

ANALISIS LOGAM TEMBAGA, KADMIUM DAN SENGG
DALAM MINUMAN KALENG BERKARBONAT
YANG BEREDAR DI UJUNG PANDANG



OLEH
BESSE ALIYAH
91 03 019

PERPUSTAKAAN MUSEUM HASANUDDIN	
Tgl. terima	10 Februari 1999
Asal dari	Fak. MIPA
Penyekaya	2 (satu) dus
Harga	Hadiah
No. inventaris	99 05 1785
No. Klas	



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG

1997

ANALISIS LOGAM TEMBAGA, KADMIUM DAN SENGG
DALAM MINUMAN KALENG BERKARBONAT
YANG BEREDAR DI UJUNG PANDANG

OLEH
BESSE ALIYAH
91 03 019

Skripsi untuk melengkapi tugas
dan memenuhi syarat untuk
memperoleh gelar sarjana

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG

1997

ANALISIS LOGAM TEMBAGA, KADMIUM DAN SENGG
DALAM MINUMAN KALENG BERKARBONAT
YANG BEREDAR DI UJUNG PANDANG

DISETUJUI OLEH

PEMBIMBING PERTAMA



(DRS. FRANS A. RUMATE)
NIP : 130 520 422

PEMBIMBING UTAMA



(DRA. Hi. ROSWITA ABBAS, MSi)
NIP : 130 369 542

Pada tanggal, September 1997

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat, inayah dan hidayah-Nya jualah sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak sedikit rintangan dan hambatan yang penulis hadapi, namun dengan do'a dan ikhtiar serta bantuan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat penulis selesaikan.

Untuk itu pertama sekali penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada ibu Dra. Hj. Roswita Abbas, MSi., sebagai pembimbing utama dan sekaligus penasehat akademik penulis dan kepada bapak Drs. Frans A. Rimate sebagai pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu dalam memberikan petunjuk, dorongan dan bimbingan kepada penulis mulai dari pelaksanaan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.

Pada kesempatan ini juga tak lupa penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak/Ibu pimpinan laboratorium di lingkungan

Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Selanjutnya penulis menyampaikan pula rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Kepala Kantor Wilayah Departemen Pertambangan Ujung Pandang beserta staf atas izin pemakaian fasilitas dan bantuan yang diberikan selama penelitian.
2. Rekan-rekan mahasiswa Farmasi khususnya angkatan '91, rekan-rekan pengurus LDK MPH Universitas Hasanuddin, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas bantuan, kerja sama dan pengertian yang besar nilainya selama penulisan skripsi ini.

Rasa hormat dan bakti penulis tujukan kepada ayahanda H. Baharuddin dan ibunda B. Nurhayati atas segala jerih payah, bimbingan serta do'a restunya selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Juga kepada

adik-adikku Awaluddin dan Alauddin yang selalu menjadi pendorong bagi penulis untuk meraih sukses.

Imbalan tak ternilai atas kesemuanya itu hanya mampu penulis kembalikan kepada Allah SWT., untuk membalasnya dengan pahala yang lebih banyak.

Akhirnya dengan kerendahan hati penulis berharap meskipun masih jauh dari kesempurnaan, skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat pada umumnya.

Ujung Pandang, September 1997

(Penulis)

RINGKASAN

Telah dilakukan penelitian analisis kandungan logam berat meliputi logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dan peot dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Hasil analisis kuantitatif memperlihatkan kadar rata-rata logam berat dalam minuman berkarbonat kaleng utuh adalah : logam tembaga 0,1210 bpj, kadmium 0,0052 bpj dan seng 0,1483 bpj. Sedangkan dalam minuman berkarbonat kaleng peot masing-masing 0,2883 bpj, 0,0111 bpj dan 0,2476 bpj.

Analisis statistik menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kadar logam tembaga dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dengan minuman berkarbonat kaleng peot. Sedangkan kadar logam kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat kaleng utuh tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan minuman berkarbonat kaleng peot. Demikian pula dengan analisis antar kelompok merek menunjukkan bahwa kandungan ketiga logam berat tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar kelompok merek.

