2018)

#### **ABSTRACT**

Cooking oil was one of the basic needs which consumed by the whole of Indonesian society. The high price of palm cooking oil and the lack of knowledge caused the repeated using of palm cooking oil which is harmful to health. The objective was to determine the physicochemical changes of used palm oil (Jelantah) on chicken frying. This research was using purposive sampling method. The experimental design used completely randomized design with one factor of frying frequency which were 0, 3, 7 and 10 times. Statistical analysis showed that the physicochemical tests (color analysis, peroxide value, acid value and moisture content) in each test was significant or significantly different, from the linear regression predicted that the frying frequencies which were used in fried chicken vendors were 16-54 times. In addition, it can be seen the characteristic qualities of used palm oil on chicken frying namely: color analysis L from 39.40% to 46.49%, a from 5.80% to 9.26%, b from 16,57% to 22.82%; peroxide value from 1.599 meq/kg to 5.623 meq/kg; acid value from 0.076% to 0.153%; and water content from 0.021% to 0.267%. The physicochemical tests of used palm oil sample from fried chicken vendors namely: color analysis at L of 27.11%, a of 9.63%, b of 18.02%; peroxide value of 10.07 meq / Kg; acid value 0.434%; and water content of 0.166%.

Keywords: used palm oil, frying frequency, physicochemical, linear regression.

#### **ABSTRAK**

Minyak goreng merupakan salah satu bahan makanan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia. Masih cukup tingginya harga minyak goreng sawit bagi sebagian masyarakat dan kurangnya pengetahuan membuat masyarakat sering kali menggunakan minyak goreng sawit yang telah dipakai hingga berulang kali hal ini dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat fisikokimia minyak sawit bekas pakai (Jelantah) pada penggorengan daging ayam. Metode pengambilan sampel penelitian ini menggunakan purposive sampling. Desain eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap dengan satu faktor frekuensi penggorengan yaitu 0, 3, 7 dan 10 kali. Analisa statistik menunjukkan bahwa pengujian fisikokimia (Analisa warna, bilangan peroksida, bilangan asam dan kadar air) pada masing-masing pengujian signifikan atau berbeda secara signifikan, dan regresi linear memprediksi bahwa frekuensi penggorengan yang digunakan pada pedagang ayam goreng adalah 16-54 kali penggorengan. Selain itu, diperoleh karakteristik mutu minyak sawit bekas pakai penggorengan daging ayam yaitu: analisa warna pada L 39,40 sampai dengan 46,49, pada a 5,80 sampai dengan 9,26, pada b 16,57 sampai dengan 22,82, bilangan peroksida 1,599 meq/Kg sampai dengan 5,623 meq/Kg, dan bilangan asam 0,076 % sampai dengan 0,153 %, dan kadar air 0,021% sampai dengan 0,267%. Pada sampel minyak jelantah pedagang ayam goreng diperoleh hasil dengan yaitu:

analisa warna pada L 27,11%, a 9,63%, b 18.02%, bilangan peroksida 10,07 meq/Kg, bilangan asam 0,434 % dan kadar air 0,166%.

Kata kunci: minyak sawit bekas, frekuensi penggorengan, fisikokimia, regresi linear.

---

Aminullah, Kuswandi, D., & Rahmawati, S. I. (2018). Perubahan Sifat Fisikokimia Minyak Sawit Bekas Pakai (Jelantah) pada Penggorengan Daging Ayam. *Jurnal Pertanian*, 9(1), 31-42.

---

## PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan bahan makanan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat Indonesia adalah minyak goreng (Amang, 1996). Minyak goreng juga berperan sebagai pemberi nilai kalori paling besar diantara zat gizi lainnya serta dapat memberikan rasa gurih, tekstur dan penampakan bahan pangan menjadi lebih menarik, serta permukaan yang kering (Winarno, 1995).

Konsumsi minyak goreng sawit di masyarakat cukup tinggi, makanan gorengan cenderung lebih disukai dibanding rebus, karena berasa lebih gurih dan renyah (Aminah, 2010). Minyak goreng sangat sulit dipisahkan dari kehidupan masyarakat, akan tetapi muncul masalah terkait penggunaan minyak goreng yakni maraknya penggunaan minyak goreng bekas atau penggunaan minyak goreng secara berulang. Sayangnya, isu ini seringkali tidak disadari sebagai permasalahan penting dan tidak ditindak lanjuti secara tegas.

Masih cukup tingginya harga minyak goreng sawit bagi sebagian masyarakat dan kurangnya pengetahuan membuat masyarakat sering kali menggunakan minyak goreng sawit yang telah dipakai hingga berulang kali. Sikap konsumen merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi keputusan konsumen. Konsep sikap sangat terkait dengan konsep kepercayaan dan perilaku (Sumarwan, 2004).

Adanya pengaruh frekuensi menggoreng makanan dengan minyak goreng terhadap kenaikan angka peroksida dan angka asam lemak bebas. Perlakuan frekuensi menggoreng mulai dari frekuensi pertama hingga ke sepuluh semakin meningkat angka peroksidanya dan melewati batas maksimum angka peroksida (Gunawan, 2003). Tanda

rusaknya minyak goreng bisa dilihat dari sifat fisikokimianya. Kerusakan pada sifat fisiknya adalah warna pada minyak goreng yang mengalami perubahan, hal ini biasanya terjadi karena reaksi oksidasi dapat menyebabkan hilangnya warna karotenoid dalam makanan. Reaksi oksidasi karotenoid juga dipicu oleh suhu yang relatif tinggi. Karotenoid mengalami kerusakan oleh pemanasan pada suhu diatas 60°C. Komponen utama yang menyebabkan warna pada minyak goreng adalah pigmen karoten sebagai penyumbang warna kuning, antosianin sebagai penyumbang warna merah dan klorofil sebagai penyumbang warna hijau (Schwartz and Elbe, 1996). Dan kerusakan pada sifat kimia diantaranya adalah kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kandungan kadar air. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak yang bermutu baik hanya terdapat dalam jumlah kecil, sebagian besar asam lemak terikat dalam bentuk ester atau bentuk trigliserida (Ketaren, 1986). Salah satu tanda rusaknya minyak goreng adalah timbulnya bau tengik pada minyak goreng. Bau tengik merupakan hasil pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida juga menyatakan bahwa terjadi oksidasi oleh oksigen dari udara bila bahan dibiarkan kontak dengan udara (Ketaren, 1986). Dengan adanya air, minyak dapat terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak. Reaksi ini dapat dipercepat dengan adanya basa, asam, dan enzim-enzim. Hidrolisis dapat menurunkan mutu minyak (Winarno, 2002). Kandungan air dalam minyak mampu mempercepat kerusakan minyak. Air yang ada dalam minyak dapat juga dijadikan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menghidrolisis minyak (Ketaren, 1986).

