



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH PROSES PENGGORENGAN TERHADAP KANDUNGAN LOGAM Pb DAN Cu PADA MINYAK YANG DI PAKAI BERULANG KALI

SKRIPSI



**YANI SRI YANTI
06132012**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PROSES PENGGORENGAN TERHADAP KANDUNGAN
LOGAM Pb DAN Cu PADA MINYAK YANG DI PAKAI BERULANG KALI**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains
(Strata I) pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas

Disetujui Oleh :

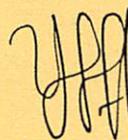
Pembimbing I



Dr. REFILDA

NIP.195907131987022001

Pembimbing II



YEFRIDA. MSi

NIP.196903141999032001

ABSTRAK

PENGARUH PROSES PENGGORENGAN TERHADAP KANDUNGAN LOGAM Pb DAN Cu PADA MINYAK YANG DI PAKAI BERULANG KALI

Oleh :

Yani Sri Yanti

Sarjana Sains (SSi) dalam Bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas

Dibimbing oleh Dr. Refilda dan Yefrida M.Si

Penelitian tentang pengaruh proses penggorengan terhadap kandungan logam Pb dan Cu pada minyak telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pengulangan pemakaian minyak goreng, melihat jenis wajan penggorengan dan bahan yang digoreng (ayam) terhadap kandungan logam Pb dan Cu dalam minyak jelantah. Wajan yang digunakan pada proses penggorengan yaitu wajan aluminium dan stainless steel. Untuk melepaskan ikatan logam pada sampel minyak digunakan metoda destruksi basah menggunakan pelarut HNO_3 p.a dan H_2O_2 30 %, selanjutnya untuk menentukan kadar Pb dan Cu dengan Spektrofotometri Serapan Atom (*SSA Rayleigh WFX-320*). Uji statistik tentang pengaruh pengulangan pemakaian minyak terhadap kandungan logam Pb dan Cu dengan menggunakan uji F menunjukkan bahwa pengulangan penggorengan, jenis wajan dan bahan yang digoreng (ayam) memiliki perbedaan yang signifikan untuk meningkatkan kadar logam Pb dan Cu. Nilai logam Pb dan Cu yang diperoleh melebihi standar mutu minyak goreng pada SNI 01-374-2002.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF FRYING PROCESS TO LEAD (Pb) AND COPPER (Cu) METAL CONTENT IN REUSING OF FRYING OIL

By

Yani Sri Yanti

Bachelor of Science in Chemistry Faculty of Mathematic and Natural Science

University of Andalas

Advised by Dr. Refilda and Yefrida. M.Si

The research of the influence of frying process to the content of Pb and Cu metal in oil has been done. This research is aimed to see the influence of the reusing of frying oil, the type of frying pan and fried material (chicken) to the content of Pb and Cu metal in oil residue. The frying pan in frying process is the aluminium pan and stainless steel. To release the metal bonding in oil sample is used the wet destruction method by using HNO_3 solvent and H_2O_2 30 %, and to determine the content of Pb and Cu is using Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA Rayleigh WFX-320). Statistical tests on the effect of repeated use of oil on the metal content of Pb and Cu by using the F test showed that the repetition of frying, the type of frying pan and fried material (chicken) has a significant difference to increase levels of Pb and Cu metal. Pb and Cu metal value obtained exceeds the quality standard of cooking oil on the SNI 01-374-2002

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH PROSES PENGGORENGAN TERHADAP KANDUNGAN LOGAM Pb DAN Cu PADA MINYAK YANG DI PAKAI BERULANG KALI”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Refilda dan Ibu Yefrida. M.Si selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing penulis dengan sepenuh hati dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Hasnirwan. M.Si sebagai pembimbing akademik.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni sebagai ketua jurusan Kimia dan Dr. Mai Efdi sebagai koordinator Pendidikan Kimia FMIPA UNAND.
4. Bapak-bapak, ibu-ibu dosen jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu dan pengetahuannya bagi penulis.
5. Orang tua yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan moril maupun materil pada penulis.
6. Semua analis laboratorium dan semua pegawai pustaka Jurusan Kimia FMIPA UNAND yang telah memberikan bantuan demi kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik yang membangun bagi kesempurnaan skripsi ini, sehingga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	ii
Abstract	iii
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	v
Daftar Tabel.....	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	ix
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
Bab II Tinjauan Pustaka	4
2.1 Logam Berat	4
2.1.1 Timbal	4
2.1.2 Tembaga	6
2.1.3 Penggolongan Mineral dalam Tubuh Ternak	6
2.2 Minyak	8
2.2.1 Minyak Sawit	8
2.2.2 Minyak Bekas Penggorengan (Jelantah)	9
2.3 Wajan	12

2.4 Destruksi	13
2.4.1 Destruksi Kering	13
2.4.2 Destruksi Basah	13
2.5 Spektrofotometri Serapan Atom	14
Bab III Metodologi Penelitian	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Prosedur Kerja	18
3.3.1 Perlakuan Minyak dari Proses penggorengan	18
3.3.2 Perlakuan Terhadap Minyak Hasil Penggorengan	19
3.3.3 Pembuatan Reagen	19
3.3.4 Destruksi Basah dengan Pelarut HNO_3 - H_2O_2	20
Bab IV Hasil dan Pembahasan	21
4.1 Analisis Logam Pb dalam Minyak Jelantah dengan Memakai	
Wajan Aluminium dan Wajan Stainless Steel	21
4.2 Analisis Logam Cu dalam Minyak Jelantah dengan Memakai	
Wajan Aluminium dan Wajan Stainless Steel	23
Bab V Kesimpulan dan Saran	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
Daftar Pustaka	27
Lampiran	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nutrisi Mineral Esensial dan Jumlahnya dalam Tubuh Hewan	6
Tabel 2. Syarat Mutu Minyak Goreng	9
Tabel 3. Perbandingan Minyak dan Berat Ayam Menggunakan Wajan Aluminium dan Stainless Steel	25
Tabel 4. Standar Pb dan Cu untuk Wajan Aluminium	26
Tabel 5. Standar Pb dan Cu untuk Wajan Stainless Steel	27
Tabel 6. Hasil Pengukuran Kandungan Logam Pb	31
Tabel 7. Hasil Pengukuran Kandungan Logam Cu	32
Tabel 8. Uji Statistik Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak terhadap Kandungan Logam Pb	33
Tabel 9. Uji Statistik Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak terhadap Kandungan Logam Cu	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Spektrometer Serapan Atom atau SSA	13
Gambar 2. Kurva Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak Terhadap Kandungan Logam Pb (1 – 7 Kali Pengulangan) Memakai Wajan Aluminium Dan Wajan Stainless Steel	17
Gambar 3. Kurva Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak Terhadap Kandungan Logam Cu (1 – 7 Kali Pengulangan) Memakai Wajan Aluminium Dan Wajan Stainless Steel	20
Gambar 4. Kurva Standar Pb dan Cu dengan Wajan Aluminium	26
Gambar 5. Kurva Standar Pb dan Cu dengan Wajan Stainless Steel	27
Gambar 6. Penggorengan dengan Menggunakan a. Wajan Aluminium, b. Wajan Stainless Steel	43
Gambar 6. Pengaruh Pengulangan Penggorengan Terhadap Warna Minyak	44
Gambar 7. Gambar Alat SSA Yang Digunakan Untuk Penentuan Logam Pb Dan Cu	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perbandingan Volume Minyak dengan Berat Ayam	25
Lampiran 2. Data Pengukuran Larutan Standar	26
Lampiran 3. Contoh Perhitungan Kosentrasi Logam Pb dan Cu	28
Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Kandungan Logam Pb Dan Cu Pada Minyak ..	31
Lampiran 5. Uji Statistik	33
Lampiran 6. Proses Pemanasan Minyak dan Penggorengan ayam	43
Lampiran 7. Pengaruh Pengulangan Penggorengan Terhadap Warna Minyak.....	44
Lampiran 8. Gambar Alat SSA Yang Digunakan Untuk Penentuan Logam Pb Dan Cu	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari manusia sering menggunakan minyak goreng sebagai media transfer panas pada makanan. Dengan kondisi ekonomi masyarakat sekarang ini, dimana harga makanan pokok mahal, maka sering kali masyarakat menggunakan minyak goreng lebih dari dua kali pemakaian yang dikenal dengan minyak jelantah.

Saat proses penggorengan berlangsung minyak goreng akan teradsorpsi pada makanan, sehingga minyak tersebut masuk mengisi ruang-ruang kosong pada makanan sehingga hasil penggorengan mengandung 5 – 40 % minyak. Hal ini tidak akan menimbulkan masalah selama minyak penggorengan tidak rusak. Akan tetapi masyarakat kebanyakan tidak mengetahui hal tersebut dan terus menggunakan minyak jelantah. Faktor penyebabnya sangatlah bervariasi di antaranya adalah rasa sayang jika minyak goreng tidak digunakan walaupun minyak tersebut sudah rusak dan tidak layak dikonsumsi, dan juga ketidaktahuan masyarakat awam akan bahaya minyak jelantah tersebut. Dengan demikian mau tidak mau minyak goreng ikut dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh. ^[1]

Pemakaian minyak goreng secara berulang-ulang akan menghasilkan minyak jelantah dimana kualitas dari minyak tersebut lebih rendah daripada minyak goreng baru. Karakteristik dari minyak jelantah yaitu tekstur, penampilan, cita rasa dan bau yang kurang enak pada makanan. Selain itu minyak jelantah bila dikonsumsi akan dapat menyebabkan pengendapan lemak dalam pembuluh darah dan penurunan nilai cerna lemak. ^[2]

Apabila makanan yang mengandung bahan kimia seperti logam berat dalam jumlah tinggi masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan menurut Darmono (1995) akan mengakibatkan gangguan pada sistem saraf, pertumbuhan terhambat,

gangguan reproduksi, peka terhadap penyakit infeksi, kelumpuhan, dan kematian dini, serta dapat juga menurunkan tingkat kecerdasan anak. Sedangkan orang yang terpapar Pb akan menimbulkan gejala seperti kram perut, sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, kulit yang memucat, kerusakan pada hati, kesuburan jadi abnormal pada wanita, otot terasa sakit, kelumpuhan, dan kejang pada tangan dan kaki karena rusaknya jaringan otot. Keracunan yang mendadak menyebabkan otot terasa sakit, muntah-muntah, sakit perut, dan pingsan yang terjadi dalam waktu yang singkat setelah timbal masuk meracuni tubuh. ^[3,4] Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) di dalam minyak goreng terkandung logam-logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). Kadar maksimal logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di dalam minyak goreng adalah 0,1 ppm. Kadar maksimal ini dilihat dari minyak goreng yang belum dipakai atau minyak goreng baru ^[5].