Kandungan logam berat tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dan peot tersebut masih di bawah batas maksimum yang diizinkan oleh Dirjen POM RI (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan makanan), yaitu 2,0 bpj untuk logam tembaga dan 5,0 bpj untuk logam seng dan yang diizinkan oleh US FDA yaitu 0,2 bpj untuk logam kadmium.

SUMMARY

The analysis of heavy metals i.e., : copper, cadmium and zinc in the intact and crushed carbonated beverages cans have been conducted by the Atomic Absorption Spectrophotometry Method.

The result of quantitative analysis indicated the average level of metals in the intact beverages cans were : copper 0,1210 ppm, cadmium 0,0052 ppm and zinc 0,1483 ppm while in the crushed carbonated beverages cans were : 0,2883 ppm, 0,0111 ppm and 0,2476 ppm.

Statistical Analysis Using Randomised Completely Block Design indicated significant difference of copper in the intact and crushed cans. While the cadmium and zinc concentration in the intact cans indicated non significant differences with those from the crushed cans. Analysis of the brands indicated non significant differences of cadmium, copper and zinc's concentration in carbonated beverages.

The concentration of copper, cadmium and zinc in the intact and crushed carbonated beverages cans were still below the maximum limit admissiomed by the Dirjen POM RI (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan), copper 2,0 ppm and zinc 5,0 ppm and still below the maximum limit admissiomed by US FDA, cadmium 0,2 ppm.

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II POLA PENELITIAN	3
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	5
III.1 Uraian Umum tentang Minuman Kaleng Berkarbonat	5
III.1 Logam dalam produk Makanan/Minuman Kaleng	8
III.3 Uraian Tentang Logam	10
III.3.1 Logam Tembaga	11
III.3.2 Logam Kadmium	13
III.3.3 Logam Seng	16
III.4 Spektrofotometri Serapan Atom	18
III.4.1 Prinsip Kerja Spektrofotometri Serapan Atom	19
III.4.2 Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom	20
III.4.3 Gangguan pada Spektrofotometri Serapan Atom	27

III.4.4 Keunggulan dan Kelemahan Spektrofotometer Serapan Atom.	30
BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN	32
IV.1 Penyiapan Alat	32
IV.2 Penyiapan Bahan	32
IV.3 Penyiapan Larutan Contoh	33
IV.4 Analisis Kualitatif	33
IV.5 Analisis Kuantitatif	35
IV.6 Analisis Data	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	41
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
1. Skema rangkaian alat spektrofotometer serapan atom	21
2. Skema lampu hollow katoda	23
3. Kurva baku logam tembaga, kadmium dan seng secara spektrofotometri serapan atom	53

DAFTAR TABEL

TABEL

Halaman

I. Hasil analisis logam tembaga dalam minuman kaleng berkarbonat secara spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang 324,8 nm	42
II. Hasil analisis logam kadmium dalam minuman kaleng berkarbonat secara spektrofotometri serapan atom pada panjang gelombang	
metri serapan atom	52

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. CONTOH PERHITUNGAN KADAR LOGAM TEMBAGA, KADMIUM DAN SENG DALAM MINUMAN KALENG BERKARBONAT	54
B. PERHITUNGAN REGRESI LINIER UNTUK LARUTAN BAKU TEMBAGA, KADMIUM DAN SENG	58
C. HASIL PERHITUNGAN ANALISIS STATISTIK DENGAN METODE RANCANGAN ACAK KELOMPOK UNTUK LOGAM TEMBAGA	59
D. HASIL PERHITUNGAN ANALISIS STATISTIK DENGAN METODE RANCANGAN ACAK KELOMPOK UNTUK LOGAM KADMIUM	62
E. HASIL PERHITUNGAN ANALISIS STATISTIK DENGAN METODE RANCANGAN ACAK KELOMPOK UNTUK LOGAM SENG	64

BAB I

PENDAHULUAN

Beberapa jenis minuman dikonsumsi bukan karena nilai gizinya, tetapi lebih utama karena khasiat pemuas dahaga atau efek stimulasinya. Salah satu jenis minuman ini adalah minuman berkarbonat non-alkohol (*soft drink*). Minuman berkarbonat ini mulai muncul sejak tahun 1767, yakni ketika ilmuan Inggris: Priestly menemukan teknik pembuatan air berkarbonat. Saat itu penggunaan minuman berkarbonat telah melebihi penggunaan kopi, susu dan minuman jenis lainnya (1).

