

**ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu)  
PADA SUSU KENTAL MANIS KEMASAN KALENGDENGAN  
METODA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia Sebagai Salah Satu  
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**VINA DEWISARTIKA  
00343/2008**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2012**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu)  
PADA SUSU KENTAL MANIS KEMASAN KALENG DENGAN METODA  
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**Nama** : Vina Dewisartika  
**Nim/BP** : 00343/2008  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juli 2012

Diketahui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II



Drs. Zul Afkar, M.S  
NIP : 195110291977101001



Yermadesi, S.Pd, M.Si  
NIP : 197409172003122001

## PENGESAHAN

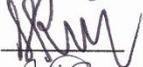
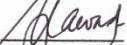
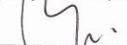
Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

**Judul** : Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)  
Pada Susu Kental Manis Kemasan Kaleng Dengan  
Metoda Spektrofotometri Serapan Atom

**Nama** : Vina Dewisartika  
**Nim/Bp** : 00343/2008  
**Program Studi** : Kimia  
**Jurusan** : Kimia  
**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juli 2012

### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Zul Afkar, M.S	1. 
2. Sekretaris	: Yerimadesi, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dr. Mawardi, M.Si	3. 
4. Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D	4. 
5. Anggota	: Desy Kurniawati, S.Pd. M.Si	5. 

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan segala sujud dan syukurku kepada MU ya RABB,, atas segala karuniaMU...

kupersembahkan skripsi ini kepada pahlawan hidupku...

papa... dan mamaku tercinta (Rusdi Herman, A.Md & Syafriyanti)...

aku tau...

aku tak kan pernah sanggup membayar..

besarnya harga untuk kasih sayang dan pengorbanan papa dan mama yang tulus kepadaku..

papa... mama...

kupersembahkan goresan tinta ini

sebagai tanda cinta sederhana dan baktiku kepadamu..

sebuah karya mungil dan pencapaian yang berasal dari cinta...

Buat adek2 ku (Suci Indah Permata Sari & Arnes Tesya Mayang Sari), terima kasih telah menjadi penyemangat, sumber inspirasi dan teman berbagi di saat kakak lelah...jadi anak yang baik ya dek..slalu nurut sama ortu...n rajin belajar biar bisa jadi yang lebih baik dari kakak.....

Terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada bapak Drs. Zul Afkar, M.S & Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si atas bimbingan dan motivasinya slama ini... sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik dan menjadi sebuah karya yang dapat menghantarkanku pada gelar sarjana....

Tak lupa terima kasih kepada bapak Dr. Mawardi, M.Si, bapak Budhi Oktavia, M.Si, P.hD, dan Ibu Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si atas segala saran-saran yang telah bapak dan ibu berikan untuk karya ini....

Dan kepada seluruh dosen-dosenku, terima kasih atas ilmu yang telah bapak ibu berikan,....

Kepada seluruh staf labor, terima kasih telah banyak membantu dalam terlaksananya penelitian ini....

Untuk sobatku tercinta (Annie, Wina, Ijha...) makasih atas kebersamaan kita slama ini, esok dan selamanya...

Saudara seperjuanganku slama ini (nadia alias bokir...), suka duka kita lalui bersama kir, sampai pada akhirnya terwujud mimpi kita untuk bisa sama-sama memperoleh gelar sarjana ini...bersatu kita teguh kir...haha...

Teman berbagi cerita (vivi) makasih pi..,(powe, icha, qudith, chiwit) makasih udah mau repot untuk nyiapin konsumsi ketika seminar n kompre...,teman seperjuangan kimia '08 (aulia, ona, mia, nur, indah, fintor, yani, vira, nengsih, mery, nila, icha, oom, dony, riky, nopri, yusuf, nopi, leka, resi, nia, rani, rianti, riri, ika, nay, selef, ojes, ongeh, adek, tia, anne de el el.....) thank u guys.....

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat lain yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 16 Juli 2012  
Yang Menyatakan,

Vina Dewisartika

## ABSTRAK

### **Vina Dewisartika: Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Susu Kental Manis Kemasan Kaleng dengan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom**

Telah dilakukan penelitian tentang Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Susu Kental Manis Kemasan Kaleng dengan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelarut terhadap kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam susu kental manis kemasan kaleng, mengetahui pengaruh masa kadaluarsa dan keutuhan kemasan terhadap kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu), serta mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam salah satu susu kental manis kemasan kaleng yang beredar di pasaran. Analisis kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dilakukan dengan menggunakan metoda destruksi basah dan dilakukan beberapa variasi yaitu variasi pelarut, variasi masa kadaluarsa serta variasi keutuhan kemasan kaleng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel mengandung timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Kadar timbal (Pb) tertinggi didapatkan dengan menggunakan pelarut aquaregia, dengan keadaan kaleng rusak dan masa kadaluarsa satu bulan setelah kadaluarsa yaitu 4,548 mg/L. Kadar tembaga (Cu) tertinggi didapatkan dengan menggunakan pelarut aquaregia, dengan keadaan kaleng rusak dan masa kadaluarsa satu bulan setelah kadaluarsa yaitu 4,491 mg/L.