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diteliti oleh peneliti yang terdahulu kandungan ion logam Pb dan Cu dalam minyak jelantah meningkat setelah dilakukan beberapa kali penggorengan ^[22]. Peningkatan ion logam ini belum dipelajari dari mana asalnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dicoba untuk mempelajari sumber peningkatan dari ion logam tersebut baik dari wadah penggorengan maupun dari bahan yang di goreng. Wadah yang digunakan wadah aluminium dan stainless steel. Kadar Pb, Cu dalam minyak ditentukan dengan metoda Spektrofotometri Serapan Atom Nyala.

1.2. Perumusan Masalah

Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti adalah :

- a. Apakah pengulangan pemakaian minyak goreng berpengaruh terhadap kandungan logam Pb dan Cu.
- b. Apakah peningkatan ion logam Pb dan Cu dalam minyak jelantah berasal oleh wadah penggorengan dan bahan yang di goreng yaitu ayam.

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat pengaruh pengulangan pemakaian minyak goreng terhadap kandungan logamnya, dan melihat pengaruh wadah penggorengan dan bahan yang digoreng (ayam) terhadap kandungan logam Pb dan Cu dalam minyak jelantah.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk :

1. Menginformasikan pada masyarakat bagaimana pengaruh pengulangan pemakaian minyak goreng terhadap kandungan logamnya.
2. Mengetahui pengaruh wadah yang dipergunakan untuk penggorengan terhadap kadar logam Pb dan Cu pada minyak jelantah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Kontaminasi logam berat dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga. ^[6] Adapun logam berat yang terdapat pada proses pengilang minyak yaitu Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn. ^[7]

2.1.1 Timbal

Logam timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang digunakan di industri nonpangan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Pb adalah sejenis logam yang lunak dan berwarna cokelat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfide logam (PbS), yang sering disebut galena. Senyawa ini banyak ditemukan dalam pertambangan di seluruh dunia. Bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan Pb ini sering mengakibatkan keracunan. ^[8]

Ukuran keracunan suatu zat ditentukan oleh kadar dan lamanya paparan. Keracunan yang disebabkan oleh timbal dalam tubuh mempengaruhi berbagai jaringan dan organ tubuh. Organ-organ tubuh menjadi sasaran dari keracunan timbal oleh peredaran darah, sistem syaraf, sistem reproduksi dan jantung. Keracunan timbal yang dapat terjadi pada anak-anak dan orang dewasa. ^[9]

Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, makanan, dan minuman. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengeluarkannya sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. ^[10]

Logam timbal merupakan logam lunak, dapat dibentuk dengan mudah dan tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan coating.

2.1.2 Tembaga

Tidak seperti logam-logam Hg, Pb, dan Cd, logam tembaga (Cu) merupakan mikroelemen esensial untuk semua tanaman dan hewan, termasuk manusia. Logam Cu diperlukan oleh berbagai sistem enzim di dalam tubuh manusia. Oleh karena itu, Cu harus selalu ada di dalam makanan. Yang perlu diperhatikan adalah menjaga agar kadar Cu di dalam tubuh tidak kekurangan dan juga tidak boleh berlebihan.

Kebutuhan tubuh per hari akan Cu adalah 0,05 mg/kg berat badan. Pada kadar tersebut tidak terjadi akumulasi Cu pada tubuh manusia normal. Konsumsi Cu dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan gejala-gejala yang akut. ^[6]

2.1.4 Penggolongan Mineral dalam Tubuh Ternak

Tembaga merupakan unsur esensial yang bila kekurangan dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan hemoglobin. Tembaga sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin, dan proses fisiologis dalam tubuh hewan (Richards 1989; Ahmed et al. 2002). ^[11]

Tabel 1. Nutrisi mineral esensial dan jumlahnya dalam tubuh hewan.

Mineral makro	Kadar	Mineral makro	Kadar
	g/kg		mg/kg
Kalsium (Ca)	15	Besi (Fe)	20-80
Fosforus (P)	10	Seng (Zn)	10-50
Kalium (K)	2	Tembaga (Cu)	1-5
Natrium (Na)	1,60	Molibdenum (Mo)	1-4
Klorin (Cl)	1,10	Selenium (Se)	1-2
Sulfur (S)	1,50	Iodin (I)	0,30-0,60
Magnesium (Mg)	0,40	Mangan (Mn)	0,20-0,60
		Kobalt (Co)	0,02-0,10
Sumber : McDonald et al. (1988)			

2.2 Minyak

2.2.1 Minyak sawit

Minyak sawit merupakan sumber minyak nabati yang penting disamping minyak kelapa. Jika dibandingkan dengan minyak kelapa sawit, minyak kelapa diduga mengandung lemak jenuh dalam jumlah tinggi. Rendahnya lemak jenuh dalam minyak kelapa sawit karena produksi minyak kelapa sawit melalui proses pemanasan dan pengepresan. Minyak sawit diperoleh dari pengolahan buah sawit. Buah sawit menghasilkan dua jenis minyak yang mempunyai sifat berbeda yaitu *palm oil* (minyak sawit) yang berasal dari sabut sawit dan *palm kernel oil* (minyak inti sawit) yang berasal dari daging buah sawit. Nilai gizi dari minyak inti sawit ini cukup baik yaitu kandungan protein 15,3%, lemak 57,2%, air 23,4% dan abu 11,3%, sedangkan sabut minyak sawit sebagai bahan baku pakan ikan terlebih dahulu harus diproses menjadi tepung dengan nilai gizi yang terkandung didalamnya protein 16,09%; lemak 5,39% dan abu 8,59% .^[13]

Adanya senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dalam minyak sangat menentukan kualitas minyak. Selama penyimpanan atau selama proses pengolahan minyak tersebut di industri, masing-masing komponen ini akan menunjukkan dampak negatif dan menyebabkan mutu barang yang dihasilkan akan kurang.

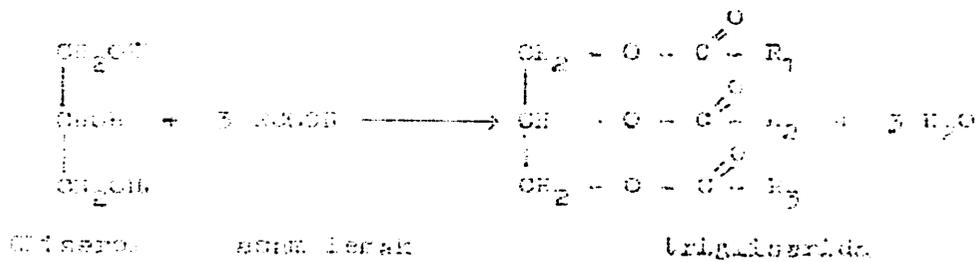
Dengan demikian, sebelum minyak sawit didistribusikan ke pasaran atau diolah sebagai bahan pasar industri, terlebih dahulu senyawa-senyawa yang tidak diinginkan ini harus dihilangkan. Penghilangan warna ini dapat dilakukan melalui proses adsorpsi dengan menggunakan bahan adsorben tertentu, misalnya karbon aktif, tanah liat dan sebagainya.^[13]

2.2.2 Minyak Bekas Penggorengan (Jelantah)

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) merupakan limbah dan bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Proses pemanasan mengakibatkan nilai gizi seperti omega-3 yang diketahui dapat menurunkan kolesterol darah dari minyak goreng tersebut tidak berfungsi lagi karena ikatan rangkapnya akan rusak.

Dekomposisi minyak goreng akibat proses penggorengan antara lain dipengaruhi oleh komposisi makanan yang digoreng, jenis minyak yang digunakan untuk menggoreng dan kondisi penggorengan. Berdasarkan penelitian, minyak goreng (sawit) sudah tidak layak pakai setelah digunakan untuk menggoreng bahan makanan sumber karbohidrat selama 4x5 jam pada suhu 180°C, atau selama 3x5 jam jika digunakan untuk menggoreng bahan makanan sumber protein, baik nabati maupun hewan.

Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan pecahnya ikatan *trigliserida* menjadi gliserol dan asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*). Selain menyebabkan ketengikan, FFA juga bisa menaikkan kolestrol darah. Reaksi yang terjadi adalah :



Salah satu indikasi yang menandakan minyak tersebut telah rusak ialah dari warnanya. Dimana warna gelap yang terdapat pada minyak jelantah tersebut disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E). Warna gelap ini dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan, yang disebabkan beberapa faktor yaitu : ^[14]

1. Suhu pemanasan yang terlalu tinggi pada waktu pengepresan dengan cara hidrolis atau ekspeller, sehingga sebagian minyak teroksidasi. Disamping itu minyak yang terdapat dalam suatu bahan dalam keadaan panas akan mengekstraksi zat warna yang terdapat dalam bahan tersebut..
2. Pengepresan bahan yang mengandung minyak dengan tenaga dan suhu yang tinggi akan menghasilkan minyak dengan warna yang lebih gelap.
3. Ekstraksi minyak dengan menggunakan pelarut organik tertentu, misalnya campuran pelarut petroleum dan benzen akan menghasilkan minyak dengan warna lebih merah dibandingkan dengan minyak yang diekstraksi dengan pelarut triklor etilen, benzen dan heksan.
4. Logam seperti Fe, Cu dan Mn akan menimbulkan warna yang tidak diinginkan dalam minyak.
5. Oksidasi terhadap fraksi tidak tersabunkan dalam minyak, terutama oksidasi tokoperol dan chroman 5,6 quinon menghasilkan warna kecoklat-coklatan.