Minuman berkarbonat umumnya mengandung pemanis, pengaroma, pewarna, asam, karbon dioksida dan kadang-kadang diawetkan secara kimia. Tujuan utama penambahan asam adalah untuk mempertajam aroma minuman dan sebagai pengawet pada minuman yang tidak dipanaskan. Keasaman dapat pula ditingkatkan dengan penambahan karbon dioksida dalam larutan sehingga dapat membantu aksi pengawet, meningkatkan aroma, menghasilkan rasa khas soda di lidah dan menghasilkan buih pada minuman (1.2).

Walaupun penggunaan asam dan karbon dioksida dalam minuman berkarbonat menghasilkan banyak manfaat, tetapi minuman yang bersifat asam yang dikemas dalam kaleng dapat pula melarutkan logam seperti tembaga, kadmium, dan seng yang berasal dari wadah kaleng tersebut. Korosi internal

berupa terbentuknya karat pada dinding bagian dalam kaleng terutama pada wadah kaleng yang peot/rusak, sehingga memungkinkan kontak langsung antara minuman dalam kaleng dengan logam penyusun wadah.

Kehadiran logam berat dalam minuman kaleng ini memerlukan pertimbangan dan perhatian sebab dapat membahayakan bagi konsumen karena logam tersebut tidak dapat dimetabolisme oleh tubuh, tetapi tetap berada dalam tubuh dan menyebabkan keracunan dengan cara bergabung dengan satu atau beberapa gugus reaktif yang esensial bagi fungsi fisiologis normal (3,4,5). Berdasarkan hal tersebut maka dirasa perlu adanya penelitian mengenai bahan pencemar berupa logam berat dalam minuman kaleng berkarbonat.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis kandungan logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dibandingkan terhadap kadarnya dalam kaleng peot secara spektrofotometri serapan atom (SSA).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan dan membandingkan kadar logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dan peot yang beredar di Ujung Pandang dalam rangka pengawasan kualitas makanan dan minuman.

BAB II

POLA PENELITIAN

II.1 Pengambilan Contoh

Diambil 5 merek minuman berkarbonat dengan cara mengundi masing-masing dalam kemasan kaleng utuh dan peot dari beberapa toko, pasar tradisional dan pasar swalayan di Ujung Pandang.

II.2 Pengolahan Contoh (6)

Karbon dioksida dalam contoh minuman kaleng berkarbonat terlebih dahulu dihilangkan dengan pengocokan, kemudian disaring. Filtrat pertama dibuang dan filtrat selanjutnya digunakan untuk analisis logam tembaga, kadmium dan seng.

II.3 Penyiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang disiapkan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

II.4 Analisis Kualitatif (7)

Analisis kualitatif untuk logam tembaga dan kadmium masing-masing dilakukan dengan mereaksikan larutan contoh dengan pereaksi NaOH 2M dan KI 6M serta pereaksi NaOH 2M dan Na_2HPO_4 0,033M untuk analisis logam seng. Dilakukan pula penambahan masing-masing pereaksi tersebut ke dalam CuSO_4 0,25M, CdSO_4 0,25M dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,25M sebagai pembanding.

II.5 Analisis Kuantitatif secara Spektrofotometri Serapan Atom

II.5.1 Pembuatan Larutan Baku (6.8)

Dibuat larutan baku tembaga, kadmium dan seng masing-masing 1000, 100, 10, 0.8, 0.6, 0.4, dan 0.2 bpj.