Bahaya penggunaan minyak jelantah dengan intensitas penggunaan yang berkali-kali dapat dijelaskan melalui penelitian. Hasil penelitian pada tikus wistar yang diberi pakan minyak jelantah tidak layak pakai terjadi kerusakan pada sel hepar (liver), jantung, pembuluh darah maupun ginjal (Rukmini, 2007). Pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia karena mengandung senyawa-senyawa karsinogen dan akibat selanjutnya dapat mengurangi tingkat kecerdasan generasi berikutnya (Dising, 2006)

Berdasarkan uraian - uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang tingkat kerusakan minyak goreng sawit bekas pakai jelantah pada penggorengan berbahan hewani yang pemakainanya dilakukan berulang-ulang dengan mengetahui kandungan fisika kimia pada minyak goreng sawit bekas pakai tersebut.

## MATERI DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari minyak goreng sawit kemasan yang bersertifikasi halal (LPPOM MUI No Sertifikat 0008004170399 berlaku sampai dengan 28 april 2017), minyak jelantah, ayam, natrium tiosulfat 0,1 N, ethanol 97%, NaOH 0,1 N, asam oksalat 0,1 N, asam asetat glasial, larutan KI Jenuh, kloroform, indikator PP, kanji, dan aquadest. Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari kompor, wajan, spatula, timbangan digital, gelas ukur, kertas saring, cawan alumunium, buret, eksikator, pipet ukur, gelas piala, penangas air, bulp, Hygro termometer dan (lovibond reflectance tintometer rt 100).

### Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahapan yaitu penelitian tahap pendahuluan, tahap penggorengan dan tahap analisa sampel pada perlakuan dan membandingkan dengan sampel minyak goreng dari pedagang. Pada penelitian ini

suhu dan kelembaban udara pada ruangan adalah dengan suhu sekitar 26°C - 29°C dan RH 60% - 63%.

Penelitian pendahuluan adalah tahap *Trial and Error* menentukan prosedur untuk persiapan sampel dengan melakukan percobaan terlebih dahulu dengan menentukan suhu dan waktu pada saat penggorengan daging ayam, menentukan jumlah minyak goreng dan daging ayam, dan untuk mengetahui tingkat kematangan pada daging ayam secara visual. Dengan cara melakukan penggorengan pada daging ayam yang setiap tahapannya dilakukan pengecekan dari mulai suhu mendidih minyak goreng, kemudian jumlah minyak goreng yang dipakai, jumlah ayam yang akan digoreng, suhu pada saat penggorengan, waktu pada saat penggorengan dan tingkat kematangan secara visual pada daging ayam. Sehingga pada saat persiapan sampel prosedur yang dilakukan sudah sesuai dengan percobaan yang dilakukan pada tahap pendahuluan dan kondisi pada saat persiapan sampel dapat terkendali,

Tahap selanjutnya adalah penggorengan, perlakuan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan penggorengan pada minyak kelapa sawit dengan perlakuan 0 kali penggorengan, pengulangan 3 kali penggorengan, 7 kali penggorengan dan 10 kali penggorengan. Adapun tahap penggorengan adalah dengan menggoreng minyak sawit hingga mendidih sampai suhu 170°C - 177°C, pada saat penggorengan suhu yang digunakan adalah suhu sekitar 174°C - 186°C, minyak yang digunakan adalah minyak yang bersertifikasi halal, minyak yang digunakan sebanyak 1 liter, dan ayam yang di goreng sekitar 300 gram (5-6 potong ayam). Waktu yang digunakan untuk menggoreng ayam selama 5 menit sampai daging ayam matang sempurna, kemudian untuk tahap selanjutnya minyak di kondisikan pada suhu minyak goreng mendidih yaitu sekitar 170°C -177°C, lama waktu untuk mengembalikan suhu pada kondisi mendidih adalah sekita 2 - 3 menit, dan minyak goreng 1 liter Tahap ketiga dari penelitian ini adalah tahap analisa sampel dari penelitian dan sampel minyak goreng

dari pedagang ayam goreng di sekitar Kecamatan Cicurug dengan melakukan analisa berdasarkan sifat fisikokimia minyak goreng diantaranya adalah analisa warna, bilangan peroksida, bilangan asam lemak bebas dan kadar air. Minyak segar pada penelitian ini digunakan sebagai kontrol sampel untuk melihat perubahan dari masing-masing perlakuan berdasarkan sifat fisikokimianya.

#### **Penetapan Analisa Warna (Yuwono dan Sutanto, 1998)**

Analisa minyak goreng bekas pakai (jelantah) yang dilakukan Untuk mengetahui sifat fisika minyak jelantah berdasarkan warna mengacu pada uji intensitas warna (Yuwono dan Susanto, 1998) maka di lakukan pembacaan menggunakan alat lovibond reflectance tintometer (seri Rt 100) dengan pembacaan menggunakan skala L,a dan b. Alat lovibond sebelum digunakan harus dilakuka kalibrasi, minyak goreng diaduk sampai homogen kemudian dimasukkan ke wadah beaker plastik (tempat sampel pada alat lovibond) masuka sampel pada alat lovibond kemudian lakukan pembacaan.