Selama proses menggoreng, ikatan rangkap yang terdapat dalam asam lemak tidak jenuh akan teroksidasi karena pengaruh panas yang akan dipercepat oleh adanya logam tembaga ataupun besi. ^[14]

Untuk menentukan apakah mutu minyak itu termasuk baik atau tidak diperlukan standar mutu. Ada beberapa faktor yang menentukan standar mutu minyak goreng yaitu : ^[5]

Tabel 2. Syarat mutu minyak goreng

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan	
1	Keadaan			
1.1	Bau		Normal	
1.2	Rasa		Normal	
1.3	Warna		Putih, kuning pucat sampai kuning	
2	Kadar air	% b/b	Maks 0,1	Maks 0,3
3	Bilangan asam	mg KOH/gr	maks0,6	maks 2
4	Asam linolenat (C 18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks 2	Maks 2
5	Cemaran logam			
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 0,1	maks 0,1
5.2	Timah (Sn)	mg/kg	maks 40,0/250*	maks 40,0/250*
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05	maks 0,05
5.4	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 0,1	maks 0,1
6	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks 0,1	maks 0,1
7	Minyak pelican **		Negatif	Negatif
CATATAN * Dalam kemasan kaleng				
CATATAN ** Minyak pelican adalah minyak mineral dan tidak bisa disabunkan				

2.3 Wajan

Jika menggunakan alat masak dari tembaga atau aluminium, maka bisa saja meracuni diri secara perlahan-lahan. Logam ini berinteraksi dengan panas dan makanan, meresap pada makanan, dan akhirnya menumpuk dalam tubuh yang kadang menyebabkan keracunan. Tingkat aluminium yang tinggi, misalnya telah di hubungkan dengan terjadinya kehilangan ingatan, salah pencernaan, sakit kepala, dan gangguan otak seperti penyakit Alzheimer. Tingkat racun tembaga dapat merusak sistem imun dan memungkinkan sel-sel kanker berkembang biak. Ketika digosok dengan kasar, alat makan stainless steel bahkan dapat mengeluarkan sejumlah kecil logam beracun, seperti kromium dan nikel. Wajan anti lengket mengandung teflon, sebuah plastik yang tahun-tahun belakangan ini terbukti berkaitan dengan masalah imunitas dan memungkinkan penyakit kanker.

logam aluminium merupakan konduktor yang baik, mempunyai sifat ringan, tahan korosi dan tidak beracun maka dari itu banyak digunakan sebagai bahan alat-alat rumah tangga seperti panci, wajan, dan lain-lain. Logam-logam yang biasanya digunakan sebagai campuran pada pembuatan wadah atau wajan aluminium adalah tembaga, magnesium, timbal, mangan, chromium dan seng (pada media alkali).^[15]

Stainless steel banyak digunakan untuk keperluan alat-alat dapur, seperti sendok, pisau, garpu, dan oven, juga untuk alat-alat kesehatan seperti, gunting dan pisau bedah. Stainless steel merupakan campuran logam besi, krom dan nikel.^[16]

2.4 Destruksi

Untuk menentukan logam-logam dalam jumlah renik yang terkandung di dalam suatu materi organik, biasanya dibutuhkan perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*), sehingga konsentrasi logam tersebut akan menjadi lebih besar.

Perlakuan pendahuluan tersebut berguna untuk menguraikan dan merombak bentuk organik dari logam menjadi bentuk anorganik, sehingga material-material

pengganggu dapat dihilangkan dan akhirnya logam-logam dapat ditentukan secara langsung dengan menggunakan metoda pengukuran tertentu.

Destruksi merupakan suatu cara yang dapat dan sering digunakan untuk melarutkan unsur logam dari materi organik yang mengikat logam-logam tersebut. Metoda ini ditinjau dari cara dan pereaksi yang digunakan dapat dibagi atas dua cara yaitu destruksi kering dan destruksi basah. ^[18]

2.4.1. Destruksi kering

Destruksi kering adalah perombakan bahan organik yang dilakukan dengan cara memanaskan suatu cuplikan dengan tungku pembakar pada suhu yang sangat tinggi, biasanya suhu yang digunakan berkisar antara 400 - 800 °C. Cara ini secara sederhana tidak membutuhkan pelarut dan tidak dapat digunakan untuk logam-logam yang mudah menguap. Tetapi ini akan memberikan hasil pemisahan yang akurat untuk oksida yang mudah menguap seperti Pb, Zn, Co, Sb, Cr, dan Fe dalam jumlah runtu dapat diperoleh kembali, dengan sedikit kehilangan pada saat penguapan. Wadah untuk mendestruksi sebaiknya digunakan krus porselen dan khusus untuk Pb yang terbaik adalah platina. ^[18]

2.4.2. Destruksi basah

Destruksi basah adalah perombakan zat-zat organik yang diperlakukan dengan cara menggunakan asam mineral dan zat pengoksidasi dalam larutan. Cara ini terus dikembangkan terutama dalam penentuan logam-logam yang mudah menguap. Karena dengan cara ini suhu pemanasan tidak terlalu tinggi yaitu berkisar antara 100 - 200°C.

Berdasarkan berbagai macam hasil penelitian tentang cara ini, pelarut yang digunakan adalah pelarut yang dikategorikan sebagai pelarut dengan asam-asam kuat yang pada umumnya bersifat sebagai oksidator. Asam-asam kuat yang digunakan pada metoda ini seperti : HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 dan HCl . Pelarut asam yang digunakan dapat secara tunggal maupun campurannya. Kesempurnaan destruksi yang

menunjukkan bahwa konstituen yang ada telah larut sempurna atau perombakan senyawa-senyawa organik yang baik. ^[19]

Metoda destruksi basah memberikan beberapa keuntungan, yaitu :

1. Kemungkinan kehilangan zat yang akan dianalisis dapat diperkecil,
2. Penggunaan pelarut atau asam sedikit.
3. Kelebihan asam dapat dikeluarkan melalui pemanasan.

Kelebihan metoda dengan menggunakan asam nitrat adalah :

1. Metodanya sederhana.
2. Oksidasi kontiniu dan cepat.
3. Unsur-unsur yang diperoleh mudah larut sehingga dapat ditentukan dengan metoda analisis tertentu.

Kekurangan metoda ini reaksi terjadi kuat, sehingga dapat menyebabkan residu keluar. Karena itu sebaiknya dilakukan pemanasan dengan hati-hati.

2.5 Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar Spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990). ^[20] Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur.

Cara kerja Spektrofotometri Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995).

Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang

gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = h \cdot \frac{C}{\lambda}$$

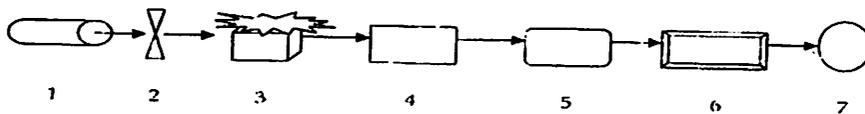
Dimana E = Energi (Joule)

h = Tetapan Planck ($6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s)

C = Kecepatan Cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s), dan

λ = Panjang gelombang (nm)

Alat spektrofotometer serapan atom terdiri dari rangkaian dalam diagram skematik berikut:



Gambar 1. Diagram Spektrofotometer Serapan Atom atau SSA (Syahputra, 2004) ^[22]

Keterangan : 1. Sumber sinar

2. Pemilah (*Chopper*)

3. Nyala

4. Monokromator

5. Detektor

6. Amplifier

7. Meter atau recorder

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Maret sampai bulan September 2010 di Laboratorium Kimia, Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas Padang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan antara lain peralatan gelas, hot plate, wadah minyak, kertas saring, peralatan dapur (kompor, kuali, sendok goreng, wajan), labu Kjeldahl, neraca analitik XT 220 A Precisa, serta Peralatan SSA (*SSA Rayleigh WFX-320*).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain minyak goreng curah, minyak jelantah, HNO_3 p.a, H_2O_2 30 %, larutan standar (Pb dan Cu) 1000 mg/L (E.Merck, Germany), ayam ras boiler serta akuabides.

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Perlakuan Minyak Dari Proses Penggorengan

Siapkan dua buah kompor, lalu hidupkan kompornya. Letakkan kuali di atas kompor, dalam waktu yang bersamaan isi minyak. Kualinya pertama hanya minyak saja dan kualinya kedua isi minyak dan masukkan ayam, dengan perbandingan 2 L minyak dan 2 kg ayam untuk minyak dengan penggorengan ayam, sedangkan minyak yang tanpa penggorengan ayam juga diisi 2 L minyak, setiap kekurangan minyak pada penggorengan ayam, dilakukan juga pengurangan pada minyak tanpa penggorengan ayam. Selama proses lakukan pengadukan pada kedua percobaan. Pada penggorengan pertama minyak dipisahkan, lakukan sampai penggorengan ke tujuh. Ini dilakukan

pada wajan aluminium, setelah itu lakukan juga hal yang sama pada wajan stainless. Data setiap pengurangan minyak bisa dilihat pada lampiran 1.

1.3.2 Perlakuan Terhadap Minyak Hasil Penggorengan

Minyak jelantah dari tiap penggorengan disaring terlebih dahulu menggunakan kertas saring dan pompa vakum, kemudian minyak ini diperlakukan lebih lanjut dengan cara destruksi.

3.3.3 Pembuatan Reagen

3.3.3 Pembuatan Reagen

➤ Larutan standar Pb

Pembuatan larutan standar Pb dilakukan dengan mengencerkan larutan induk Pb 1000 ppm menjadi 50 ppm dalam labu 100 mL. Selanjutnya deret standar Pb (0,0 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 dan 1,0) ppm dibuat dengan cara memipet (0,0 ; 0,4 ; 0,8 ; 1,2 ; 1,6 ; 2,0) mL larutan Pb 50 ppm dan diencerkan dengan akuades dalam labu 100 mL.

➤ Larutan standar Cu

Pembuatan larutan standar Cu dilakukan dengan cara mengencerkan larutan induk Cu 1000 ppm menjadi 50 ppm dalam labu 100 mL. selanjutnya deret standar Cu (0,0 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0 dan 2,5) ppm dibuat dengan memipet (0 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5) mL larutan Cu 50 ppm dan diencerkan dengan akuades dalam labu 100 mL.

