

**ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA MINYAK GORENG KEMASAN
DENGAN VARIASI PENGULANGAN PENGGORENGAN DAN BAHAN
YANG DIGORENG SECARA SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Oleh:

**FENDY ZAMZAM YUSAIRI
NIM. 16630014**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA MINYAK GORENG KEMASAN
DENGAN VARIASI PENGULANGAN PENGGORENGAN DAN BAHAN
YANG DIGORENG SECARA SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
FENDY ZAMZAM YUSAIRI
NIM. 16630014**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

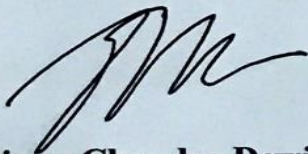
**ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA MINYAK GORENG KEMASAN
DENGAN VARIASI PENGULANGAN PENGGORENGAN DAN BAHAN
YANG DIGORENG SECARA SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
FENDY ZAMZAM YUSAIRI
NIM. 16630014**

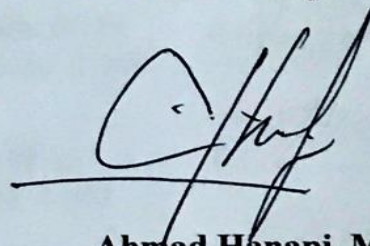
**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diseminarkan:
Pada Tanggal: 30 November 2022**

Pembimbing I



**Diana Chandra Dewi, M.Si
NIP. 19770720 200312 2 001**

Pembimbing II



**Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 1985122520160801 1 069**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

**ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA MINYAK GORENG KEMASAN
DENGAN VARIASI PENGULANGAN PENGGORENGAN DAN BAHAN
YANG DIGORENG SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

**Oleh:
FENDY ZAMZAM YUSAIRI
NIM. 16630014**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan
Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Sains (S.Si)**

Tanggal: 6 Desember 2022

| | | |
|---------------------------|--|---|
| Penguji Utama | : Elok Kamilah Hayati, M.Si NIP. 19790620 200604 2 002 | (..... ) |
| Ketua Penguji | : Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si NIP. 19831226 20180201 2 249 | (..... ) |
| Sekretaris Penguji | : Diana Candra Dewi, M.Si NIP. 19770720 200312 2 001 | (..... ) |
| Anggota Penguji | : Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT. 1985122520160801 1 069 | (..... ) |

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**


**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fendy Zamzam Yusairi

NIM : 16630014

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Analisis Timbal (Pb) pada Minyak Goreng Kemasan dengan Variasi Pengulangan Penggorengan dan Bahan yang Digoreng Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa susunan skripsi yang saya tuliskan merupakan hasil karya saya sendiri. Isi dalam skripsi baik berupa tulisan, data dan gambar bukan karya orang lain yang saya akui sebagai pemikiran saya sendiri. Namun, isi dalam skripsi dapat merupakan hak paten milik orang lain, seperti pencantuman sumber rujukan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi terhadap karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Malang, 20 Desember 2022
Yang membuat pernyataan,



Fendy Zamzam Yusairi
NIM.16630014

HALAMAN PERSEMBAHAN

SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:

Orang tua saya Bapak Moh. Jaini yang telah mengajarkan disiplin tinggi dalam etos kerja, sopan santun dan mencari peluang usaha dengan apa yang kita miliki.

Kemudian untuk ibu saya, Siti Sofiyah yang selalu keras dalam mendidik saya dalam hal kerja dan telah membesarkan saya dengan sepenuh hati.

Kemudian untuk adik saya Ach. Muzakki Al Fahrozi yang membuat saya selalu termotivasi untuk dapat memberikan contoh baik dalam segala hal dalam kehidupan.

Tidak lupa untuk teman-teman saya di Banyuwangi dan di Malang yang selalu memberikan support dan semangat dalam meraih kesuksesan dalam bidang akademik maupun non-akademik.

Motto

“Lulus diwaktu yang tepat dengan waktu yang sedikit lambat”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmatnya sehingga skripsi “**Analisis Timbal (Pb) pada Minyak Goreng Kemasan dengan Variasi Pengulangan Penggorengan dan Bahan yang Digoreng Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**” terselesaikan. Penelitian dilaksanakan pada 28 Maret – 13 Juni di Laboratorium Analitik dan Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penulis pada kesempatan ini ingin menghaturkan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku ketua Program Studi Kimia.
4. Bu Diana Candra Dewi, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi.
5. Pak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing agama Program Studi Kimia.
6. Segenap civitas akademik Program Studi Kimia yang telah membantu selama penelitian Skripsi
7. Segenap keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan support maupun doa.

Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan agar penulis mengetahui kekurangan dari yang dituliskan. Semoga skripsi ini dapat berguna dan memberi manfaat kepada banyak orang. Sedikit kata dari penulis haturkan, dan terimakasih banyak.

Malang, 20 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| ABSTRAK..... | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| المخلص | xiv |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Batasan Masalah | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 6 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Minyak Goreng | 7 |
| 2.2 Logam Berat pada Bahan Pangan | 8 |
| 2.3 Pengulangan Pemakaian Minyak Goreng | 10 |
| 2.4 Spektroskopi Serapan Atom (SSA)..... | 12 |
| 2.5 Destruksi Basah..... | 13 |
| 2.6 Uji <i>Two Way Anova</i> Faktorial | 14 |
| | |
| BAB III METODOLOGI | 15 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 15 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 15 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 15 |
| 3.4 Pengaturan SSA | 16 |
| 3.5 Pembuatan Kurva Standar Pb | 16 |
| 3.6 Preparasi Sampel Minyak Goreng | 17 |
| 3.6.1 Minyak Goreng Kontrol..... | 17 |
| 3.6.2 Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh Cemaran dari Bahan Pangan yang di Goreng..... | 18 |
| 3.7 Penentuan Zat Pendestruksi Terpilih | 18 |
| 3.8 Destruksi Sampel | 19 |
| 3.9 Analisis SSA. | 20 |
| 3.10 Analisis <i>Two Way Anova</i> Faktorial | 20 |

| | |
|--|-----------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 22 |
| 4.1 Kurva Standar Pb | 22 |
| 4.2 Hasil Penentuan Zat Pendestruksi Terpilih..... | 24 |
| 4.3 Hasil Uji Logam Berat Pb dalam Minyak Goreng dan Bahan Pangan yang di Goreng..... | 29 |
| 4.4 Urgensi Hasil Penelitian dalam Tinjauan Ayat Al Qur'an | 35 |
| BAB V PENUTUP..... | 36 |
| 5.1 Kesimpulan | 36 |
| 5.2 Saran | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |
| LAMPIRAN..... | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Minyak Goreng Kemasan | 7 |
| Gambar 4.1 | Grafik Kurva Standar Logam Timbal (Pb) | 22 |
| Gambar 4.3 | Perbandingan Kadar Pb dalam Minyak Goreng dengan Berbagai Perlakuan Pengaruh Cemaran Pb | 31 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Parameter Pengaturan SSA..... | 16 |
| Tabel 3.2 Pemodelan Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh Cemarannya dari Alat Penggorengan | 17 |
| Tabel 3.3 Pemodelan Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh dari Bahan yang di Goreng | 18 |
| Tabel 3.4 Variasi Komposisi Zat Pendestruksi..... | 19 |
| Tabel 4.1 Hasil Penentuan Variasi Zat Pendestruksi dan Kadar Pb dalam Minyak Goreng yang Masih Baru..... | 24 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Pb dalam Minyak Goreng dan Bahan Pangan Mentah yang di Goreng | 28 |
| Tabel 4.3 Sampel Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh dari Bahan yang di Goreng yang Tidak Berbeda Nyata dari Hasil Uji BNT | 29 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Rancangan Penelitian | 44 |
| Lampiran 2. Diagram Alir | 45 |
| Lampiran 3. Pembuatan Larutan | 48 |
| Lampiran 4. Data Hasil Instrumen Larutan Sampel..... | 50 |
| Lampiran 5. Analisis <i>Two Way Anova</i> Faktorial | 54 |
| Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian..... | 57 |
| Lampiran 8. Data Instrumen Analisis SSA | 60 |

ABSTRAK

Yusairi F.Z. 2022. “Analisis Timbal (Pb) Pada Minyak Goreng Kemasan Dengan Variasi Pengulangan Penggorengan dan Bahan yang Digoreng Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)”. Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Diana Chandra Dewi, M.Si, Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci: Minyak Goreng, Timbal, Penggorengan, Destruksi, SSA.

Minyak goreng kemasan yang digunakan secara berulang dapat berpotensi tercemar logam berat timbal (Pb) disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya faktor cemaran Pb dari alat penggorengan dan cemaran Pb dari bahan pangan yang digoreng. Faktor cemaran Pb dalam minyak goreng penting diperhatikan karena SNI telah menetapkan ambang batas kadar Pb dalam minyak goreng. Tujuan penelitian adalah mempelajari bagaimana pengaruh pengulangan penggorengan, bahan yang digoreng dan alat penggorengan terhadap kadar Pb dalam minyak goreng kemasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak goreng kemasan yang masih baru mengandung Pb 0,0417 mg/kg dan masih memenuhi ambang batas SNI 3741:2013 yaitu 0,1 mg/kg. Alat penggorengan juga berkontribusi terhadap cemaran Pb dalam minyak goreng, hasil penelitian menunjukkan minyak goreng dengan faktor pengaruh cemaran dari alat penggorengan baik pada 2, 4, 6 dan 8 kali penggorengan kesemuanya telah melewati ambang batas. Sedangkan minyak yang digunakan untuk menggoreng ayam potong dan pisang kepok untuk 2 kali penggorengan kadar Pb masih dibawah ambang batas, sedangkan pada 4, 6 dan 8 kali penggorengan telah telah melewati ambang batas. Hasil ANNOVA menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pengaruh dan pengulangan penggorengan menunjukkan hasil yang signifikan.

ABSTRACT

Yusairi F.Z. 2022. "Analysis of Lead (Pb) in packaged cooking oil with Variations in Frying Repeatability and Fried Ingredients with Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)". thesis. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology. Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisor I: Diana Chandra Dewi, M.Si, Advisor II: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Keywords: Cooking Oil, Lead, Frying, Destruction, SSA.

Packaged cooking oil that is used repeatedly can potentially be contaminated with the heavy metal lead (Pb) caused by several factors. Among them are Pb contamination from frying tools and Pb contamination from fried foodstuffs. It is important to pay attention to the Pb contamination factor in cooking oil because SNI has set a threshold for Pb levels in cooking oil. The aim of the research was to study how the effect of repeated frying, fried ingredients and frying tools on Pb levels in packaged cooking oil.

The results showed that freshly packaged cooking oil contained Pb 0.0417 mg/kg and still met the SNI 3741:2013 threshold of 0.1 mg/kg. Frying equipment also contributes to Pb contamination in cooking oil, the results of the study showed that cooking oil with a factor of influence of contamination from the fryer at 2, 4, 6 and 8 times of frying had all exceeded the threshold. While the oil used to fry the cut chicken and kepok bananas for 2 frying times the Pb level was still below the threshold, while at 4, 6 and 8 frying times it had exceeded the threshold. The ANNOVA results showed that the interaction between treatment and repeated frying showed significant results.

الملخص

يسيري.ف. ز. ٢٠٢٢. تحليل Timbal (Pb) في زيت الطهي المعبأ مع اختلافات في تكرار القلي ومواد القلي بواسطة مطيافية الامتصاص الذري (SSA). البحث. برنامج دراسة الكيمياء بكلية العلوم والتكنولوجيا. الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الأول: ديانا جاندراديوي، ماجستير، المشرف الثاني: أحمد حنفى، ماجستير.

كلمات مفتاحية: زيت طبخ، (Pb) Timbal، قلي، إتلاف، SSA.

و زيت الطهي المعبأ الذي يتم استخدامه بشكل متكرر ب المحتمل أن يتلوث المعدني الثقيل (Pb) timbal الناجم عن عدة عوامل. و بينها تلوث Pb من أدوات القلي وتلوث Pb من المواد الغذائية المقلية. و عامل تلوث Pb في زيت الطهي المهم أن نلاحظ لأن SNI قد حددت عتبة لمستويات Pb في زيت الطهي. و الهدف من البحث هو دراسة يتعلم تأثير تكرار القلي والمكونات المقلية وأدوات القلي على مستويات Pb في زيت الطهي المعبأ.

و أظهرت النتائج أن زيت الطهي المعبأ حديثاً يحتوي على 0.0417 mg/kg من Pb ولا يزال يلي عتبة SNI 3741: 2013 البالغة 0.1 mg/kg. تساهم معدات القلي أيضاً في تلوث Pb في زيت الطهي، وأظهرت نتائج الدراسة أن زيت الطهي مع عامل تأثير التلوث الناجم عن أدوات القلي عند ٢، ٤، ٦، ٨ مرات من القلي قد تجاوز الحد الأقصى. في حين أن الزيت الطهي المستخدم في قلي الدجاج المقطع وموز kepok مرتين للقلي، كان مستوى Pb أقل من الحد الأدنى، بينما في ٤، ٦، ٨ مرات للقلي تجاوز الحد الأدنى. أشارت نتائج ANNOVA إلى أن التفاعل بين العلاج وتكرار القلي أدى إلى نتائج مهمة.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebiasaan masyarakat menggunakan minyak jelantah masih tinggi. Penggorengan berulang dengan suhu tinggi dapat menyebabkan kualitas minyak goreng menurun. Minyak goreng sangat berperan terhadap mutu makanan yang diolah, karena makanan akan mengandung 5–40% minyak goreng (Paul, 1997). Faktor-faktor yang mungkin mencemari minyak goreng harus diwaspadai karena menyangkut kesehatan. Agama Islam memiliki perhatian tinggi terhadap makanan, hal tersebut tertulis dalam QS ‘Abasa (80): 24 yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾

Artinya: “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya”

Arti Surat ‘Abasa ayat 24 menjelaskan hubungan antara makanan dengan tujuan diciptakannya manusia. Manusia sebagai makhluk Allah SWT selama di dunia mengemban amanah atau tugas-tugas kewajiban, serta bertanggung jawab atas tugas tersebut. Tugas-tugas tersebut harus dipenuhi, dijaga dan dipelihara dengan sebaik-baiknya. Beberapa ahli tafsir berpendapat bahwa tugas-tugas manusia di dunia pada intinya ada 2 macam, yaitu menyembah (mengabdikan) kepada Allah SWT dan menjadi Khalifah (Shihab, 2002).

Surat ‘Abasa ayat 24 mengisyaratkan bahwa makanan adalah faktor pendorong manusia dalam menyempurnakan tugas-tugasnya. Kata “*yanzhur*” dalam ayat tersebut dapat berarti *melihat dengan mata kepala* atau juga bisa berarti *melihat*

dengan mata hati (merenung/berfikir). Hal yang dimaksud disini adalah manusia hendaknya merenung/berfikir mengenai proses yang dilalui makanan yang akan dikonsumsi. Ayat tersebut menganjurkan kaum mukmin untuk memperhatikan kehalalan dan kebaikan dari makanan yang akan dikonsumsi (Shihab, 2002).

Pengulangan penggorengan berpotensi meningkatkan kadar cemaran logam berat dalam minyak goreng. Penelitian Ruchiyat (2016) menyebutkan bahwa minyak goreng pemakaian berulang dapat tercemar timbal (Pb) dari bahan yang digoreng. Yani (2011) menyebutkan logam berat Pb biologik pada bahan yang diolah dapat terdispersi kedalam minyak goreng selama proses penggorengan.

Timbal merupakan logam berat non esensial dan pada level kadar tertentu dapat menjadi racun bagi tubuh (Agustina, 2014). Menurut SNI 3741:2013 ambang batas kadar Pb dalam minyak goreng adalah sebesar 0,1 mg/kg. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kadar logam berat dalam minyak goreng terus meningkat sebanding dengan jumlah ulangan penggorengan. Hal tersebut penting diperhatikan agar kadar logam berat dalam minyak goreng tidak melebihi ambang batas SNI.