#### **Penetapan Bilangan Peroksida (AOCS Official Method Cd 8-53)**

Minyak goreng sebanyak  $5,00 \pm 0,05$  g ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml bertutup. Ditambahkan 12 ml kloroform dan 18 ml asam asetat glasial. Larutan digoyang – goyangkan sampai bahan terlarut semua. Ditambahkan 0,5 ml larutan jenuh KI dan biarkan di tempat gelap. Selama 1 menit campuran larutan didiamkan sambil tetap digoyang. Ditambahkan 30 ml aquades. Dititar dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1N sampai warna kuning hampir hilang. Kedalam campuran larutan ditambahkan 0,5 ml amilum 1%.Titrasi dilanjutkan dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N hingga larutan berubah warna dari biru sampai dengan warna biru mulai menghilang. Penetapan dilakukan blanko. Bilangan peroksida dinyatakan dalam mg-equivalen peroksida dalam setiap 100 g sampel.

#### **Penetapan Bilangan Asam (SNI -3555-1998)**

Ditimbang sampel sebanyak 5g dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml. Ke dalam sampel ditambahkan 50 ml alkohol netral panas dan 3 – 5 tetes indikator fenolftalein (PP). Segera dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna dari tidak berwarna menjadi merah jambu yang tidak hilang selama 15 detik.

#### **Penetapan Kadar Air (SNI 01-3741-2002)**

Cawan porselen yang bersih dipanaskan dalam oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator, lalu ditimbang hingga diperoleh bobot konstan cawan kosong-kering. Sampel minyak goreng ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan tersebut, kemudian dipanaskan dalam oven bersuhu  $105^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Sampel didinginkan dalam eksikator selama lebih kurang 15 menit dan ditimbang kembali. Pengeringan dilakukan sampai diperoleh bobot konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg). Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam minyak. Penetapan kadar air dilakukan dalam ulangan dua kali.

#### **Analisis Data**

Data yang diperoleh akan diolah menggunakan SPSS. Data yang diperoleh diuji statistika dengan uji sidik ragam ANOVA, uji ini digunakan untuk mengetahui apakah dengan penggunaan pengualangan pemakaian minyak sawit goreng bekas pakai (jelantah) berpengaruh nyata atau tidak terhadap nilai bilangan peroksida, asam lemak bebas dan kadar air. Jika perlakuan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), maka dilanjutkan dengan uji duncan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Penelitian Pendahuluan**

Penelitian tahap pendahuluan meliputi percobaan *trial and error* yang merupakan tahap untuk menentukan metode proses

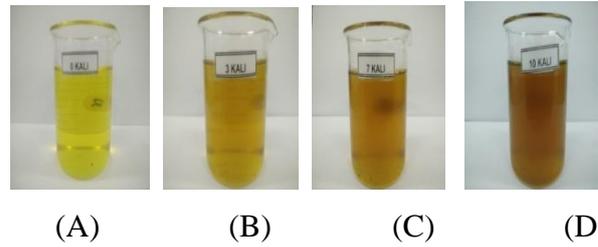
penggorengan yang sesuai. Pada tahap penelitian ini diperoleh data dan hasil untuk proses penggorengan daging ayam diantaranya adalah suhu saat minyak mendidih, suhu pada saat penggorengan daging ayam, suhu saat ayam matang, waktu proses penggorengan, bobot atau jumlah ayam, volume minyak goreng, jeda waktu pada saat ayam matang, dan tingkat kematangan ayam.

Suhu saat minyak mendidih pada percobaan ini diperoleh suhu sekitar 175-177°C dan suhu pada saat menggoreng 185-190°C. Menurut Winarno (1995), pada umumnya suhu minyak goreng saat mendidih adalah 170-177°C dan suhu optimum saat proses penggorengan adalah 177-221°C. Pemeriksaan suhu dilakukan menggunakan alat *infrared thermometer* krisbow dimana pada tahap ini suhu diatur agar suhu stabil dan terkontrol. Selain itu, waktu penggorengan sampai ayam matang diperoleh sekitar 5 menit, ayam yang digunakan dalam sekali menggoreng sebanyak 300 gram atau sekitar 5-6 potong ayam. Tingkat kematangan pada daging ayam dicirikan dengan kulit luar pada daging menjadi coklat dan kering, daging bagian dalam berwarna putih, warna tulang menjadi kecoklatan dan tidak adanya bercak darah, tekstur pada kulit daging menjadi renyah, dan tekstur pada daging empuk. Menurut Palupi (2007). Suhu pada ruangan laboratorium dijaga agar suhu ruangan seragam dan teratur. Teratur dimana suhu ruangan diperoleh sekitar 26-28°C dan kelembaban 60-63%. Menurut Zafrisal (2008) suhu optimum ruangan laboratorium sekitar 22°C – 29°C dengan kelembaban 40% - 65%.

### Analisa Warna

Zat warna dalam minyak terdiri dari dua golongan yaitu zat warna alamiah dan warna dari hasil degradasi. Zat warna yang tergolong zat warna alamiah adalah zat warna yang secara alamiah di dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna degradasi adalah zat warna yang diperoleh adanya proses

pemanasan pada minyak tersebut sehingga warna pada minyak goreng tersebut akan mengalami perubahan (Ketaren, 2008).



Gambar 1 Hasil Perubagan Warna Pada Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) (A) 0 kali penggorengan, (B) 3 Kali Penggorengan, (C) 7 Kali Penggorengan, (D) 10 Kali Penggorengan.

Gambar 1 menunjukkan perubahan warna pada setiap perlakuan, semakin banyak frekuensi kali penggorengan maka semakin gelap dan kusam warna minyak hal ini terjadi karena adanya proses penggorengan yang berulang kali. Menurut Winarno (1995), warna pada minyak yang telah digunakan untuk proses penggorengan pada umumnya akan mengalami perubahan warna, disebabkan terjadinya proses degradasi warna karena adanya proses pemanasan, semakin tinggi suhu penggorengan dan semakin banyak proses penggorengan maka warna pada minyak goreng akan semakin gelap.