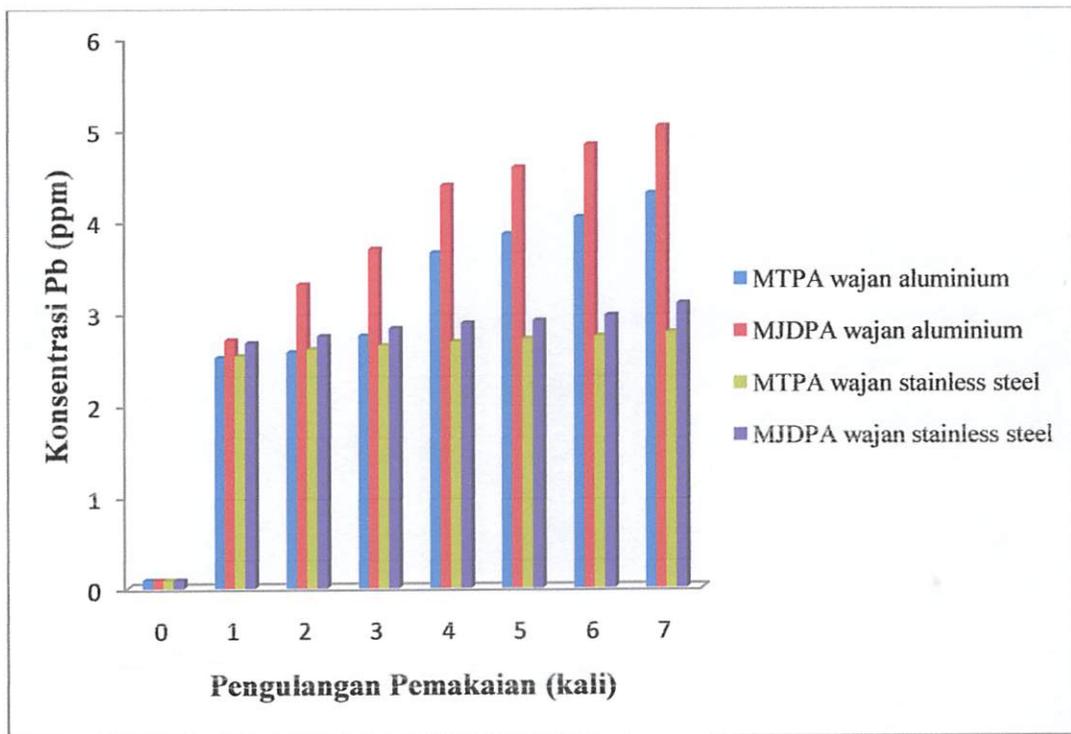
3.3.4 Destruksi Basah dengan Pelarut HNO_3 - H_2O_2

Ke dalam labu Kjeldahl dimasukkan 5 mL minyak, kemudian tambah 5 mL pelarut HNO_3 pekat. Lakukan destruksi mula-mula dengan pemanasan yang rendah kemudian panas dinaikkan secara perlahan. Setelah larutan berwarna kekuningan dan seluruh gas NO_2 habis keluar, suhu diperkecil dan tambah 2 mL hidrogen peroksida 30 % secara perlahan-lahan selama 1 jam. Kemudian dilanjutkan pemanasan selama 1 jam hingga larutan menjadi jernih. Diencerkan sampai volume 25 mL dengan akuabides. Setelah dingin, larutan disaring menggunakan kertas saring dan disimpan dalam wadah kaca. Larutan ini siap dianalisis kandungan logam Pb dan Cu menggunakan AAS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Logam Pb dalam Minyak Jelantah dengan Memakai Wajan Aluminium dan Wajan Stainless Steel.

Logam timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang digunakan di industri nonpangan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup [7]. Analisis kandungan logam berat Pb dalam minyak jelantah sebanyak 7 kali penggorengan dengan wajan aluminium dan wajan stainless steel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva pengaruh pengulangan pemakaian minyak terhadap kandungan logam Pb (1 – 7 kali pengulangan) memakai wajan aluminium dan wajan stainless steel.

Keterangan : MTPA = Minyak Tanpa Penggorengan Ayam

MJDPa = Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam

Dapat dilihat dari Gambar 2 blanko (minyak awal) juga mengandung logam Pb sebesar 0,088 ppm, ini berarti masih memenuhi SNI untuk minyak baru, setelah dilakukan penggorengan minyak terjadi peningkatan logam Pb setiap kali melakukan penggorengan. Peningkatan kandungan logam Pb pada wajan aluminium lebih tinggi dari pada wajan stainless steel. Karena pada wajan aluminium merupakan campuran dari logam-logam, salah satunya timbal. Sedangkan wajan stainless steel merupakan campuran logam besi, krom dan nikel. ^[17]

Pemanasan dapat mempercepat melarutnya logam dari peralatan masak, makanan itu sendiri, alat-alat makanan, dan wadah-wadah tempat penyimpanan yang terbuat dari aluminium atau campurannya. Semua bahan pangan alami mengandung logam dalam konsentrasi yang kecil, namun dalam proses pengolahan dan penyimpanan dapat menimbulkan penambahan logam tersebut, ini disebabkan oleh peralatan masak, karena penggorengan yang dilakukan berulang-ulang kali menyebabkan kandungan logam pada minyak semakin bertambah. Kemungkinan terbesar juga bisa dari minyak itu sendiri dengan adanya pemanasan logam-logam dalam minyak akan lepas, selain itu logam Pb juga berasal dari proses pengkilangan minyak dimana logam yang terkandung pada pengkilangan minyak yaitu Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn ^[8] dan proses pemekatan pada minyak pada proses penggorengan. Semakin lama proses penggorengan, maka semakin sedikit minyak yang bersisa, sehingga semakin bertambah logam yang dihasilkan.

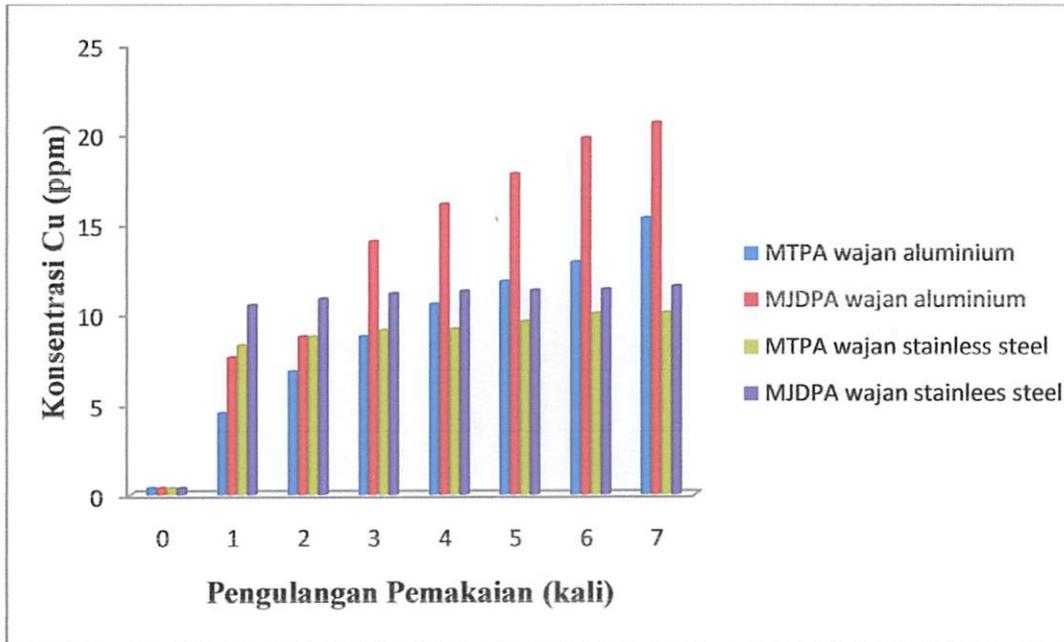
Pada minyak yang dilakukan untuk penggorengan ayam, juga terjadi peningkatan kandungan logam Pb seiring dengan pengulangan penggorengan. Proses penggorengan minyak jelantah dapat dilihat pada lampiran 5. Warna minyak jelantah juga mengalami perubahan setiap melakukan penggorengan, yaitu warnanya semakin pekat dapat dilihat pada lampiran 6. Ketika proses penggorengan berlangsung maka terjadi sumbangan logam yang berasal dari peralatan penggorengan yaitu wajan dan sendok aluminium. Disini nilai logam Pb wajan aluminium lebih tinggi dari pada wajan stainless steel, itu disebabkan pada proses penggorengan minyak jelantah tanpa

penggorengan ayam, logam Pb yang banyak juga terdapat pada wajan aluminium, sehingga setelah ditambah dengan penggorengan ayam maka nilai logam Pb juga ikut bertambah. Selain itu bisa berasal dari proses pengkilangan minyak, bahan yang dimasak yaitu ayam serta pemekatan minyak saat proses penggorengan juga berpengaruh pada nilai logam Pb. Kontaminasi logam berat Pb terhadap unggas terjadi melalui makanan pokok dari jenis biji-bijian dan melalui air minum yang masuk kedalam tubuh ayam sehingga terakumulasi di dalam organ tubuh ayam diantaranya hati ayam. Menurut BMR (Batas Maksimum Residu) oleh Dirjen POM 1998, kandungan logam berat Pb dari hati ayam 1,7751 ppm. Kandungan logam berat Pb pada hati ayam yang diijinkan Batas Maksimum Residu yang ditetapkan oleh Dirjen POM dan mengacu kepada ketentuan FAO yaitu 2,000 ppm.^[11] Sedangkan nilai Pb yang di dapat melebihi 2,000 ppm.

Dari hasil penelitian kandungan logam Pb ini melebihi nilai SNI No. 01-3741-2002 pada lampiran 8, data larutan standar dan kurva standar dapat dilihat pada lampiran 2, dan data logam Pb dari wajan aluminium dan stainless steel dapat dilihat pada lampiran 4, sedangkan contoh perhitungan sampel pada lampiran 3.

