

ANALISIS MUTU MINYAK GORENG SAWIT CURAH DI PASAR X

Laporan Praktik Kimia Terpadu 2018/2019

oleh kelompok PKT-5 XIII-1 :

Eugenia Agatha Edith M.	15.61.08037
Meli Endriana	15.61.08101
Muhammad Adhiyat P.	15.61.08119
Rhani Pagiaghi	15.61.08196



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA

Pusat Pendidikan dan Pelatihan Industri

Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor

Bogor

2018

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang



Gambar 1. Minyak goreng sawit.

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan pangan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat. Konsumsi minyak goreng biasanya digunakan sebagai media menggoreng bahan pangan, penambah cita rasa, atau pun bahan dasar pembuatan *shortening* yang digunakan untuk melembutkan tekstur dari roti.

Terdapat dua jenis minyak goreng yaitu, minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan. Dilihat dari aspek kebersihan serta kualitas produk, minyak goreng curah tidak sebaik minyak goreng kemasan yang bermerek. Minyak goreng curah didistribusikan dalam drum-drum dengan wadah terbuka sehingga membuat kebersihannya tidak terjamin. Sedangkan minyak goreng kemasan yang bermerek lebih higienis, lebih sehat dan kemasan lebih layak. Dari segi kandungan, minyak goreng curah kadar lemaknya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng kemasan yang bermerek. Selanjutnya diikuti dengan harganya, minyak goreng curah relatif lebih murah dari pada minyak goreng kemasan yang bermerek.

Berdasarkan data, jumlah kebutuhan minyak goreng mencapai 3,2 metrik ton per tahun dan sekitar 63% dijual dalam bentuk minyak goreng curah. Kebanyakan konsumen tidak mengetahui dan tidak menyadari bahwa kualitas

minyak yang buruk dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti meningkatnya kadar *Low Density Lipoprotein* (LDL) dalam darah yang dapat menyebabkan penyakit jantung koroner, kardiovaskuler, hipertensi dan kanker.

Pada saat ini banyak masyarakat yang lebih memilih minyak goreng bermerk dengan kualitas yang lebih terjamin, meskipun harganya lebih mahal dibandingkan minyak goreng curah. Namun masih ada masyarakat yang memilih untuk menggunakan minyak goreng curah, diantaranya pedagang makanan serta masyarakat di pedesaan. Hal ini mereka lakukan karena harga minyak goreng curah yang lebih terjangkau daripada harga minyak goreng bermerk. Namun masyarakat tidak memikirkan bahaya minyak goreng curah yang mereka gunakan terhadap kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Minyak goreng curah dapat menimbulkan berbagai penyakit diantaranya penyakit jantung, kanker, dan sebagainya. Sehingga perlu dilakukan analisis mutu minyak goreng curah agar diketahui kualitas dari minyak goreng curah yang beredar di pasaran.

B. Pentingnya Masalah

Minyak goreng curah yang beredar di pasaran perlu diawasi mutunya karena minyak adalah salah satu bahan pangan yang mudah rusak. Minyak yang telah rusak ini dapat membahayakan konsumen karena dapat menimbulkan berbagai penyakit berbahaya dan juga kerusakan nilai gizi. Pengujian mutu dan tingkat kerusakan dari minyak tersebut dapat diuji melalui beberapa parameter yaitu: keadaan minyak, kadar air, minyak pelikan, asam lemak bebas, vitamin A, serta cemaran logam (Cd, Pb, Sn As, Hg)

C. Tujuan Analisis

Dilakukannya analisis mutu terhadap minyak goreng curah agar penulis serta masyarakat dapat mengetahui kelayakan dari minyak goreng yang beredar di pasaran sehingga penulis serta masyarakat dapat mengambil keputusan yang lebih baik dan selektif dalam memilih produk minyak goreng.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Manufaktur

Secara umum, manufaktur merupakan suatu kegiatan memproses suatu barang atau beberapa bahan menjadi barang lain yang mempunyai nilai tambah atau nilai jual yang lebih besar, dengan menggunakan peralatan, tenaga kerja, dan suatu proses. Sedangkan menurut Prawirosentono (2007), manufaktur berasal dari kata *manufacture* yang berarti membuat tangan (manual) atau dengan mesin sehingga menghasilkan suatu barang.

Sehingga menurut pengertian di atas, manufaktur dapat mencakup banyak hal, termasuk industri farmasi, industriomotif, industri minyak dan gas, dan lain-lain.

B. Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri atau perkebunan yang berguna sebagai bahan baku minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Pohon kelapa sawit terdiri dari dua *spesies* yaitu *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera* yang digunakan untuk pertanian komersil dalam pengeluaran minyak kelapa sawit. Kelapa sawit menjadi populer setelah revolusi industri pada akhir abad ke-19 yang menyebabkan tingginya permintaan minyak nabati untuk bahan pangan dan industri sabun (Departemen Pertanian Indonesia, 2007)

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon, tingginya dapat mencapai 0 - 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil, apabila masak berwarna merah kehitaman. Daging dan kulit buah kelapa sawit mengandung minyak. Minyak kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Kandungan asam lemak yang dominan terdapat di dalam minyak kelapa sawit yaitu asam palmitat. Ampasnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, khususnya sebagai salah satu bahan baku pembuatan pakan ternak.

Setiap tahunnya Indonesia menggunakan kelapa sawit dalam jumlah yang sangat banyak sebagai bahan baku produksi minyak goreng serta sabun. Menurut data statistik perkebunan Indonesia pada tahun 2017, didapatkan data sebagai berikut. (Statistik Dinas Perkebunan Indonesia, 2015-2017).

Tabel 1. Data statistik perkebunan Indonesia tahun 2017.

Total luas areal kebun kelapa sawit	12.307.677 Ha
Total produksi kelapa sawit	35.359.384 Ton

C. Minyak Goreng Sawit

Menurut SNI 7709:2012, minyak goreng sawit merupakan bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari sawit, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses pemurnian dengan penambahan vitamin A.

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor minyak kelapa sawit terbesar dengan data statistik ekspor minyak sawit mentah pada tahun 2015 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Data statistik ekspor kelapa sawit mentah tahun 2015.

Total volume ekspor minyak sawit mentah (2015)	7.788.549.862 kg
Total nilai ekspor minyak sawit mentah (2015)	4. 388. 094. 010 \$ US

BAB III METODE ANALISIS

A. Analisis Kualitatif

- **Bau**

Prinsip

Pengambilan contoh uji dengan indera penciuman yang dilakukan oleh panelis yang terlatih atau kompeten untuk pengujian organoleptik

Cara kerja

- a) Ambil contoh uji secukupnya dan letakkan di atas gelas arloji yang bersih dan kering;
- b) Cium contoh uji untuk mengetahui baunya; dan
- c) Lakukan pengerjaan minimal oleh 3 orang panelis yang terlatih atau 1 orang tenaga ahli.