Penelitian Ruchiyat (2016) melaporkan bahwa kadar Pb pada minyak goreng meningkat sebanding dengan jumlah ulangan penggorengan. Analisis dilakukan dengan metode destruksi kering, menunjukkan minyak goreng 1,5,10 dan 15 kali pemakaian untuk menggoreng bakwan, didapatkan kadar Pb berturut-turut 0,0063, 0,0396, 0,0667 dan 0,1438 mg/kg. Minyak goreng 15 kali pemakaian memiliki kadar Pb 0,1438 mg/kg dan telah melewati ambang batas SNI 3741:2013 yaitu 0,1 mg/kg. Peningkatan kadar Pb dipengaruhi komposisi bakwan yaitu kubis, irisan wortel dan tepung yang secara alami telah mengandung Pb.

Penelitian sejenis, Sahada (2015) dalam analisis Fe^{3+} pada minyak goreng dengan metode detruksi basah, menunjukkan kadar Fe^{3+} meningkat sebanding jumlah ulangan penggorengan. Minyak goreng 2, 4, 6 dan 8 kali pemakaian untuk menggoreng tahu, tempe, ikan dan telur diperoleh kadar Fe^{3+} berturut-turut 0,8612, 1,2613, 5,7366 dan 25,0617 mg/kg. Minyak goreng 6 kali pemakaian memiliki kadar Fe^{3+} 5,7366 mg/kg dan telah melewati ambang batas BSN 01-3741-2002 yaitu sebesar 1,5 mg/kg. Peningkatan kadar dipengaruhi oleh bahan yang diolah mengandung Fe^{3+} cukup tinggi.

Selain ulangan penggorengan dan bahan yang digoreng, faktor-faktor lain yang juga diduga berkontribusi meningkatkan kadar cemaran Pb dalam minyak goreng perlu ditinjau lebih jauh. Penelitian Hasibuan (2012) menyebutkan adanya kandungan Pb pada minyak goreng sebelum digunakan dan adanya pengaruh cemaran Pb dari alat penggorengan. Hal tersebut perlu dilakukan dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui seberapa besar faktor tersebut berkontribusi memberikan cemaran Pb dalam minyak goreng.

Analisis Pb pada minyak goreng menurut SNI 3741:2013 dilakukan menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA). Diantara kelebihan SSA adalah dapat menganalisis logam berat dengan kadar kecil (Rahmawati, 2017). Sahada (2015) menyebutkan tingginya akurasi SSA dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar ulangan penggorengan dan bahan yang digoreng memberikan cemaran logam Pb pada minyak goreng.

Syarat sampel dapat dianalisis dengan SSA yaitu harus berupa larutan dan perlu dilakukan pendestruksian sampel terlebih dahulu (Kristianingrum, 2012). Metode destruksi basah dinilai lebih baik karena dapat meminimalisir kehilangan mineral

disebabkan suhu yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan suhu pada destruksi kering. Perolehan nilai % *recovery* destruksi basah juga lebih baik apabila dibandingkan dengan destruksi kering. Umumnya unsur karbon dalam sampel dengan destruksi basah lebih cepat hancur karena destruksi berlangsung secara kontinyu (Rusnawati, 2018).

Tingkat keberhasilan destruksi sangat ditentukan oleh zat pengoksidasi yang digunakan (Azizah, 2007). Penelitian Asemave (2012) analisis kadar Pb dalam minyak goreng dengan metode destruksi basah menggunakan pelarut HNO₃, H₂O₂ dan H₂SO₄, hasil analisis diperoleh kadar Pb sebesar 0,1780 mg/kg. Diana (2012) menyebutkan campuran HNO₃, H₂O₂ dan H₂SO₄ biasa disebut larutan piranha, lebih kuat dalam mendestruksi logam dibandingkan dengan pelarut tunggal.

Analisis logam berat Pb pada minyak goreng kemasan dirasa penting dilakukan karena banyak masyarakat kurang memperhatikan anjuran pemakaian minyak goreng. Pemerintah telah menetapkan SNI 3741:2013 mengenai ambang batas kadar Pb dalam minyak goreng, sehingga penggunaannya harus diperhatikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalisir banyaknya kasus keracunan logam berat Pb yang disebabkan karena makanan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kadar logam berat timbal (Pb) dalam minyak goreng kemasan yang masih baru dan bagaimana pengaruh alat penggorengan dalam memberikan cemaran logam berat timbal (Pb) pada minyak goreng kemasan secara SSA?
2. Bagaimana pengaruh pengulangan penggorengan dan bahan pangan yang digoreng terhadap kadar logam berat timbal (Pb) dalam minyak goreng kemasan secara SSA?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dalam minyak goreng kemasan yang masih baru dan mengetahui bagaimana pengaruh alat penggorengan dalam memberikan cemaran logam berat timbal (Pb) pada minyak goreng kemasan secara SSA.
2. Untuk mengetahui pengaruh pengulangan penggorengan dan bahan pangan yang digoreng terhadap kadar logam berat timbal (Pb) pada minyak goreng kemasan secara SSA.

1.4 Batasan Masalah

1. Minyak goreng yang digunakan hanya minyak kemasan.
2. Bahan pangan yang digoreng hanya ayam potong dan pisang kepok
3. Pengaruh cemaran Pb dari alat penggorengan hanya dari wajan aluminium.
4. Ulangan penggorengan hanya terbatas 2, 4, 6 dan 8 kali.

1.5 Manfaat Penelitian

Data hasil penelitian dapat digunakan sebagai informasi kepada masyarakat mengenai batas pengulangan penggorengan terhadap kontaminasi Pb dalam minyak goreng kemasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng merupakan produk hasil beberapa proses pengolahan bahan mentah kelapa sawit. Minyak goreng umumnya berwujud cair dan tersusun atas 98-99% trigliserida. Trigliserida mengandung gliserol yang mengikat satu atau lebih asam lemak berbeda, baik asam lemak jenuh maupun tidak jenuh. Salah satu syarat mutu SNI 3741:2013 minyak goreng adalah ambang batas kandungan logam berat Pb. Kandungan logam berat Pb penting diperhatikan karena bersifat akumulatif pada tubuh (Haryono, 2012).



Gambar 2.1 Minyak Goreng Kemasan

Penelitian Fillaeli (2012) mengenai 26 sampel gorengan yang diujikan dipingir jalan Jogjakarta mengandung kisaran Pb 0,003-0,531 mg/kg. Cemaran Pb selain dari asap kendaraan diduga juga berasal dari tepung yang digunakan telah mengandung Pb. Kandungan Pb pada tepung akan terakumulasi kedalam minyak selama proses penggorengan dan terserap oleh gorengan. Berdasarkan

penelitian tersebut, diketahui bahwa logam berat Pb pada bahan yang diolah dapat terdispersi dan mencemari minyak goreng.

2.2 Logam Berat pada Bahan Pangan

Umumnya bahan pangan secara alami mengandung logam berat Pb. Logam berat Pb pada bahan pangan terikat oleh protein metalionin yang memiliki kemampuan mengikat, mengkoordinasi atom-atom logam dan mengandung banyak asam amino sistein. Gugus karboksilat (COOH^-) dan amino (NH_2^-) dalam asam amino dapat bereaksi dengan logam berat Pb (Adhani, 2017).

Bahan pangan yang diolah masyarakat biasanya dipengaruhi komoditas terbesar daerah tersebut. Data BPS Kabupaten Malang (2019) menunjukkan hasil produksi terbesar hewani yaitu ayam potong 3,22 juta ton dan nabati pisang 981,932 ton. Kedua bahan pangan tersebut tentunya lebih dominan diolah oleh masyarakat Kabupaten Malang. Kadar logam berat dalam ayam potong dan pisang perlu di analisis untuk mengetahui seberapa besar kontribusinya dalam memberikan cemaran Pb dalam minyak goreng.

Fokus penelitian akan membahas lebih lanjut mengenai logam berat Pb, disebabkan karena logam tersebut bersifat toksik tinggi dan paling banyak menjadi studi kasus keracunan logam berat pada makanan. Kontribusi terbesar cemaran Pb berasal dari emisi kendaraan bermotor, menyumbang 85% pencemaran udara kemudian mencemari air dan tanah (Agustina, 2014). Semua hewan maupun tanaman yang tumbuh di atas tanah dan air yang tercemar akan mengakumulasi logam Pb tersebut.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa kandungan Pb dalam daging ayam potong dan pisang telah melewati ambang batas, hal tersebut perlu diperhatikan karena SNI telah mengatur tentang cemaran logam dalam bahan pangan. Penelitian Priyono (2013) pada sampel daging 3 jenis ras ayam potong yang berbeda diperoleh rata-rata kadar Pb sebesar 3,44 mg/kg, telah melewati ambang batas SNI 7387: 2009 yaitu 1 mg/kg. Sedangkan analisis logam Pb pada pisang, penelitian Aselna (2019) menunjukkan kadar Pb pada 3 sampel pisang yang diambil dari tempat berbeda memiliki kadar rata-rata 0,67–3,45 mg/kg, telah melebihi baku BPOM RI No.23 Tahun 2015 yaitu 0,2 mg/kg.

Beberapa logam berat dapat berikatan dengan protein karena sifat afinitas yang tinggi terhadap gugus S Protein dan mengandung asam amino yang memiliki gugus S seperti methionine (met) dan cysteine (cys). Salah satu logam berat yang dapat membentuk kompleks protein logam adalah Pb (Adhani, 2017). Kadar Pb dalam bahan yang digoreng perlu dilakukan analisis untuk mengetahui kadar yang terkandung. Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar bahan tersebut berkontribusi dalam memberikan cemaran Pb pada minyak goreng.

Proses penggorengan dapat menyebabkan terjadinya transfer logam berat Pb dari bahan pangan yang digoreng kedalam minyak goreng. Proses penggorengan dengan suhu tinggi (170 -300°C) menyebabkan logam berat Pb yang terikat dalam protein rusak dan terdegradasi kedalam minyak goreng (Sundari, 2015). Jumlah ulangan penggorengan perlu diperhatikan agar kadar Pb dalam minyak goreng tidak melebihi ambang batas SNI.

2.3 Pengulangan Pemakaian Minyak Goreng

Menurut Annice (2020) minyak goreng sebaiknya digunakan untuk 2 kali penggorengan. Namun, 90% ibu rumah tangga melakukan penggorengan 4-8 kali perhari (Indah, 2008). Penggunaan minyak goreng pada masyarakat dapat dipengaruhi oleh faktor pengetahuan, tingkat pendidikan dan kapita pendapatan ekonomi. Namun apabila ditinjau secara garis besar, alasan umum masyarakat menggunakan minyak goreng secara berulang disebabkan karena faktor ekonomis (Hasibuan, 2012).

Bahan pangan yang diolah dengan cara digoreng akan didapatkan kadar protein terendah dari semua pengolahan. Suhu tinggi penggorengan dapat menyebabkan rusaknya vitamin dan protein. Penurunan mineral protein pada bahan pangan yang digoreng dapat mencapai 5-40 %. Denaturasi protein dapat menyebabkan kadar logam berat Pb dalam minyak goreng akan terus meningkat sebanding dengan ulangan penggorengan (Sundari, 2015).

Sifat toksisitas logam berat terbagi dalam tiga kelompok. Kelompok pertama logam berat yang bersifat toksik tinggi yaitu merkuri (Hg), cadmium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), dan seng (Zn). Logam berat bersifat toksik sedang adalah cobalt (Co), chromium (Cr), dan nikel (Ni). Kelompok terakhir logam berat toksik rendah terdiri dari mangan (Mn) dan besi (Fe) (Adhani, 2017).

Keracunan kronis Pb dapat menyebabkan cacat lahir bahkan autisme. Logam berat Pb seperti timbal asetat secara signifikan menjadi masalah serius karena penggunaannya sangat dekat dengan aktivitas manusia. FAO/WHO (2011) telah menetapkan ambang batas konsumsi harian (ADI) untuk Pb yaitu sebesar 0.214 mg/hari.

Penggunaan minyak jelantah yang tercemar logam berat Pb dapat menimbulkan penyakit dan menjadi menghambat seseorang dalam melakukan ibadah. Makanan “*Hallalan Thayyiban*” dapat dikatakan mempengaruhi jiwa dan sikap hidup seseorang. Hal tersebut telah dijelaskan dalam Surat An-Nahl (16):114 yang berbunyi:

﴿۱۱۴﴾ فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا ۖ وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَآئِهِ تَعْبُدُونَ

Artinya: “*Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya menyembah kepada-Nya*”.

Surat An-Nahl ayat 114 menjelaskan bahwa Allah SWT melarang orang-orang mukmin berlaku seperti orang musryik. Sifat orang musryik adalah mengingkari nikmat yang Allah SWT berikan dan menggantinya dengan keburukan. Salah satu nikmat yang Allah SWT berikan adalah rizqi makanan. Makna mengingkari nikmat Allah SWT dapat berarti kurang memperhatikan mudharat makanan yang dikonsumsi. “Memilih” atau selektif terhadap makanan merupakan jalan syukur terhadap rizqi yang Allah SWT berikan. Karena makanan yang halal belum tentu berdampak positif bagi kesehatan (Shihab, 2002).

Salah satu contoh makanan halal namun dikategorikan tidak baik adalah makanan yang terkontaminasi logam berat Pb dari minyak jelantah. Makanan harus halal dari segi gizi, higienitas, terlebih terhindar dari zat kimia berbahaya seperti cemaran logam berat Pb (Shihab, 2002). Makanan *Hallalan Thayyiban* merupakan kebutuhan pokok dan faktor penunjang aktivitas ibadah orang

mukmin. Orang mukmin yang selektif memilih makanan bukan semata-mata untuk memenuhi kebutuhan perut, melainkan agar badan sehat dan terhindar dari penyakit. Jasmani yang sehat menjadi sebab lancarnya menjalankan ibadah dan terbukanya fikiran dalam mengucap syukur atas nikmat yang telah diberikan Allah SWT.

Dugaan faktor cemaran lain yang dimungkinkan berkontribusi terhadap peningkatan kadar Pb dalam minyak goreng perlu ditinjau lebih dalam. Penelitian Sagita (2020) menyebutkan bahwa 6 sampel minyak goreng kemasan sebelum digunakan memiliki rata-rata kadar Pb 0,010 mg/kg. Dugaan cemaran lain, penelitian Nuryani (2017) dalam analisis Pb pada gorengan bakwan di Yogyakarta menunjukkan bahwa bakwan mentah telah mengandung Pb 0,4172 mg/kg dan setelah penggorengan meningkat menjadi 0,4611 mg/kg. Minyak goreng baru dan faktor cemaran dari alat penggorengan perlu ditinjau lebih jauh untuk mengetahui seberapa besar kontribusinya memberikan cemaran Pb.

Analisis logam berat Pb pada minyak goreng menurut SNI 3741:2013 dilakukan menggunakan SSA. Kelebihan SSA diantaranya dapat mendeteksi logam berat dengan kadar kecil dan memiliki akurasi tinggi. Akurasi SSA yang tinggi dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar faktor perlakuan pengaruh memberikan cemaran Pb pada minyak goreng (Sahada, 2015).

2.4 Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Prinsip SSA adalah absorpsi cahaya oleh atom-atom pada panjang gelombang tertentu sesuai unsur yang dianalisis. Analisis SSA didasari hukum *Lambert Beer* yang menyatakan bahwa sumber sinar monokromatik yang melewati medium

transparan, intensitas sinar yang diteruskan akan berkurang dibarengi meningkatnya ketebalan medium pengabsorb. Atom-atom pada tingkat energi dasar akan menyerap radiasi dan mengalami eksitasi, dimana besarnya absorbansi menyatakan konsentrasi senyawa dalam sampel (Gandjar, 2007).

Penelitian Hasibuan (2011) dalam standarisasi minyak sawit mentah (CPO) menggunakan SSA diperoleh kadar Cu CPO murni sebesar 0,053 mg/kg, setelah proses *bleaching* dan deodorisasi kadar Cu menurun menjadi 0,038 mg/kg dan 0,032 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan SSA dapat memberikan selisih analisis hingga 0,006 mg/kg dan dapat mendeteksi logam dalam kadar kecil (Afifah, 2014). Syarat sampel dapat dianalisis dengan SSA adalah harus berupa larutan, yaitu dengan cara didestruksi. Metode destruksi basah lebih dipilih karena memiliki % *recovery* lebih baik dibandingkan destruksi kering (Rusnawati, 2018).