***Kata kunci: Pb, Cu, Susu Kental Manis Kemasan Kaleng, Spektrofotometer Serapan Atom***

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini berjudul “Analisis Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Susu Kental Manis Kemasan Kaleng dengan Metoda Spektrofotometri Serapan Atom“.

Pada kesempatan ini dengan hati yang tulus penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, diantaranya:

1. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S selaku pembimbing I.
2. Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si selaku penasehat akademik dan pembimbing II.
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si. dan Ibu Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si. selaku penguji skripsi.
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, P.hD selaku penguji skripsi sekaligus ketua Prodi Kimia.
5. Ibu Dra. Andromeda, M.Si selaku Ketua jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Bapak/Ibu staf pengajar, karyawan dan laboran jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.

Penulisan skripsi ini telah mengacu kepada pedoman yang telah ditentukan. Namun, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Juli 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

### HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

### HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu .....	6
2.2 Metode Pengalengan .....	9
2.3 Timbal .....	11
2.4 Tembaga.....	13
2.5 Metoda Destruksi .....	16
2.6 Asam-asam Anorganik.....	17
2.7 Spektrofotometri Serapan Atom .....	18

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Prosedur Kerja.....	23

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....**

28

4.1 Hasil Penelitian .....	28
4.2 Pembahasan.....	39

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....**

43

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	44

### **DAFTAR PUSTAKA.....**

45

### **LAMPIRAN.....**

47

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan komposisi susu kental manis dengan susu sapi tiap 100 gram .....	8
2. Absorban larutan standar timbal (Pb) .....	50
3. Konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	50
4. Konsentrasi timbal (Pb) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	51
5. Absorban larutan standar tembaga (Cu) .....	51
6. Konsentrasi tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	52
7. Konsentrasi tembaga (Cu) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng utuh.....	52
8. Konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	52
9. Konsentrasi timbal (Pb) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	53
10. Konsentrasi tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	53
11. Konsentrasi tembaga (Cu) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	53
12. Perbandingan kadar timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dan kemasan kaleng rusak.....	54
13. Perbandingan kadar tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dan kemasan kaleng rusak.....	54
14. Konsentrasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada kaleng susu kental manis.....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skematik Spektrofotometer Serapan Atom .....	21
2. Konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	28
3. Konsentrasi timbal (Pb) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	30
4. Konsentrasi tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	31
5. Konsentrasi tembaga (Cu) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng utuh .....	32
6. Konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	33
7. Konsentrasi timbal (Pb) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	34
8. Konsentrasi tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	35
9. Konsentrasi tembaga (Cu) sebenarnya pada susu kental manis kemasan kaleng rusak .....	36
10. Perbandingan konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dan kemasan kaleng rusak .....	37
11. Perbandingan konsentrasi tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dan kemasan kaleng rusak .....	38
12. Konsentrasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada kaleng susu kental manis .....	39

## DAFTARLAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Penentuan konsentrasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sampel susu kental manis kemasan kaleng dengan menggunakan pelarut $\text{HNO}_3$ p.a .....	47
2. Penentuan konsentrasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sampel susu kental manis kemasan kaleng dengan menggunakan pelarut HCl p.a .....	48
3. Penentuan konsentrasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sampel susu kental manis kemasan kaleng dengan menggunakan pelarut aquaregia .....	49
4. Tabel hasil penelitian .....	50
5. Perhitungan .....	55

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Susu merupakan bahan pangan hasil ternak yang mempunyai nilai gizi tinggi. Berdasarkan kandungan zat gizi yang lengkap dan seimbang, susu bukan saja cocok untuk bayi dan anak-anak, tetapi juga bermanfaat bagi remaja maupun orang dewasa (Legowo, 2005: 1).

Proses pengolahan susu bertujuan untuk memperoleh susu yang beraneka ragam, berkualitas tinggi, berkadar gizi tinggi, tahan simpan, mempermudah pemasaran dan transportasi, sekaligus meningkatkan nilai tukar dan daya guna bahan mentahnya. Proses pengolahan susu selalu berkembang sejalan dengan berkembangnya ilmu dibidang teknologi pangan (Saleh, 2004: 1).

Dalam mempertahankan nilai gizi dan agar dapat disimpan lama, dewasa ini dipasaran banyak diperoleh susu yang dikemas dalam kaleng. Susu kaleng merupakan produk dari teknologi pengolahan minuman, dimana proses produksinya melalui beberapa tahap pengolahan, dimulai dari pemilihan bahan yang akan diproduksi sampai kepada proses pengalengannya.

Penggunaan kemasan kaleng untuk produk susu kental manis sangat penting. Hal ini berkaitan dengan nilai ekonomis produk tersebut yang relatif tinggi sehingga diperlukan kemasan yang dapat melindunginya secara bagus. Fungsi dari penggunaan kemasan kaleng pada produk susu kental manis

adalah untuk melindungi produk dari kerusakan fisik dan mekanis, serta kontaminasi udara luar.

Menurut Sugiastuti dkk. (2006: 92), menyatakan bahwa:

”Kaleng terbuat dari logam atau campuran logam yang memungkinkan dapat bereaksi dengan isi kaleng dan melepaskan unsur-unsur logam kedalam makanan atau minuman yang dikalengkan. Pelepasan unsur logam tersebut terutama terjadi apabila bagian dalam kaleng tidak dilapisi zat inert (lapisan pelindung) secara baik atau apabila terjadi cacat pada bagian dalam kaleng sehingga isi kaleng mengadakan kontak langsung dengan logam”.