Cara menyatakan hasil

- a) Jika tercium bau khas minyak goreng sawit, maka hasil dinyatakan “normal”; dan
- b) Jika tercium selain bau khas minyak goreng sawit, maka hasil dinyatakan “tidak normal”.

- **Rasa**

Prinsip

Pengamatan contoh uji dengan indera pengecap (lidah) yang dilakukan oleh panelis yang terlatih atau kompeten untuk pengujian organoleptik.

Cara kerja

- a) Ambil contoh uji secukupnya dan rasakan dengan indera pengecap (lidah); dan
- b) Lakukan pengerjaan minimal oleh 3 orang panelis yang terlatih atau 1 orang tenaga ahli.

Cara menyatakan hasil

- a) Jika terasa khas minyak goreng sawit, maka hasil dinyatakan “normal”; dan

- b) Jika tidak terasa khas minyak goreng sawit, maka hasil dinyatakan “tidak normal”.

- **Warna**

Prinsip

Pengamatan kepekatan warna minyak goreng sawit dengan merujuk kepada perpaduan warna merah (*red*), dan kuning (*yellow*) dengan menggunakan indera pengelihatan (mata) yang dilakukan oleh panelis yang terlatih atau kompeten untuk pengujian organoleptik.

Peralatan

- a) Lovibond Tintometer yang dilengkapi dengan skala warna :
-Merah : 0,1 – 0,9; 1,0 – 9,0; 10,0 – 70,0
-Kuning : 0,1 – 0,9; 1,0 – 9,0; 10,0 – 70,0
b) Kuvet (cell) 5,25

Cara kerja

- a) Tambah 0,5 g tanah diatome (*diatomaceous earth*) ke dalam 300 g contoh uji, kocok selama 2,5 menit pada 250 rpm, kemudian saring dengan kertas saring.
b) Isi 2/3 kuvet dengan contoh uji (hasil saringan), lalu letakkan di dalam *cell holder Lovibond* dan tutup;
c) Amati melalui lubang pengintai, ukur warna contoh uji dengan cara menyamakan warna pada sisi sebelah kanan dengan sisi sebelah kiri;
d) Lakukan penyamaan warna dengan cara menggeser-geser tombol-tombol dari filter warna standar yang tersedia;
e) Penetapan dilakukan sekurang-kurangnya duplo;
f) Khusus untuk peralatan yang pengukurannya dilakukan secara manual, lakukan pembacaan sekurang-kurangnya oleh 2 operator terlatih dengan menggunakan alat dan pada laboratorium yang sama. Perbedaan hasil uji tidak boleh melebihi angka di bawah ini:

Baca warna :

- <0,9 R : 0,2 R
- 1,0 – 2,9R : 0,4 R
- 3,0 – 4,0 R : 0,5 R

- 4,1 – 12 R: 1,0 R

Cara menyatakan hasil

Warna yang dibaca dalam angka skala merah dinyatakan R, dan dalam angka skala kuning dinyatakan Y.

B. Analisis Kuantitatif

• Kadar air dan bahan menguap

Prinsip

Kadar air dan bahan menguap dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven pada suhu $(130 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Cara Kerja

- Pinggan beserta tutup dipanaskan dalam oven pada suhu $(130 \pm 1) ^\circ\text{C}$ selama kurang lebih 30 menit dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit sampai dengan 30 menit, kemudian ditimbang dengan neraca analitik (W_0);
- Dimasukkan 2 g contoh ke dalam pinggan, ditutup, dan ditimbang (W_1);
- Dipanaskan pinggan yang berisi contoh tersebut dalam keadaan terbuka dengan tutup pinggan diletakkan di samping pinggan di dalam oven pada suhu $(130 \pm 1) ^\circ\text{C}$ selama 30 menit setelah suhu oven $(130 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
- Pinggan ditutup ketika masih di dalam oven, dipindahkan segera ke dalam desikator dan didinginkan selama 20 menit sampai 30 menit sehingga suhunya sama dengan suhu ruang kemudian ditimbang (W_2);
- Pekerjaan c) dan d) dilakukan hingga diperoleh bobot tetap;
- Dihitung kadar air dan bahan menguap dalam contoh;

Perhitungan

$$\text{Kadar air dan bahan menguap (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W_0 = Bobot pinggan kosong dan tutupnya (g)

W_1 = Bobot pinggan, tutupnya dan contoh sebelum dikeringkan (g)

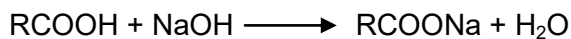
W_2 = Bobot pinggan, tutupnya dan contoh setelah dikeringkan (g)

- **Asam Lemak Bebas (dihitung sebagai asam lemak palmitat)**

Prinsip

Pelarutan contoh dalam pelarut organik dan dinetralkan dengan larutan basa (kalium hidroksida atau sodium hidroksida).

Reaksi



Cara kerja

- a) Ditimbang 10 g sampai dengan 50 g contoh (W) ke dalam Erlenmeyer;
- b) Dilarutkan dengan 50 mL etanol hangat dan ditambahkan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indicator;
- c) Dititar larutan tersebut dengan Kalium hidroksida atau sodium hidroksida 0,1 N (N) sampai terbentuk warna merah muda (Warna merah muda bertahan selama 30 detik;
- d) Dilakukan pengadukan dengan cara Erlenmeyer digoyangkan selama titrasi;
- e) Dicatat volume larutan KOH atau NaOH yang diperlukan (V);

Perhitungan

$$\text{Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)} = \frac{25.6 \times V \times N}{W}$$

Keterangan :

V = Volume larutan KOH atau NaOH yang diperlukan (mL)

N = Normalitas larutan KOH atau NaOH (N)

W = bobot contoh yang diuji (g)

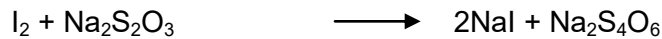
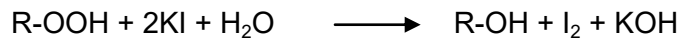
- **Bilangan Peroksida**

Prinsip

Sampel dapat bereaksi dengan O_2 membentuk ikatan peroksida. Ikatan peroksida dilarutkan oleh bilangan peroksida membentuk ikatan autoksida dan

menghasilkan O_n yang bereaksi dengan KI menjadi I_2 . Lalu I_2 tersebut dititrat dengan tio menggunakan kanji hingga TA larutan tak berwarna.