2.5 Destruksi Basah

Prinsip destruksi basah adalah pemanasan sampel menggunakan asam pengoksidasi untuk pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya (Gandjar, 2007). Asmorowati (2020) menyebutkan bahwa destruksi basah memiliki % *recovery* lebih baik dibandingkan destruksi kering. Suhu yang digunakan pada destruksi basah tidak melebihi titik didih larutan, sehingga dapat meminimalisir kehilangan mineral karena penguapan. Tingkat keberhasilan destruksi selain ditunjang oleh metode, juga dipengaruhi oleh komposisi zat pengoksidasi yang digunakan.

Beberapa penelitian terdahulu dalam analisis logam Pb dalam minyak goreng menunjukkan perbedaan dalam menggunakan zat pelarut pendestruksi. Penelitian Aminah (2017) menggunakan pelarut tunggal HNO₃, Lutfidiani (2021)

menggunakan campuran HNO_3 dan H_2SO_4 , kemudian Asemave (2012) menggunakan campuran 3 pelarut yaitu HNO_3 : H_2O_2 : H_2SO_4 . Perbedaan tersebut disebabkan karena sampel yang dianalisis merupakan minyak jelantah yang diambil dari lapangan.

Asam lemak minyak jelantah telah mengalami hidrolisis dan oksidasi sehingga tidak membutuhkan banyak campuran asam pelarut dalam pendestruksian sampel. Sedangkan pada minyak goreng yang masih baru memiliki struktur asam lemak yang belum terhidrolisis dan teroksidasi, sehingga dibutuhkan campuran asam pelarut yang lebih kuat. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penentuan asam pelarut pendestruksi terbaik untuk analisis Pb dalam sampel minyak goreng kemasan yang masih baru.

2.6 Uji *Two Way Anova* Faktorial

Uji *anova* berfungsi menganalisis komparasi multivariable dengan teknik analisis komparatif menggunakan tes “t”, bekerja dengan mencari perbedaan yang signifikan dari 2 variabel. Analisis *two way anova* digunakan apabila penelitian terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Analisis *anova* dapat ditarik kesimpulan apabila H_0 ditolak dan $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka faktor tersebut berpengaruh terhadap suatu variable, namun jika H_0 diterima dan $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ maka faktor tersebut tidak memberikan pengaruh nyata (Kartikasari, 2016). Jika nilai % *recovery* lebih besar dari 100 % atau hasil pengukuran lebih besar dari konsentrasi sebenarnya, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Seperti kurangnya ketelitian, pemahaman dan kemungkinan dari faktor alat yang tidak terkalibrasi (Kartikasari, 2016).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 28 Maret – 13 Juni 2022 di laboratorium analitik dan instrumen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan; lemari asam, neraca analitik, wajan aluminium, serok penggorengan, kompor konvensional, termometer digital, *stopwatch*, micropipet 1 mL, instrumen SSA Varian AA 420, *hot plate*, pipet tetes, pipet ukur 1 mL, 5 mL dan 10 mL, labu ukur 10 mL dan 100 mL, rak beserta tabung reaksi, gelas beaker 50 mL dan 100 mL, corong gelas 75 mm, erlenmeyer 50 mL, gelas ukur 10 mL, stirer 1 cm, spatula, bola hisap, gelas ukur plastik 1 liter, gelas arloji, plastik wrap dan botol vial 10 mL.

Bahan dalam penelitian; minyak goreng kemasan, ayam potong, pisang kepok, standar $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ p.a, HNO_3 65% (Smart-lab p.a), H_2O_2 30% (Merck p.a), H_2SO_4 90% (Merck p.a), aquadest, aquabidest water one dan kertas saring whatman 42.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian secara garis besar dibagi dalam 5 tahap, meliputi: (1) Pengaturan instrumentasi SSA untuk logam berat Pb, (2) Pembuatan kurva standar Pb, (3) Preparasi sampel minyak goreng kemasan, (4) Destruksi dan analisis kadar logam

berat Pb menggunakan SSA, (5) Analisis data dengan *two way anova* Faktorial.

3.4 Pengaturan SSA

Tahapan awal penelitian adalah pengaturan instrumen SSA untuk analisis logam berat Pb. SSA perlu diatur berdasarkan parameter yang telah ditetapkan, hal tersebut disebabkan karena setiap logam mempunyai serapan panjang gelombang yang berbeda. Berikut beberapa parameter pengaturan SSA untuk analisis logam berat Pb dalam sampel yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter Pengaturan SSA (Dewi, 2012)

| No. | Parameter | Timbal (Pb) |
|-----|-------------------------|--------------|
| 1. | Varian spektra | AA 240 |
| 2. | Panjang gelombang | 283,3 nm |
| 3. | Lebar celah | 0,5 nm |
| 4. | Lampu katoda | Pb |
| 5. | kuat arus HCL | 10,0 μ A |
| 6. | Gas pembakar (Asetilen) | 2,0 L/menit |
| 7. | Gas pembawa (Udara) | 10,0 L/menit |
| 8. | Tinggi burner | 2,0 mm |

3.5 Pembuatan Kurva Standar Pb

Menyiapkan larutan standar Pb induk 1000 mg/L, dilakukan dengan menimbang 0,1599 gr serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan dimasukkan labu ukur 100 mL. Serbuk $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ kemudian diencerkan dengan aquabidest water one sampai tanda batas. Selanjutnya dibuat larutan 10 mg/L dengan memipet 0,5 mL larutan stok 1000 mg/L, dimasukkan labu ukur 50 mL dan ditanda bataskan dengan aquabidest water one. Larutan standar 10 mg/L tersebut dipipet 0,0; 0,3; 0,5; 0,7 dan 0,9 mL, dimasukkan labu ukur 10 mL dan ditanda bataskan dengan

aquabidest water one. Sehingga diperoleh deret konsesntrasi larutan standar Pb 0,0; 0,3; 0,5; 0,7 dan 0,9 mg/L. Deret larutan tersebut selanjutnya analisis dengan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm.

3.6 Preparasi Sampel Minyak Goreng

3.6.1 Minyak Goreng Kontrol

Sampel minyak goreng kontrol meliputi minyak goreng kemasan yang masih baru dan minyak goreng dengan perlakuan pengaruh cemaran dari alat penggorengan. Perlakuan minyak goreng kontrol ditujukan untuk mengetahui seberapa besar kadar Pb dalam minyak goreng yang masih baru dan melihat bagaimana alat penggorengan memberikan pengaruh cemaran Pb pada minyak goreng. Proses preparasi sampel minyak goreng kontrol tersebut meliputi:

1. Sampel minyak goreng kemasan (baru).

Sampel minyak goreng baru tidak dilakukan perlakuan faktor pengaruh cemaran apapun dan langsung dianalisis kadar Pb nya dengan AAS.

2. Minyak goreng dengan perlakuan pengaruh dari alat penggorengan.

Dilakukan dengan memanaskan 250 mL minyak goreng baru diatas wajan almunium tanpa adanya bahan yang digoreng. Pemanasan dilakukan dengan kompor konvensional dengan suhu dan lama waktu yang telah dikondisikan (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Pemodelan Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh Cemaran dari Alat Penggorengan.

| No | Sampel | Ulangan Pemanasan | Waktu | Suhu Pemanasan |
|----|---------------|-------------------|---------|----------------|
| 1. | Minyak Goreng | 2, 4, 6, 8 kali | 5 menit | 170°C |

Catatan: Jeda pemanasan ± 6 menit dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

3.6.2 Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh Cemaran dari Bahan Pangan yang di Goreng

Dilakukan simulasi penggorengan menggunakan metode *deep-fat frying* tanpa penambahan minyak. Minyak goreng digunakan untuk menggoreng pisang kepok dan ayam potong dengan pengulangan penggorengan yang pemodelannya ditunjukkan Tabel 3.3. Volume minyak goreng yang digunakan sebanyak 250 mL dengan bahan yang digoreng sebanyak 70 gram. Pisang kepok dipotong seperti keripik, sedangkan daging ayam potong sebelum digoreng dibersihkan dari tulangnya dan dipotong seperti *steak* kentang. Bahan mentah pisang kepok maupun ayam potong tidak dilakukan perlakuan apapun dan langsung digoreng.

Setiap perlakuan penggorengan diulang sebanyak 3 kali dan setelah penggorengan minyak goreng dibiarkan \pm selama 6 menit sampai benar-benar dingin, baru kemudian melakukan ulangan penggorengan berikutnya. Minyak goreng hasil preparasi dipipet \pm 5 mL dan disimpan dalam botol vial 10 mL untuk menghindari cemaran Pb dari wadah penyimpanan (Afifah, 2014).

Tabel 3.3 Pemodelan Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh dari Bahan yang di Goreng (BPOM, 2015).

| No. | Sampel | Bahan yang Digoreng | Ulangan Penggorengan | Waktu dan Suhu Penggorengan |
|-----|--------|---------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1. | Minyak | Pisang kepok | 2, 4, 6, 8 kali | 5 menit dengan suhu 170°C |
| 2. | Goreng | Ayam Potong | 2, 4, 6, 8 kali | 5 menit dengan suhu 170°C |

Catatan: Setiap Ulangan Penggorengan Menggunakan Daging Mentah Pisang dan Ayam Baru

3.7 Penentuan Zat Pendestruksi Terpilih

Penentuan zat pendestruksi terpilih bertujuan untuk mendapatkan komposisi asam terbaik agar diperoleh hasil analisis yang maksimal. Hal tersebut ditentukan dengan cara melakukan variasi penggunaan asam tunggal atau

campuran untuk mendestruksi 2 gram sampel minyak goreng yang masih baru. Komposisi asam terbaik ditentukan berdasarkan kadar Pb tertinggi dari hasil analisis SSA. Variasi komposisi zat pendestruksi tersebut ditunjukkan Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Variasi Komposisi Zat Pendestruksi

| No. | Berat Sampel Minyak Goreng | Zat Pendestruksi |
|-----|----------------------------|---|
| 1. | 2 gram | HNO ₃ (10 mL) (Aminah, 2017) |
| 2. | 2 gram | HNO ₃ : H ₂ SO ₄ (10 mL: 1 mL) (Lutfidiani, 2021) |
| 3. | 2 gram | HNO ₃ : H ₂ O ₂ : H ₂ SO ₄ (10 mL: 3 mL: 1 mL) (Asemave, 2012) |

3.8 Destruksi Sampel

Destruksi yang dilakukan meliputi pendestruksian sampel minyak goreng kontrol maupun dengan perlakuan pengaruh dari bahan yang di goreng dan bahan mentah yang digoreng. Tahapannya, sampel minyak goreng maupun sampel bahan mentah yang digoreng ditimbang sebanyak 2 gram dan dimasukkan erlenmeyer 50 mL. Selanjutnya ditambahkan komposisi asam pendestruksi terbaik dan dipanaskan diatas *hotplate* pada suhu 150°C selama 1,5 jam dengan kecepatan pengaduk stirer 80 rpm. Larutan hasil destruksi kemudian didinginkan pada suhu ruang dan disaring dengan kertas whatman 42. Larutan setelah disaring diambil sebanyak 10 mL, ditakar dengan gelas ukur dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Larutan tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm.

3.9 Analisis SSA

Pembacaan data analisis dilakukan dengan membuat kurva standar untuk mengetahui hubungan konsentrasi (C) dengan absorbansi (A). Hasil yang diperoleh dari hubungan konsentrasi dan absorbansi tersebut adalah nilai *slope* dan *intersep*. Nilai tersebut dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi sampel dengan melakukan pendekatan regresi linier (Persamaan 3.1). Persamaan regresi linier selanjutnya disetarakan dengan hukum *Lambert Beer* untuk mencari kadar Pb sebenarnya (Persamaan 3.2), yang menyatakan bahwa y = absorbansi, x = konsentrasi, b = slope dan a = intersep.

$$y = bx + a \dots\dots\dots(3.1)$$

$$x = \frac{(y-b)}{a} \dots\dots\dots(3.2)$$

3.10 Analisis Two Way Anova Faktorial

Analisis ANNOVA adalah metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Uji dalam ANNOVA menggunakan uji F untuk pengujian lebih dari 2 sampel atau analisis komparasi multivariabel. Teknik analisis komparatif dengan menggunakan tes “t”, yaitu dengan mencari perbedaan yang signifikan dari dua buah *mean* atau dua variabel.

ANNOVA dua arah (*two way anova*) digunakan apabila data yang dianalisis lebih dari 2 faktor pengaruh atau sumber keragaman yang terjadi tidak hanya karena satu faktor perlakuan. Faktor lain yang mungkin menjadi sumber keragaman respon juga harus diperhatikan. Berdasarkan hal tersebut maka kita

dapat membandingkan *mean* yang berasal dari beberapa kategori/kelompok untuk satu variabel perlakuan. Hasil analisis *two way annova* dapat diketahui dengan melihat hasil hipotesis yang dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Apabila nilai $\text{sig} < \alpha = 0,05$ dan nilai $F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$ maka H_0 ditolak atau dapat dikatakan bahwa faktor perlakuan pengaruh dan ulangan penggorengan berpengaruh nyata terhadap kadar Pb dalam minyak goreng.
2. Apabila nilai $\text{sig} > \alpha = 0,05$ dan nilai $F_{\text{tabel}} > F_{\text{hitung}}$ maka H_0 diterima atau dapat dikatakan bahwa faktor perlakuan pengaruh dan ulangan penggorengan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar Pb dalam minyak goreng.

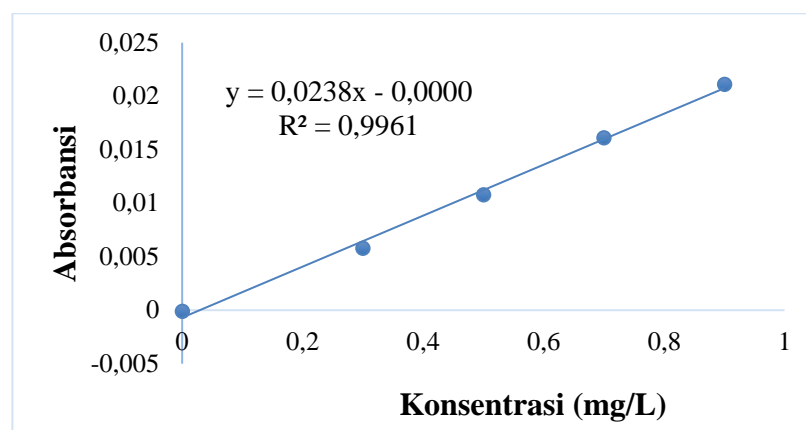
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana perlakuan pengulangan penggorengan, alat penggorengan dan bahan pangan yang digoreng dalam memberikan pengaruh cemaran logam Pb pada minyak goreng kemasan. Hal tersebut dimaksudkan untuk meminimalisir banyaknya kasus keracunan logam berat Pb yang disebabkan oleh faktor makanan. Sehingga, perlu dilakukan analisis logam Pb pada minyak goreng kemasan dengan mensimulasikan berbagai variasi perlakuan faktor pengaruh cemaran logam Pb untuk menentukan batas aman jumlah ulangan dalam penggorengan.