Dari unsur yang dilepaskan kemungkinan terdapat logam berat seperti timbal (Pb) dan tembaga (Cu) yang dapat mengganggu kesehatan. Berdasarkan SNI 01-2971-1998 kadar logam timbal yang diperbolehkan dalam susu kental manis adalah 0,3 mg/kg, dan untuk logam tembaga adalah 20 mg/kg.

Apabila makanan atau minuman yang mengandung bahan atau senyawa kimia seperti logam berat dalam jumlah tinggi masuk kedalam tubuh manusia, menurut Darmono (1995) akan mengakibatkan gangguan pada sistem saraf, pertumbuhan terhambat, gangguan reproduksi, peka terhadap penyakit infeksi, kelumpuhan dan kematian dini, serta dapat juga menurunkan tingkat kecerdasan anak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mardiyono (2009: 64), membuktikan bahwa adanya logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada beberapa produk sayur kacang-kacangan yang dikemas dalam kaleng dan penelitian yang dilakukan oleh Sugiastuti (2006: 92) membuktikan bahwa

dalam produk nanas yang dikemas dalam kaleng juga terdapat logam timbal (Pb), tembaga (Cu) dan kadmium (Cd). Mengingat banyaknya susu kental manis yang dikemas dalam kaleng serta ditinjau dari besarnya pengaruh negatif keberadaan logam timbal dan tembaga terhadap kesehatan, maka perlu dilakukan pemeriksaan kandungan logam berat dalam susu kental manis kemasan kaleng sehingga dapat diketahui apakah produk tersebut aman untuk dikonsumsi. Salah satu metoda yang umum digunakan pada pemeriksaan kandungan logam berat adalah dengan metode spektrofotometri serapan atom (SSA).

Berdasarkan paparan diatas maka timbul keinginan penulis untuk mengetahui dan meneliti tentang kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada susu kental manis dalam kemasan kaleng dengan judul “Analisis kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng dengan metoda Spektrofotometri Serapan Atom”.

## **1.2 Perumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah :

1. Manakah pelarut yang menghasilkan kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) yang optimum dalam analisis logam berat pada susu kental manis kemasan kaleng?

2. Adakah pengaruh masa kadaluarsa dan keutuhan kemasan kaleng terhadap kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng?
3. Berapa kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam salah satu susu kental manis kemasan kaleng yang beredar di pasaran?

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk lebih terarahnya penelitian yang penulis lakukan, dalam hal ini penulis membatasi masalah dengan parameter sebagai berikut :

1. Sampel dalam penelitian ini adalah susu kental manis dengan keadaan kemasan kaleng utuh dan kemasan kaleng rusak pada rentang waktu 5 bulan sebelum kadaluarsa, 1 bulan sebelum kadaluarsa dan 1 bulan setelah kadaluarsa.
2. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\text{HNO}_3$  pekat, HCl pekat, dan aquaregia.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh pelarut terhadap kadar logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam susu kental manis kemasan kaleng.
2. Mengetahui pengaruh masa kadaluarsa dan keutuhan kemasan terhadap kadar logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu).
3. Mengetahui kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam salah satu susu kental manis kemasan kaleng yang beredar di pasaran.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai informasi seberapa aman susu kental manis kemasan kaleng yang beredar dipasaran dari cemaran logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Susu**

Susu merupakan bahan makanan yang bergizi tinggi karena mengandung zat-zat makanan yang lengkap dan seimbang seperti protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Nilai gizinya yang tinggi juga menyebabkan susu merupakan medium yang sangat disukai oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga dalam waktu yang sangat singkat susu menjadi tidak layak dikonsumsi bila tidak ditangani secara benar (Saleh,2004: 1).

##### **2.1.1 Komposisi Susu**

Komposisi susu lebih lengkap daripada bahan pangan yang lain. Artinya komponen-komponen yang dibutuhkan oleh tubuh kita semuanya terdapat dalam susu. Komponen-komponen utama dari susu adalah protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin dan air. Komponen-komponen lainnya yang terkandung dalam susu yang bersifat trace (jumlahnya sedikit) akan tetapi sangat penting antara lain adalah lesetin, pospolipida, kolesterol dan asam-asam organik (Winarno, 1989).

Susu yang baik apabila mengandung jumlah bakteri sedikit, tidak mengandung spora mikroba pathogen, bersih yaitu tidak mengandung debu atau kotoran lainnya, dan mempunyai cita rasa (*flavour*) yang baik. Komponen-komponen susu yang terpenting adalah protein dan lemak. Kandungan protein susu berkisar antara 3-5% sedangkan kandungan lemak berkisar antara 3–8%. Komposisi air susu rata-rata adalah sebagai

berikut : Air (87,90%); Kasein (2,70%); Lemak (3,45%); Bahan kering (12,10%); Albumin (0,50%); Protein (3,20%); Bahan Kering Laktosa (4,60%); Vitamin, enzim, gas (0,85 %) (Saleh, 2004: 7).