Reaksi



Cara Kerja

- Ditimbang dengan teliti ($5 \pm 0,05$) g contoh (W) ke dalam Erlenmeyer asah 250 mL yang kering;
- Ditambahkan 1 gram KI dan 25 mL larutan bilangan peroksida;
- Disimpan di tempat gelap ± 30 menit, sesekali dikocok;
- Ditambahkan 50 mL air bebas O_2 ;
- Ditambahkan 1,00 mL kanji, dititrat dengan tio 0,02 N hingga TA tak berwarna;
- Dilakukan blanko;
- Dihitung bilangan peroksida;

Perhitungan

Bilangan peroksida dinyatakan sebagai milliekivalen O_2 per kg lemak yang dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Bilangan peroksida (mek } O_2/\text{kg)} = \frac{1000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W}$$

Keterangan :

N = Normalitas larutan natrium tiosulfat 0,01 N (N)

V_0 = Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada penitrasi contoh (mL)

V_1 = Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada penitrasi blanko (mL)

W = Bobot contoh (g)

- **Minyak Pelikan**

Prinsip

Minyak mineral bersifat tidak dapat disabunkan dalam larutan basa alkohol-air.

Cara Kerja

- a) Diambil dengan seksama 1 mL contoh dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian ditambahkan 1 mL KOH 0,5 N dan 25 mL alkohol, dididihkan dengan menggunakan pendingin tegak, dikocok sekali-kali hingga terbentuk penyabunan (± 5 menit);
- b) Ditambahkan 25 mL air, jika larutan menjadi keruh menandakan adanya minyak pelikan;

- **Vitamin A**

Prinsip

Standar dan contoh disabunkan dalam larutan basa etanol-air, dinetralkan, dan diencerkan, sehingga mengubah lemak menjadi asam lemak dan ester retinol menjadi retinol. Retinol dianalisis menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) dengan detektor ultraviolet (UV) pada panjang gelombang 313 atau 328 nm.

Peralatan

- a) Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) yang dilengkapi dengan pompa bertekanan tinggi dengan laju alir 1,0 mL/min sampai dengan 20 mL/min, injektor, kolom *reversed phase* C18, 10 μ (4,6 x 250 mm) *Lichosperc* 100 RP-18, detektor ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang 328 nm, *recorder*, *integrator*, siring berukuran 0 μ L sampai dengan 50 μ L atau *autosampler*, sebagai alternatif bias digunakan panjang gelombang 313 nm.
- b) Neraca analitik dengan ketelitian 0,1 mg terkalibrasi;
- c) Pemanas listrik;
- d) Kondensor refluks;

- e) Ultrasonik;
- f) Erlenmeyer berwarna gelap 125 mL;
- g) Labu ukur 100 mL, 25 mL, dan 10 mL terkalibrasi;
- h) Gelas ukur 50 mL; dan
- i) Pipet ukur 5 mL, 2 mL, dan 1 mL terkalibrasi

Pereaksi

- a) 1 standar vitamin A asetat *Sigma* (ekivalen dengan 30 mg retinol/g minyak); atau
- b) 2 Retinil palmitat, semua dalam bentuk trans. Mintalah sertifikat analisis pada saat memesan, apabila sertifikat pabrik tidak ada, atau kemurnian standar perlu diverifikasi, ujlilah kemurnian Vitamin A palmitat sebagai berikut; Larutkan $50 \pm 0,1$ mg standar retinol palmitat dengan 2-propanol (UV *spectroscopy grade*) ke dalam labu ukur 500 ml dan encerkan sampai tanda garis. Encerkan 10 ml larutan standar ini menjadi 100 ml dengan 2-propanol (konsentrasi akhir kira-kira 10 mg/l). ukurlah absorbansi maksimum yang diperoleh pada panjang gelombang 325-328 nm menggunakan kuvet 1 cm, dan 2-propanol sebagai blanko. Hitung kemurnian retinol palmitat sebagai berikut :

$$\% \text{Kemurnian} = \frac{\text{ABS} \times 5 \times 10^6}{960 \times W} \text{ di mana :}$$

Keterangan:

ABS adalah maksimum absorbansi;

960 adalah absorbasni retinol palmitate murni (larutan 1% dalam kuvet 1 cm);

W adalah bobot bahan uji (standar yang diuji), dalam gram;

5×10^6 adalah factor pengenceran gabungan, konversi ke larutan yang setara dengan 1% dan konversi ke %

Simpan standar retinol palmitat pada suhu 0-4°C.

- a) Asam asetat glasial;
- b) Methanol *HPLC Grade* ;
- c) Etanol 95%;
- d) Tetrahidrofuran (THF);
- e) Heksana
- f) Kristal asam pirogalat;
- g) Fase gerak: campuran 860 mL methanol dan 140 mL aquabides, kocok, (hilangkan gas menggunakan ultrasonik);
- h) Larutan tetrahidrofuran : etanol (50:50) sebanyak 1 L; campurkan 500 mL larutan tetrahidrofuran (THF) dan 500 ml etanol 95%, kemudian kocok hingga homogen;
- i) Larutan KOH 50%;

Secara perlahan masukan 500 g pallet KOH ke dalam 500 ml air yang terdapat dalam Erlenmeyer 2 liter berdinding tebal (Peringatan : Larutan mengeluarkan panas pada saat melarutkan KOH; tambahkan 100 gram KOH secara bertahap ke dalam Erlenmeyer sambil didinginkan dengan air dingin (es). Goyangkan Erlenmeyer perlahan-lahan untuk menghindari disolusi KOH. Simpan larutan KOH dalam wadah gelas dengan tutup gabus.

Cara kerja

Penyiapan larutan standar

Larutan baku standar vitamin A 15 µg/ml (50 IU/ml)

Menggunakan standar USP

- a) Timbang 50 mg vitamin A asetat dengan teliti ke dalam labu ukur berwarna gelap 100 mL;
- b) Tambahkan sedikit aseton (kurang dari 3 mL) untuk membantu pelarutan;
- c) Encerkan hingga tanda garis menggunakan etanol 95%; dan
- d) Simpan pada suhu 4°C dalam ruang gelap (larutan ini stabil dalam 2 minggu)

Menggunakan retinil palmitate

- a) Timbang 55 mg retinil palmitat dengan teliti ke dalam labu ukur 100 ml berwarna gelap;
- b) Tambahkan kira-kira 50 mg asam piroglat, kemudian larutkan dan encerkan dengan heksana hingga tanda garis;
- c) Pipet 5 ml larutan ke dalam labu ukur 100 ml berwarna gelap lainnya dan encerkan hingga tanda garis;
- d) Simpan pada suhu 4°C dalam ruang gelap, larutan ini stabil selama dua minggu.

Larutan deret standar vitamin A

- a) Pipet 5 mL larutan baku standar vitamin A 50 IU/mL ke dalam Erlenmeyer kemudian tambahkan 25 mL etanol 95% dan 50 mg asam pirogalat;
- b) Pipet 2 mL larutan baku standar vitamin A 50 IU/mL ke dalam Erlenmeyer kemudian tambahkan 33 ml Etanol 95% dan 50 mg asam pirogalat;
- c) Pipet 0,5 mL larutan baku standar vitamin A 50 IU/mL ke dalam Erlenmeyer kemudian tambahkan 37,5 mL etanol 95% dan 50 mg asam pirogalat.
- d) Tambahkan batu didih ke dalam setiap Erlenmeyer tersebut di atas.