4.1 Kurva Standar Pb

Kurva standar merupakan kurva yang dibuat dari sederetan larutan standar dengan range tertentu yang berfungsi untuk menganalisis larutan yang konsentrasinya belum diketahui. Deret larutan standar dibuat dengan konsentrasi yang berbeda dan diukur dengan SSA, kemudian akan diperoleh nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi larutan. Kurva kalibrasi standar dibuat dengan memplotkan konsentrasi larutan standar dengan absorbansi, sehingga akan didapatkan persamaan regresi linier. Berdasarkan hukum *Lambert-Beer*, absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan, maka nilai absorbansi juga akan semakin besar. Hasil pembuatan kurva standar logam Pb ditunjukkan Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Kurva Standar Logam Berat Timbal (Pb)

Hasil pembuatan kurva standar Pb konsentrasi 0,0; 0,3; 0,5; 0,7 dan 0,9 mg/L didapatkan nilai $y = 0,0238x - 0,0000$ dengan koefisien relasi (R^2) sebesar 0,9961. Kurva standart Pb tersebut memiliki nilai *slope* (b) sebesar 0,0238, menunjukkan bahwa setiap satuan perubahan konsentrasi menghasilkan perubahan absorbansi sebesar 0,0238. Nilai koefisien relasi (R^2) yang diperoleh yaitu 0,9961 masih memenuhi syarat yang diperbolehkan berdasarkan SNI ISO/IEC 17025:2017 yaitu $\geq 0,995$. Nilai koefisien relasi (R^2) tersebut menunjukkan bahwa alat instrumen SSA dalam kondisi baik, dan persamaan garis lurus yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi Pb dalam sampel minyak goreng.

Berdasarkan hasil perhitungan LOD dan LOQ dari kurva standar Pb yang telah dibuat, diperoleh nilai LOD = 0,0001 mg/L dan LOQ = 0,0005 mg/L. Nilai LOD tersebut menunjukkan bahwa limit deteksi dari SSA dalam menganalisis kadar Pb dalam sampel adalah sebesar 0,0001 mg/L. Konsentrasi Pb dalam sampel yang dianalisis harus diatas 0,0001 mg/L agar dapat dipercaya sebagai sinyal dari analit. Namun, apabila konsentrasi hasil analisis dibawah 0,0001 mg/L, maka nilai tersebut tidak dapat dipercaya sebagai analit, melainkan *noise*.

Nilai LOQ menunjukkan bahwa limit kuantisasi atau deteksi konsentrasi Pb terendah yang masih memenuhi kriteria akurasi dan presisi dari instrumen SSA adalah sebesar 0,0005 mg/L. Limit kuantisasi merupakan penentu batas rentan kerja yang harus dicapai dalam suatu analisis. Meskipun kurva standar Pb yang dibuat pada *range* 0,3 mg/L sampai 0,9 mg/L memiliki hasil yang linier, namun nilai analisis harus mencapai limit kuantisasi agar pengukuran lebih akurat. Maka berdasarkan hal tersebut, hasil analisis dalam sampel minyak goreng dan bahan mentah yang digoreng dengan konsentrasi Pb yang lebih dari nilai LOQ adalah hasil pengukuran yang memiliki akurasi dan presisi tinggi.

4.2 Hasil Penentuan Zat Pendestruksi Terpilih

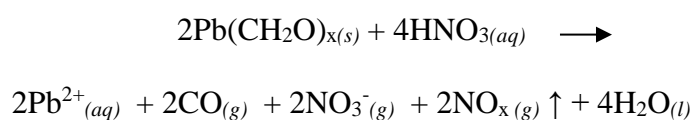
Hasil penentuan zat pendestruksi terbaik dibandingkan berdasarkan kadar Pb tertinggi dalam minyak goreng yang masih baru dari hasil analisis SSA. Penggunaan variasi zat pendestruksi sangat berpengaruh terhadap kadar Pb dalam minyak goreng kemasan yang masih baru. Hasil penentuan zat pendestruksi terpilih disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Penentuan Variasi Zat Pendestruksi pada Minyak Goreng yang Masih Baru

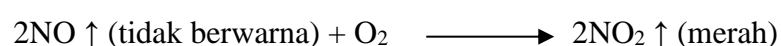
| No. | Berat Sampel Minyak Goreng | Zat Pendestruksi | Kadar Pb (mg/kg) |
|-----|----------------------------|--|------------------|
| 1. | 2 gram | HNO ₃ (10 mL) | 0,0000 (TTD) |
| 2. | 2 gram | HNO ₃ : H ₂ SO ₄ (10 mL:1mL) | 0,0000 (TTD) |
| 3. | 2 gram | HNO ₃ : H ₂ O ₂ : H ₂ SO ₄ (10 mL:3 mL:1mL) | 0,0417 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa minyak goreng kemasan yang masih baru dan didestruksi dengan pelarut tunggal HNO₃ saja diperoleh kadar Pb 0,0000 mg/kg atau tidak terdeteksi SSA. Diduga, penggunaan pelarut tunggal HNO₃ saja masih kurang sempurna dalam memutuskan ikatan Pb dengan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam sampel minyak goreng. Adapun reaksi yang terjadi adalah:

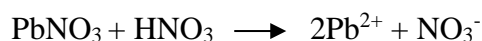


Ketika proses destruksi berlangsung, maka akan menghasilkan gas nitrogen (II) oksida yang tidak berwarna. Namun, apabila gas nitrogen (II) oksida tersebut bereaksi dengan udara, maka akan teroksidasi dan menjadi nitrogen oksida berwarna merah. Adapun reaksi yang terjadi adalah (Vogel, 1979):

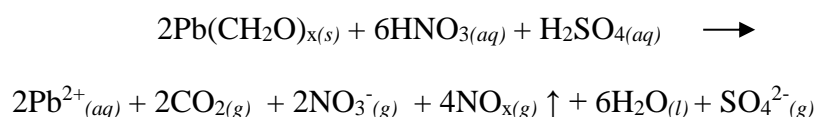


Berdasarkan pernyataan Vogel (1979) menyebutkan bahwa timbal (Pb) mudah larut dalam HNO₃ yang memiliki konsentrasi sedang, dengan kepekatan 8 M (konsentrasi 39%). Sedangkan konsentrasi HNO₃ yang digunakan dalam penelitian memiliki kepekatan sebesar 13,41 M (konsentrasi 65%). Apabila HNO₃ yang digunakan terlalu pekat, maka akan terbentuk lapisan pelindung berupa timbal nitrat pada permukaan logam, yang mencegah pelarutan lebih lanjut (Vogel, 1979). Tahap awal reaksi antara Pb dengan HNO₃ adalah terbentuknya

timbal nitrat (PbNO_3). Kemudian timbal nitrat (PbNO_3) tersebut akan bereaksi dengan HNO_3 dan membentuk Pb^{2+} .



Namun, apabila konsentrasi HNO_3 yang digunakan terlalu pekat, maka Pb^{2+} tersebut akan menjadi timbal nitrat (PbNO_3) lagi. Sehingga Pb^{2+} tidak dapat larut kedalam pelarut HNO_3 . Variasi asam oksidator kedua adalah penambahan H_2SO_4 sebanyak 1 mL sebagai katalis untuk membantu HNO_3 dalam memutuskan Pb dari senyawa- senyawa organik dalam sampel minyak goreng. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

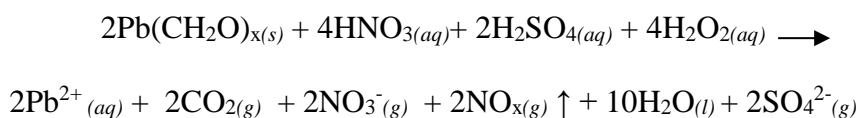


Penambahan variasi pelarut H_2SO_4 akan menghasilkan lapisan berwarna putih atau PbSO_4 pada permukaan larutan sebelum dilakukan pemanasan. Namun, setelah larutan dipanaskan diatas *hot plate*, lapisan putih (PbSO_4) pada larutan tersebut akan menghilang dan membentuk Pb^{2+} .

Volume pelarut H_2SO_4 yang ditambahkan pada saat proses destruksi hanya sebanyak 1 mL. Hal tersebut berdasarkan pernyataan Vogel (1979) menyebutkan bahwa lapisan putih (PbSO_4) dalam larutan tidak dapat larut dalam reagensia berlebihan. Apabila penambahan H_2SO_4 kedalam larutan terlalu berlebih, dimungkinkan Pb^{2+} dari hasil reaksi antara PbSO_4 dan H_2SO_4 akan bereaksi

dengan asam sulfat yang berlebih tersebut dan kemudian membentuk endapan putih (PbSO_4) lagi, sehingga Pb^{2+} tidak dapat larut kedalam reagen.

Hasil analisis SSA menunjukkan bahwa penggunaan pelarut HNO_3 dan H_2SO_4 untuk mendestruksi sampel minyak goreng diperoleh kadar Pb 0,0000 mg/kg atau tidak terdeteksi oleh SSA. Variasi penambahan H_2SO_4 sebagai katalis diduga masih kurang kurang kuat dalam mendestruksi matriks dalam sampel minyak goreng, sehingga perlu ditambahkan katalis lain. Variasi pelarut ke 3 yaitu penambahan H_2O_2 sebagai katalis kompetitor seperti H_2SO_4 . H_2O_2 merupakan asam pengoksidasi yang bagus untuk merusak sisa-sisa materi organik dalam minyak goreng. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Perbandingan komposisi pelarut HNO_3 harus mempunyai volume lebih banyak dibandingkan dengan volume katalis, disebabkan karena asam pengoksidasi utama. Proses pemanasan pada saat destruksi ditujukan untuk mempercepat reaksi oksidasi, selain itu agar endapan PbSO_4 yang terbentuk pada saat penambahan H_2SO_4 dapat cair kembali cair sehingga endapan Pb dapat berubah kembali menjadi Pb^{2+} yang akan dianalisis dengan SSA. Penggunaan kombinasi asam akan memberikan kekuatan asam yang lebih baik untuk mendestruksi senyawa-senyawa organik dalam minyak goreng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan campuran 3 pelarut sudah dapat mendestruksi sampel minyak goreng kemasan dengan baik.

4.3 Hasil Uji Logam Berat Pb dalam Minyak Goreng dan Bahan Pangan yang di Goreng.

Kadar Pb dalam sampel dianalisis menggunakan SSA dan konsentrasi Pb dihitung dengan persamaan regresi kurva standar Pb. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb meningkat sebanding dengan jumlah ulangan penggorengan. Hasil uji kadar logam berat Pb dalam sampel disajikan Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Pb dalam Minyak Goreng dan Bahan Pangan Mentah yang di Goreng

| No. | Jenis Sampel | Ulangan Penggorengan | Kadar Pb (mg/kg) ± SD | Ket |
|-----|--|----------------------|----------------------------|-----|
| 1. | Minyak Goreng Kemasan yang Masih Baru | - | 0,0417 ± 0,03 | MS |
| 2. | Bahan Mentah yang di Goreng | | | |
| | Pisang Kepok | - | 0,1318 ± 0,03 | MS |
| | Ayam Potong | - | 0,0000 ± 0,00 | MS |
| 3. | Minyak dengan Perlakuan Pengaruh dari Alat Penggorengan | 2 Kali | 0,2312 ± 0,07 ^b | TMS |
| | | 4 Kali | 0,4835 ± 0,06 ^d | TMS |
| | | 6 Kali | 0,8050 ± 0,16 ^f | TMS |
| | | 8 Kali | 0,9386 ± 0,19 ^g | TMS |
| 4. | Minyak untuk Menggoreng Pisang Kepok | 2 Kali | 0,1040 ± 0,05 ^a | MS |
| | | 4 Kali | 0,3141 ± 0,07 ^c | TMS |
| | | 6 Kali | 0,5248 ± 0,04 ^d | TMS |
| | | 8 Kali | 0,6924 ± 0,09 ^e | TMS |
| 5. | Minyak untuk Menggoreng Ayam Potong | 2 Kali | 0,0907 ± 0,05 ^a | MS |
| | | 4 Kali | 0,1891 ± 0,03 ^b | TMS |
| | | 6 Kali | 0,3735 ± 0,05 ^c | TMS |
| | | 8 Kali | 0,7294 ± 0,11 ^e | TMS |

Keterangan: SD : Standar Deviasi

MS : Memenuhi Syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Catatan: - Ambang Batas Pb Minyak Goreng SNI 3741:2013 sebesar 0,1 mg/kg

- Ambang Batas Pb Pisang Kepok SNI No.5.637:2018 sebesar 0,2 mg/kg

- Ambang Batas Pb Ayam Potong SNI No.5.637:2018 sebesar 0,5 mg/kg

Notasi BNT: Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Tidak Berbeda Nyata

Hasil uji ANNOVA pada interaksi perlakuan pengaruh cemaran Pb dan pengulangan penggorengan diperoleh nilai $F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$ ($2,508 < 3,190$) dengan probabilitas (sig.) sebesar $0,019 < \alpha=0,05$ menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pengaruh cemaran Pb dan pengulangan penggorengan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar Pb dalam minyak goreng. Meskipun hasil uji ANNOVA berbeda nyata, namun apabila dilihat hasil dari uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa terdapat beberapa sampel yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut disebabkan karena hasil perhitungan BNT menunjukkan selisih hasil yang tidak terlalu jauh.

Sampel yang dijelaskan berdasarkan uji lanjut BNT hanya sampel minyak goreng dengan perlakuan pengaruh dari bahan yang digoreng. Hal tersebut disebabkan karena pengaruh cemaran Pb dari alat penggorengan hanya terjadi apabila wajan aluminium masih baru, sehingga relatif jarang terjadi. Sedangkan pengaruh cemaran dari pisang kepok dan ayam potong sering ditemukan karena merupakan bahan pangan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Sampel yang tidak berbeda nyata berdasarkan dari hasil uji BNT ditunjukkan Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Sampel Minyak Goreng dengan Perlakuan Pengaruh dari Bahan yang di Goreng yang Tidak Berbeda Nyata dari Hasil Uji BNT

| Bahan yang di Goreng | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| No. | Pisang Kepok | Ayam Potong |
| 1. | Pisang 2 kali penggorengan ^a | Ayam 2 kali penggorengan ^a |
| 2. | Pisang 4 kali penggorengan ^c | Ayam 4 kali penggorengan ^b |
| 3. | Pisang 6 kali penggorengan ^d | Ayam 6 kali penggorengan ^c |
| 4. | Pisang 8 kali penggorengan ^e | Ayam 8 kali penggorengan ^e |

Ket: Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

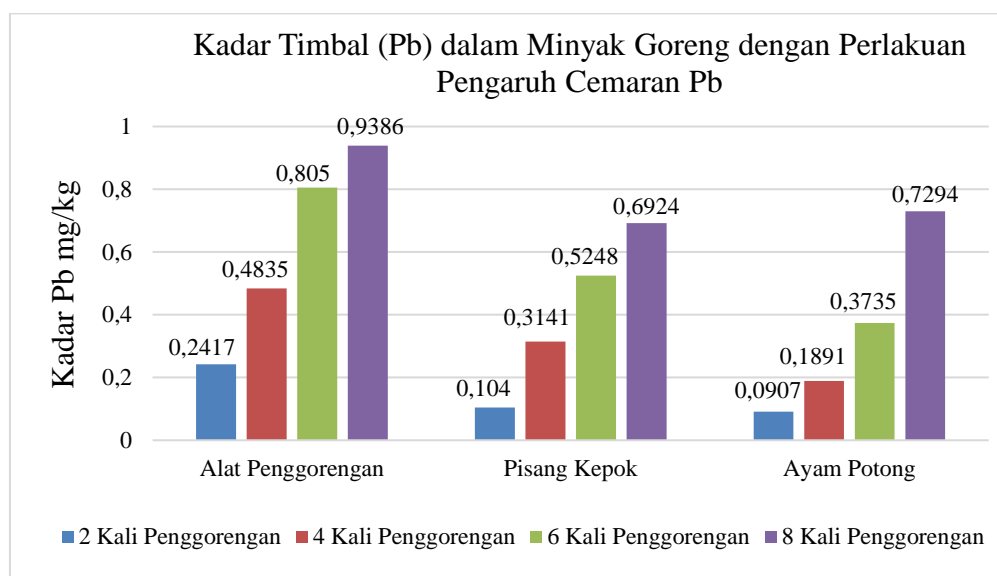
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel minyak goreng kemasan yang masih baru diperoleh kadar Pb 0,0417 mg/kg dan masih dibawah ambang batas SNI 3741:2013 yaitu 0,1 mg/kg. Sedangkan minyak goreng dengan perlakuan pengaruh dari alat penggorengan pada 2 kali ulangan penggorengan diperoleh kadar Pb sebesar 0,2312 mg/kg, 4 kali 0,4835 mg/kg, 6 kali 0,8050 mg/kg dan 8 kali ulangan sebesar 0,9386 mg/kg. Kadar Pb dalam minyak goreng dengan pengaruh cemaran dari alat penggorengan baik pada 2, 4, 6 dan 8 kali ulangan penggorengan telah melewati ambang batas.