Susu kental, atau lebih umum disebut susu kental manis, adalah susu sapi yang airnya dihilangkan dan ditambahkan gula, sehingga menghasilkan susu yang sangat kental dan dapat bertahan selama satu tahun bila tidak dibuka.

Susu kental manis cenderung lebih mudah rusak dibandingkan susu bubuk. Akan tetapi, kandungan gula yang tinggi dalam susu ini bisa menjadi pengawet alami, sehingga masa pakainya lebih panjang. Susu mengandung komponen-komponen air, lemak, protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Perbandingan komposisi susu kental manis dengan susu sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan komposisi susu kental manis dengan susu sapi tiap 100 g

No	Komposisi	Susu kental manis	Susu sapi
1	Kalori (Kkal)	336	61.00
2	Protein (g)	8.2	3.2
3	Lemak (g)	10.0	3.5
4	Karbohidrat (g)	55.0	4.3
5	Kalsium (mg)	275	143.00
6	Fosfor (g)	209	60.00
7	Besi (g)	0.2	1.70
8	Vitamin A	510	130.00
9	Vitamin B1 (tiamin) (mg)	0.05	0.03
10	Vitamin C (mg)	1	1.00
11	Air (g)	25.0	83.33

Sumber: Daftar Komposisi Bahan Makanan, Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI

### 2.1.2 Proses Pembuatan Susu Kental Manis

Proses pembuatan susu kental manis terdiri dari 3 tahap, yaitu tahap pencampuran, penguapan dan pendinginan. Pada tahap pencampuran susu segar ditambahkan bahan penolong seperti larutan milk skim, larutan sukrosa, vitamin A, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin D<sub>3</sub> dan butter oil. Bahan-bahan tersebut di proses pada tangki pencampuran menjadi larutan susu dengan temperatur 63°C dan tekanan 1 atm. Pada tahap penguapan, larutan susu tersebut diuapkan didalam single evaporator pada keadaan vakum 0,9 atm dengan temperatur 96,71°C. Sebelum pengemasan produk susu kental manis di dinginkan pada temperatur 4°C (Wardhani, 2011).

Setelah susu kental manis selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pengemasan yang dilakukan dengan kaleng. Proses pengalengan dilakukan dengan mensterilisasi kalengnya terlebih dahulu lalu susu dimasukkan ke dalam kaleng, pengisian bahan tidak dilakukan sampai penuh karena harus disisakan sebagian volume kaleng untuk ruang kosong yang dikenal dengan head space. Isi yang terlalu penuh akan menyebabkan kaleng menjadi cembung, meskipun tidak menyebabkan kebusukan tetapi akan menurunkan mutunya. Selain itu head space berguna untuk merapatkan penutupan kaleng. Setelah pengisian dilakukan, kaleng yang sudah berisi bahan kemudian di-exhausting, tujuan exhausting adalah untuk mengeluarkan semua udara dan gas yang ada dalam kaleng. Exhausting dilakukan dengan cara memanaskan kaleng yang berisi bahan dalam air yang mendidih selama 5-10 menit. Setelah itu kaleng ditutup dengan menggunakan alat double seaming, kaleng kemudian disterilisasi. Sterilisasi dimaksudkan untuk membunuh semua mikroba yang masih terdapat di dalam kaleng. Biasanya sterilisasi dilakukan pada suhu 121°C selama 20-40 menit (Winarno, 1982: 36).

## **2.2 Metode Pengalengan**

Pengalengan adalah suatu cara pengawetan bahan pangan yang dikemas secara hermetis dan kemudian disterilkan. Metode pengawetan ini ditemukan oleh Nicolas Appert, seorang ilmuwan Prancis, sehingga cara pengawetan ini sering juga disebut sebagai “the art of Appertizing” (Muchtadi, 1995: 11).

Dalam pengalengan makanan dan minuman, bahan pangan dikemas secara hermetis (hermetic) dalam suatu wadah, baik kaleng, gelas atau aluminium. Pengemasan secara hermetic mengandung arti bahwa penutupannya sangat rapat, sehingga tidak dapat ditembus oleh udara, air, mikroba atau bahan asing lain. Dengan demikian makanan yang dikalengkan dapat dijaga terhadap kebusukan, perubahan kadar air, kerusakan akibat oksidasi, atau perubahan citarasanya.

Kaleng merupakan wadah utama dalam pengepakan bahan makanan, dimana wadah tersebut berkontak langsung dengan makanan atau isi didalamnya. Wadah utama ini harus cocok dengan jenis makanan yang akan dikalengkan, ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi, memantapkan kandungan air dan lemak, mencegah masuknya bau dan gas, melindungi bahan dari gas dan sebagainya.

Baja yang digunakan untuk membuat kaleng makanan dan minuman mengandung kadar karbon yang rendah. Komposisi baja yang digunakan untuk membuat kaleng diantaranya mangan (Mn), karbon (C), fosfor (P), silika (Si), tembaga (Cu), nikel (Ni) dan molibdat (Mo) (Muchtadi, 1995: 16).