Penyiapan contoh

- a) Timbang bahan uji sebanyak 2 g (W) (mengandung $\pm 50 \mu\text{g}$ vitamin A) ke dalam Erlenmeyer dan tambahkan 40 ml etanol 95%
- b) Tambahkan asam pirogalat ($\pm 50 \text{ mg}$) sebagai antioksidan;
- c) Goyang semua Erlenmeyer yang berisi larutan deret standar vitamin A dan contoh untuk memastikan semua bahan tercampur merata.

Ekstraksi dan penyabunan

- a) pipet 10 mL KOH 50% ke dalam setiap Erlenmeyer, alirkan gas N_2 sebelum dan saat refluks (pemanasan) dan segera letakkan Erlenmeyer di atas pemanas listrik, hubungkan dengan kondensor, refluks selama 45 menit

sambil digoyang tiap 10 menit. Angkat Erlenmeyer dari pemanas listrik, tutup dengan sumbat gabus, dan segera dinginkan sampai suhu kamar dengan menggunakan air dingin (air es);

- b) pipet 10 mL asam asetat glasial (gunakan “bulb”) masukkan ke dalam setiap Erlenmeyer untuk menetralkan KOH;
- c) Aduk rata dan biarkan dingin kembali sampai suhu ruang;
- d) Pindahkan larutan ini dengan teliti ke dalam labu ukur berwarna gelap 100 mL dan tambahkan THF-etanol 95% (50:50) sampai tanda tera dan tutup.
- e) bolak-balikkan labu sebanyak 10 kali. Biarkan labu selama 1 jam pada suhu kamar atau 1 malam di dalam lemari es untuk mengendapkan garam-garam dari asam lemak yang terbentuk selama proses penyabunan sehingga diperoleh hasil yang lebih baik. Dalam kasus tertentu, sentrifugasi dapat digunakan untuk mempercepat pengendapan;

Penetapan

- a) Nyalakan alat KCKT, biarkan stabil selama ± 30 menit, dengan fase gerak mengalir pada 1 mL/menit;
- b) Injeksikan larutan standar vitamin A yang telah melalui proses penyabunan;
- c) Atur fase gerak untuk mendapatkan resolusi 1,5 atau lebih baik untuk bentuk cis dan trans. Semua trans retinol larut dalam waktu ± 9 menit. Cis retinol akan larut sebagai sebuah *peak* kecil sebelum terbentuk trans;
- d) Injeksikan standar konsentrasi tinggi, sedang, dan rendah;
- e) Atur sensitivitas detektor untuk memberikan *peak* 50% sampai dengan 90% dari skala penuh untuk standar konsentrasi tinggi;
- f) Ulang injeksi standar sampai diperoleh puncak tertinggi;
- g) Injeksikan larutan contoh diselingi dengan injeksi standar tiap 9 kali pengujian; dan
- h) Jika retinol di dalam contoh uji melebihi *peak* standar konsentrasi tinggi sebanyak $> 25\%$, larutkan contoh menggunakan larutan 10 mL KOH 50%

40 mL etanol 96%, 10 mL asam asetat glasial, dan 40 mL THF-etanol 95% (50:50)

Perhitungan

Tentukan faktor respon untuk menggunakan standar USP dengan rumus :

$$RF_A = \frac{\text{mg std} \times \text{mL std} \times C \text{ std}}{P_{kHT} \text{ std} \times 10\,000}$$

Keterangan:

RF_A adalah faktor respon;

mg std adalah bobot standard, dinyatakan dalam milligram (mg);

mL std adalah volume injeksi, dinyatakan dalam millimeter (mL);

C std adalah konsentrasi standar;

P_{kHT} adalah *peak area* standar;

10 000 adalah faktor pengenceran gabungan;

Menggunakan retinil palmitat :

Tetapkan faktor respon dengan rumus sebagai berikut :

$$RF_A = \frac{\text{mg std} \times \text{mL std} \times \text{kemurnian std} \times 0,5458}{P_{kHT} \text{ std} \times 10.000}$$

Keterangan :

RF_A adalah faktor respon;

Kemurnian std adalah persen kemurnian yang terdapat pada sertifikat dari supplier atau dengan cara ditetapkan, dibagi 100;

Mg std adalah bobot retinil palmitate, dinyatakan dalam milligram (mL);

P_{kHT} std adalah tinggi atau area *peak* standar dari kromatogram;

mL std adalah standar kerja yang digunakan dalam prosedur, dinyatakan dalam milliliter (mL);

0,5458 adalah perbandingan bobot molekul retinil palmitat;

200 adalah faktor pengenceran gabungan/konversi mg ke µg.

Nilai RFA standar dengan konsentrasi rendah, sedang, dan tinggi harus sesuai satu sama lain dengan relatif 3% karena respon detektor harus linier terhadap kisaran konsentrasi. Gunakan rata-rata nilai RFA yang dihitung dari standar dengan konsentrasi tinggi, sedang dan rendah untuk menguji kuantitasi contoh.

Ukurlah tinggi atau area peak retinol (Vitamin A) dalam ekstrak contoh, isomer 13-cis retinol mungkin terkandung dalam beberapa contoh. Ukurlah peak 13-cis. Kalikan tinggi atau area peak 13-cis retinol dengan 1,08 (sebagai kompensasi terhadap perbedaan absorbansi yang dibandingkan dengan isomer trans).

Tambahkan tinggi atau area peak 13-cis isomer yang telah dikoreksi tersebut pada semua Isomer trans guna mendapatkan total tinggi atau area peak contoh.

Hitunglah konsentrasi vitamin A (dalam µg/g sebagai retinol) dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Vitamin A (}\mu\text{g/g) sebagai retinol} = \frac{R_{FA} \times P_{kHT_{sp}} \times f_p}{W}$$

Keterangan:

R_{FA} adalah faktor respon;

$P_{kHT_{sp}}$ adalah luas area contoh;

F_p adalah faktor pengenceran

W adalah bobot contoh, dinyatakan dalam gram (g);

Sebagai alternative, dapat juga digunakan kalibrasi 3 tingkatan menggunakan polinomial orde nol;

Ketelitian

Kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 10% dari nilai rata-rata hasil kandungan vitamin A. Jika kisaran lebih besar dari 10% maka analisis harus diulang kembali,