Tingginya kadar Pb pada sampel minyak goreng dengan perlakuan pengaruh dari alat penggorengan selain dipengaruhi oleh minyak goreng kemasan yang digunakan telah mengandung Pb sebesar 0,0417 mg/kg, juga dipengaruhi oleh wajan aluminium yang digunakan untuk preparasi sampel masih baru. Dimungkinkan masih banyak partikulat dari sisa proses industri berukuran mikro dipermukaan wajan yang masih tertinggal dan mencemari minyak goreng. Partikulat tersebut dapat diduga merupakan logam berat Pb, hal tersebut berdasarkan pernyataan Sari (2016) yang menyebutkan bahwa logam Pb diduga sengaja ditambahkan pada saat pembuatan wajan aluminium sebagai lapisan anti karat agar diperoleh wajan berkualitas tinggi.

Minyak yang digunakan untuk menggoreng pisang kepok pada 2 kali ulangan penggorengan memiliki kadar Pb sebesar 0,1040 mg/kg, 4 kali 0,3141 mg/kg, 6 kali 0,5248 mg/kg dan pada 8 kali ulangan 0,6924 mg/kg. Sedangkan minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng ayam potong pada 2 kali ulangan penggorengan memiliki kadar Pb sebesar 0,0907 mg/kg, 4 kali 0,1891 mg/kg, 6 kali 0,3735 mg/kg dan 8 kali ulangan 0,7294 mg/kg. Minyak untuk menggoreng

pisang maupun ayam pada 2 kali penggorengan masih dibawah ambang batas SNI 3741:2013 yaitu 0,1 mg/kg. Sedangkan pada 4, 6, dan 8 kali penggorengan baik pada pisang maupun ayam telah melewati ambang batas.

Minyak goreng dengan pengaruh cemaran dari alat penggorengan apabila dibandingkan dengan minyak dengan pengaruh cemaran pisang kepok pada 2 kali penggorengan mengalami penurunan kadar Pb sebesar 0,1272 mg/kg, 4 kali sebesar 0,1694 mg/kg, 6 kali sebesar 0,2802 mg/kg dan pada 8 kali penggorengan sebesar 0,2462 mg/kg. Sedangkan pada minyak dengan pengaruh cemaran dari alat penggorengan apabila dibandingkan dengan minyak dengan pengaruh cemaran ayam potong pada 2 kali penggorengan mengalami penurunan kadar Pb sebesar 0,1405 mg/kg, 4 kali sebesar 0,2944 mg/kg, 6 kali sebesar 0,4315 mg/kg dan 8 kali penggorengan sebesar 0,2092 mg/kg (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Perbandingan Kadar Pb dalam Minyak Goreng dengan Berbagai Perlakuan Pengaruh Cemaran Pb.

Saat proses penggorengan berlangsung, logam Pb yang larut dalam minyak goreng akan ikut terserap kedalam bahan pangan yang digoreng. Hal tersebut menyebabkan konsentrasi Pb dalam minyak goreng akan berkurang disebabkan sebagian minyak goreng telah terserap kedalam bahan pangan. Lutfidiani (2021) menyebutkan bahwa kapasitas penyerapan minyak pada bahan pangan yang digoreng dipengaruhi oleh kadar air dalam bahan yang digoreng. Kadar air pada ayam potong berkisar 65–80 %, sedangkan pada pisang kepok mengandung air berkisar 70 %. Suhu penggorengan yang lebih dari 170° C akan menyebabkan air menguap dari dalam bahan pangan. Saat proses penggorengan, minyak goreng akan menempati rongga-rongga dalam bahan pangan menggantikan posisi air. Berdasarkan kadar air yang terkandung, maka tingkat penyerapan minyak goreng lebih tinggi pada ayam potong dibandingkan dalam pisang kepok.

Kadar Pb yang diserap oleh pisang kepok maupun ayam potong terus meningkat pada 2 kali penggorengan sampai 6 kali penggorengan. Namun, pada 8 kali penggorengan kadar Pb yang diserap oleh bahan yang digoreng menunjukkan penurunan. Hal tersebut disebabkan karena minyak goreng pada 2 kali sampai 6 kali penggorengan minyak goreng belum mengalami kerusakan profil asam lemak dan kualitas minyak goreng. Dimungkinkan, minyak goreng pada 8 kali ulangan penggorengan telah mengalami kerusakan profil asam lemak dan kualitas minyak goreng.

Pengaruh dari kerusakan minyak goreng adalah berkurangnya laju perpindahan panas dari minyak kedalam bahan pangan yang digoreng, dan menyebabkan air yang menguap dari dalam bahan pangan akan berkurang. Apabila jumlah air yang menguap berkurang, maka jumlah minyak goreng yang

terserap kedalam bahan pangan akan menurun. Ilmi (2015) menyebutkan bahwa kerusakan minyak disebabkan karena proses hidrolisis dan oksidasi. Proses hidrolisis menyebabkan terjadinya peningkatan FFA, monoasilgliserol, diasilgliserol dan gliserol, sedangkan proses oksidasi mengakibatkan terbentuknya hiperperoksida, aldehid, keton, asam karboksilat, alkana rantai pendek dan alkena.

Berdasarkan penelitian Ilmi (2015) menunjukkan bahwa minyak goreng kemasan yang digunakan untuk 4 kali penggorengan dengan satu siklus penggorengan selama 30 menit, secara keseluruhan tidak menunjukkan perbedaan penurunan profil asam lemak maupun kualitas minyak goreng yang digunakan. Apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan, lama satu siklus penggorengan adalah selama 5 menit, dimungkinkan pada 6 kali ulangan penggorengan profil asam lemak maupun kualitas minyak masih belum mengalami kerusakan. Namun setelah lebih dari 6 kali ulangan penggorengan, kualitas minyak telah rusak dan mempengaruhi perambatan panas kedalam bahan pangan yang digoreng.

Hasil analisis bahan pangan yang digoreng pada pisang kepok mentah diperoleh kadar Pb sebesar 0,1318 mg/kg. Kandungan Pb dalam pisang kepok diduga berasal dari cemaran karbit atau kalsium karbida (CaC_2) yang digunakan untuk mempercepat proses pematangan buah pisang. Menurut Hasan et,al (2021) menyebutkan bahwa dalam karbit atau kalsium karbida (CaC_2) yang diproduksi secara komersial mengandung pengotor berupa fosfor atau logam berat, dan diantara pengotor logam berat tersebut adalah logam Pb. Keberadaan pengotor logam Pb berasal dari bahan baku utama pembuatan karbit yaitu batubara.

Karbit atau kalsium karbida (CaC_2) akan menghasilkan gas asetilena apabila bereaksi dengan uap air di udara ketika proses pematangan pisang kepok. Namun, karena karbit telah mengandung pengotor yang diantaranya logam berat Pb, maka gas yang dilepaskan dapat berupa gas yang mengandung logam Pb dan menjadi residu yang kemudian mencemari pisang kepok. Kandungan Pb dalam pisang kepok dapat terdegradasi ketika proses penggorengan secara berulang dan meningkatkan kadar Pb dalam minyak goreng.

Hasil analisis pada bahan yang digoreng menunjukkan bahwa pada daging ayam potong mentah mengandung kadar Pb sebesar 0,0000 mg/kg (tidak terdeteksi). Perolehan kadar Pb dari hasil penelitian tidak berkesesuaian dengan hasil penelitian Priyono (2013) dalam analisis kadar Pb dalam daging ayam potong yang diambil dari 3 tempat yang berbeda dan Dwiloka (2021) dalam analisis Pb dalam ayam potong dengan pengaruh variasi pemberian pakan yang memperoleh kisaran kadar Pb antara 0,027–3,44 mg/kg. Perbedaan perolehan hasil kadar Pb tersebut disebabkan karena penghalusan daging ayam potong pada saat preparasi penelitian tidak menggunakan mortar, melainkan hanya dihaluskan menggunakan pisau. Sehingga, sampel tidak halus secara sempurna dan mempengaruhi perolehan kadar Pb ketika dilakukan analisis.

Minyak goreng dengan perlakuan pengaruh cemaran dari bahan yang digoreng menunjukkan peningkatan kadar Pb sebanding dengan jumlah ulangan penggorengan. Peningkatan kadar Pb diduga berasal dari bahan pangan yang digoreng dan dari alat penggorengan. Menurut Dewi (2012) menyebutkan bahwa logam Pb pada bahan pangan terikat pada karbohidrat, protein dan lemak. Proses penggorengan dengan suhu diatas 170°C dapat menyebabkan zat gizi protein

karbohidrat (amilosa dalam pisang kepok) maupun protein dan lemak (dalam ayam potong) yang mengikat logam Pb terdegradasi dan menyebabkan peningkatan kadar Pb dalam minyak goreng. Kadar Pb akan terus meningkat sebanding dengan jumlah penggorengan.

Selain cemaran dari bahan yang digoreng, alat penggorengan juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar Pb dalam minyak goreng. Peningkatan kadar Pb dalam minyak untuk menggoreng pisang kepok lebih tinggi apabila dibandingkan dengan minyak untuk menggoreng ayam potong. Hal tersebut diduga karena wajan aluminium yang digunakan hanya satu buah dan urutan penggorengan lebih dulu pisang kepok, baru kemudian ayam potong. Saat proses penggorengan pisang kepok, partikulat logam Pb pada permukaan wajan dimungkinkan masih banyak dan peningkatan kadar Pb dalam minyak goreng lebih tinggi. Sedangkan ketika proses penggorengan ayam potong, partikulat logam Pb pada permukaan wajan telah berkurang dan peningkatan kadar Pb dalam minyak goreng lebih rendah apabila dibandingkan dengan minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng pisang kepok.

4.4 Urgensi Hasil Penelitian dalam Tinjauan Ayat Al Qur'an

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb dalam minyak goreng kemasan yang digunakan lebih dari 2 kali penggorengan telah melewati ambang batas SNI. Bahaya jangka panjang akumulasi logam Pb dalam tubuh perlu mendapat perhatian serius. Kebiasaan menggunakan minyak jelantah hendaknya diminimalisir, Allah SWT berfirman dalam QS Al-Baqarah (2): 168 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ
عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya: *Wahai manusia! Makanlah dari (makanan) yang halal dan baik yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan. Sungguh, setan itu musuh yang nyata bagimu.*

Arti “*Wahai manusia*” ditujukan kepada semua manusia, baik orang-orang mukmin atau orang kafir untuk “*memakan (makanan) yang halal yang ada di bumi*”. Arti selanjutnya “*Dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah setan*” menjelaskan bahwa setan hanya akan mengajak manusia pada keburukan. Manusia dihimbau untuk berhati-hati terhadap makanan, karena salah satu tipu daya setan adalah melalui aspek makanan. Leluhur manusia yaitu Nabi Adam AS dan Siti Hawa ketika di surga terpedaya hasutan setan juga melalui makanan. Setan akan menggiring manusia tahap demi tahap hingga terjerumus kedalam bahaya (Shihab, 2002).

Hendaknya seorang mukmin mengetahui keburukan minyak jelantah terhadap tubuh. Meskipun minyak jelantah di kategorikan halal, namun hendaknya penggunaannya diminimalisir. Karena penggunaan minyak jelantah yang tercemar logam berat secara bertahap akan terakumulasi dan menimbulkan bahaya jangka panjang dalam tubuh. Ayat lain yang membahas mengenai perhatian makanan tercantum dalam QS Al mu'minun (23): 51 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا الرُّسُلُ كُلُوا مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَاعْمَلُوا صَالِحًا إِنِّي بِمَا تَعْمَلُونَ عَلِيمٌ ﴿٥١﴾

Artinya: *Wahai para rasul! Makanlah dari (makanan) yang baik-baik, dan kerjakanlah kebajikan. Sungguh, Aku Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.*

Perintah Allah SWT untuk mengkonsumsi makanan yang halal dan baik diturunkan kepada Nabi maupun Rasul Allah SWT dan juga kepada setiap manusia yang mengakui dirinya beriman. Para “Utusan” Allah SWT diharuskan mempunyai jiwa kepemimpinan yang mampu mengendalikan dirinya sendiri dan orang lain. Seorang pemimpin harus memperhatikan segala aspek dalam kehidupannya, termasuk juga makanan yang dikonsumsi. Karena pemimpin adalah seorang panutan yang seluruh perilakunya ditiru oleh pengikutnya (Shihab, 2002).

Arti surat Surat Al mu'minun ayat 51 menunjukkan betapa eratnya hubungan kebersihan makanan (halal dan baik) dengan kebersihan jiwa. Allah SWT tidak menerima ibadah seseorang yang mana dalam perutnya terdapat makanan yang tidak halal dan baik. Tentunya hal tersebut harus diimbangi dengan ibadah dan amal baik dalam kehidupan manusia. Secara garis besar, makanan mempengaruhi aspek kepada Tuhan-Nya dan kepada manusia lain. Penggunaan minyak jelantah yang tercemar logam berat dapat menimbulkan penyakit dan menjadi penghambat seseorang untuk beribadah dan melakukan amal baik terhadap orang lain. Berdasarkan 2 ayat tersebut, agama Islam membuktikan bahwa perhatian mengenai makanan untuk seorang mukmin sangat tinggi (Shihab, 2002).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Minyak goreng kemasan yang masih baru mengandung Pb sebesar 0,0417 mg/kg dan masih dibawah ambang batas. Alat penggorengan memberikan pengaruh cemaran Pb yang signifikan pada minyak goreng kemasan. Kadar Pb dalam minyak goreng terus meningkat sebanding dengan jumlah ulangan penggorengan dan kesemua sampel telah melewati ambang batas.
2. Kadar Pb dalam minyak goreng kemasan dengan pengaruh pengulangan penggorengan dan bahan pangan yang digoreng mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan minyak goreng dengan pengaruh cemaran dari alat penggorengan. Kadar Pb dalam minyak goreng pada 2 kali ulangan penggorengan masih dibawah ambang batas, namun pada 4, 6 dan 8 kali penggorengan telah melewati ambang batas.