Tabel 1 Hasil analisa sidik ragam anova warna pada minyak goreng bekas pakai (jelantah)

Analisa warna	Perlakuan			
	0 kali	3 kali	7 kali	10 kali
L	46,49 <sup>a</sup>	44,37 <sup>b</sup>	42,06 <sup>c</sup>	39,40 <sup>d</sup>
a	5,80 <sup>a</sup>	8,80 <sup>b</sup>	8,93 <sup>c</sup>	9,26 <sup>d</sup>
b	22,82 <sup>a</sup>	18,93 <sup>b</sup>	17,54 <sup>c</sup>	16,57 <sup>d</sup>

Keterangan: Notasi huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan  $\alpha=0,05$

Hasil analisa sidik ragam (ANOVA) pada analisa warna yang terdapat pada Tabel 1 menunjukkan pada setiap perlakuan frekuensi penggorengan diperoleh perbedaan yang

signifikan atau berbeda nyata terhadap hasil analisa warna L, a, dan b. Hal ini dikarenakan adanya proses pengolahan atau proses penggorengan berulang kali yang mempengaruhi nilai analisa warna pada minyak goreng.

Nilai L yang diperoleh pada masing-masing perlakuan mengalami penurunan tingkat kecerahan yaitu 46,49 - 39,40 nilai L pada minyak, dengan perlakuan 10 kali penggorengan yang mengalami tingkat kecerahan paling kecil. hal ini dikarenakan adanya proses pengulangan penggorengan yang dilakukan sampai 10 kali sehingga minyak goreng mengalami penurunan mutu secara visual dan fisik. Tingkat kecerahan pada alat lovibond dengan kecerahan terbaik adalah 100 semakin kecil nilai L pada minyak goreng maka semakin gelap atau kusam minyak goreng yang di analisa. Menurut Winarno (1995), proses pemanasan dengan suhu tinggi dan berulang ulang akan menyebabkan warna pada minyak goreng menjadi gelap dan kusam. Warna gelap pada minyak disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol. (Ketaren, 1986).

Nilai a yang diperoleh pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan adanya perubahan warna karena proses penggorengan dengan suhu tinggi, pada saat penggorengan, semakin tinggi suhu dan semakin banyak pengulangan penggorengan maka akan semakin tinggi nilai a pada minyak goreng tersebut. Nilai a adalah nilai warna untuk tingkat kemerahan pada minyak goreng. Warna kemerahan pada minyak yang dihasilkan disebabkan oleh adanya zat warna  $\alpha$  dan  $\beta$  karoten serta antosianin (Ketaren, 1986). Menurut SNI 7709:2012 tentang Standar Mutu Minyak Goreng Sawit standar maksimal untuk tingkat kemerahan pada minyak goreng adalah 5.0 pada grafik nilai b diperoleh nilai 5,8 - 9,26 dari frekuensi 0 kali penggorengan dengan nilai terendah dan 10 kali penggorengan dengan nilai tertinggi 9,26. Nilai yang diperoleh sudah melebihi batas nilai maksimal syarat mutu warna minyak goreng sawit. Proses pemanasan dan pengulangan penggorengan pada minyak goreng akan menyebabkan terjadinya poses

hidrolisis sehingga kandungan karoten dan klorofil pada minyak goreng akan mengalami oksidasi dan penguapan (Ketaren, 2005).

Nilai b adalah nilai untuk warna kuning pada minyak goreng, warna kuning pada minyak dihasilkan karena adanya zat warna karoten, klorofil dan antosianin pada minyak goreng. Nilai b yang diperoleh adalah 16,57-22,82 dari frekuensi 0 kali penggorengan dengan nilai yang paling rendah dan 10 kali penggorengan dengan nilai yang paling tinggi. Menurut SNI 7709:2012 tentang syarat mutu minyak goreng hasil yang diperoleh masih memenuhi syarat mutu minyak goreng untuk warna kuning pada minyak goreng.

### Bilangan Peroksida

Pengujian kadar bilangan peroksida merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak (Ketaren, 1986). Berdasarkan hasil penelitian (Trisnawati, 2005) bilangan peroksida minyak goreng bekas pakai dapat mencapai 94,02 Meq/Kg. Berikut adalah hasil analisa peroksida minyak goreng bekas pakai (jelantah) penggorengan daging ayam.

Tabel 2 Hasil analisa sidik ragam anova bilangan peroksida minyak goreng bekas pakai (jelantah)

Analisa Kimia	Perlakuan			
	0 kali	3 kali	7 kali	10 kali
Bilangan Peroksida	1,595 <sup>a</sup>	4,115 <sup>b</sup>	5,076 <sup>c</sup>	5,623 <sup>d</sup>

Keterangan: Notasi huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan  $\alpha=0,05$

Berdasarkan hasil analisa bilangan peroksida yang terdapat pada Tabel 2 bahwa hasil analisa sidik ragam (ANOVA) menunjukkan pada setiap perlakuan frekuensi penggorengan diperoleh hasil perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata terhadap hasil analisa bilangan peroksida. Adanya proses penggorengan berulang kali pada minyak goreng mempengaruhi nilai bilangan peroksida pada minyak goreng tersebut, menurut Kateran (2005), proses oksidasi

berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak, seiring dengan frekuensi dan lamanya penggorengan, minyak akan teroksidasi dan membentuk senyawa peroksida.

Bilangan peroksida pada minyak goreng mengalami peningkatan pada setiap perlakuan dari frekuensi 0 kali penggorengan dengan nilai bilangan peroksida 1,595 Meq O<sub>2</sub>/Kg sampai 10 kali penggorengan 5,623 Meq O<sub>2</sub>/Kg. Hasil ini diperoleh karena adanya perlakuan penggorengan yang berulang kali pada minyak goreng, semakin lamanya waktu yang digunakan dalam proses penggorengan, berdasarkan banyaknya frekuensi penggorengan sehingga minyak goreng akan mengalami proses oksidasi, karena adanya kontak dengan udara dan mutu minyak goreng menurun. Menurut Ketaren (1986), bahwa terjadinya oksidasi pada minyak goreng oleh oksigen bila bahan dibiarkan kontak dengan udara. SNI 7709:2012 bahwa syarat mutu bilangan peroksida untuk minyak goreng adalah maksimal 10 Meq/Kg. Berdasarkan SNI 7709:2012 minyak goreng pada setiap perlakuan masih memenuhi spesifikasi syarat mutu untuk bilangan peroksida.