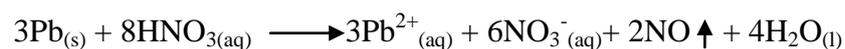
Akhir-akhir ini banyak perubahan terjadi dalam industri kaleng, dan berbagai kaleng telah dibuat berbeda dengan kaleng baku yang selama ini digunakan. Pengembangan ini terutama ditujukan untuk diterapkan dalam pengalengan bir dan minuman penyegar berkarbonat, walaupun dapat pula digunakan untuk bahan pangan lain. Besi bebas timah yang langsung dilapisi dengan salut yang mengandung krom, atau dengan salut termoplastik yang

sangat tipis seperti nilon, sudah banyak dipakai. Temuan lain adalah penggunaan kaleng yang lipatan sisinya disemen atau dilas, bukan disolder. Namun, akhir-akhir ini juga meningkat kekhawatiran akan bahaya pencemaran bahan pangan oleh timbal (Pb) dari lipatan sisi yang disolder (Harris, 1989: 448).

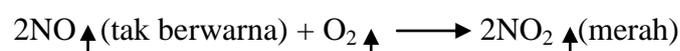
Keuntungan utama penggunaan kaleng sebagai wadah bahan pangan adalah: 1) kaleng dapat menjaga bahan pangan didalamnya, makanan di dalam wadah yang tertutup dapat dijaga terhadap kontaminasi oleh mikroba, serangga atau bahan asing lain yang mungkin dapat menyebabkan kebusukan atau penyimpangan penampakan dan citarasanya; 2) kaleng dapat juga menjaga bahan pangan terhadap perubahan kadar air yang tidak diinginkan; 3) kaleng dapat menjaga bahan pangan terhadap penyerapan oksigen, gas-gas lain atau bau dan dari partikel-partikel radioaktif yang terdapat di atmosfer (Muchtadi, 1995: 15).

### 2.3 Timbal (Pb)

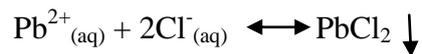
Timbal adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan, dengan rapatan yang tinggi ( $11,48 \text{ g ml}^{-1}$  pada suhu kamar). Timbal mudah larut dalam asam nitrat yang sedang pekatnya (8M), dan terbentuk juga nitrogen oksida. Reaksinya :



Gas nitrogen(II) oksida yang tak berwarna itu, apabila tercampur dengan udara, akan teroksidasi menjadi nitrogen dioksida yang merah. Reaksinya :



Dengan asam nitrat pekat, terbentuk lapisan pelindung berupa timbal nitrat pada permukaan logam, yang mencegah pelarutan lebih lanjut. Asam klorida encer mempunyai pengaruh hanya sedikit, karena terbentuk timbal klorida yang tak larut pada permukaan logam tersebut. Reaksinya:



(Vogel, 1990: 207).

Timbal masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Setiap individu mempunyai daya tahan sendiri-sendiri. Biasanya orang yang keracunan timbal mengkonsumsi sekitar 0,2-2,0 mg timbal/hari (Darmono, 1995: 96).

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam timbal dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Keracunan tersebut dapat bersifat akut maupun kronik. Proses masuknya timbal ke dalam tubuh dapat melalui beberapa cara yaitu melalui makanan, minuman, udara dan perembesan pada selaput kulit. Keracunan timbal terutama disebabkan karena terjadinya pencemaran timbal dalam lingkungan. Timbal yang terlepas ke dalam lingkungan menjadi berbahaya karena timbal tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat terurai menjadi zat lain bila terakumulasi dalam tanah dalam waktu yang relatif lama (Mardiyono, 2009: 65).

Gejala dan tanda-tanda secara klinis akibat terpapar logam timbal yang timbul akan berbeda, seperti tersebut di bawah ini :

#### 1. Terpapar secara akut

Timbal di udara yang dihirup manusia dapat menimbulkan gejala-gejala seperti kram perut, kolik, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual dan muntah-muntah. Sedangkan akibat yang lebih seperti sakit kepala, bingung atau pikiran kacau, sering pingsan dan koma. Pada anak-anak nafsu makan berkurang, sakit perut dan muntah, bergerak terasa kaku, kelemahan, tidak ingin bermain, peka terhadap rangsangan, sulit berbicara dan gangguan pertumbuhan otak dan koma.

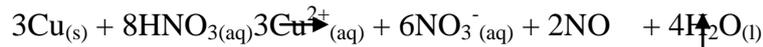
#### 2. Terpapar secara kronis

Keracunan Pb secara kronis berjalan lambat. Kelelahan, kelesuan, dan iritabilitas merupakan tanda awal dari intoksikasi Pb secara kronis. Paparan dengan dosis rendah sudah menimbulkan efek yang merugikan pada perkembangan dan fungsi dari sistem saraf pusat. Gejala lainnya adalah kehilangan libido, gangguan menstruasi, serta aborsi spontan pada wanita. Berbagai upaya dan tindakan pengamanan perlu dilakukan dalam rangka mencegah dan mengurangi pencemaran Pb, upaya tersebut di antaranya adalah dengan menghindari penggunaan peralatan-peralatan dapur atau tempat makanan atau minuman yang diduga mengandung Pb misalnya keramik berglasur, wadah yang dipatri atau mengandung cat, dan lain-lain.