5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan analisis kadar Pb pada bahan pangan setelah digoreng.
2. Perlu dilakukan pencucian sampai bersih pada wajan aluminium yang masih baru dan perlu dilakukan penggorengan minimal 5 kali tanpa bahan yang digoreng untuk menghilangkan partikulat halus dipermukaan wajan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asemave, K, Ubwa, S.T, Anhwange dan Gbaamende, A.G. 2021. Comparative Evaluation of Some Metals in Palm Oil, Groundnut Oil and Soybean Oil from Nigeria. *International Journal of Modern Chemistry*. Vol 1(1): 28-35.
- Ayu, D.F dan Hamzah, F.H. 2010. Evaluasi Sifat Fisio-Kimia Minyak Goreng yang Digunakan oleh Pedagang Makanan Jajanan di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jurnal KESMAS*. Vol ;9 (1): 4–14.
- Azizah, B.F dan Dewi, D.C. 2007. Penentuan Kadar Timbal Menggunakan Destruksi Ultrasonik Secara Spektroskopi Serapan Atom. *Green Technologi* 3. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI) Nomor 5. 2018. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI). 2010. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Kimia dalam Makanan. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI). 2015. Pedoman Cara Menggoreng Pangan Yang Baik Untuk Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah (UMKM). Jakarta: Direktorat Standardisasi Produk Pangan.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota dan Kabupaten Malang. 2019. Jumlah Produksi Peternakan dan Hortikultura 2018-2019.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2002. *SNI 01-3741-2002 Minyak Goreng*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bati, B. (2002). Determination of Copper in Edible Oils by Atomic Absorption Spectrometry after Lead Piperazinethiocarbamate Solid Phase Extraction and Potassium Cyanide Back-Extraction. *Analytical Science*. The Japan Society for Analytical Chemistry. Vol. 18 (7).
- Departemen Farmakologi dan Terapeutik FKUI. 2007. *Farmakologi dan Terapeutik*. Jakarta : Balai Penerbit FKUI.
- Dewi, D. C. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) Dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *Jurnal Alchemy*. Vol. 2 (3):12-25.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan (DEPKES RI). 2010. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan.
- Dwiloka, B dan Atmomarsono U. 2007. Kandungan Logam Berat pada Daging Dada dan Paha Ayam Broiler yang Dipelihara dengan Sistem Kandang Pangung Setelah Direbus dan Dikukus. *Prosiding Simposium dan Pameran Teknologi Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
- Fillaeli, A. Wiyarsi dan A. Purwaningsih. D. 2012. Studi Kandungan Pb dalam Gorengan yang Dijual di Pinggir Jalan Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian*. Pendidikan dan Penerapan MIPA. Fakultas MIPA-Universitas Negeri Yogyakarta.
- Gandjar, I.G dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis Cetakan Kedua*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Haryati, T.D dan Siahaan, J.E. 2000. *Deteksi Kontaminan Solar dan Kontaminan Lain pada Minyak Sawit*. Warta PPKS. Vol. 8 (1): 1 – 8.
- Haryono, F.S, Sari Y dan Rakmawati I. 2012. Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Bekas Menjadi Biodiesel Studi Kasus: Minyak Goreng Bekas dari KFC Dago Bandung. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumberdaya Alam Indonesia*. Bandung. ISSN 1693-4393.
- Hasibuan, H.A dan Nuryanto, E. 2011. Kajian Kandungan P, Fe, Cu, Dan Ni Pada Minyak Sawit, Minyak Inti Sawit Dan Minyak Kelapa Selama Proses Rafinasi. *Jurnal Standardisasi* Vol. 13 (1).
- Hasibuan, R, Hasan, W dan Naria, E. 2012. Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada Minyak Sebelum dan Sesudah Penggorengan yang Digunakan Pedagang Gorengan Sekitar Kawasan *Traffic Light* Kota Medan Tahun 2012. *Jurnal Lingkungan Kerja dan Keselamatan Kerja*. Vol 1 (1): 12-15.
- Indah, R.S.Y. 2008. Pengaruh Frekuensi Penggorengan, Cara Penimpanan Dan Lama Penyimpanan Minyak Goreng Terhadap Angak Peroksida Dan Angka Asam. *Skripsi*. FK UGM. Yogyakarta.
- Kartikasari, M. 2016. Analisis Logam Timbal (Pb) pada Buah Apel (*Pylus Malus L.*) dengan Metode Destruksi Basah Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Malang. UIN Maliki Malang.
- Kristianingrum, S. 2012. *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya*. Yogyakarta: UNY Press.
- Kusnandar, F. 2010. *Mengenal Sifat Lemak dan Minyak*. Bogor: Departemen Ilmu Teknologi Pangan IPB.

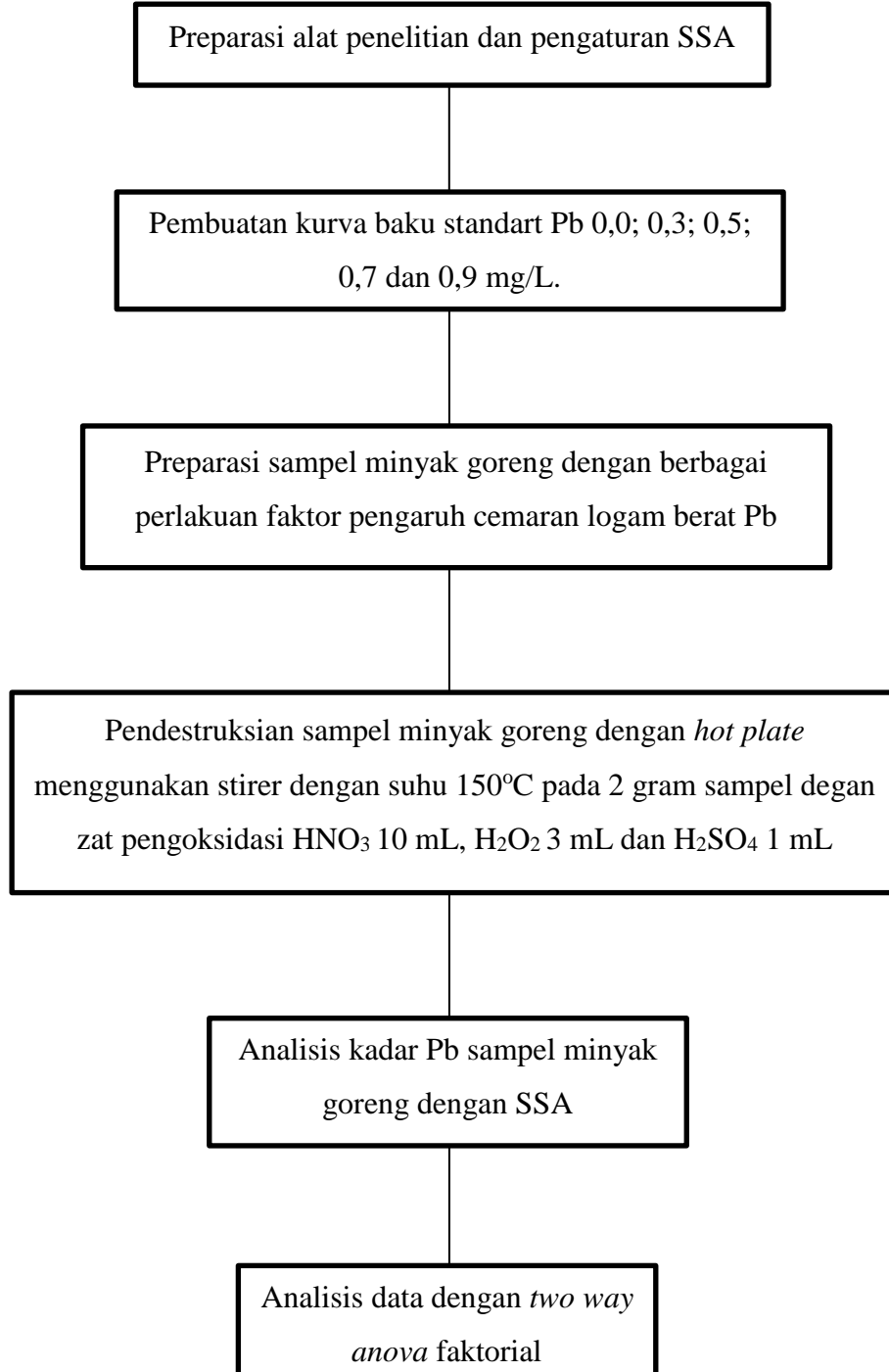
- Kusnandar, F. 2012. *Mengenal Sifat Lemak dan Minyak*. Departemen Ilmu Teknologi Pangan IPB. *Sains Peternakan Vol. 10 (2)* :12-16.
- Lutfidiani, R dan Suryadi, M.A.H.P. 2021. Analisis Kandungan Logam Timbal pada Minyak Sebelum dan Sesudah Digunakan Pedagang Gorengan Di Kelurahan Benoa. *Jurnal Arc. Com. Health*. Vol. 8 (11): 569 – 587.
- Marbun, N.B. 2010. Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Makanan Jajanan Berdasarkan Lama Waktu Paparan yang Dijual di Pinggir Jalan Pasar I Padang Bulan Medan Tahun 2009. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Melsandi, M, Laifa, R, Budiyanto, M.A.K, Wahyuni, S dan Husamah. 2019. Analisis Kadar Timbal dan Kadar Klorofil Daun Trembesi (*Samanea saman*) di Jalan Soekarno Hatta Kota Malang Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Prosiding Seminar Nasional*. Vol. 5 (2) (Hal 67-75.
- Muntadhiroh, C. 2015. Karakteristik anatomi dan potensi daun trembesi (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) di Ruas Jalan Kota Malang sebagai akumulator logam berat timbal (Pb). *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nainggolan, B dan Susanti, N. 2016. Uji Kelayakan Minyak Goreng Curah dan Kemasan yang Digunakan Menggoreng Secara Berulang. *J Pendidik Kim*. Vol 8 (1): 45–57.
- Nuryani, R, Ismail, E dan Sari, T. 2017. Tinjauan Keamanan Pangan Makanan Gorengan Berdasarkan Cemaran Kimia yang Dijual di Sepanjang Jalan Kaliurang Sleman Yogyakarta. *Jurnal Nutrisia*. Vol. 19 (2): 113-118.
- Okoye, C.O.B, Ibeto, C.N dan Ihedioha. 2011. Assessment of heavy metals in chicken feeds sold in south eastern, Nigeria. *Adv. Appl. Sci. Res*. 2(3): 63-68.
- Panirselvam, S. 2019. Determination of Lead, Copper And Iron in Dietary Palm Oil Obtained From Medan Using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). *Undergraduate Thesis*. Universitas Sumatra Utara.
- Priyono, O. 2013. Kajian Kadar dan Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Daging, Hati, dan Ginjal Ayam Brioler. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Ridhlo, M.R. 2016. Survey Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Air Sumber Bahan Baku Air Minum Di Kota Malang. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ruchiyat. 2016. Analisis Kadar Timbal (Pb) Minyak Goreng Beserta Gorengan Yang Dimasak Di Rumah Dan Penjual Gorengan Di Sekitar Kota Garut Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Farmako Bahari*. Vol. 7 (1): 1-6.

- Ruhban, A dan Kurniati. 2017. Logam Berat (Pb) dalam Residu Pestisida pada Tanah, Air dan Bawang Merah Di Desa Salu Dewata Kecamatan Anggereja Kabupaten Enrekang. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. Vol. 17 (2).
- Rulen, B.N, Seprina Z dan Triyani. 2021. Analisis Kandungan Logam Berat pada Buah yang Dijual Dipinggir Jalan Pasar Pagi Arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Kesehatan Maharatu*. Vol 2. (2).
- Rusnawati, Yusuf, B dan Alimuddin. 2018. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering Terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman Ruput Bebek (*Lemna Minor*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2018*. Kimia FMIPA UNMUL.
- S. Paul, and G. S. Mifttal. 1997. *Regulating the Use of Degraded Oil/fat in Deep Fat/Oil Food Frying*. *Critical Reviews in Food Science and Nutruion*, Ed. 37, 1. pp. 635-662.
- Sagita, M.A, Dewanti, N.A.Y dan Sulistiyani. 2020. Gambaran Cemaran Timbal pada Jajanan Gorengan di Salah Satu Kecamatan Kota Semarang. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Vol.19 (3).
- Sahada, E.C. 2015. Pengaruh Pengulangan Pemakaian Minyak Goreng Curah Terhadap Kandungan Ion Besi (Fe^{3+}). *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara.
- Sari, F.I.M, Hariyanto E dan Istanto W. 2016. Analisis Kadar Pb pada Kuah Asem yang Dimasak dengan Panci Alumnim. *Jurnal Analis Kesehatan Sains*. Vol. 5. (2): 32 –35.
- Shihab, M.Q. 2002. Tafsir Al-Mishbah. *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 01. Hal 379. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M.Q. 2002. Tafsir Al-Mishbah. *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 02 Hal 219. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M.Q. 2002. Tafsir Al-Mishbah. *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 09 Hal 179. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab M.Q. 2002. Tafsir Al-Mishbah. *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 15 Hal 67. Jakarta: Lentera Hati..
- Siswanto, W, Mulasari, S.A. 2015. Pengaruh Frekuensi Penggorengan Terhadap Peningkatan Peroksida Minyak Goreng Curah Dan Fortifikasi Vitamin A. *Jurnal KESMAS*. Vol ;9 (1) :1–10.
- SNI ISO/IEC 17025. 2017. *Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2009. Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. SNI 7387:2009. ICS 67.220.20.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2013. *Minyak Goreng*. SNI 3741:2013. Diterbitkan Di Jakarta.
- Sundari D, Almasyhuri dan Lamid A. 2015. Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Litbangkes*. Vol. 25 (4): 235 – 242.
- Wang, R. R, X. J. Pan, and Z. Q. Peng, 2009. Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. *Poult. Sci*. 88:1078-1084.
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi: Edisi Terbaru*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yagan, M.E, Aysegul and Bati, B. 2007. Solid Phase Extraction of Cadmium in edible Oils Using Zinc Piperazinethiocarbamate and Its Determination by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Turki J. Chem*. Vol 32 (13): 431-440.
- Yani, S.Y. 2011. Pengaruh Proses Penggorengan Terhadap Kandungan Logam Pb dan Cu Pada Minyak Yang Dipakai Berulang Kali. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas.

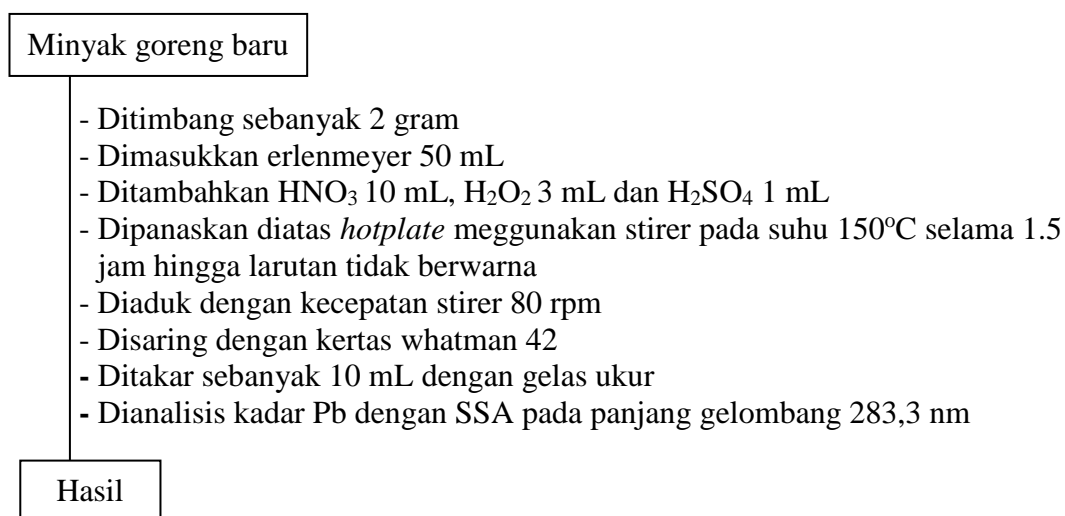
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