4.2 Analisis Logam Cu dalam Minyak Jelantah dengan Memakai Wajan Aluminium dan Wajan Stainless Steel.

Logam tembaga (Cu) merupakan mikroelemen esensial untuk semua tanaman dan hewan, termasuk manusia. Logam Cu diperlukan oleh berbagai sistem enzim di dalam tubuh manusia. Tembaga merupakan unsur esensial yang bila kekurangan dapat menghambat pertumbuhan dan pembentukan hemoglobin. Tembaga sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin, dan proses fisiologis dalam tubuh hewan. Tembaga ditemukan dalam protein plasma, seperti seruloplasmin yang berperan dalam pembebasan besi dari sel ke plasma. Dari nilai nutrisi mineral esensial dan jumlah logam dalam tubuh hewan, nilai logam Cu 1-5 mg/kg^[12]. Analisis kandungan logam berat Cu dalam minyak jelantah tanpa penggorengan ayam dengan memakai wajan aluminium dan stainless steel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva pengaruh pengulangan pemakaian minyak terhadap kandungan logam Cu (1 – 7 kali pengulangan) memakai wajan aluminium dan wajan stainless steel.

Keterangan : MTPA = Minyak Tanpa Penggorengan Ayam

MJDPA = Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam

Dari Gambar 3 nilai blanko atau minyak baru untuk logam Cu melebihi SNI yaitu 0,363, minyak yang dipakai adalah minyak curah. Kemungkinan logam Cu berasal dari wadah tempat penyimpanan minyak curah, yaitu drum dan proses pengolahan minyak. logam Cu meningkat setiap melakukan penggorengan. Logam-logam yang biasanya digunakan sebagai campuran pada pembuatan wadah atau wajan aluminium adalah tembaga, magnesium, timbal mangan, chromium dan seng (pada media alkali).^[17] Bisa dilihat dari grafik nilai logam Cu bertambah dengan penambahan pengulangan pemakaian minyak jelantah. Dimana peralatan masak juga menyumbangkan logam Cu serta pemekatan minyak saat proses penggorengan juga berpengaruh pada nilai logam Cu. Selama proses menggoreng, ikatan rangkap yang terdapat dalam asam lemak tidak jenuh akan teroksidasi karena pengaruh panas.^[16]

Warna minyak jelantah juga mengalami perubahan setiap melakukan penggorengan, yaitu warnanya semakin pekat. Untuk wajan stainless steel pada penggorengan pertama sampai ke tujuh kali penambahan logam Cu tidak terlalu banyak, tapi pada penggorengan pertama logam Cu dari wajan stainless steel lebih tinggi dari wajan aluminium, ini disebabkan karena wajan yang digunakan masih baru dan pertama kali dipakai banyak mengeluarkan logam.

Dari Gambar 3 bisa dilihat kadar logam Cu semakin meningkat setelah dilakukan penggorengan ayam, peningkatan ini sebanding dengan banyaknya proses penggorengan. Tingginya kadar logam Cu pada minyak jelantah ini disebabkan dari peralatan masak yaitu wajan aluminium serta wajan stainless steel, proses pengilangan minyak juga menghasilkan logam Cu dan bahan yang di masak yaitu ayam, kandungan logam Cu pada daging ayam sebesar 0,477 ppm dan pada hati ayam sebesar 0,720 ppm,^[23] serta dari pemekatan minyak pada saat melakukan penggorengan.

Dari hasil penelitian kandungan logam Cu ini melebihi nilai SNI No. 01-3741-2002, data larutan standar dan kurva standar dapat dilihat pada lampiran 2, dan data logam Cu dari wajan aluminium dan stainless steel dapat dilihat pada lampiran 4, sedangkan contoh perhitungan sampel pada lampiran 3.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan , dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Kandungan Logam Pb dan Cu meningkat seiring dilakukan pengulangan pemakaian minyak goreng berulang kali.
2. Dari uji F maka peningkatan logam Pb dan Cu berasal dari wadah yang digunakan dan bahan yang digoreng yaitu ayam.
3. Kandungan logam Pb dan Cu dari minyak jelantah melebihi SNI 01-374-2002. yaitu melebihi 0,1 ppm.
4. Wajan aluminium menghasilkan logam yang lebih banyak dari wajan stainless steel.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka diharapkan sebagai berikut :

1. Diharapkan kepada masyarakat untuk tidak menggunakan minyak goreng bekas berulang kali, karena kadar logamnya meningkat setiap dilakukan penggorengan.
2. Sebaiknya wajan yang digunakan terbuat dari stainless steel dari pada aluminium, karena wajan stainless steel sedikit menyumbangkan logam dari pada wajan aluminium.
3. Melakukan penelitian awal terhadap bahan makanan yang akan digoreng terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan logam dari makanan tersebut.
4. Melakukan penelitian pemanasan minyak goreng terhadap kandungan logam Pb dan Cu dengan wajan yang tidak terbuat dari logam.

DAFTAR PUSTAKA

1. J. Linda, 2009, *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Menjadi Shampo*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang, Malang.
2. S. Widayat dan K. Haryani, 2005, *Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Dengan Adsorben Zeolit Alam: Studi Pengurangan Bilangan Asam*, Publikasi Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
3. W. Cahyadi, 2004, *Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman*, Fakultas Teknik Unpas departemen Farmasi Pascasarjana ITB.
4. H. Suyani, 1991, *Kimia Dan Sumber Daya Alam*, Pusat Penelitian Universitas Andalas, Padang.
5. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3741-2002) tentang mutu minyak goreng.
6. Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI Press, Jakarta. Hal 1.
7. D. N. Santi, 2004, *Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp dan Kertas Industri Kelapa Sawit*, Medan, Universitas Sumatra Utara.
8. P.V. Chadha, 1995, *Ilmu Forensik dan Toksikologi*, Edisi ke 5, Penerbit Widya Medika, Jakarta.
9. Suarsih, 2008, *Pengaruh Derajat Deasetilasi Kitosan Terhadap Kadar Plumbum (Pb) Darah dan Aktivitas Enzim Delta Aminolevulinic Acid Dehidratase Mencit Albino (Mus mucus L)*, Medan, Universitas Sumatra Utara.
10. T. M. Fauzi, 2008, *Pengaruh Pemberian Timbal Asetat Dan Vitamin C Terhadap Kadar Malondial Denyde dan Kualitas di Dalam Sekresi Epididimis Mencit Albino*, Medan, Universitas Sumatra Utara.
11. L. B. Roostita, E. Harlia, D. Suryanto, *Keamanan Pangan Hasil Ternak Ditinjau Dari Cemar Logam Berat*, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.
12. Z. Arifin, *Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro Dalam Sistem Biologi Dan Metode Analisisnya*, Balai Besar Penelitian Veteriner, Bogor.
13. A. Husni. 2007, *Pemucatan Minyak sawit Curah Menggunakan Mineral clay Kuning Serta Campuran Pozzolan Dan silika*. Skripsi Sarjana Kimia, Universitas Andalas, Padang.
14. N. Pasaribu, 2004, *Minyak kelapa Sawit*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara, Medan.

15. A, Sidharta dan Indrawati, 2009, *Benda, Sifat dan Kegunaannya*, Pusat Pengembangan dan Pemberdaan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam.
16. D. Nurdin, 1982, *Pengembangan Cara-cara Basah bahan organik dengan Asam Perklorat*, Jurusan kimia, FMIPA Universitas Andalas, Padang.
17. Wahidin, 2009, *Analisis Zat Besi Dari Susu Sapi Murni dan Minuman Susu Fermentasi Yakult, Calvico dan Vitacharm Secara Destruksi dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*, Universitas Sumatra Utar, Medan
18. S. M. Khopkar, 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi kedua*, UI Press, Jakarta.
19. Anonim, 2003, *Hand Out Pelatihan Instrumental Kimia AAS dan X-RD*, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
20. Y. Yusuf, H. Suyani. 2009. *Bahan Ajar Mata Kuliah Spektroskopi Atom*, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Padang.
21. A. K Kiswandro dan Nasrullah, *Analisis Kadar Logam Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) Dalam Daging dan Hati Ayam Petelur Berbelu Coklat Secara Spektrofotometri Serapan Atom*, Fakultas MIPA, Universitas Tri Karya, Medan.
22. S. Yustisia , *Analisis Logam Hg, Pb, dan Cu Pada Minyak Goreng Baru*, Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Andalas, Padang.

Lampiran 1. Data Perbandingan Volume Minyak dengan Berat Ayam

Tabel 3. Perbandingan Minyak dan Berat Ayam Menggunakan Wajan Aluminium Dan Stainless Steel.