II.5.2 Pengukuran dengan Spektrofotometri Serapan Atom (8.9)

Dilakukan pengukuran terhadap larutan baku dan larutan contoh dengan penambahan standar dalam pada penetapan logam Cd.

II.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dikumpulkan. Data yang berupa serapan larutan contoh dihitung konsentrasinya dan diolah secara statistik dengan metode rancangan acak kelompok.

II.7 Pembahasan Hasil

Pembahasan hasil dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh.

II.8 Pengambilan Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan maka diambil kesimpulan mengenai kadar logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dan peot/rusak.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

III.1 Uraian Umum tentang Minuman Kaleng Berkarbonat (1,2)

Minuman berkarbonat non alkohol (*soft drink*) merupakan salah satu jenis minuman yang praktis dan dapat diperoleh dengan mudah dari para penjual makanan. Kebanyakan minuman ini dikemas dalam kaleng porsi sekali minum. Selain minuman yang menggunakan gula sebagai pemanis atau sari buah sebagai pengaroma maka kebanyakan minuman ini hanya memiliki sedikit kandungan gizi. Pada umumnya kandungan minuman berkarbonat adalah bahan pemanis, pengaroma, pewarna, asam, air dan karbon dioksida.

1. Gula

Gula yang paling umum digunakan dalam minuman berkarbonat adalah sukrosa. Penggunaan gula juga untuk memberi berat pada minuman. Minuman untuk diet menggunakan seluruh atau sebagian pembentuk berat, yakni karboksimetil selulosa atau pektin sebagai pengganti gula.

Saat ini produsen minuman menggunakan pemanis aspartam yang merupakan pemanis alternatif yang disetujui dengan nilai kalori

seperti gula tetapi lebih manis dari gula (sukrosa) sekitar 150 sampai 200 kali.

2. Pengaroma

Pengaroma dalam minuman berkarbonat adalah pengaroma sintetis, ekstrak alami dan sari buah pekat. Pengaroma buatan diperoleh dari bahan sintetis dan ekstrak aroma alam, dapat mengandung lebih dari 24 komponen yang menghasilkan beberapa ratus campuran. Aroma cola mungkin lebih kompleks dan komposisinya dirahasiakan untuk menghindari peniruan.

3. Pewarna

Bahan pewarna yang penting dalam minuman berkarbonat adalah pewarna sintetis. Bila digunakan pewarna alam berupa ekstrak atau sari buah maka sering ditambahkan pewarna sintetik.

4. Asam

Karbon dioksida dalam larutan dapat menambah keasaman, tetapi dalam kebanyakan minuman biasanya ditambahkan dengan asam. Alasan utama pembentukan keasaman ini adalah untuk meningkatkan aroma minuman. Asam dapat bertindak sebagai pengawet dalam minuman yang tidak dipanaskan. Karena keasaman yang dihasilkan oleh asam dan sari buah tidak dapat menjamin kestabilan terhadap mikroba maka dibutuhkan

penambahan pengawet.

5. Air

Komposisi terbesar minuman berkarbonat adalah air. Kebasaan air dalam minuman harus rendah untuk mencegah netralisasi asam yang digunakan yang dapat mengubah aroma dan menurunkan aksi pengawet.

6. Karbon dioksida

Rasa khas soda berasal dari kandungan gas karbon dioksida. Karbon dioksida dimasukkan ke dalam minuman dengan menggunakan mesin pengisi karbonat, dipercepat dengan adanya kontak antara gas karbon dioksida dengan larutan dan pendinginan pada suhu rendah.

Proses umum pembuatan minuman berkarbonat adalah pencampuran, karbonisasi, dan pengalengan. Sirup beraroma mengandung semua bahan kecuali sisa air dan karbon dioksida dipompakan pada alat yang disebut sinkrometer. Alat ini kemudian mengukur proporsi air dan sirup yang dipompakan pada karbonator. Minuman berkarbonat kemudian menuju saluran pengalengan yang wadahnya telah mengalami sanitasi dan berada di bawah tekanan CO_2 untuk menghindari hilangnya CO_2 .

dan pendidihan minuman. Wadah kemudian ditutup dan tidak dipanaskan.