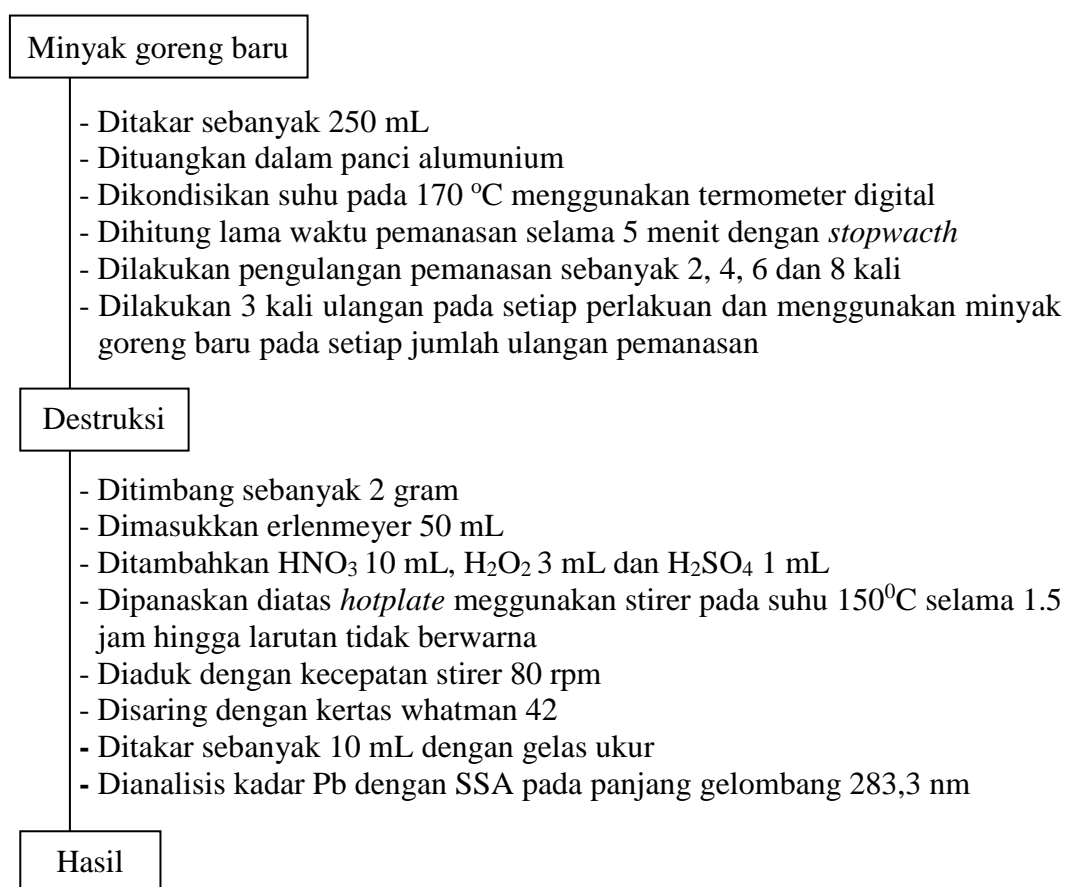


Lampiran 2. Diagram Alir

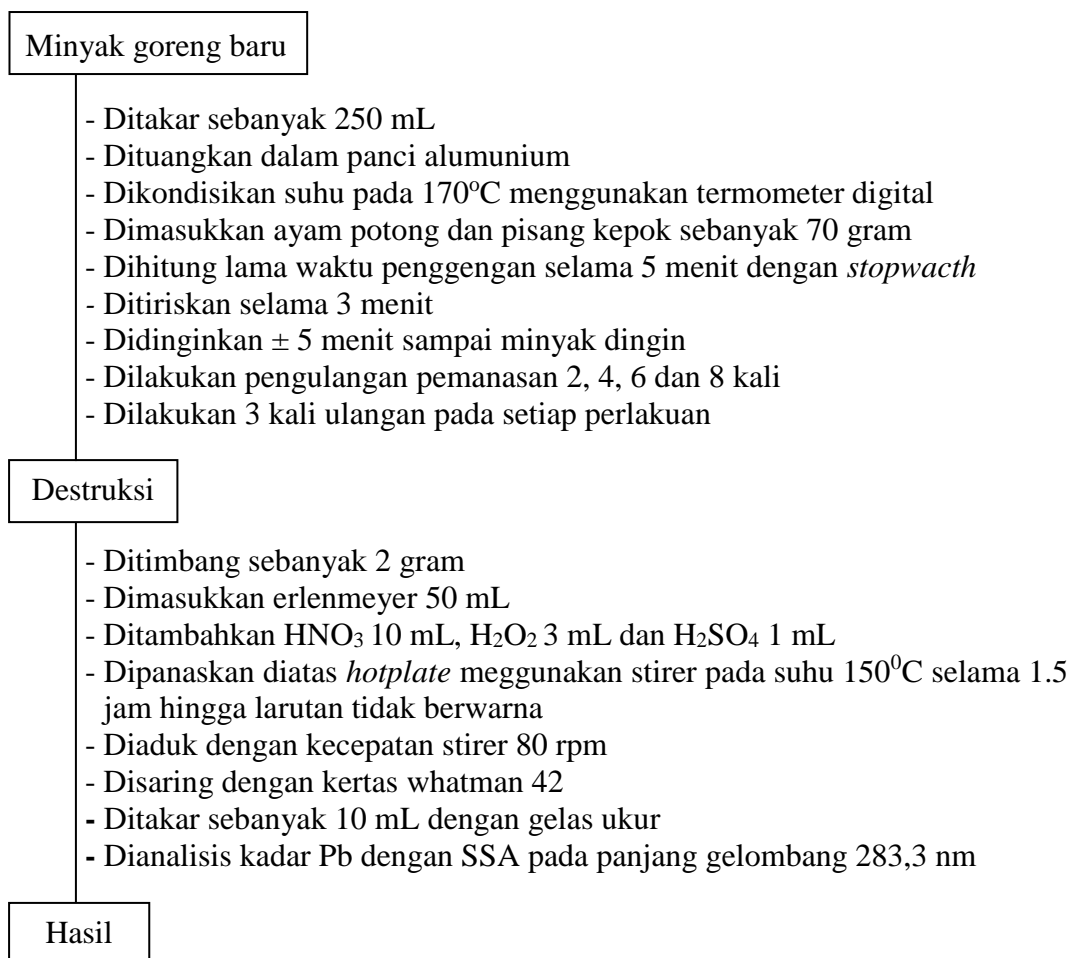
L.2.1 Analisis kadar Pb Minyak Goreng Kemasan Sebelum di Gunakan



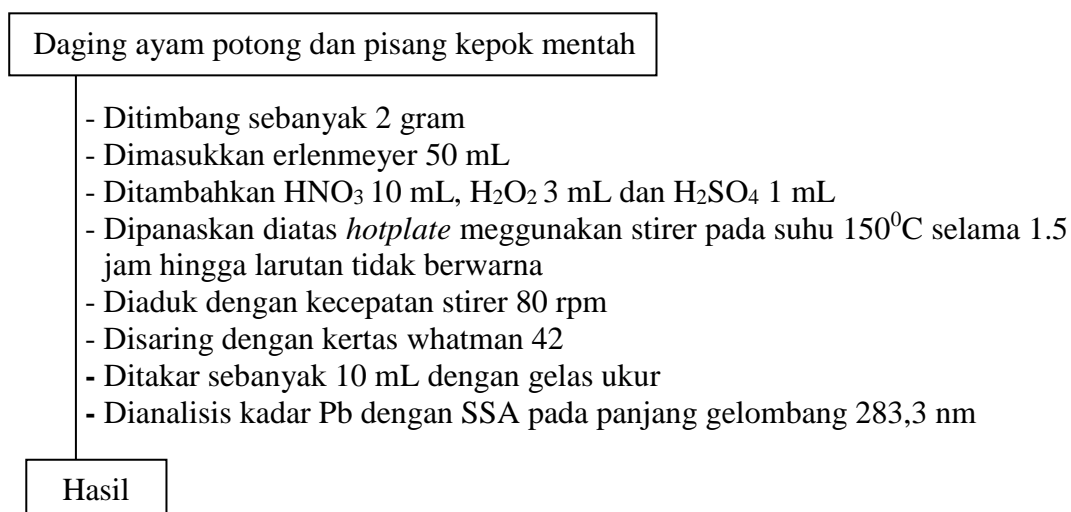
L.2.2 Analisis Kadar Pb Minyak Goreng dengan Faktor Cemarannya dari Alat Penggorengan



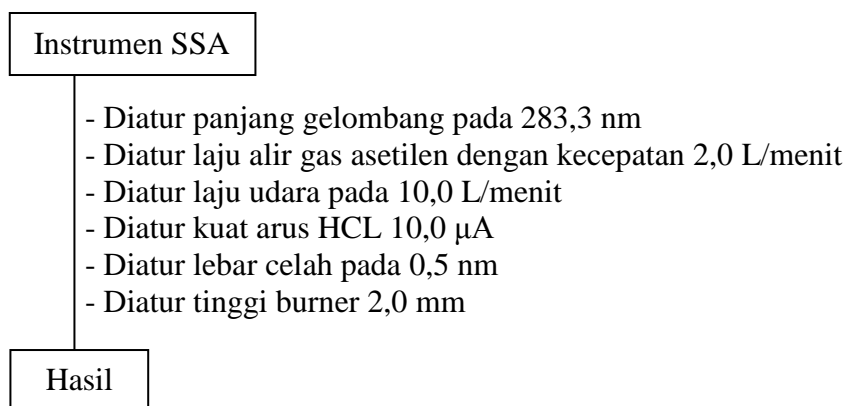
L.2.3 Analisis Kadar Pb Minyak Goreng Faktor Cemaran dari Bahan yang di Goreng



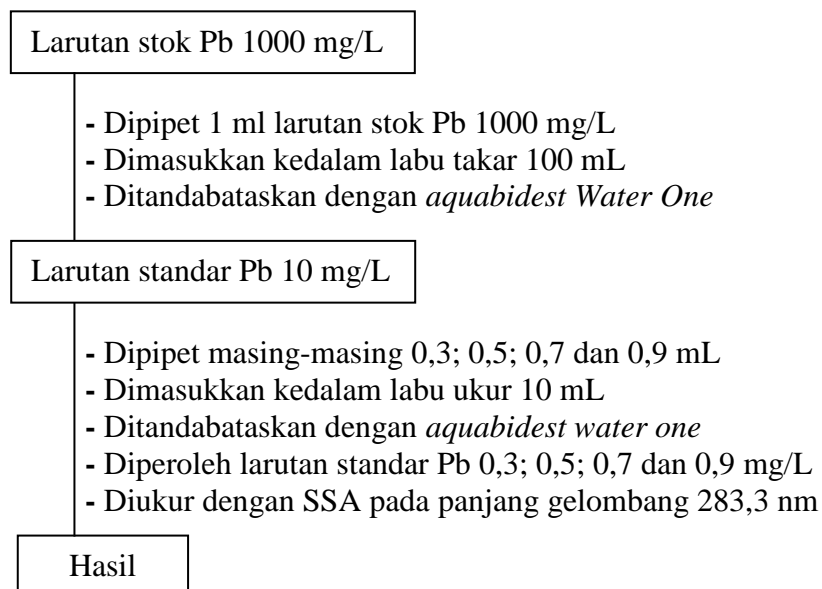
L.2.4 Analisis Kadar Pb Sampel Mentah Bahan yang di Goreng



L.2.5 Pengaturan SSA Untuk Logam Berat Pb



L.2.6 Pembuatan Kurva Standar Pb



Lampiran 3: Pembuatan Larutan

L.3.1 Pembuatan Larutan Kurva Standar Pb

Pembuatan larutan stok 1000 ppm Pb^{2+} dalam $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

$$\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ar Pb} = 207 \text{ g/mol}$$

$$\text{Berat} = \frac{\text{Mr Pb}(\text{NO}_3)_2 \times 1000 \text{ mg}}{\text{Ar Pb}}$$

$$= \frac{331 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1000 \text{ mg}}{207 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$= 1599 \text{ mg}$$

$$= 1,599 \text{ g}$$

a) Pembuatan larutan 1000 mg/L menjadi 10 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 10 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

b) Pembuatan larutan standar 0,3 mg/L

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,3 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,3 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ mL}$$

c) Pembuatan larutan standar 0,5 mg/L

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,5 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,5 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

d) Pembuatan larutan standar 0,7 mg/L

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,7 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,7 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0,7 \text{ mL}$$

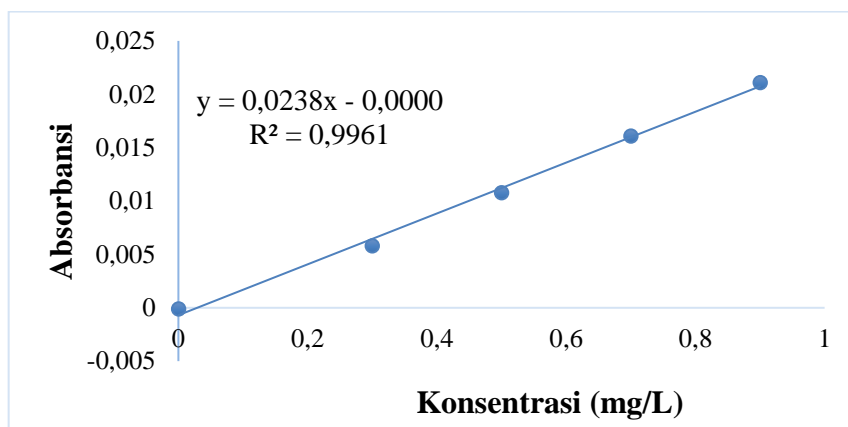
e) Pembuatan larutan standar 0,9 mg/L

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,9 \text{ mg/L} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mL} \times 0,9 \text{ mg/L}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0,9 \text{ mL}$$

L.3.2 Hasil Uji LOD dan LOQ Kurva Standar Pb



- Linieritas kurva standar (R^2) sebesar 0,9961
- Sensitivitas nilai slope (kemiringan sebesar 0,0238)

| Sampel | Konsentrasi (mg/L) | y | \hat{y} | $(y-\hat{y})$ | $(y-\hat{y})^2$ |
|----------------------------|--------------------|---------|-----------|---------------|-----------------|
| Blangko | 0 | -0,0001 | 0 | -0,0001 | 0,00000001 |
| Standar 1 | 0,3 | 0,0058 | 0,00644 | -0,00134 | 0,0000017956 |
| Standar 2 | 0,5 | 0,0108 | 0,0112 | -0,0011 | 0,00000121 |
| Standar 3 | 0,7 | 0,0161 | 0,01596 | -0,00056 | 0,0000003136 |
| Standar 4 | 0,9 | 0,0211 | 0,02072 | -0,00032 | 0,0000001024 |
| Jumlah | | | | | 0,0000034316 |
| SD x/y | | | | | 0,00000114387 |
| LOD | | | | | 0,0001 mg/L |
| LOQ | | | | | 0,0005 mg/L |

$$\begin{aligned} \text{a. SD } x/y &= \sqrt{\sum((y - \hat{y})^2 : (n - 2))} \\ &= \sqrt{(0,0000034316) : (5 - 2)} \\ &= 0,00000114387 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. LOD} &= \frac{3 \times \text{SD } x/y}{\text{slope}} \\ &= \frac{3 \times 0,00000114387}{0,0238} \\ &= 0,00014419 \text{ mg/L (diambil 4 angka dibelakang koma= 0,0001 mg/L)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. LOQ} &= \frac{10 \times \text{SD } x/y}{\text{slope}} \\ &= \frac{10 \times 0,00000114387}{0,0238} \\ &= 0,00048062 \text{ mg/L (diambil 4 angka dibelakang koma= 0,0005 mg/L)} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Data Hasil Instrumen Larutan Sampel

L.4.1 Contoh Perhitungan Kadar Pb dalam Minyak Goreng

- Berat sampel (m) = 0,0020228 kg
- Absorbansi sampel (y) = 0,0003
- Persamaan regresi = $y = 0,0238x - 0,0000$
- Volume larutan (V) = 0,01 L

- **Sampel MGB U1:**

- Konsentrasi sampel: $y = bx - a$

$$0,0003 = 0,0238x - 0,0000$$

$$x = 0,01261 \text{ mg/L}$$

- Kadar Pb sebenarnya = $\frac{c \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times V \text{ (L)}}{m \text{ (kg)}}$

$$= \frac{0,01261 \text{ mg/L} \times 0,01 \text{ L}}{0,0020228 \text{ kg}}$$

$$= 0,0624 \text{ mg/kg}$$

L.4.2 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Minyak Goreng Kemasan dengan Variasi Pelarut.