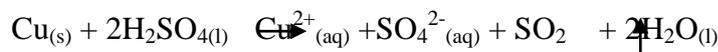
### **2.4 Tembaga (Cu)**

Tembaga adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa dan liat. Tembaga melebur pada 1038°C. Karena potensial electrode standarnya positif

(+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu<sup>2+</sup>), tembaga tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen tembaga bisa larut sedikit. Asam nitrat yang sedang pekatnya (8M) dengan mudah melarutkan tembaga. Reaksinya :



Asam sulfat pekat panas juga melarutkan tembaga. Reaksinya :



Tembaga mudah juga larut dalam aquaregia. Reaksinya :



(Vogel, 1990: 229)

Sebagai logam berat, tembaga (Cu) berbeda dengan logam-logam berat lainnya seperti Hg, Cd, dan Cr. Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat di pentingkan atau logam berat esensial, artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat diperlukan tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas tembaga akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Kebutuhan tubuh perhari akan tembaga adalah 0,05 mg/kg berat badan (Meenviro, 2010).

#### 2.4.1 Kekurangan Tembaga

Kekurangan tembaga jarang terjadi pada orang sehat. Paling sering terjadi pada bayi-bayi prematur atau bayi-bayi yang sedang dalam masa penyembuhan dari malnutrisi yang berat.

Orang-orang yang menerima makanan secara intravena (parenteral) dalam waktu lama juga memiliki resiko menderita kekurangan tembaga. Sindroma Menkes adalah suatu penyakit keturunan yang disebabkan kekurangan tembaga. Gejalanya berupa:

- a. Rambut yang sangat kusut
- b. Keterbelakangan mental
- c. Kadar tembaga yang rendah dalam darah
- d. Kegagalan sintesa enzim yang memerlukan tembaga

Kadar tembaga yang rendah dalam darah sering mengakibatkan terjadinya :

- a. Penurunan jumlah sel darah merah (anemia)
- b. Penurunan jumlah sel darah putih (leukopenia)
- c. Penurunan jumlah sel darah putih yang disebut neutrofil (neutropenia)
- d. Penurunan jumlah kalsium dalam tulang (osteoporosis)

#### 2.4.2 Toksisitas Tembaga

Tembaga yang tidak berikatan dengan protein merupakan zat racun. Mengonsumsi sejumlah kecil tembaga yang tidak berikatan dengan protein dapat menyebabkan mual dan muntah. Jika sejumlah besar garam tembaga yang tidak terikat dengan protein secara tidak sengaja tertelan, maka sejumlah tembaga bisa terserap dan merusak ginjal, menghambat pembentukan air kemih dan menyebabkan anemia karena pecahnya sel-sel darah merah (hemolisis). Penyakit Wilson adalah

penyakit keturunan dimana sejumlah tembaga terkumpul dalam jaringan dan menyebabkan kerusakan jaringan yang luas. Penyakit ini terjadi pada 1 diantara 30.000 orang. Hati tidak dapat mengeluarkan tembaga ke dalam darah atau ke dalam empedu. Sebagai akibatnya, kadar tembaga dalam darah rendah, tetapi tembaga terkumpul dalam otak, mata dan hati (Rahmayani, 2009: 14).

## **2.5 Metoda Destruksi**

Metode destruksi merupakan suatu metode yang sangat penting dalam menganalisis suatu materi atau bahan. Metode ini bertujuan untuk merubah sampel menjadi bahan yang dapat diukur. Metode ini sangat sederhana, namun apabila kurang sempurna didalam teknik destruksi, maka hasil analisa yang diharapkan tidak akan akurat (Wahidin, 2009: 13).

Metoda destruksi dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

### **1. Destruksi Kering**

Destruksi kering adalah suatu metoda yang dilakukan dengan cara memanaskan suatu campuran diatas pemanas pada suhu tinggi, berkisar antara 400-800°C. Destruksi ini tidak membutuhkan reagen yang banyak dan mudah dilakukan untuk sampel besar, tetapi metoda ini prosesnya lambat dan hasilnya berkurang karena penguapan.

### **2. Destruksi Basah**

Metoda destruksi basah adalah metoda sederhana untuk analisis logam. Destruksi basah merupakan perombakan sampel dengan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran. Untuk penentuan unsur-unsur

mineral didalam bahan makanan, metode destruksi basah merupakan metode yang paling baik. Kesempurnaan destruksi basah ini ditandai dengan dihasilkannya larutan jernih atau terdapat sedikit kekuning-kuningan yang menunjukkan semua konstituen yang telah larut sempurna.

## 2.6 Asam-asam Anorganik

Tiga macam asam anorganik yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

### 1. Asam Klorida (HCl)

Asam klorida adalah larutan akuatik dari gas hidrogen klorida. Asam klorida adalah asam yang paling sering dipakai untuk melarutkan sampel geologi (batuan), asam ini akan melarutkan karbonat, fosfat, borat, dan sulfat. Senyawa ini juga digunakan secara luas dalam industri. Asam klorida harus ditangani dengan sangat hati-hati karena merupakan cairan yang sangat korosif.