III.2 Logam dalam Produk Makanan/Minuman Kaleng (3,4,9,11)

Dahulu kaleng dibuat dengan pencelupan timah panas dan saat ini dibuat dengan proses elektroplating dengan prinsip berdasarkan pengendapan yang mempunyai bentuk tertentu dengan cara elektrolisa. Kegunaannya adalah untuk menambah sifat khusus permukaan sehingga diperoleh hasil yang lebih baik, misalnya agar tahan terhadap bentuk korosi dan kelihatan lebih menarik.

Logam dalam makanan/minuman kaleng dapat berasal dari bahan makanan/minuman itu sendiri, dari proses pengalengan atau dari wadah kalengnya. Korosi internal berupa terbentuknya karat pada dinding kaleng dapat terjadi pada produk yang dikemas dalam kaleng, sehingga menyebabkan masuknya logam dari dinding kaleng ke dalam makanan/minuman.

Beberapa faktor yang menentukan terjadinya korosi internal pada dinding kaleng antara lain :

1. Sifat bahan pangan, terutama pH. Tembaga, kadmium dan seng dapat melarut dalam asam, sehingga kontak antara makanan/minuman asam dengan wadah kaleng dapat menyebabkan kontaminasi oleh logam dari wadah kaleng tersebut.

2. Banyaknya sisa oksigen dalam bahan pangan khususnya pada bagian atas kaleng, yang sangat ditentukan oleh prosedur pemutihan, pengisian, dan prosedur pengeluaran udara ketika proses pengalengan.
4. Berbagai faktor yang berasal dari bahan pengemas, seperti berat lapisan timah, jenis dan komposisi baja dasar, efektivitas perlakuan pada permukaan lapisan dan lain-lain.
4. Suhu penyimpanan, lama waktu kontak antara makanan dengan wadah kaleng dan lain-lain.

Korosi internal dapat mengakibatkan beberapa bentuk kerusakan kaleng, antara lain yaitu pembentukan gas oksigen sehingga menyebabkan pembengkakan pada wadah kaleng. Bila lapisan vernis rusak, misalnya oleh goresan atau lubang maka dapat menyebabkan kontak antara makanan dengan logam dari kalengnya.

Kaleng minuman ringan saat ini diproduksi dengan menggunakan lapisan aluminium. Terdapat banyak jenis lapisan aluminium, namun yang paling banyak dipakai adalah yang berkaitan dengan seri 2000 (Al-Cu atau Al-Cu-Mg), seri 5000 (Al-Mg) atau seri 7000 (Al-Mg-Zn).



III.3 Uraian Tentang Logam Berat (10,12)

Secara umum logam bermanfaat bagi manusia karena penggunaannya di bidang industri, pertanian dan kedokteran. Sebagian merupakan unsur penting karena dibutuhkan dalam berbagai fungsi biokimiawi (faali) di lain pihak logam dapat berbahaya bagi kesehatan masyarakat bila terdapat dalam makanan, air atau udara.

Penggunaan logam tertentu di zaman dahulu adalah untuk membuat peralatan perlengkapan mesin dan senjata. Aktivitas ini menyebabkan meningkatnya kadar logam dalam lingkungan. Tahun belakangan ini semakin banyak logam yang digunakan dalam industri angkasa luar, profesi kedokteran dan kedokteran gigi. Aktivitas ini telah meningkatkan pajanan bukan saja terhadap pekerja pabrik, tetapi juga para konsumen yang menggunakan produk-produk ini.

Istilah umum yang digunakan dalam membicarakan masalah pencemaran logam adalah logam berat dan logam renik. Logam berat adalah semua jenis logam yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 . Di antara logam berat maka Hg, Cd, Cr, Zn, Pb, Ni dan Cu mendapat perhatian yang lebih banyak. Hal ini bukan karena logam tersebut lebih toksik dari pada zat lainnya, melainkan logam-logam

berat itu umumnya terdapat dalam jumlah yang kecil. Logam renik ini adalah kelimpahan alamiah dari logam. Umumnya semua jenis logam dengan kelimpahan alamiah maksimum 0,1% (1000 bpj) dari berat kerak bumi dimaksudkan sebagai logam renik .