• Analisis Cemaran Logam

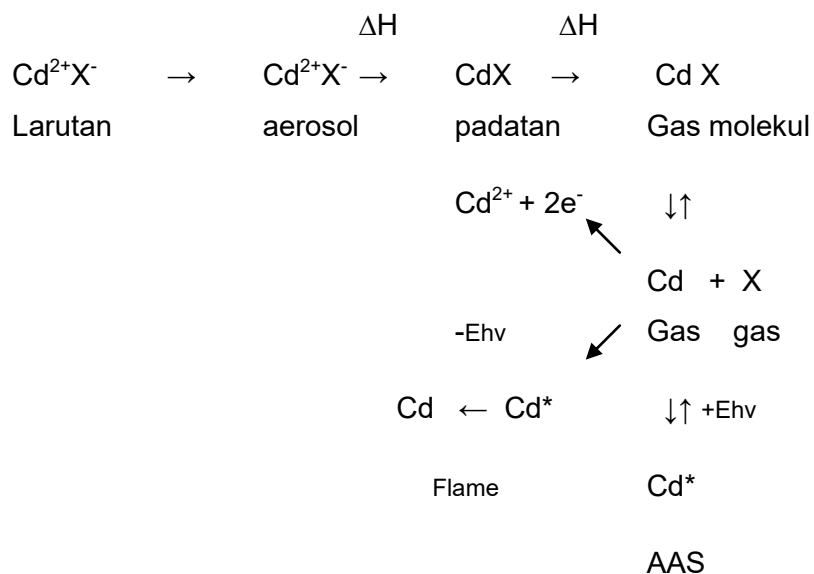
a. Logam Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb)

Prinsip

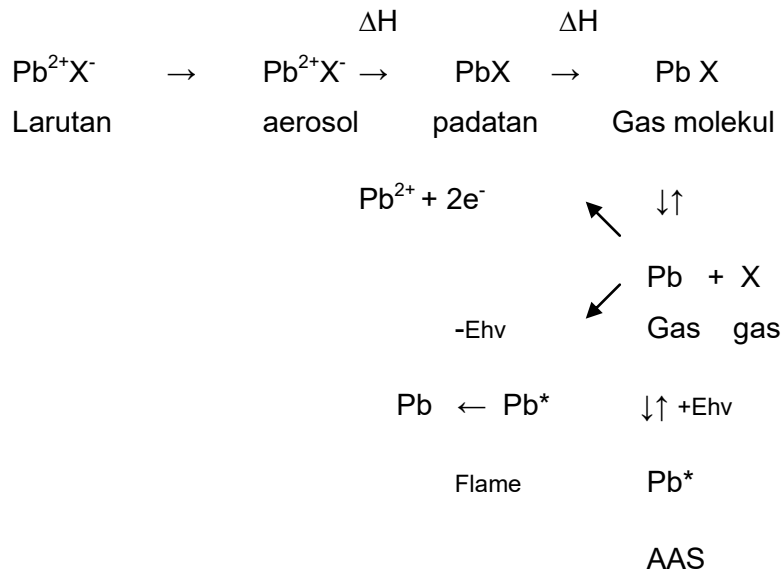
Destruksi contoh dengan cara pengabuan kering pada suhu 450 °C yang dilanjutkan dengan pelarutan dalam larutan asam. Logam yang terlarut dihitung menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 228,8 nm untuk Cd dan 283,3 nm untuk Pb.

Reaksi

• Logam Cd :



- Logam Pb :



Cara kerja

Pembuatan Deret Standar

- Ditimbang 5 g sampai dengan 10 g contoh dengan teliti dalam cawan porselen/platina/kuarsa.
- Ditempatkan cawan berisi contoh uji di atas pemanas listrik dan panaskan secara bertahap sampai contoh uji tidak berasap lagi.
- Dilanjutkan dengan pengabuan dalam tanur (450 ± 5) °C sampai abu berwarna putih, bebas dari karbon.
- Apabila abu belum bebas dari karbon yang ditandai dengan warna keabu-abuan, dibasahkan dengan beberapa tetes air dan tambahkan tetes demi tetes HNO_3 pekat kira-kira 0,5 ml sampai dengan 3 ml.
- Dikeringkan cawan di atas pemanas listrik dan dimasukkan kembali ke dalam tanur pada suhu (450 ± 5) °C kemudian lanjutkan pemanasan sampai abu menjadi putih. Penambahan HNO_3 pekat dapat diulangi apabila abu masih berwarna keabu-abuan.
- Dilarutkan abu berwarna putih dalam 3 ml HCl 6 N, sambil dipanaskan di atas pemanas listrik atau penangas air sampai kering, kemudian dilarutkan dengan 15 ml HNO_3 0,1 N dan dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml kemudian dihimpitkan dengan aquabides. Jika perlu, saring larutan menggunakan kertas saring ke dalam botol polipropilen.

- g) Disiapkan larutan blanko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti contoh.
- h) Dibaca absorbansi larutan deret standar (range logam Cd 0,1 – 1,6 ppm dan range logam Pb 1 – 12 ppm) dan larutan contoh terhadap blanko menggunakan SSA pada panjang gelombang 228,8 nm untuk Cd dan 283,3 nm untuk Pb.
- i) Dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ($\mu\text{g/ml}$) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y.
- j) Diplot hasil pembacaan larutan contoh terhadap kurva kalibrasi.
- k) Dilakukan pengerjaan duplo.
- l) Dihitung kandungan logam Cd dan Pb dalam contoh.

Perhitungan

$$\text{kandungan logam (mg/kg)} = \frac{C}{W} \times V$$

keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/ml}$)

V adalah volume larutan (ml)

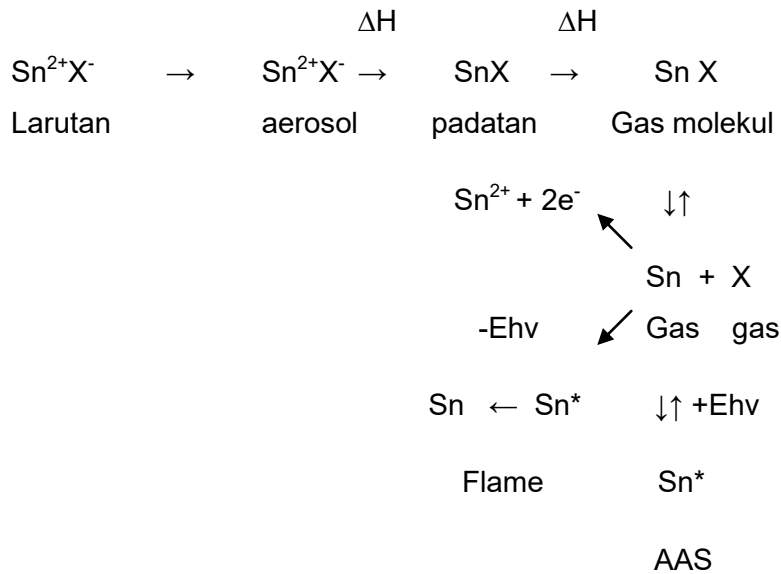
W adalah bobot contoh (g)

b. Logam Timah (Sn)

Prinsip

Contoh didestruksi dengan HNO_3 dan HCl kemudian tambahkan KCl untuk mengurangi gangguan. Sn dibaca menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang maksimal 235,5 nm dengan nyala oksidasi $\text{N}_2\text{O-C}_2\text{H}_2$.