### 2. Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>)

Asam nitrat yang pekat dan panas adalah oksidator yang kuat. Asam ini biasanya dipakai untuk dekomposisi sulfida-sulfida, selenida, arsenida, dan sulfoarsenida melalui oksidasi degradasi. Asam nitrat paling sering dipakai untuk melarutkan sampel tanah dan endapan sungai dalam analisis geokimia.

### 3. Aquaregia (HCl+HNO<sub>3</sub>=3:1)

Aquaregia merupakan zat pengoksid yang kuat dan merupakan larutan yang mudah menguap. Dibuat dengan pencampuran satu bagian HNO<sub>3</sub> pekat dan tiga bagian HCl pekat. Larutan ini dapat bereaksi dengan

seluruh logam termasuk Ag dan Au. Aquaregia memiliki kemampuan melarutkan yang lebih besar dibandingkan  $\text{HNO}_3$ .

Reaksi pembuatan aquaregia ditandai dengan terbentuknya nitrosil klorida ( $\text{NOCl}$ ) yang berwarna merah, yang terjadi menurut persamaan reaksi:



(Vogel, 1990: 117).

## 2.7 Spektrofotometri Serapan Atom

### 2.7.1 Teori Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrofotometri ialah Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog, 1992).

Metoda Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pertama kali diperkenalkan oleh A. Walsh pada tahun 1955. Metoda ini merupakan suatu teknik untuk menganalisis atom dari unsur-unsur logam. Kelebihan dari metoda ini yaitu memiliki kepekaan dan ketelitian yang tinggi karena dapat mengukur kandungan logam dengan satuan ppm,

memerlukan sampel sedikit dan dapat digunakan untuk menentukan kadar logam yang konsentrasinya kecil tanpa dipisahkan terlebih dahulu.

Prinsip dasar metoda analisis dengan SSA adalah absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Apabila seberkas energi radiasi dikenakan pada sekelompok atom yang berada pada tingkat energi dasar, bila energi sesuai maka, akan diserap dan atom akan tereksitasi ke tingkat energi tertentu (Khopkar, 1990: 275).

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995: 130).

Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:             $E = \text{Energi (Joule)}$   
                                $h = \text{Tetapan Planck } (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s})$   
                                $c = \text{Kecepatan Cahaya } (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$   
                                $\lambda = \text{Panjang gelombang (nm)}$

Larutan sampel disemprotkan ke suatu nyala dalam bentuk aerosol dan unsur-unsur didalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom-atom unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat oleh unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala.

Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala. Kedua variabel ini sulit untuk ditentukan tetapi panjang nyala dapat dibuat konstan sehingga absorbansi hanya berbanding langsung dengan konsentrasi analit dalam sampel. Hukum Lambert-Beer ini dapat digunakan jika sumbernya adalah monokromatis (Khopkar, 1990: 277).

Aspek kuantitatif dari metoda spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

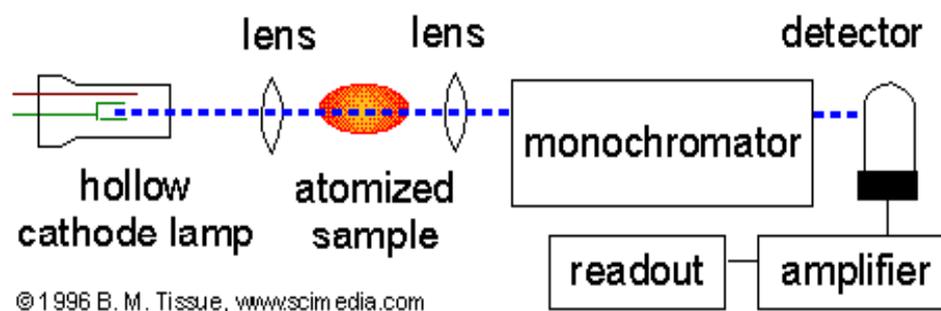
- A = Absorbansi
- $\epsilon$  = Absorptivitas molar (mol/L)
- a = Absorptivitas (g/L)
- b = Tebal nyala (nm)
- c = Konsentrasi (ppm)

Absorpsivitas molar ( $\epsilon$ ) dan absorpsivitas (a) adalah suatu konstanta dan nilainya spesifik untuk jenis zat dan panjang gelombang tertentu, sedangkan tebal media (sel) dalam prakteknya tetap. Dengan demikian absorbansi suatu zat akan merupakan fungsi linier dari konsentrasi, sehingga dengan mengukur absorbansi suatu zat konsentrasinya dapat ditentukan dengan membandingkannya dengan konsentrasi larutan standar.

### 2.7.2 Sistem Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom

Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom terdiri dari beberapa bagian pokok, yaitu sumber sinar, tempat atomisasi, monokromator, detektor dan rekorder (Day. R.A, 1992: 423).