Beberapa jenis unsur dalam batuan berada dalam jumlah yang sangat sedikit dalam kadar yang sangat rendah dalam tanah dan air. Karena kadarnya yang sangat rendah, maka disebut unsur perunut (*trace element*). Beberapa unsur perunut merupakan unsur esensial bagi makhluk hidup. Unsur-unsur perunut ada yang diketahui fungsi biologisnya, ada pula yang belum diketahui fungsi biologisnya dengan pasti. Beberapa dari unsur tersebut diketahui beracun.

III.3.1 Logam Tembaga (Cu)

a. Sifat Logam tembaga (7,13)

Tembaga merupakan logam merah muda yang lunak, mudah ditempa dan liat. Berat molekul 63,55 dengan nomor atom 29, bervalensi 1 dan 2 serta melebur pada 1038°C. Secara komersial tembaga tersedia dalam bentuk batang, lembaran, kawat atau serbuk. Terdapat dalam kerak bumi sebanyak 70 bpj, juga terdapat dalam air laut 0,001-0,02 bpj.

Tembaga melarut sangat lambat dalam HCl dan dalam H_2SO_4 encer, meskipun dengan adanya oksigen bisa larut sedikit. Asam nitrat (8M) dengan mudah melarutkan tembaga. Tembaga dapat larut dalam H_2SO_4 panas dan dalam air raja.

b. Pemakaian logam tembaga (12,13)

Logam tembaga digunakan dalam pembuatan perunggu, kuningan dan campuran tembaga lainnya. Digunakan sebagai konduktor listrik, amunisi dan pekerjaan seni (ukiran). $CuSO_4$ dicampur dengan kapur digunakan sebagai fungisida.

c. Aspek kesehatan tembaga (13,16,17,18)

Tembaga adalah elemen yang sangat dibutuhkan oleh mahluk hidup. Defisiensi tembaga yang parah dapat disebabkan kekurangan dalam bahan makanan atau penyakit keturunan yang dapat menimbulkan kelainan patologis dan bahkan kematian. Komsumsi tembaga yang dianjurkan adalah bayi 2-3 mg/kg bahan padat kering, anak dan dewasa 3 mg/kg bahan padat kering.

Tembaga sendiri hanya sedikit atau tidak beracun. Garam yang larut seperti $CuSO_4$ menyebabkan iritasi kuat

rada kulit mukosa, dan membran. Uap oksida Cu menyebabkan demam dan kanker bronkus. Keracunan akan terjadi setelah memakan garam Cu utamanya CuSO_4 dapat mengakibatkan kematian. Keracunan Cu juga dilaporkan karena menggunakan bahan yang mengandung tembaga untuk dialisis.

Keracunan oral akut telah dilaporkan setelah memakan jus buah kalengan yang mengandung terlalu banyak tembaga. Gejala klinik terutama berkaitan dengan iritasi saluran cerna.

Tembaga menimbun pada organ vital seperti hati, ginjal dan otak. Gejala penyakit terutama baru timbul pada usia 6-20 tahun. Kadang kala 30-40 tahun baru timbul gejala akibat kerusakan hati yang menyerupai hepatitis kronik aktif.

Kadar toksik tembaga dapat terjadi akibat kontak cairan bersifat asam dengan pipa atau wadah yang bertembaga, lebih-lebih bila berupa air panas.