Reaksi



Cara kerja

- Ditimbang 10 g sampai dengan 20 g contoh dengan teliti ke dalam piala gelas 100 ml, ditambahkan 30 ml HNO₃ pekat dan direndam selama satu malam.
- Dipanaskan perlahan selama 15 menit di dalam lemari asam, hindari terjadinya percikan yang berlebihan.
- Dilanjutkan pemanasan sehingga sisa volume 3 ml sampai dengan 6 ml atau sampai contoh mulai kering bagian bawahnya, hindari terbentuknya arang.
- Diangkat piala gelas dari pemanas listrik dan ditambahkan 25 ml HCl pekat, dan dipanaskan selama 15 menit sampai letupan dari uap Cl₂ berhenti.
- Ditingkatkan pemanasan dan dididihkan sehingga sisa volume 10 ml sampai dengan 15 ml.
- Ditambahkan 40 ml air suling, diaduk dan dituangkan ke dalam labu ukur 100 ml. Dibilas erlenmeyer dengan 10 ml air suling.
- Dinginkan pada suhu ruang. Dihimpitkan dengan air suling lalu saring.
- Disiapkan larutan blanko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti contoh.

- i) Dibaca absorbansi deret standar (range logam Sn 5 – 25 ppm) dan larutan contoh terhadap blanko menggunakan SSA pada panjang gelombang maksimal 235,5 nm dengan nyala oksidasi $\text{N}_2\text{O}-\text{C}_2\text{H}_2$.
- j) Dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ($\mu\text{g/ml}$) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y.
- k) Di plot hasil pembacaan larutan contoh terhadap kurva kalibrasi.
- l) Dilakukan pengerjaan duplo.
- m) Dihitung kandungan logam Sn di dalam contoh.

Perhitungan

$$\text{kandungan logam (mg/kg)} = \frac{C}{W} \times V$$

keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/ml}$)

V adalah volume larutan (ml)

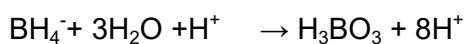
W adalah bobot contoh (g)

c. Logam Merkuri (Hg)

Prinsip

Reaksi antara senyawa merkuri dengan NaBH_4 atau SnCl_2 dalam keadaan asam akan membentuk gas atomik Hg. jumlah Hg yang terbentuk sebanding dengan absorbansi Hg yang dibaca menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tanpa nyala pada panjang gelombang maksimal 253,7 nm.

Reaksi



Cara Kerja

- a) Dipipet maksimal 10 mL sampel larutan.
- b) Ditambahkan 20 mL larutan pendestruksi (HNO_3 pekat atau campuran asam $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4$ dengan perbandingan 1 : 1 : 5, tergantung dari matriks sampel).
- c) Dipanaskan (digest) 250°C selama 30 menit.
- d) Dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, encerkan dengan HCl 1 N
- e) Disiapkan larutan blanko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama dengan contoh.
- f) Dibaca absorbansi deret standar (range logam Hg 25 – 100 ppb) larutan contoh dan larutan blanko menggunakan SSA hidrid dengan nyala pada panjang gelombang maksimal 253,7 nm untuk Hg.
- g) Dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam (ppm) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y.
- h) Di plot hasil pembacaan larutan contoh terhadap kurva kalibrasi.
- i) Dilakukan pengerjaan duplo.
- j) Dihitung kandungan logam Hg di dalam contoh.

Perhitungan

$$\text{kandungan logam (mg/kg)} = \frac{C}{W} \times V \times fp$$

keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/ml}$)

V adalah volume larutan (ml)

W adalah bobot contoh (g)

fp adalah faktor pengenceran

Ketelitian

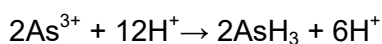
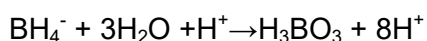
Kisaran hasil dua kaliulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan masing-masing logam. Jika kisaran lebih dari 16%, maka uji harus diulang kembali

c. Logam Arsen (As)

Prinsip

Menurut Ismail dan Arifin (2015), Sejumlah unsur seperti As, Sb, Bi, Ge, Se, Te dan Sn dapat membentuk gas hidridanya dengan NaBH₄ dalam suasana asam, misal AsH₃. Hidrida ini dapat diuapkan dari larutannya dengan gas inert (biasanya Ar) dan membawanya ke tabung kuarsa panas dan akan segera memecah membentuk atom bebasnya. AsH₃ yang terbentuk kemudian dibaca dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang maksimal 193,7 nm.

Reaksi



Cara Kerja

- Dipipet maksimal 10 mL sampel larutan.
- Ditambahkan 20 mL larutan pendestruksi (HNO₃ pekat atau campuran asam HNO₃ : HClO₄ : H₂SO₄ dengan perbandingan 1 : 1 : 5, tergantung dari matriks sampel).
- Dipanaskan (digest) 150°C sampai larutan sampel menjadi ±5 mL.
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, encerkan dengan HCl 1 N.
- Disiapkan larutan blanko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama dengan contoh.
- Dibaca absorbansi larutan deret standar (range logam As 10 – 75 ppb), larutan contoh dan larutan blanko menggunakan SSA hidrid dengan nyala pada panjang gelombang maksimal 253,7 nm untuk Hg.
- Dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam (ppm) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y.
- Di plot hasil pembacaan larutan contoh terhadap kurva kalibrasi.
- Dilakukan pengerjaan duplo.
- Dihitung kandungan logam Hg di dalam contoh.

Perhitungan

$$\text{kandungan logam (mg/kg)} = \frac{C}{W} \times V \times fp$$

keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ($\mu\text{g/ml}$)

V adalah volume larutan (ml)

W adalah bobot contoh (g)

fp adalah faktor pengenceran

Ketelitian

Kisaran hasil dua kaliulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan masing-masing logam. jika kisaran lebih dari 16%, maka uji harus diulang kembali.

C. Analisis Kewirausahaan

Tabel 3. Rincian perkiraan harga analisis

No.	Parameter	Alat & Bahan	Harga	Total	Harga Jual
1.	Organoleptik	Air Mineral	Rp 500 @20		
		Tissue	Rp 2.000	Rp 22.000	Rp 45.000
		Wadah	Rp 500 @20		
2.	Warna	Lovibond	Rp 50.000	Rp 50.000	Rp 50.000
		Tintometer			
3.	Kadar air	Listrik	Rp 20.000	Rp 20.000	Rp 50.000
4.	Asam Lemak Bebas	NaOH (pellet)	Rp 8.000		
		Etanol	Rp 280	Rp 8.945	Rp 40.000
		PP	Rp 475		
		Asam Oksalat	Rp 190		

No.	Parameter	Alat & Bahan	Harga	Total	Harga Jual
5.	Bilangan	KI	Rp 16.000		
	Peroksida	Kanji	Rp 12	Rp 16.162	Rp 130.000
		Na ₂ S ₂ O ₃	Rp 150		
6.	Minyak Pelikan	NaOH (pellet)	Rp 400	Rp 5400	Rp 37.000
		Alkohol	Rp 5.000		
7.	Vitamin A	-	Rp 240.000	Rp 240.000	Rp 240.000
8.		HNO ₃	Rp 460.000		
	Cemaran	HCl	Rp 5.500	Rp 677.500	Rp 1.100.000
	Logam	H ₂ SO ₄	Rp 80.000		
		HClO ₄	Rp 132.000		
		Total		Rp 1.040.007	Rp 1.402.000

Keuntungan = Rp 361.993

%Keuntungan = 25.8%

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini data hasil analisis mutu minyak goreng curah yang sudah dilakukan:

Tabel 4. Tabel hasil analisis dibandingkan dengan SNI 7709:2012 tentang minyak goreng sawit.