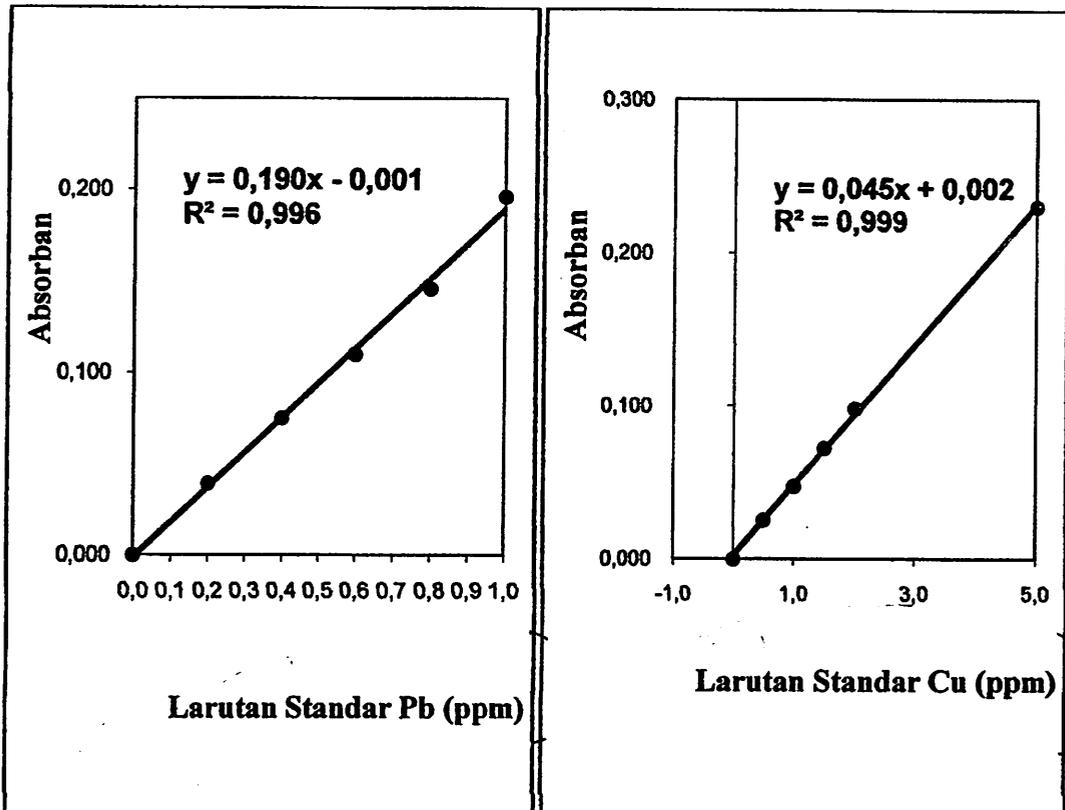
Pengulangan Penggorengan	Wajan Aluminium		Wajan Stainless Steel	
	Volume minyak (L)	Beratnya (kg)	Volume minyak (L)	Beratnya (kg)
1	2,00	2,00	2,00	2,00
2	1,77	1,77	1,77	1,77
3	1,56	1,56	1,60	1,60
4	1,38	1,38	1,40	1,40
5	1,05	1,05	1,24	1,24
6	0,85	0,85	1,05	1,05
7	0,76	0,76	0,90	0,90

Lampiran 2. Data Pengukuran Larutan Standar

Tabel 4. Standar Pb dan Cu

Pb		Cu	
Konsentrasi (ppm)	Absorban	Konsentrasi (ppm)	Absorban
0,0	0,000	0,0	0,000
0,2	0,039	0,5	0,025
0,4	0,075	1,0	0,047
0,6	0,110	1,5	0,072
0,8	0,146	2,0	0,098
1,0	0,196	5,0	0,230

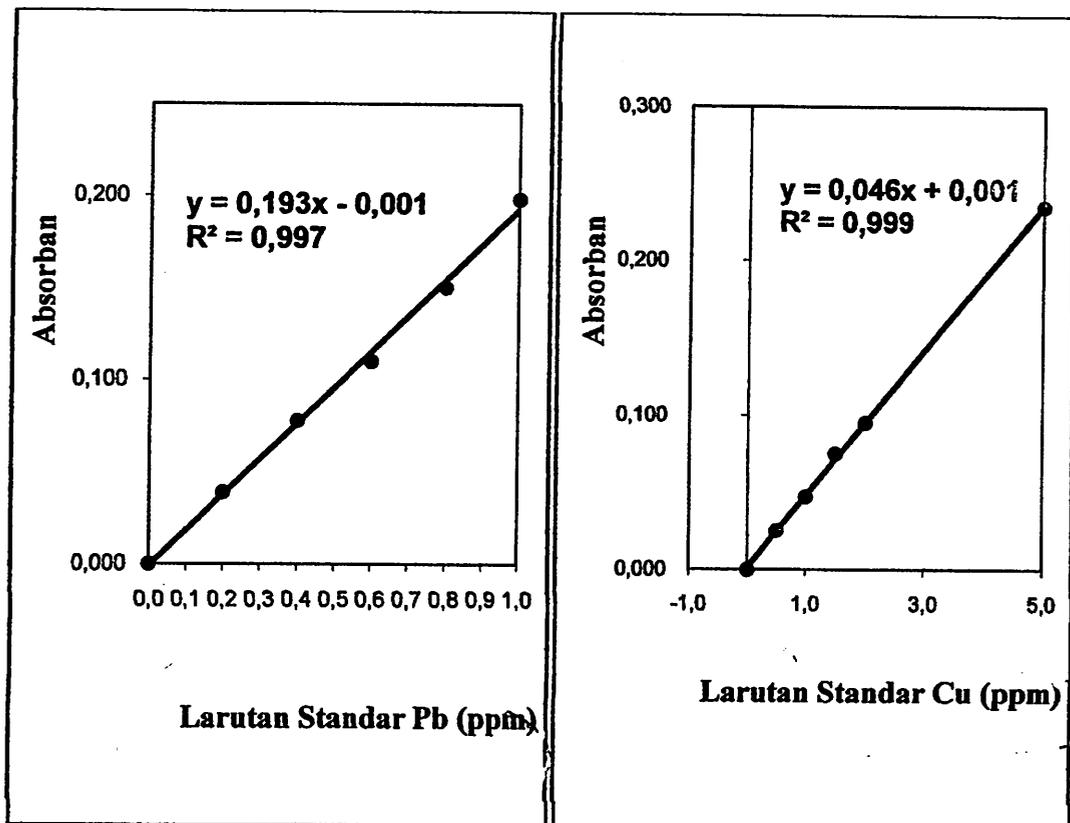
Kurva Standar Pb dan Cu dengan Wajan Aluminium



Tabel 5. Standar Pb dan Cu

Pb		Cu	
Konsentrasi (ppm)	Absorban	Konsentrasi (ppm)	Absorban
0,0	0,000	0,0	0,000
0,2	0,039	0,5	0,025
0,4	0,078	1,0	0,047
0,6	0,110	1,5	0,075
0,8	0,150	2,0	0,095
1,0	0,198	5,0	0,235

Kurva Standar Pb dan Cu dengan Wajan Stainless Stell



Lampiran 3. Contoh Perhitungan Kosentrasi Logam Pb dan Cu

1. Kandungan Logam Pb Wajan Aluminium

Persamaan regresi : $Y = 0,190 x - 0,001$

Diket : $A (Y) = 0,088$

Maka : Kosentrasi (X) $= \frac{(0,088 + 0,001)}{0,190}$

$$= 0,468 \text{ ppm}$$

$$= \frac{0,468 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L}} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,0117 \text{ mg}$$

Berat 5 mL minyak = berat minyak \times BJ minyak

$$= 0,005 \text{ L} \times \frac{0,915 \text{ kg}}{1 \text{ L}}$$

$$= 4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

Kosentrasi Pb dalam minyak $= \frac{0,0117 \text{ mg}}{4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}}$

$$= 2,557 \text{ mg/kg} = 2,557 \text{ ppm}$$

2. Kandungan Logam Cu Wajan Aluminium

Persamaan regresi : $Y = 0,045 x + 0,002$

Diket : $A (Y) = 0,040$

Maka : Kosentrasi (X) $= \frac{(0,040 + 0,002)}{0,045}$

$$= 0,844 \text{ ppm}$$

$$= 0,844 \text{ ppm}$$

$$= \frac{0,844 \text{ mg Cu}}{1 \text{ L}} \times 0,025 \text{ L}$$

$$= 0,0211 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat 5 mL minyak} &= \text{berat minyak} \times \text{BJ minyak} \\
 &= 0,005 \text{ L} \times \frac{0,915 \text{ kg}}{1 \text{ L}} \\
 &= 4,575 \times 10^{-3} \text{ kg} \\
 \text{Konsentrasi Cu dalam minyak} &= \frac{0,0211 \text{ mg}}{4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}} \\
 &= 4,612 \text{ mg/kg} = 4,612 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

3. Kandungan Logam Pb Wajan Stainless Steel

$$\text{Persamaan regresi : } Y = 0,193 x - 0,001$$

$$\text{Diket : } A(Y) = 0,087$$

$$\text{Maka : Konsentrasi (X)} = \frac{(0,087 + 0,001)}{0,193}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,456 \text{ ppm} \\
 &= \frac{0,456 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L}} \times 0,025 \text{ L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0114 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Berat 5 mL minyak} = \text{berat minyak} \times \text{BJ minyak}$$

$$= 0,005 \text{ L} \times \frac{0,915 \text{ kg}}{1 \text{ L}}$$

$$1 \text{ L}$$

$$= 4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Konsentrasi Pb dalam minyak} = \frac{0,0114 \text{ mg}}{4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 2,492 \text{ mg/kg} = 2,492 \text{ ppm}$$

4. Kandungan Logam Cu Wajan Stainless Steel

Persamaan regresi : $Y = 0,046 x + 0,001$

Diket : $A (Y) = 0,071$

Maka : Konsentrasi (X) $= \frac{(0,071 - 0,001)}{0,046}$
 $= 7,61 \text{ ppm}$

Diket : $A (Y) = 0,071$

Maka : Konsentrasi (X) $= \frac{(0,071 - 0,001)}{0,046}$
 $= 1,522 \text{ ppm}$
 $= \frac{1,522 \text{ mg Pb}}{1 \text{ L}} \times 0,025 \text{ L}$
 $= 0,0381 \text{ mg}$

Berat 5 mL minyak $= \text{berat minyak} \times \text{BJ minyak}$
 $= 0,005 \text{ L} \times \frac{0,915 \text{ kg}}{1 \text{ L}}$
 $= 4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}$

Konsentrasi Cu dalam minyak $= \frac{0,0381 \text{ mg}}{4,575 \times 10^{-3} \text{ kg}}$
 $= 8,317 \text{ mg/kg} = 8,317 \text{ ppm}$

Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Kandungan Logam Pb Dan Cu Pada Minyak

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kandungan Logam Pb (ppm)

Wajan alumi- nium	Kadar Logam Pb Pada Minyak Tanpa Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,085	2,557	2,395	2,555	3,290	3,555	3,765	3,840
	2	0,090	2,475	2,315	2,475	3,395	3,500	3,630	4,025
	Rataan	0,088	2,516	2,574	2,749	3,653	3,855	4,041	4,298
	Kadar Logam Pb Pada Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengul- angan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,085	2,590	3,251	3,650	4,432	4,628	4,891	4,918
	2	0,090	2,820	3,366	3,738	4,344	4,546	4,776	5,148
	Rataan	0,088	2,705	3,309	3,694	4,388	4,587	4,834	5,033
Wajan stain- less steel	Kadar Logam Pb Pada Minyak Tanpa Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,085	2,492	2,634	2,634	2,716	2,689	2,716	2,776
	2	0,090	2,579	2,579	2,661	2,661	2,749	2,776	2,803
	Rataan	0,088	2,536	2,607	2,648	2,689	2,719	2,746	2,790
	Kadar Logam Pb Pada Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,085	2,634	2,716	2,858	2,918	2,858	2,973	3,142
	2	0,090	2,716	2,776	2,803	2,858	2,973	2,973	3,060
	Rataan	0,088	2,675	2,746	2,831	2,888	2,916	2,973	3,101