Tabel 4.2.1 Pelarut HNO₃ (10 mL)

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| 1. | N 1 | 0,0020073 | 0,0000 (TTD) | 0,008 |
| 2. | N 2 | 0,0020029 | 0,0000 (TTD) | 0,008 |
| 3. | N 3 | 0,0020031 | 0,0000 (TTD) | 0,008 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Tabel 4.2.2 HNO₃: H₂SO₄ (10 mL: 1mL)

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| 1. | NS 1 | 0,0020025 | 0,0000 (TTD) | 0,009 |
| 2. | NS 2 | 0,0020019 | 0,0000 (TTD) | 0,009 |
| 3. | NS 3 | 0,0020047 | 0,0000 (TTD) | 0,009 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Tabel 4.2.3 HNO₃: H₂SO₄: H₂O₂ (10 mL: 3 mL: 1mL)

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| 1. | S1 MGB | 0,0020228 | 0,0003 | 0,01 |
| 2. | S2 MGB | 0,0020093 | 0,0000 (TTD) | 0,01 |
| 3. | S3 MGB | 0,0020117 | 0,0001 | 0,01 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Tabel 4.2.4 Kadar Pb Sebenarnya

| Minyak goreng | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sampel N | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) |
| Sampel NS | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) |
| Sampel MGB | 0,0624 | 0,0000 (TTD) | 0,0209 | 0,0417 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

L.4.3 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Minyak Goreng Kemasan Baru

Tabel 4.3.1 Kadar Pb yang Terbaca oleh Instrumen AAS

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|-----------------------|-------|
| 1. | S1 MGB | 0,0020228 | 0,0003 | 0,01 |
| 2. | S2 MGB | 0,0020093 | 0,0000 (TTD) | 0,01 |
| 3. | S3 MGB | 0,0020117 | 0,0001 | 0,01 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Tabel 4.3.2 Kadar Pb Sebenarnya

| Minyak goreng | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Kadar Pb Sebenarnya | 0,0624 | 0,0000 (TTD) | 0,0209 | 0,0417 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

L.4.4 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Minyak Goreng dengan Pengaruh Cemaran dari Alat Penggorengan

Tabel 4.4.1 Kadar Pb yang Terbaca oleh Instrumen AAS

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|-----|-------------|-----------|------------|-------|
| 1. | AP 2 R 1 | 0,0020008 | 0,0010 | 0,01 |
| 2. | AP 2 U | 0,0020060 | 0,0011 | 0,01 |
| 3. | AP 2 C | 0,0019940 | 0,0012 | 0,01 |
| 4. | AP 4 R | 0,0020056 | 0,0014 | 0,01 |
| 5. | AP 4 U | 0,0019850 | 0,0018 | 0,01 |
| 6. | AP 4 C | 0,0020022 | 0,0037 | 0,01 |
| 7. | AP 6 U | 0,0020086 | 0,0028 | 0,01 |
| 8. | AP 6 B | 0,0019948 | 0,0043 | 0,01 |
| 9. | AP 6 C | 0,0020017 | 0,0044 | 0,01 |
| 10. | AP 8 B | 0,0019948 | 0,0038 | 0,01 |
| 11. | AP 8 C | 0,0020178 | 0,0049 | 0,01 |
| 12. | AP 8 A | 0,0020075 | 0,0056 | 0,01 |

Tabel 4.4.2 Kadar Pb Sebenarnya

| No | Kode Sampel | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. | AP 2 | 0,2100 | 0,2305 | 0,2529 | 0,2417 |
| 2. | AP 4 | 0,2933 | 0,3810 | 0,7764 | 0,4835 |
| 3. | AP 6 | 0,5858 | 0,9058 | 0,9235 | 0,8050 |
| 4. | AP 8 | 0,7953 | 1,0204 | 1,1720 | 0,9386 |

L.4.5 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Minyak Goreng dengan Pengaruh Cemaran dari Pisang Kepok

Tabel 4.5.1 Kadar Pb yang Terbaca oleh Instrumen AAS

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|-----|-------------|-----------|------------|-------|
| 1. | PS 2 A | 0,0020110 | 0,0001 | 0,01 |
| 2. | PS 2 B | 0,0020150 | 0,0007 | 0,01 |
| 3. | PS 2 C | 0,0020070 | 0,0007 | 0,01 |
| 4. | PS 4 U | 0,0020270 | 0,0015 | 0,01 |
| 5. | PS 4 A | 0,0020010 | 0,0018 | 0,01 |
| 6. | PS 4 B | 0,0019900 | 0,0012 | 0,01 |
| 7. | PS 6 B | 0,0020070 | 0,0023 | 0,01 |
| 8. | PS 6 A | 0,0020060 | 0,0026 | 0,01 |
| 9. | PS 6 U | 0,0019920 | 0,0026 | 0,01 |
| 10. | PS 8 C | 0,0020080 | 0,0037 | 0,01 |
| 11. | PS 8 B | 0,0020010 | 0,0033 | 0,01 |
| 12. | PS 8 A | 0,0019980 | 0,0029 | 0,01 |

Tabel 4.5.2 Kadar Pb Sebenarnya

| No | Kode Sampel | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. | PS 2 | 0,0209 | 0,1460 | 0,1466 | 0,1045 |
| 2. | PS 4 | 0,3110 | 0,3779 | 0,2534 | 0,3141 |
| 3. | PS 6 | 0,4815 | 0,5446 | 0,5485 | 0,5248 |
| 4. | PS 8 | 0,7742 | 0,6929 | 0,6099 | 0,6924 |

L.4.6 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Minyak Goreng dengan Pengaruh Cemaran dari Ayam Potong

Tabel 4.6.1 Kadar Pb yang Terbaca oleh Instrumen

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|------------|-------|
| 1 | AY 2 A | 0,0020048 | 0,0003 | 0,01 |
| 2 | AY 2 B | 0,0020201 | 0,0003 | 0,01 |
| 3 | AY 2 C | 0,0020004 | 0,0007 | 0,01 |
| 4 | AY 4 C | 0,0020051 | 0,0010 | 0,01 |
| 5 | AY 4 B | 0,0019956 | 0,0009 | 0,01 |
| 6 | AY 4 A | 0,0019950 | 0,0008 | 0,01 |
| 7 | AY 6 U | 0,0020091 | 0,0017 | 0,01 |
| 8 | AY 6 B | 0,0020000 | 0,0016 | 0,01 |
| 9 | AY 6 A | 0,0020585 | 0,0021 | 0,01 |
| 10 | AY 8 A | 0,0020020 | 0,0033 | 0,01 |
| 11 | AY 8 C | 0,0019946 | 0,0040 | 0,01 |
| 12 | AY 8 B | 0,0019946 | 0,0031 | 0,01 |

Tabel 4.6.2. Kadar Pb Sebenarnya

| No | Kode Sampel | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. | AY 2 | 0,0629 | 0,0623 | 0,1471 | 0,0907 |
| 2. | AY 4 | 0,2096 | 0,1894 | 0,1685 | 0,1891 |
| 3. | AY 6 | 0,3556 | 0,3362 | 0,4287 | 0,3735 |
| 4. | AY 8 | 0,6926 | 0,8427 | 0,6528 | 0,7294 |

L.4.7 Hasil Analisis Kadar Pb dalam Pisang Kepok dan Ayam Potong Mentah

Tabel 4.7.1 Kadar Pb yang Terbaca oleh Instrumen

| No | Kode Sampel | m (kg) | Absorbansi | V (L) |
|----|-------------|-----------|--------------|-------|
| 1. | PSB | 0,0019958 | 0,0005 | 0,01 |
| 2. | | 0,0020428 | 0,0008 | 0,01 |
| 3. | | 0,0020126 | 0,0006 | 0,01 |
| 4. | AYD | 0,0019994 | 0,0000 (TTD) | 0,01 |
| 5. | | 0,0020022 | 0,0000 (TTD) | 0,01 |
| 6. | | 0,0020033 | 0,0000 (TTD) | 0,01 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

Tabel 4.7.2 Kadar Pb Sebenarnya

| No | Kode Sampel | Ulangan 1 (mg/kg) | Ulangan 2 (mg/kg) | Ulangan 3 (mg/kg) | Rata-rata (mg/kg) |
|----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1. | PSB | 0,1053 | 0,1646 | 0,1253 | 0,1318 |
| 2. | AYD | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 (TTD) | 0,0000 |

Ket: **TTD**: Tidak Terdeteksi

L 5. Analisis Two Way Anova Faktorial

Tests of Between-Subjects Effects

Subjek Faktor

| | | N |
|---------------------|------|----|
| Pengaruh_Cemaran_Pb | AP | 12 |
| | AY | 12 |
| | PS | 12 |
| Pengulangan | 2.00 | 9 |
| | 4.00 | 9 |
| | 6.00 | 9 |
| | 8.00 | 9 |

Deskriptif Statistik Dependent Variabel Kadar Pb

| Pengaruh_Cemaran_Pb | Pengulangan | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------------|-------------|----------|----------------|----|
| AP | 2.00 | .154133 | .1520829 | 3 |
| | 4.00 | .483567 | .2573642 | 3 |
| | 6.00 | .805033 | .1900678 | 3 |
| | 8.00 | .995900 | .1895413 | 3 |
| | Total | .609658 | .3759960 | 12 |
| AY | 2.00 | .090767 | .0487870 | 3 |
| | 4.00 | .189167 | .0205510 | 3 |
| | 6.00 | .373500 | .0487788 | 3 |
| | 8.00 | .729367 | .1001466 | 3 |
| | Total | .345700 | .2598640 | 12 |
| PS | 2.00 | -.306433 | .0429802 | 3 |
| | 4.00 | .314100 | .0623079 | 3 |
| | 6.00 | .524867 | .0376072 | 3 |
| | 8.00 | .692333 | .0821515 | 3 |
| | Total | .306217 | .3982546 | 12 |
| Total | 2.00 | -.020511 | .2314676 | 9 |
| | 4.00 | .328944 | .1844182 | 9 |
| | 6.00 | .567800 | .2143202 | 9 |
| | 8.00 | .805867 | .1837024 | 9 |
| | Total | .420525 | .3662879 | 36 |

Interaksi Perlakuan Pengaruh Cemaran dan Ulangan Penggorengan Terhadap Kadar Pb

| Pengaruh_Cemaran_Pb | Pengulangan | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|---------------------|-------------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| AP | 2.00 | .154 | .073 | .004 | .304 |
| | 4.00 | .484 | .073 | .333 | .634 |
| | 6.00 | .805 | .073 | .655 | .955 |
| | 8.00 | .996 | .073 | .846 | 1.146 |
| AY | 2.00 | .091 | .073 | -.059 | .241 |
| | 4.00 | .189 | .073 | .039 | .339 |
| | 6.00 | .374 | .073 | .223 | .524 |
| | 8.00 | .729 | .073 | .579 | .880 |
| PS | 2.00 | -.306 | .073 | -.457 | -.156 |
| | 4.00 | .314 | .073 | .164 | .464 |
| | 6.00 | .525 | .073 | .375 | .675 |
| | 8.00 | .692 | .073 | .542 | .842 |

Dependent Variabel Pengaruh Cemaran Terhadap Kadar Pb

| Pengaruh_Cemaran_Pb | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|---------------------|------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| AP | .610 | .036 | .535 | .685 |
| AY | .346 | .036 | .271 | .421 |
| PS | .306 | .036 | .231 | .381 |

Dependent Variabel Pengaruh Pengulangan Terhadap Kadar Pb

| Pengulangan | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 2.00 | -.021 | .042 | -.107 | .066 |
| 4.00 | .329 | .042 | .242 | .416 |
| 6.00 | .568 | .042 | .481 | .654 |
| 8.00 | .806 | .042 | .719 | .893 |

Interaksi Perlakuan Pengaruh Cemaran dan Ulangan Penggorengan Terhadap Kadar Pb

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F Hitung | Sig. | F Tabel |
|-----------------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------|
| Corrected Model | 4.315 ^a | 11 | .392 | 24.706 | .000 | |
| Intercept | 6.366 | 1 | 6.366 | 400.981 | .000 | |
| Pengaruh_Cemaran_Pb * | | | | | | |
| Pengulangan | .304 | 6 | .051 | 3.190 | .019 | 2.508 |
| Pengaruh_Cemaran_Pb | .653 | 2 | .327 | 20.572 | .000 | 3.403 |
| Pengulangan | 3.358 | 3 | 1.119 | 70.495 | .000 | 3.009 |
| Error | .381 | 24 | .016 | | | |
| Total | 11.062 | 36 | | | | |
| Corrected Total | 4.696 | 35 | | | | |

a. R Squared = .919 (Adjusted R Squared = .882)

Uji lanjut BNT

Nilai BNT dihitung berdasarkan nilai berikut:

Nilai Mean Square error = 0,016

Nilai df interaksi pengaruh cemaran Pb dengan pengulangan penggorengan = 6

- Nilai BNT yang diperoleh dijadikan acuan dalam penotasian, dijelaskan sebagai berikut:
 - Apabila nilai selisih kadar Pb > nilai BNT = Notasi huruf berbeda
 - Apabila nilai selisih kadar Pb < nilai BNT = Notasi huruf sama

$$\begin{aligned}
 \text{BNT} &= \sqrt{\frac{2 \times KTG}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 0,016}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,032}{6}} \\
 &= 0,07308
 \end{aligned}$$

Nilai BNT = 0,07308

| No | Perlakuan | Rerata | Notasi |
|-----|-----------|--------|--------|
| 1. | AY 2 | 0,0907 | a |
| 2. | PS 2 | 0,1045 | a |
| 3. | AY 4 | 0,1891 | b |
| 4. | AP 2 | 0,2417 | b |
| 5. | PS 4 | 0,3141 | c |
| 6. | AY 6 | 0,3735 | c |
| 7. | AP 4 | 0,4835 | d |
| 8. | PS 6 | 0,5248 | d |
| 9. | PS 8 | 0,6924 | e |
| 10. | AY 8 | 0,7294 | e |
| 11. | AP 6 | 0,8050 | f |
| 12. | AP 8 | 0,9386 | g |

Ket: Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Independen Perlakuan Pengaruh Cemaran Terhadap Kadar Pb

| | Pengaruh_Cemaran_Pb | N | Subset | |
|--------------------------|---------------------|----|---------|---------|
| | | | 1 | 2 |
| Tukey HSD ^{a,b} | PS | 12 | .306217 | |
| | AY | 12 | .345700 | |
| | AP | 12 | | .609658 |
| | Sig. | | .726 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .016.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = ,05.

Independen Perlakuan Pengaruh Cemaran Terhadap Kadar Pb

| | Pengulangan | N | Subset | | | |
|--------------------------|-------------|---|----------|---------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tukey HSD ^{a,b} | 2.00 | 9 | -.020511 | | | |
| | 4.00 | 9 | | .328944 | | |
| | 6.00 | 9 | | | .567800 | |
| | 8.00 | 9 | | | | .805867 |
| | Sig. | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .016.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

Minyak goreng kemasan



Pengukuran 250 mL minyak goreng



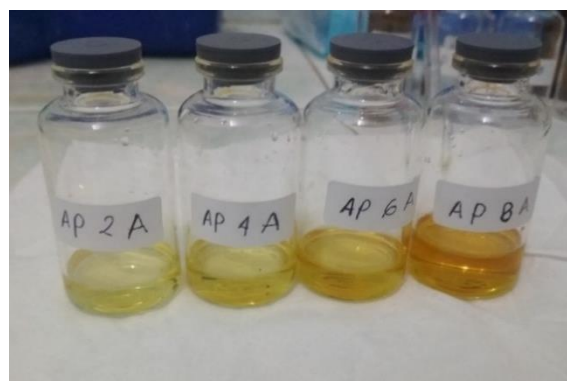
Preparasi Cemaran Pb dari alat penggorengan



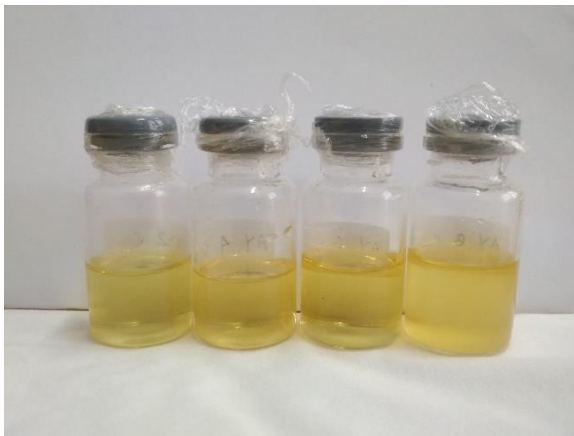
Preparasi cemaran Pb dari ayam potong



Preparasi cemaran Pb dari ayam potong



Minyak goreng dengan cemaran pisang kepok



Minyak goreng hasil preparasi dengan cemaran ayam potong



Destruksi sampel



Sampel hasil destruksi



Penyaringan sampel



Sampel setelah disaring



Larutan destruksi pisang kepek



Larutan destruksi ayam potong



Instrumen SSA