No	Kriteria Uji	Satuan	Standar	Hasil
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
1.3	Warna (Iovibond 5,25" cell)	Merah/kuning	Maks 5,0 R** Maks 50 Y**	3,6 R 63 Y
2	Kadar air dan bahan menguap (b/b)	%	Maks 0,1	1,01*
3	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam palmitat)	%	Maks 0,3	0,14
4	Bilangan peroksida	mek O ₂ /kg	Maks. 10	3,61
5	Vitamin A	IU/g	Min. 45	<0,005*
6	Minyak pelikan		Negatif	Positif*
7	Cemaran logam			
7.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2	<0,006
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1	<0,09
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks 250	<5,33
7.4	Merkuri (Hg)	µg/kg	Maks. 50	< 4,29
8	Cemaran Arsen (As)	µg/kg	Maks. 100	<0,004

Catatan: *hasil analisis tidak memenuhi standar.

** R = Red (Merah) Y= Yellow (Kuning)

Setelah dilakukan analisis minyak goreng curah, terdapat beberapa parameter dengan hasil tidak memenuhi standar yaitu warna, kadar air, vitamin A serta minyak pelikan.

Warna kuning minyak berada diatas standar, hal ini mungkin disebabkan oleh kesengajaan produsen dengan menambahkan zat warna tertentu agar

minyaknya memiliki warna yang lebih cerah. Namun dapat pula akibat penyimpanan minyak yang tidak tepat sehingga menyebabkan perubahan warna.

Kadar air yang berhasil ditetapkan dari sampel memiliki kadar jauh di atas standar. Hal ini dapat disebabkan oleh proses produksi yang tidak terjaga sehingga menyebabkan minyak terpapar banyak uap air. Dapat pula akibat penyimpanan minyak yang tidak tepat, misalnya disimpan di wadah yang tidak tertutup rapat. Dampak kadar air yang tinggi terhadap yaitu dapat membuat minyak tidak awet dan cepat rusak.

Vitamin A biasa ditambahkan di dalam minyak untuk memperbanyak kandungan gizinya. Berdasarkan hasil yang didapat, minyak ini memiliki kandungan vitamin A yang sangat jauh di bawah standar. Mungkin saja memang minyak ini tidak mengandung vitamin A dan yang terbaca oleh alat merupakan *noise* yang berasal dari alat maupun pereaksi yang digunakan. Produsen mungkin memang sengaja tidak menambahkan vitamin A untuk menekan biaya produksi serta menekan harga jual minyak. Namun hal ini dapat menjadi bukti bahwa minyak goreng curah tidak membawa dampak positif terhadap kesehatan masyarakat.

Pada minyak pelikan, seperti yang kita ketahui bahwa pelikan merupakan minyak hasil bumi yang biasa ada minyak pelumas. Minyak pelikan tidak dapat disabunkan. Minyak goreng curah yang dianalisis positif mengandung minyak pelikan, dimana seharusnya minyak goreng tidak mengandung minyak pelikan. Hal ini mungkin terjadi akibat adanya minyak pelikan yang masuk secara tidak sengaja pada saat proses produksi atau memang sengaja ditambahkan untuk menambah bobot minyak tersebut.

Berdasarkan hasil seminar, apabila minyak goreng memenuhi SNI maka minyak goreng dapat digunakan hingga 2-3 kali pakai. Hal ini dapat diperkirakan dari kadar vitamin A, karena vitamin A rusak pada suhu 70-90°C sehingga pada pemanasan 2 kali saja kadar vitamin A sudah berkurang hingga 50%. Sehingga dengan menurunnya kadar vitamin A ini dapat diperkirakan jika minyak hanya dapat dipakai sebanyak 2-3 kali.

Namun, jika vitamin A ini tidak bertahan lama pada minyak, kenapa terjadi penambahan vitamin A? Hal ini merupakan program pemerintah untuk menambah nilai gizi dari produk pangan, proses ini disebut fortifikasi. Karena

tingkat pemenuhan vitamin A pada 100 anak Indonesia baru mencapai angka 40% sehingga pemerintah menambahkan vitamin A pada minyak karena minyak merupakan produk pangan yang sangat banyak digunakan di Indonesia.

Selain itu, pada analisis kami tidak melakukan penetapan bilangan anisidin karena walaupun bilangan peroksida minyak ini cukup kecil, namun tidak berarti minyak ini sudah memasuki oksidasi tahap kedua. Hal ini dapat dilihat dari nilai asam lemak bebas yang juga rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa minyak tersebut belum mengalami oksidasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis minyak goreng curah yang sudah dibandingkan dengan SNI 7709:2012 tentang minyak goreng sawit, dapat disimpulkan bahwa minyak goreng curah ini tidak layak dikonsumsi oleh masyarakat.

B. Saran

Setelah dilakukan analisis mutu minyak goreng curah, sangat disarankan kepada masyarakat agar tidak menggunakan minyak ini untuk menghindari gangguan kesehatan yang mungkin timbul. Dikarenakan minyak tidak layak konsumsi jika dilihat dari beberapa aspek.

Selain itu, saat proses analisis apabila mungkin, dilakukan uji kualitatif vitamin A terlebih dahulu untuk mengefisiensikan waktu serta pereaksi yang digunakan. Karna mungkin saja minyak goreng curah yang sedang di analisis tersebut tidak mengandung vitamin A.

Saran untuk sekolah yaitu agar alat, bahan dan jadwal dipersiapkan dengan lebih baik agar memperlancar proses kegiatan PKT baik bagi panitia maupun siswa.

Saran untuk pihak di luar sekolah, alangkah baiknya jika yang diberikan tidak hanya hasil tetapi juga diberikan cara kerja atau referensi metode agar siswa dapat lebih mengerti tentang pengujian yang dilakukan.

Terakhir yaitu saran kepada pemerintah serta lembaga berwenang untuk melakukan uji mutu minyak goreng curah secara berkala untuk mengontrol

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 2012. *SNI 7709:2012 Minyak Goreng Sawit*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015 - 2017 Kelapa Sawit*. Jakarta : Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Indonesian Nutrition Foundation For Food Fortification. 2014. *Mandated Cooking Oil Fortified With Vitamin A*. KFI : Jakarta.
- Ismail, Krisnandi. Ariffin, Zaenal. 2017. *Spektrofometri Serapan Atom*. Bogor. Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor.
- Ketaren S. 1986. *Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan*. UI Press : Jakarta.
- Riandari, Dwika. Kusmawati, Rini. 2015. *Analisis Proksimat*. Bogor. Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor.
- Winarno, F. G. 1999. *Minyak Goreng dalam Menu Masyarakat..* Bogor : Pusbangtepa IPB.