### Bilangan Asam (Asam Lemak Bebas)

Bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak (Ketaren, 1986), serta untuk menentukan sifat kimia dan stabilitas minyak yang digunakan (Winarno, 1999). Keberadaan asam lemak bebas dalam minyak biasanya dijadikan indikator awal terjadinya kerusakan minyak karena proses hidrolisis. Pembentukan asam lemak bebas akan mempercepat kerusakan oksidatif minyak, ini dikarenakan asam lemak bebas mudah teroksidasi dibandingkan dengan bentuk esternya (Kusnandar, 2010).

Tabel 3 Hasil analisa sidik ragam anova asam lemak bebas minyak goreng bekas pakai (jelantah).

Analisa	Perlakuan			
	0 kali	3 kali	7 kali	10 kali
Kimia				
ALB	0.076 <sup>a</sup>	0.101 <sup>b</sup>	0.127 <sup>c</sup>	0.153 <sup>d</sup>

Keterangan: Notasi huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan  $\alpha=0,05$

Dari hasil analisa asam lemak bebas pada minyak goreng bekas pakai diperoleh analisa sidik ragam (ANOVA) pada Tabel 3, menunjukkan pada setiap perlakuan frekuensi penggorengan diperoleh hasil perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata terhadap dari hasil bilangan asam pada minyak goreng bekas pakai (jelantah). Penggorengan dengan frekuensi terbanyak akan meningkatkan nilai kandungan asam lemak bebas pada minyak goreng.

Hasil analisa menunjukkan peningkatan pada setiap perlakuan penggorengan terhadap nilai kandungan asam lemak bebas pada minyak goreng. Peningkatan persentase asam lemak bebas ini disebabkan adanya pertukaran komponen air pada bahan pangan yang digoreng dengan minyak yang dijadikan media penggorengan. Hal ini sesuai dengan penelitian Ketaren (2008), bahwa kerusakan yang terjadi pada minyak goreng yang digunakan berulang kali dalam proses penggorengan, disebabkan adanya reaksi kompleks yang terjadi pada saat bahan pangan digoreng. Adanya kandungan air dan udara pada bahan pangan semakin meningkatkan kerusakan yang terjadi pada minyak yang dapat dianalisa dengan menghitung kadar asam lemak bebas dari minyak tersebut. Semakin lama penggunaan minyak untuk menggoreng, semakin tinggi pula kandungan asam lemak bebas yang terbentuk. Dari data diperoleh kadar asam lemak bebas yang tertinggi mencapai 0,153% dan masih memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI 7709:2012 yang berisi syarat kandungan asam lemak bebas maksimal adalah 0,30%.

### Kadar Air

Penentu tingkat kerusakan minyak yang utama adalah kadar air, karena dengan adanya air minyak akan lebih mudah mengalami proses hidrolisis, yang merupakan awal dari proses peruraian minyak selanjutnya. Minyak yang mengandung banyak air, semakin meningkat hidrolisisnya. Air yang ditetapkan ini adalah

air yang terikat secara fisik dengan minyak, oleh karena itu air dapat dipisahkan dari minyak dengan cara dikeringkan dalam oven yang bersuhu 100–105°C (Aji, 2007).

Tabel 4 Hasil Analisa sidik ragam anova kadar air minyak goreng bekas pakai (jelantah)

Analisa Kimia	Perlakuan			
	0 kali	3 kali	7 kali	10 kali
Kadar Air	0,021 <sup>a</sup>	0,036 <sup>b</sup>	0,169 <sup>c</sup>	0,267 <sup>d</sup>

Keterangan: Notasi huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf kepercayaan  $\alpha=0,05$

Dari hasil Analisa kadar air dapat diperoleh analisa sidik ragam (ANOVA), Tabel 4 menunjukkan pada setiap perlakuan frekuensi penggorengan diperoleh hasil perbedaan yang signifikan atau berbeda nyata terhadap dari hasil analisa kadar air. Penggorengan yang dilakukan berulang kali dengan suhu yang tinggi akan meningkatkan nilai kandungan kadar air pada minyak goreng, hal ini sesuai dengan pernyataan Sunisa (2010), selama proses penggorengan dengan suhu tinggi, tidak hanya uap dari minyak goreng yang akan terdegradasi, akan tetapi uap air dari bahan makanan akan ikut tercampur dengan minyak selama proses penggorengan.

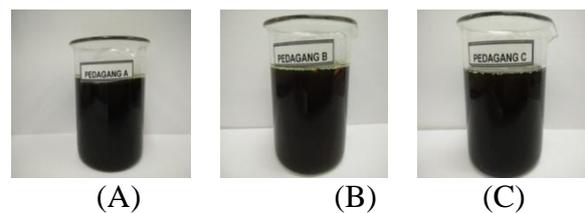
Hasil analisa kadar air mengalami peningkatan yang signifikan, karena berkaitan dengan frekuensi penggorengan, hasil analisa kadar air dengan penggorengan 10 kali mencapai nilai 0,267 % kadar air pada minyak bekas pakai (jelantah) menurut SNI 7709:2012, tentang syarat mutu minyak sawit goreng, kandungan air yang boleh terdapat pada minyak goreng maksimal 0,10 %. Dari hasil analisa yang masih memenuhi syarat mutu berdasarkan SNI 7709:2012 adalah perlakuan dengan frekuensi penggorengan 0 kali dan 3 kali, sedangkan perlakuan untuk frekuensi penggorengan 7 kali dan 10 kali sudah melebihi batas maksimal kandungan kadar air pada minyak. Selama proses penggorengan, air dalam bahan pangan akan keluar dan diisi oleh

minyak goreng, sehingga meningkatkan kadar air dalam minyak (Aji, 2007).