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kandungan Logam Cu (ppm)

Wajan alumi- nium	Kadar Logam Cu Pada Minyak Tanpa Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,360	4,612	6,557	8,863	10,332	12,142	12,628	15,180
	2	0,366	4,372	7,044	8,623	10,689	11,415	13,115	15,448
	Rataan	0,363	4,492	6,801	8,743	10,511	11,779	12,872	15,314
	Kadar Logam Cu Pada Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,360	7,650	9,229	13,721	15,787	17,973	19,913	20,399
	2	0,366	7,530	8,257	14,328	16,393	17,607	19,672	20,885
	Rataan	0,363	7,590	8,743	14,025	16,090	17,790	19,793	20,642
Wajan stain- less steel	Kadar Logam Cu Pada Minyak Jelantah Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,360	8,317	8,552	8,907	9,148	9,383	9,858	10,219
	2	0,366	8,197	8,907	9,268	9,148	9,743	10,098	9,858
	Rataan	0,363	8,257	8,730	9,088	9,148	9,563	9,978	10,039
	Kadar Logam Cu Pada Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam (ppm)								
	Pengu- langan	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0,360	10,333	10,694	11,049	11,404	11,284	11,284	11,525
	2	0,366	10,574	10,929	11,164	11,049	11,284	11,404	11,525
	Rata- an	0,363	10,454	10,812	11,107	11,227	11,284	11,344	11,525

Lampiran 5. Uji Statistik

Tabel 8. Uji Statistik Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak terhadap kandungan Logam Pb

Jenis	Pengulangan sampel							
	0	1	2	3	4	5	6	7
MTPA	0,085	2,557	2,617	2,792	3,596	3,885	4,115	4,197
WA	0,090	2,475	2,530	2,705	3,710	3,825	3,967	4,399
MJDPA	0,085	2,590	3,251	3,650	4,432	4,628	4,891	4,918
WA	0,090	2,820	3,366	3,738	4,344	4,546	4,776	5,148
MTPA	0,085	2,492	2,634	2,634	2,716	2,689	2,716	2,776
WS	0,090	2,579	2,579	2,661	2,661	2,749	2,776	2,803
MJDPA	0,085	2,634	2,716	2,858	2,918	2,858	2,973	3,142
WS	0,090	2,716	2,716	2,803	2,858	2,973	2,973	3,060

Dimana : MTPA WA = Minyak Tanpa Penggorengan Ayam Wajan Aluminium

MJDPA WA = Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam Wajan Aluminium

MTPA WS = Minyak Tanpa Penggorengan Ayam Wajan Stainless Steel

MJDPA WS = Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam Wajan Stainless Steel.

Data ini di olah :

Jenis Sampel	Pengulangan Penggorengan								
	0	1	2	3	4	5	6	7	JB
MTPA WA	0,175	5,032	5,147	5,497	7,306	7,710	8,082	8,596	47,545
MJDPA WA	0,175	5,410	6,617	7,388	8,776	9,174	9,668	10,066	57,274
MTPA WS	0,175	5,071	5,213	5,295	5,377	5,438	5,492	5,580	37,641
MJDPA WS	0,175	5,350	5,432	5,661	5,776	5,832	5,946	6,202	40,374
JK	0,700	20,863	22,409	23,841	27,235	28,154	29,188	30,444	182,834
Rata-rata	0,175	5,216	5,602	5,960	6,809	7,039	7,297	7,611	-

$n = 2, b = 4, k = 8$

$$\frac{Jt^2}{n.b.k} = \frac{(182,834)^2}{2.4.8} = 522,3167$$

$$JKk = \frac{0,700^2 + 20,863^2 + \dots + 29,188^2 + 30,444^2}{2.4} - 522,3167 = 80,1184$$

$$JKb = \frac{45,545^2 + 57,274^2 + 37,641^2 + 40,374^2}{2.8} - 522,3167 = 14,4172$$

$$JKs = \frac{0,175^2 + 0,175^2 + \dots + 5,580^2 + 6,202^2}{2} - 522,3167 = 102,6204$$

$$JKi = JKs - JKk - JKb$$

$$= 102,6204 - 80,1184 - 14,4172$$

$$= 8,0848$$

$$JKt = 0,085^2 + 0,090^2 + \dots + 3,142^2 + 3,060^2 - 522,3167$$

$$= 103,0232$$

$$JKd = JKt - JKs$$

$$= 103,0232 - 102,6204$$

$$= 0,4028$$

Tabel ANOVA

Sumber	JK	DB	KT	KTD
Antar Kolom	JKk = 80,1184	7	11,4455	$\tau^2 + 8\tau^2k$
Antar Baris	JKb = 14,4172	3	4,8057	$\tau^2 + 16\tau^2b$
Interaksi	JKi = 8,0848	21	0,3850	$\tau^2 + 2\tau^2i$
Sub Jumlah	JKs = 102,6204	31	3,3103	
Dalam Kombinasi	JKd = 0,4028	32	0,0126	τ^2

Dimana : JK = jumlah Kuadrat

$$KT = \text{Kuadrat Tengah} = \frac{JK}{DB}$$

$$DB JKk = k - 1$$

$$DB JKb = b - 1$$

$$DB JKi = (k - 1) (b - 1)$$

$$DB JKs = (bk - 1)$$

$$DB JKd = (kb (n - 1))$$

$$KTD \text{ antar kolom} = \tau^2 + nb \tau^2 k$$

$$KTD \text{ antar baris} = \tau^2 + nk \tau^2 b$$

$$KTD \text{ interaksi} = \tau^2 + n \tau^2 i$$

$$KTD \text{ kombinasi} = \tau^2$$

Uji F

1. Untuk Interaksi

$$Fh = \frac{0,3850}{0,0126} = 30,5556$$

$$Ft_{0,05, 21, 32} = 2,05$$

$Fh > Ft$ = Variansi antara jenis sampel (minyak dan wajan) yang digunakan dengan pengulangan penggorengan ada perbedaan signifikan

2. Pengaruh Jenis Sampel (Baris)

$$Fh = \frac{4,8057}{0,0126} = 381,4048$$

$$Ft_{0,05, 3, 32} = 2,90$$

$Fh > Ft$ = Ada perbedaan signifikan antar jenis sampel

3. Pengaruh Pengulangan Penggorengan (Kolom)

$$Fh = \frac{11,4455}{0,0126} = 908,3730$$

$$Ft_{0,05, 7, 32} = 2,31$$

$Fh > Ft$ = Ada perbedaan signifikan antar pengulangan penggorengan

4. Variansi dalam kombinasi = $\tau^2 = S^2 = 0,0126$

$S = \sqrt{0,0126} = 0,1122 = SP$

UJI DUNCANT

I. Perbedaan Antar Sampel

Sampel	0	1	2	3	4	5	6	7
Rata-rata	0,175	5,216	5,602	5,960	6,809	7,039	7,297	7,611

$DB = 8 (4-1) = 24$

Uji Duncant

- 1. 7-0 2. 6-0 3. 5-0 4. 4-0 5. 3-0 6. 2-0 7. 1-0
- 7-1 6-1 5-1 4-1 3-1 2-1
- 7-2 6-2 5-2 4-2 3-2
- 7-3 6-3 5-3 4-3
- 7-4 6-4 5-4
- 7-5 6-5
- 7-6

Tabel 10.A pada $\alpha = 0,05$

Waktu ke	2	3	4	5	6	7	8
Daerah nyata (SR)	2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34
Daerah nyata terkecil (SPxSR)	0,328	0,344	0,353	0,361	0,368	0,371	0,375

Sehingga :

- 1. $7-0 = 7,611 - 0,175 = 7,436$ VS $0,375 \rightarrow > \rightarrow S$
- $7-1 = 7,611 - 5,216 = 2,395$ VS $0,371 \rightarrow > \rightarrow S$
- $7-2 = 7,611 - 5,602 = 2,009$ VS $0,368 \rightarrow > \rightarrow S$
- $7-3 = 7,611 - 5,960 = 1,651$ VS $0,361 \rightarrow > \rightarrow S$
- $7-4 = 7,611 - 6,809 = 0,802$ VS $0,353 \rightarrow > \rightarrow S$

$$7 - 5 = 7,611 - 7,039 = 0,572 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$$
$$7 - 6 = 7,611 - 7,297 = 0,314 \text{ VS } 0,328 \rightarrow < \rightarrow \text{NS}$$

2. $6 - 0 = 7,297 - 0,175 = 7,122 \text{ VS } 0,371 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $6 - 1 = 7,297 - 5,216 = 2,081 \text{ VS } 0,368 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $6 - 2 = 7,297 - 5,602 = 1,695 \text{ VS } 0,361 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $6 - 3 = 7,297 - 5,960 = 1,337 \text{ VS } 0,353 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $6 - 4 = 7,297 - 6,809 = 0,488 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $6 - 5 = 7,297 - 7,039 = 0,258 \text{ VS } 0,328 \rightarrow < \rightarrow \text{NS}$

3. $5 - 0 = 7,039 - 0,175 = 6,864 \text{ VS } 0,368 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $5 - 1 = 7,039 - 5,216 = 1,823 \text{ VS } 0,361 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $5 - 2 = 7,039 - 5,602 = 1,437 \text{ VS } 0,353 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $5 - 3 = 7,039 - 5,960 = 1,079 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $5 - 4 = 7,039 - 6,809 = 0,230 \text{ VS } 0,328 \rightarrow < \rightarrow \text{NS}$