LAMPIRAN

Kadar air dan bahan menguap (%)

$$= \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

$$\text{Simplo} = \frac{107.1566 \text{ g} - 107.1534 \text{ g}}{107.1566 \text{ g} - 105.1443 \text{ g}} = \frac{0.0032 \text{ g}}{2.0123 \text{ g}} \times 100\% = 0.16\%$$

$$\text{Duplo} = \frac{108.9856 \text{ g} - 108.9820 \text{ g}}{108.9856 \text{ g} - 106.9730 \text{ g}} = \frac{0.0036 \text{ g}}{2.0126 \text{ g}} \times 100\% = 0.18\%$$

$$\text{RPD} = 11.76\%$$

Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)

Data Pengamatan

	Simplo	Duplo
Bobot wadah + sampel	134.4229 g	113.0477 g
Bobot wadah kosong	124.4001 g	103.0331 g
Bobot sampel	10.0228 g	10.0146 g

Pengulangan	Bobot Sampel	N Penitar	V Penitar	Fp	Indikator	Warna TA
Simplo	10.0228 g	NaOH 0.0968	0.65 mL	-	PP	Merah muda seulas
Duplo	10.0146 g	N	0.45 mL			

Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)

$$= \frac{25.6 \times V \times N}{W}$$

$$\text{Simplo} = \frac{25.6 \times 0.65 \times 0.0968}{10.0228} = 0.16\%$$

$$\text{Duplo} = \frac{25.6 \times 0.45 \times 0.0968}{10.0146} = 0.11\%$$

$$\text{RPD} = 37.03\%$$

Bilangan Peroksida

Data Pengamatan

	Simplo	Duplo
Bobot wadah + sampel	118.1636 g	125.4536 g
Bobot wadah kosong	113.1558 g	120.4207 g
Bobot sampel	5.0078 g	5.0329 g

Pengulangan	Bobot Sampel	N Penitar	V Penitar	Fp	Indikator	Warna TA
Simplo	5.0078 g	Na ₂ S ₂ O ₃ 0.0213 N	0.80 mL	-	Kanji	Tak berwarna
Duplo	5.0329 g		0.90 mL			
Blanko	-		0.00 mL			

Perhitungan

$$\text{Bilangan peroksida (mek O}_2\text{/kg)} = \frac{1000 \times N \times (V_p - V_b)}{W}$$

$$\text{Simplo} = \quad \quad \quad = 3.40 \text{ mek/kg}$$

$$\text{Duplo} = \quad \quad \quad = 3.81 \text{ mek/kg}$$

$$\text{RPD} = 11.37\%$$

Penetapan Logam Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb)

Data Pengamatan Logam Cd

Deret Standar	Abs	Limit Deteksi	Abs	Sampel	
Blanko	0	LD1	0.0129	Blanko	-0.0003
0.1 ppm	0.0130	LD2	0.0130	Simplo	-0.0002
0.2 ppm	0.0239	LD3	0.0131	Duplo	0.0016
0.4 ppm	0.0470	LD4	0.0132	Intersep	3.98 x 10 ⁻³
0.8 ppm	0.0879	LD5	0.0131	Slope	0.0992
1.6 ppm	0.1397,	LD6	0.0131	r	0.9984
		LD7	0.0130	SD	9.7590 x 10 ⁻⁵

$$\text{MDL} = 6 \times \text{SD} / \text{Slope} = 0.006 \text{ ppm}$$

Data Pengamatan Logam Pb

Deret Standar	Abs
Blanko	0
1 ppm	0.0147
3 ppm	0.0287
6 ppm	0.0572
9 ppm	0.0854
12 ppm	0.1106

Limit Deteksi	Abs
LD1	0.0010
LD2	0.0009
LD3	0.0009
LD4	0.0007
LD5	0.0008
LD6	0.0008
LD7	0.0011

Sampel

Blanko	0.0002
Simplo	0.0004
Duplo	0.0005

Intersep	2.4734×10^{-3}
Slope	9.0890×10^{-3}
r	0.9990

SD	1.3452×10^{-4}
----	-------------------------

$$\text{MDL} = 6 \times \text{SD} / \text{Slope} = 0.09 \text{ ppm}$$

Data Pengamatan Logam As

Deret Standar	Abs
Blanko	0
10 ppb	0.0147
25 ppb	0.0287
50 ppb	0.0572
75 ppb	0.0854

Limit Deteksi	Abs
LD1	0.0249
LD2	0.0263
LD3	0.0185
LD4	0.0192
LD5	0.0232
LD6	0.0175
LD7	0.0246

Sampel

Blanko	-0.0108
Simplo	-0.0249
Duplo	-0.0030

Intersep	$1,994 \times 10^{-3}$
Slope	4.6711×10^{-3}
r	0.9938

SD	3.5457×10^{-3}
----	-------------------------

$$\text{MDL} = 6 \times \text{SD} / \text{Slope} = 4.55 \text{ ppb}$$

Data Pengamatan Logam Sn

Deret Standar	Abs	Limit Deteksi	Abs	Sampel	
Blanko	0	LD1	0.0037	Blanko	-0.0004
5 ppm	0.0024	LD2	0.0036	Simplo	-0.0002
10 ppm	0.0043	LD3	0.0037	Duplo	-0.0002
15 ppm	0.0070	LD4	0.0041	Intersep	-1.7619×10^{-4}
20 ppm	0.0096	LD5	0.0038	Slope	4.8743×10^{-4}
25 ppm	0.0122	LD6	0.0032	r	0.9989
		LD7	0.0029	SD	4.4334×10^{-4}
		LD8	0.0033		
		LD9	0.0040		
		LD10	0.0028		

$$\text{MDL} = 6 \times \text{SD} / \text{Slope} = 5.33 \text{ ppm}$$

Data Pengamatan Logam Hg

Deret Standar	Abs	Limit Deteksi	Abs	Sampel	
Blanko	0	LD1	0.0055	Blanko	0.0003
25 ppb	0.0403	LD2	0.0057	Simplo	0.0003
50 ppb	0.0796	LD3	0.0052	Duplo	0.0006
75 ppb	0.1245	LD4	0.0043	Intersep	-1.4×10^{-3}
100 ppb	0.1672	LD5	0.0037	Slope	1.6744×10^{-3}
		LD6	0.0034	r	0.9997
		LD7	0.0032	SD	1.198×10^{-3}
		LD8	0.0032		
		LD9	0.0027		
		LD10	0.0023		

$$\text{MDL} = 6 \times \text{SD} / \text{Slope} = 4.29 \text{ ppm}$$