### Fisikokimia Minyak Goreng Pedagang Ayam Goreng

Sampel yang akan dianalisa adalah sampel minyak goreng dari beberapa pedagang ayam goreng di sekitar Kecamatan Cicurug Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. Sampel yang diambil dari pedagang menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel yang akan diuji terdiri dari 3 sampel dari setiap pedagang ayam goreng (Pedagang A), (Pedagang B), (Pedagang C). Analisa yang dilakukan adalah analisa fisikokimia pada minyak goreng.

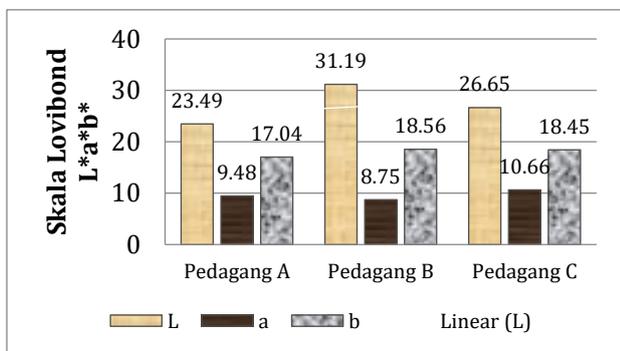
Warna pada minyak yang telah digunakan umumnya berubah menjadi agak gelap, disebabkan adanya degradasi warna yang terjadi selama proses penggorengan yang merupakan akibat dari penggunaan suhu tinggi dan kontaminasi komponen dari bahan pangan yang digoreng. Hal ini sesuai dengan pernyataan Blumenthal (1996) bahwa, warna minyak goreng yang telah digunakan berulang kali lebih gelap dibandingkan minyak goreng segar. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak goreng akibat pemanasan.



Gambar 2 Warna pada minyak goreng pedagang: (A) Pedagang A, (B) Pedagang B, (C) Pedagang C

Gambar 2 menunjukkan warna pada minyak goreng berwarna gelap dan kusam, hal ini terjadi karena adanya proses pemanasan dan penggorengan yang dilakukan berkali-kali yang menyebabkan warna pada minyak goreng mengalami degradasi warna. Dari hasil wawancara dengan pedagang diperoleh data, bahwa minyak yang digunakan pedagang adalah jenis minyak curah, dan penggunaan minyak goreng sudah 2 hari, pedagang tidak

mengganti dengan minyak baru melainkan menambahkan minyak baru dengan minyak lama setiap 2 hari sekali. Minyak goreng curah umumnya hanya menggunakan satu kali proses penyaringan, sehingga masih mengandung fraksi padat stearin yang relatif lebih banyak dari minyak goreng bermerek yang menggunakan dua kali proses penyaringan. Oleh karena itu minyak goreng curah tidak sejernih minyak goreng bermerek. Hal ini berkaitan dengan titik cair (suhu pada saat lemak mulai mencair) dan cloud point (suhu pada saat mulai terlihat adanya padatan) pada minyak. (Widayat, 2006).



Gambar 3 Grafik hasil analisa warna pada minyak goreng bekas pakai (jelantah) pedagang ayam goreng

Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 3, bahwa minyak berasal dari pedagang menunjukkan mutu warna yang mengalami penurunan sangat signifikan. Nilai L adalah nilai untuk tingkat kecerahan pada minyak goreng, semakin rendah nilai L pada minyak goreng maka semakin kusam dan gelap warna pada minyak. Nilai L terendah yaitu pada jenis minyak pedagang A dengan nilai 23,49, Nilai terendah L sesuai dengan hasil wawancara pada pedagang tersebut, bahwa minyak yang digunakan menggunakan jenis minyak curah, dengan skala penggantian 2 hari ditambah dengan minyak baru, umur minyak sudah 2 hari, penyimpanan pada minyak dibiarkan terbuka. Kondisi ini yang akan menyebabkan warna pada minyak goreng akan lebih cepat menghitam dan tidak baik untuk dikonsumsi. Warna minyak goreng yang telah digunakan berulang kali lebih gelap dibandingkan dengan minyak goreng segar, karena senyawa-senyawa hasil degradasi minyak

goreng akibat pemanasan (Blumenthal, 1996).

Nilai a adalah nilai untuk tingkat kemerahan pada minyak goreng, berdasarkan SNI 7709:2012 untuk syarat mutu warna merah pada minyak goreng sawit adalah maksimal 5,0, dari data yang diperoleh, minyak dari pedagang tidak ada yang memenuhi spesifikasi SNI, grafik menunjukkan nilai a yang paling tinggi pada analisa warna adalah pedagang C. Nilai b adalah nilai kuning pada minyak, nilai b paling rendah, yaitu pada jenis minyak pedagang A dengan nilai 17,04 nilai ini menunjukkan bahwa kandungan karoten atau tingkat kekuningan pada minyak tersebut sudah semakin berkurang, gambar visual warna pada pedagang A dapat dilihat pada gambar 3. Warna pada minyak terlihat lebih hitam dan gelap. Warna minyak goreng yang telah digunakan berulang kali lebih gelap dibandingkan minyak goreng segar. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak goreng akibat pemanasan. Warna minyak yang terbentuk selama proses penggorengan merupakan hasil degradasi warna alami minyak atau komponen bahan pangan yang digoreng (Blumenthal, 1996).

Penentu tingkat kerusakan minyak selanjutnya bilangan peroksida, dengan cara mengukur banyaknya peroksida yang terbentuk yang dinyatakan dengan bilangan peroksida. Sebagian besar kerusakan minyak disebabkan oleh proses oksidasi dan hidrolisis (secara enzimatik atau non enzimatik) (Aji, 2007).