Skematik SSA dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 1. Skematik Spektrofotometer Serapan Atom

Peralatan spektroskopi serapan atom disusun oleh beberapa komponen diantaranya yaitu:

- a. Sumber Cahaya, biasanya adalah lampu hollow katoda dari elemen yang akan diukur. Lampu ini terdiri dari anoda tungsten dan katoda berbentuk silinder dan diisi dengan gas inert seperti argon.
- b. Atomizer, Spektroskopi serapan atom memerlukan atom analit dalam fasa gas. Ion atau atom dalam sampel mengalami desolvasi dan penguapan pada sumber temperatur tinggi seperti pada nyala atau grafit furnace. Proses pengatoman ini meliputi pengisapan larutan. Sistem pokok dalam pengatoman ini adalah sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Tetapi yang paling banyak digunakan adalah dengan sistem nyala.
- c. Monokromator, adalah alat yang bisa mengubah sinar polikromatis menjadi sinar monokromatis. Tujuan utama dari monokromator adalah untuk mengisolasi garis serapan dari cahaya dasar selama interferensi.
- d. Detektor, berfungsi untuk mengubah intensitas cahaya yang ditransmisikan menjadi arus listrik yang dapat diukur, sedangkan untuk memperkuat arus yang timbul digunakan ampilteer. Detektor yang paling umum digunakan untuk spektroskopi serapan atom adalah tabung photomultiplier.
- e. Rekorder, berfungsi untuk merubah signal-signal listrik yang berasal dari detektor ke dalam bentuk yang dapat dibaca oleh operator. Hasil yang dibaca dalam bentuk konsentrasi maupun absorbansi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Destruksi sampel susu kental manis kemasan kaleng utuh dan rusak dengan menggunakan pelarut aquaregia memberikan hasil lebih banyak dibandingkan dengan menggunakan pelarut HCl pekat dan HNO<sub>3</sub> pekat. Konsentrasi timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dengan keadaan satu bulan setelah kadaluarsa adalah 4,119 mg/L dengan pelarut aquaregia, sedangkan dengan pelarut HCl dan HNO<sub>3</sub> pekat memberikan konsentrasi 3,635 dan 4,063 mg/L.
2. Kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dan rusak meningkat berdasarkan masa kadaluarsanya. Susu kental manis dengan keadaan 1 bulan setelah kadaluarsa mengandung kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) lebih besar dibandingkan susu kental manis dengan keadaan 1 bulan dan 5 bulan sebelum kadaluarsa. Kadar logam timbal (Pb) dalam susu kental manis kemasan kaleng utuh dengan menggunakan pelarut aquaregia pada keadaan 1 bulan setelah kadaluarsa memberikan kadar sebesar 2,059 mg/kg sedangkan pada keadaan 1 bulan sebelum kadaluarsa memberikan kadar sebesar 1,654 mg/kg dan pada keadaan 5 bulan sebelum kadaluarsa memberikan kadar sebesar 0,940 mg/kg.
3. Kadar logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) juga dipengaruhi oleh keadaan kaleng. Susu kental manis dengan keadaan kaleng rusak mengandung

kadar timbal (Pb) dan tembaga (Cu) lebih besar dibandingkan susu kental manis dengan keadaan kaleng utuh. Kadar logam timbal (Pb) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dengan keadaan 1 bulan setelah kadaluarsa memberikan kadar sebesar 2,059 mg/kg sedangkan pada kemasan kaleng rusak memberikan kadar sebesar 2,274 mg/kg. Begitu juga dengan logam tembaga (Cu). Kadar logam tembaga (Cu) pada susu kental manis kemasan kaleng utuh dengan keadaan 1 bulan setelah kadaluarsa memberikan kadar sebesar 2,125 mg/kg sedangkan pada kemasan kaleng rusak memberikan kadar sebesar 2,245 mg/kg.

## **5.2 Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan maka disarankan:

1. Untuk konsumen apabila akan mengkonsumsi susu kental manis kemasan kaleng agar lebih memperhatikan masa kadaluarsa dan keutuhan kemasannya.
2. Untuk peneliti selanjutnya agar dapat melakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari kadar logam lain yang terkandung dalam susu kental manis kemasan kaleng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cruz, Gian Carlo et al. 2009. Analysis Of Toxic Heavy Metals (Arsenic, Lead, and Mercury) In Selected Infant Formula Milk Commercially Available In The Philippines By AAS. *E-International Scientific Research Journal*.Vol 1.hal 40
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI-press
- Day.R.A, JR dan A.L. Undewood. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga
- Harris, Robert. 1989. *Evalusi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan*. Bandung: ITB
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta
- Legowo, Anang Muhammad. 2005. *Diversifikasi Produk Olahan Dengan Bahan Baku Susu*. Semarang: UNDIP
- Mardiyono dan Hidayati, Nur.2009. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) Dalam Beberapa Produk Sayur Kacang-kacangan Kaleng Secara Spektrofotometri Serapan Atom.*Biomedika*.Vol 2.Hal 64
- Meenviro. 2010. Logam Berat dan Lingkungan. Diakses 17 Januari 2012 <http://meenviro.blogspot.com/2010/11/logam-berat-danlingkungan.html>
- Muchtadi, Deddy. 1995. *Teknologi dan Mutu Makanan Kaleng*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Rahmayani, Fatimah. 2009. Analisa Kadar Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Dalam Air Zamzam Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Saleh, Eniza. 2004. *Dasar Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak*. Medan: USU
- Saleh, Eniza. 2004. *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan ternak*. Medan: USU
- Skoog, A Douglas. 1992. *Principles of Instrumental Analysis*. United States of America