4. $4 - 0 = 6,809 - 0,175 = 6,634 \text{ VS } 0,361 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $4 - 1 = 6,809 - 5,216 = 1,593 \text{ VS } 0,353 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $4 - 2 = 6,809 - 5,602 = 1,207 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $4 - 3 = 6,809 - 5,960 = 0,849 \text{ VS } 0,328 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$

5. $3 - 0 = 5,960 - 0,175 = 5,785 \text{ VS } 0,353 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $3 - 1 = 5,960 - 5,216 = 0,744 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $3 - 2 = 2,981 - 5,602 = 0,359 \text{ VS } 0,328 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$

6. $2 - 0 = 5,602 - 0,175 = 5,427 \text{ VS } 0,344 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$
 $2 - 1 = 5,602 - 5,216 = 0,386 \text{ VS } 0,328 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$

7. $1 - 0 = 5,216 - 0,175 = 5,041 \text{ VS } 0,328 \rightarrow > \rightarrow \text{S}$

Tabel 9. Uji Statistik Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak terhadap kandungan Logam Cu

Jenis Sampel	Pengulangan Penggorengan							
	0	1	2	3	4	5	6	7
MTPA	0,360	4,612	6,557	8,863	10,332	12,142	12,628	15,180
WA	0,366	4,372	7,044	8,623	10,689	11,415	13,115	15,448
MJDPA	0,360	7,650	9,229	13,721	15,787	17,973	19,913	20,339
WA	0,366	7,530	8,257	14,328	16,393	17,607	19,672	20,885
MTPA	0,360	8,317	8,552	8,907	9,148	9,383	9,858	10,219
WS	0,366	8,197	8,907	9,268	9,148	9,743	10,098	9,858
MJDPA	0,360	10,333	10,694	11,049	11,404	11,404	11,284	11,525
WS	0,366	10,574	10,929	11,1644	11,049	11,049	11,404	11,525

Data ini di olah :

Jenis Sampel	Pengulangan Penggorengan								
	0	1	2	3	4	5	6	7	JB
MTPA WA	0,726	8,984	13,602	17,486	21,022	23,558	25,744	30,628	141,750
MJDPA WA	0,726	15,180	17,486	28,050	32,180	35,580	39,586	41,284	210,072
MTPA WS	0,726	16,514	17,460	18,176	18,296	19,126	19,956	20,078	130,332
MJDPA WS	0,726	20,908	21,624	22,214	22,454	22,568	22,688	23,050	156,232
JK	2,904	61,586	70,172	85,926	93,952	100,832	107,974	115,040	638,386
Rata-rata	0,726	15,397	17,543	21,482	23,488	25,208	26,994	28,760	-

$$n = 2, b = 4, k = 8$$

$$\frac{Jt^2}{n.b.k} = \frac{(638,386)^2}{2.4.8} = 6366,3044$$

$$JKk = \frac{2,904^2 + 61,586^2 + \dots + 107,974^2 + 115,040^2}{2.4} - 6366,3044 = 1131,0971$$

$$JKb = \frac{141,750^2 + 210,072^2 + 130,332^2 + 156,232^2}{2,8} - 6366,3044 = 233,0059$$

$$JKs = \frac{0,726^2 + 0,726^2 + \dots + 20,078^2 + 23,050^2}{2} - 6366,3044 = 1598,3386$$

$$JKi = JKs - JKk - JKb$$

$$= 1598,3386 - 1131,0971 - 233,0059$$

$$= 234,2356$$

$$JKt = 0,360^2 + 0,336^2 + \dots + 11,525^2 + 11,525^2 - 6366,3044$$

$$= 1600,4571$$

$$JKd = JKt - JKs$$

$$= 1600,4571 - 1598,3386$$

$$= 2,1185$$

Tabel ANOVA

Sumber	JK	DB	KT	KTD
Antar Kolom	JKk = 1131,0971	7	161,5853	$\tau^2 + 8\tau^2k$
Antar Baris	JKb = 233,0059	3	77,6686	$\tau^2 + 16\tau^2b$
Interaksi	JKi = 234,2356	21	11,1541	$\tau^2 + 2\tau^2i$
Sub Jumlah	JKs = 1598,3386	31	51,5593	
Dalam Kombinasi	JKd = 2,1185	32	0,066	τ^2

Uji F

5. Untuk Interaksi

$$F_h = \frac{11,1541}{0,066} = 169,002$$

$$F_{t0,05, 21, 32} = 2,05$$

$F_h > F_t$ = Variansi antara jenis sampel (minyak dan wajan) yang digunakan dengan pengulangan penggorengan ada perbedaan signifikan

6. Pengaruh Jenis Sampel (Baris)

$$F_h = \frac{77,6686}{0,066} = 1176,797$$

$$F_{t0,05, 3, 32} = 2,90$$

$F_h > F_t$ = Ada perbedaan signifikan antar jenis sampel

7. Pengaruh Pengulangan Penggorengan (Kolom)

$$F_h = \frac{161,5853}{0,066} = 2448,262$$

$$F_{t0,05, 7, 32} = 2,31$$

$F_h > F_t$ = Ada perbedaan signifikan antar pengulangan penggorengan

8. Variansi dalam kombinasi = $\tau^2 = S^2 = 0,066$

$$S = \sqrt{0,066} = 0,257 = SP$$

UJI DUNCANT

II. Perbedaan Antar Sampel

Sampel	0	1	2	3	4	5	6	7
Rata-rata	0,726	13,397	17,543	21,482	23,488	25,208	26,994	28,760

$$DB = 8 (4-1) = 24$$

Uji Duncant

1. 7-0 2. 6-0 3. 5-0 4. 4-0 5. 3-0 6. 2-0 7. 1-0
- 7-1 6-1 5-1 4-1 3-1 2-1
- 7-2 6-2 5-2 4-2 3-2
- 7-3 6-3 5-3 4-3
- 7-4 6-4 5-4
- 7-5 6-5
- 7-6

Tabel 10.A pada $\alpha = 0,05$

Waktu ke	2	3	4	5	6	7	8
Daerah nyata (SR)	2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34
Daerah nyata terkecil (SPxSR)	0,750	0,789	0,810	0,828	0,843	0,851	0,858

Sehingga :

1. $7-0 = 28,760 - 0,726 = 28,034$ VS $0,858 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-1 = 28,760 - 13,397 = 15,363$ VS $0,851 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-2 = 28,760 - 17,543 = 11,217$ VS $0,843 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-3 = 28,760 - 21,482 = 7,278$ VS $0,828 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-4 = 28,760 - 23,488 = 5,275$ VS $0,810 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-5 = 28,760 - 25,208 = 3,552$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $7-6 = 28,760 - 26,994 = 1,766$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$

2. $6-0 = 26,994 - 0,726 = 26,268$ VS $0,851 \rightarrow > \rightarrow S$
 $6-1 = 26,994 - 13,397 = 13,597$ VS $0,843 \rightarrow > \rightarrow S$
 $6-2 = 26,994 - 17,543 = 9,451$ VS $0,828 \rightarrow > \rightarrow S$
 $6-3 = 26,994 - 21,482 = 5,512$ VS $0,810 \rightarrow > \rightarrow S$
 $6-4 = 26,994 - 23,488 = 3,506$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $6-5 = 26,994 - 25,208 = 1,786$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$

3. $5 - 0 = 25,208 - 0,726 = 24,482$ VS $0,843 \rightarrow > \rightarrow S$
 $5 - 1 = 25,208 - 13,397 = 11,811$ VS $0,828 \rightarrow > \rightarrow S$
 $5 - 2 = 25,208 - 17,543 = 7,665$ VS $0,810 \rightarrow > \rightarrow S$
 $5 - 3 = 25,208 - 21,482 = 3,726$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $5 - 4 = 25,208 - 23,488 = 1,760$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$
4. $4 - 0 = 23,488 - 0,726 = 22,762$ VS $0,828 \rightarrow > \rightarrow S$
 $4 - 1 = 23,488 - 13,397 = 10,091$ VS $0,810 \rightarrow > \rightarrow S$
 $4 - 2 = 23,488 - 17,543 = 5,945$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $4 - 3 = 23,488 - 21,482 = 2,006$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$
5. $3 - 0 = 21,482 - 0,726 = 20,756$ VS $0,810 \rightarrow > \rightarrow S$
 $3 - 1 = 21,482 - 13,397 = 8,085$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $3 - 2 = 21,482 - 17,543 = 3,939$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$
6. $2 - 0 = 17,543 - 0,726 = 16,817$ VS $0,789 \rightarrow > \rightarrow S$
 $2 - 1 = 17,543 - 13,397 = 4,146$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$
7. $1 - 0 = 13,397 - 0,726 = 12,671$ VS $0,750 \rightarrow > \rightarrow S$

Lampiran 6. Proses Pemanasan Minyak dan Penggorengan ayam



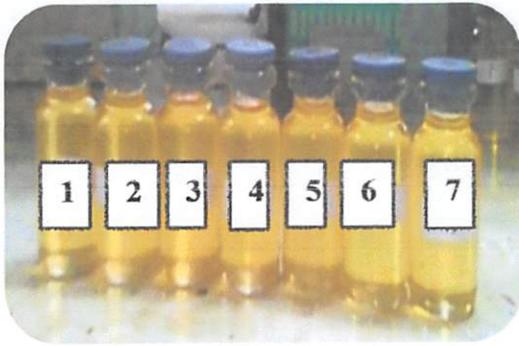
a



b

Gambar 2. Penggorengan dengan Menggunakan a. Wajan Aluminium, b. Wajan Stainless Steel.

Lampiran 6. Pengaruh Pengulangan Penggorengan Terhadap Warna Minyak



a



b



c



d

Gambar 3. Pengaruh Perubahan Warna Minyak a. Minyak Tanpa Penggorengan Ayam Wajan Aluminium, b. Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam Wajan Aluminium, c. Minyak Tanpa Penggorengan Ayam Wajan Stainless Steel, d. Minyak Jelantah Dengan Penggorengan Ayam Wajan Stainless Steel.

Lampiran 7. Gambar Alat SSA Yang Digunakan Untuk Penentuan Logam Pb Dan Cu



Gambar 4. Gambar alat Rayleigh A.A Spectrophotometer WFX – 320