Tabel 5 Hasil analisa kimia minyak goreng bekas pakai (jelantah) pedagang ayam goreng

Jenis Minyak	Bilangan Peroksida	Asam Lemak Bebas	Kadar Air
A	9,776	0,409	0,263
B	8,231	0,383	0,127
C	12,183	0,511	0,109

Dari hasil analisa dapat diperoleh nilai tertinggi bilangan peroksida adalah pada pedagang C, menurut SNI 7709:2012 syarat mutu minyak goreng sawit untuk bilangan

peroksida maksimal 10 Meq/Kg, minyak goreng pedagang C sudah tidak memenuhi syarat mutu bilangan peroksida menurut SNI. Berdasarkan hasil wawancara dengan pedagang C data yang diperoleh yaitu, pedagang tersebut menggunakan jenis minyak curah dan dicampur dengan minyak kemasan bermerk, umur simpan minyak jelantah tersebut sudah 2 hari, pedagang tidak mengganti minyak tersebut tetapi menambahkan dengan minyak baru setiap 2 hari sekali, dengan kondisi minyak terbuka pada wajan, dan adanya jeda waktu yang terlalu lama pada saat proses menggoreng yang akan mengakibatkan kontak dengan udara. Menurut Ketaren (1986) Proses oksidasi minyak goreng dengan oksigen, karena minyak goreng dibiarkan terbuka dan terjadi kontak dengan udara. Asupan minyak ke dalam tubuh berulang kali dari minyak dengan bilangan peroksida diatas 10 meq/Kg bisa berbahaya bagi kesehatan dan meningkatkan risiko berbagai penyakit, termasuk hipertensi dan kanker (Jaarin, 2012), sehingga jenis minyak selain pedagang C yang diuji masih memenuhi syarat mutu SNI 7709:2012 dan studi kasus mengenai bilangan peroksida.

Sifat kimia pada minyak goreng selanjutnya adalah bilangan asam dan kadar air pada minyak goreng, kadar asam lemak bebas karakteristik yang paling umum digunakan sebagai kontrol mutu minyak. Pada saat awal proses penggorengan, asam lemak bebas dihasilkan dari proses oksidasi, tetapi pada tahap selanjutnya asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis yang disebabkan oleh keberadaan air. Proses ini sangat dinamis, sebagian asam lemak akan hilang karena oksidasi dan destilasi uap dari makanan. Lebih jauh lagi, asam lemak bebas akan mengkatalis hidrolisis minyak yang digunakan pada proses penggorengan. Pada saat akumulasi asam lemak bebas berada dalam jumlah yang signifikan, akan terbentuk asap yang berlebihan dan mutu dari makanan hasil goreng menurun. Pada saat ini, minyak harus diganti (Krishnamurthy dan Vernon, 1996).

Asam lemak bebas pada hasil uji mengalami peningkatan pada setiap jenis

minyak berdasarkan frekuensi penggorengan, pada grafik diperoleh jenis minyak yang memenuhi syarat mutu SNI 7709:2012, asam lemak bebas dengan spesifikasi maksimal 0.30. Minyak goreng yang berasal dari sampel semua pedagang tidak ada yang memenuhi syarat mutu asam lemak bebas pada hasil uji menurut SNI 7709:2012. Jumlah asam lemak bebas semakin meningkat dengan tingkat frekuensi proses penggorengan. Asam lemak yang terkandung dalam minyak goreng digunakan sebagai salah satu indikasi mutu minyak goreng (Choe dan Min, 2007).

Kadar air pada hasil uji menunjukkan hasil yang mengalami peningkatan, hal ini karena adanya proses penggorengan dengan daging ayam. Saat proses penggorengan air yang berada pada bahan pangan akan menguap dan bercampur dengan minyak. Hasil pengujian semua minyak goreng pedagang sudah tidak memenuhi syarat mutu, adanya peningkatan frekuensi penggorengan dan penambahan bahan pangan pada saat proses penggorengan akan meningkatkan kandungan air pada minyak goreng (Aji, 2007).

Regresi digunakan untuk menentukan sifat - sifat dan kekuatan hubungan antara dua variabel serta memprediksi nilai dari suatu variabel yang belum diketahui dengan didasarkan pada observasi masa lalu, terhadap variabel tersebut dan variabel-variabel lainnya (Levin dan Rubin, 1998).

Pada Tabel 6 diperoleh nilai  $R^2$  Pada masing-masing pengujian. Nilai  $R^2$  adalah nilai keselarasan model regresi, dapat diterangkan bahwa semakin besar nilai  $R^2$  maka semakin model semakin baik. Jika nilai  $R^2$  mendekati angka 1 maka model regresi semakin sempurna, nilai pada tabel menunjukkan pada setiap pengujian mendekati angka 1, nilai 1 ini menunjukkan sumbangan pengaruh perlakuan terhadap nilai analisa 100%, Pengujian warna L dari hasil pengolahan data diperoleh nilai  $R^2 = 0,993$  presentase pengaruh perlakuan terhadap nilai warna L adalah sebesar 99,3%. Pengujian bilangan peroksida diperoleh nilai  $R^2 = 0,897$  presentase sumbangan pengaruh perlakuan terhadap nilai analisa bilangan

peroksida sebesar 89,7%. Pengujian bilangan asam diperoleh nilai  $R^2 = 0,997$  presentase sumbangan pengaruh terhadap nilai analisa bilangan asam adalah 99,7%. Dari hasil pengolahan pada ketiga pengujian presentase pengaruh perlakuan terhadap hasil analisa sifat fisikokimia adalah 89,7% - 99,7%, sehingga menunjukkan bahwa model regresi yang dianalisa baik dan mendekati sempurna hal ini menandakan bahwa variabel X frekuensi penggorengan berpengaruh terhadap variabel Y analisa sifat fisikokimia minyak goreng.

Tabel 6 Hasil analisa persamaan regresi linear minyak goreng pedagang

1. Warna $L Y = 46,534 - 0,691 x$ ( $R^2 = 0,993$ )		
Jenis Minyak	Nilai Y	Nilai X
Pedagang A	23,49	23,73
Pedagang B	31,19	16,03
Pedagang C	25,65	21,57
2. Bilangan Peroksida $Y = 2,200 + 0,380 x$ ( $R^2 = 0,897$ )		
Jenis Minyak	Nilai Y	Nilai X
Pedagang A	9,776	19,93
Pedagang B	8,23	15,86
Pedagang C	12,183	26,27
3. Bilangan Asam $Y = 0,077 + 0,008 x$ ( $R^2 = 0,997$ )		
Jenis Minyak	Nilai Y	Nilai X
Pedagang A	0,409	41,5
Pedagang B	0,383	38,25
Pedagang C	0,509	54

Nilai X (perlakuan) atau kali penggorengan pada minyak goreng pedagang diperoleh rumus persamaan linear untuk masing-masing pengujian. Dari perhitungan diperoleh data dari minyak pedagang, yaitu untuk pedagang A menggunakan minyak untuk penggorengan sekitar 20-42 kali penggorengan, pedagang B menggunakan minyak untuk penggorengan sekitar 16-38 kali, dan untuk pedagang C menggunakan minyak untuk penggorengan hingga 22-54 kali, dari hasil tersebut diperoleh nilai frekuensi penggorengan minyak goreng pedagang, yaitu sekitar 16-54 kali penggorengan. Hal ini sesuai dengan data

hasil uji yang menunjukkan bahwa minyak goreng pada pedagang sudah mengalami penurunan mutu berdasarkan sifat fisikokimia pada minyak goreng.

### KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Hasil analisa sifat fisikokimia minyak sawit bekas pakai (jelantah) pada penggorengan daging ayam sudah menunjukkan kerusakan dan mengalami perubahan sifat fisikokimia. Berdasarkan sidik Ragam (ANOVA) dan uji lanjut duncan pada setiap pengujian sifat fisikokimia diperoleh hasil perbedan yang signifikan, frekuensi penggorengan berpengaruh terhadap perubahan sifat fisikokimia minyak goreng sawit.

Analisa sifat fisikokimia minyak goreng bekas pakai dari beberapa pedagang ayam goreng hasil yang diperoleh berdasarkan analisa sifat fisikokimia sudah tidak layak untuk dikonsumsi. Berdasarkan analisa regresi persamaan linear pada minyak goreng sawit pedagang untuk memprediksi frekuensi penggorengan yang dilakukan oleh pedagang diperoleh frekuensi dengan 16-54 kali penggorengan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (PEKERTI), Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dengan No. 1598/K4/KM/2017.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aji R, Husamah, Nugroho AD.2007. Studi Frekuensi Penggorengan Dari Minyak Jelantah Bermerek Dan Tidak Bermerek Terhadap Nekrosis Sel Hati. Skripsi, Jurusan Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Aminah, S 2010. Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Sifat Organoleptik tempe Pada Pengulangan Penggorengan. Jurnal Pangan dan Gizi Vol.01. Hal 7-13

- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Maryland.
- AOCS, 2003. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. AOCS Press, Illinois.
- Awney, H.A. 2011. The Effects of Bifidobacteria on the Lipid Profile and Oxidative Stress Biomarkers of Male Rats Feed Thermally Oxidized Soybean Oil. *Biomarkers*. 16(5): 445-452.
- Badan Standar Nasional Indonesia. SNI 7709:2012. Syarat Mutu Minyak Goreng Kelapa Sawit. Dewan Standar Nasional: Jakarta.
- Blumenthal, M.M. 1996. *Frying Technology*. Di dalam: Romaria, Mayland. 2008. *Karakteristik Fisiko Kimia Minyak Goreng Pada Proses Penggorengan Berulang Dan Umur Simpan Kacang Salut Yang Dihasilkan*. Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Choe, E. and D.B. Min. 2007. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *JFood Sci.*, 72 (5): R77-R86.
- Gunawan, Triatmo, M., Rahayu, A., 2003. Analisis Pangan: Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng, *JSKA*, 6 (3), 1-6.
- Jaarin, K., Kamisah, Y. 2012. Repeatedly Heated Vegetable Oils and Lipid Peroxidation. *INTECH*, Rijeka.
- Jonathan, S. 2013. 12 Jurus Ampuh SPSS Untuk Riset Skripsi. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Ketaren. 1986. *Pengantar Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press, Jakarta.
- Ketaren, S. 2005. *Minyak Dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ketaren, S., 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Krishnamurthy, R.G. dan Vernon C. W. 1996. Salad oil and oil-based dressings. Di dalam: *Bailey's Industrial Oil and Fat Technology; Edible Oil and Fat Product: Product and Application Technology* (4th ed., Vol 3). Wiley-Interscience Publication. pp. 193-224. New York.
- Kusnandar. F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat. Hal 168, 176-187. Jakarta.
- Levin, R and David S.S. 1998. *Statistic For Management*. 7<sup>th</sup>. Edition. Prentice-all International Inc.
- Palupi, N.S., F.R. Zakaria dan E. Prangdimurti. 2007. Pengaruh pengolahan terhadap nilai gizi pangan. *Topik 8. Modul e-learning ENBP*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta – IPB. Bogor.
- Rukmini, A. 2007. Regenerasi Minyak Goreng Bekas Dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh. *Jurnal Teknologi Pertanian*. ISSN 1978- 9777.
- SNI 01-3555. 1998. *Cara Uji Minyak dan Lemak*. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Swartz, S.J dan J.H.V. Elbe. 1996. *Food Chemistry*. Third Edition. O.R. Fennema Marcell Dekker Inc, New York.
- Sumarwan, U. 2004. *Perilaku Konsumen Teori dan Penerapannya dalam Pemasaran*. Ghalia Indonesia, Bogor.
- Sunisa, W., Warapong, U., Sunisa, S., Saowaluck, J., Saowakon, W. 2010. Quality Changes of Chicken Frying Oil as Affected of Frying Conditions. *International Food Research Journal* 18: 615-620.
- Trisniwati, G, 2005. Uji Perbaikan Kualitas Jelantah Dengan Penambahan Lidah Buaya. *Universitas Riau*. Pekanbaru.
- Widayat, S dan K Haryani, 2006. Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Dengan Adsorben Zeolit Alam. *Studi Pengurangan Bilangan Asam*. *J. Teknik Gelagar*. 17, 77 – 82.
- Winarno. F. G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1999. *Minyak Goreng dalam Menu Masyarakat*. Balai Pustaka, Jakarta.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. P.T. Gramedia Utama, Jakarta.
- Yuwono, S. dan T. Susanto. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Fakultas. Teknologi Pangan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Zafrisal. 2008. *Suhu dan Kelembaban*. Erlangga. Jakarta.