III.3.2 Logam Kadmium (Cd)

a. Sifat logam Kadmium (7,13)

Kadmium adalah logam putih keperakan yang dapat ditempa dan liat.

tersedia dalam bentuk batang, lembaran, kawat, atau serbuk granul. Terdapat dalam kerak bumi sebanyak 0.1-0.2 bpj. Berat molekul kadmium adalah 112.41 dengan nomor atom 48 dan bervalensi 2. Titik beku kadmium 321°C dan titik didihnya 765°C . Kadmium perlahan-lahan teroksidasi membentuk CdO . Kadmium tidak larut dalam air, mudah bereaksi dengan HNO_3 encer bereaksi dengan lambat dengan HCl panas. Tidak bereaksi dengan basa. Kadmium klorida, nitrat dan sulfat larut dalam air, sulfidanya tidak larut dan berwarna kuning khas.

b. Pemakaian Logam Kadmium (12,13,15)

Kadmium merupakan produk sampingan dari pabrik seng maupun timbal. Kadmium terdapat dalam lingkungan terutama melalui proses pembersihan seng yang mengandung berbagai konsentrasi kadmium. Kadmium memasuki rantai makanan melalui pencemaran tanah dan air. Logam ini juga dapat lepas dari peralatan makan keramik yang didekorasi.

Kadmium digunakan antara lain sebagai pigmen, pateri untuk aluminium

dan penyepuhan dengan listrik (*elektroplating*). Serbuknya digunakan sebagai amalgam dalam kedokteran gigi. Beberapa garam kadmium digunakan sebagai antelmintik khususnya bagi babi dan unggas.

c. Aspek kesehatan kadmium (13,15,16,17)

Kadmium tidak dikategorikan sebagai unsur esensial menurut definisi Mertz. Sifat toksisitasnya yang akumulatif akan bertambah apabila terdapat tembaga dan seng. Toksisitas akut kadmium dapat terjadi karena mengkonsumsi kadmium dalam konsentrasi yang relatif tinggi, yang terdapat dalam makanan/minuman ringan yang terkontaminasi. Nortberg (1972) melaporkan terjadinya pusing, muntah dan sakit perut setelah mengkonsumsi minuman yang mengandung 16 mg/l kadmium. Menghirup uap kadmium atau bahan yang mengandung kadmium dapat menyebabkan pneumonitis akut dan edema paru-paru. Efek akut pajanan kadmium terutama mengakibatkan iritasi lokal.

III.3.3 Logam Seng (Zn)

a. Sifat Logam Seng (7.13)

Seng adalah logam yang putih kebiruan. Logam ini cukup mudah ditempa dan liat pada suhu 110-150 °C, melebur pada suhu 410 °C dan mendidih pada suhu 906 °C. Nomor atom seng adalah 30 dengan berat molekul 65,38 dan bervalensi 2. Logam seng yang murni melarut dalam asam dengan lambat demikian pula dalam alkali. Adanya zat pencemar atau kontak dengan platina dan tembaga mempercepat reaksi. Menjadi tertutup oleh lapisan putih karbonat bila terpapar oleh udara yang lembab. Asam nitrat mempunyai pengaruh yang kecil terhadap seng, karena menurunnya kelarutan seng nitrat dalam suasana demikian. Dengan asam sulfat panas dilepaskan belerang dioksida. Seng juga larut dalam hidroksida alkali yang membentuk tetrahidrokso zinkat(II).

b. Pemakaian logam seng (13)

Seng digunakan dalam garvanisasi lapisan besi sebagai penyusun campuran seperti perunggu dan kuningan; banyak digunakan sebagai lapisan pelindung logam

lain untuk mencegah korosi. Logam ini digunakan untuk perangkat listrik utamanya sei baterai kering. bahan bangunan. rel kereta api dan peralatan otomotif. Digunakan pula sebagai bahan pereduksi dalam kimia organik, untuk deoksidasi perunggu, garam seng insulin dan sebagai pereaksi dalam kimia analitik.

c. Aspek kesehatan seng (13,15,16,17)

Defisiensi seng yang berkaitan dengan diet ditandai dengan pertumbuhan yang terhambat, letargi, mental dan kelainan kulit. Faktor utama patogenitas sidrom ini adalah kurangnya konsumsi diet biji-bijian dan rendahnya sumber seng yang dapat dicerna seperti protein hewani.

Kecukupan gizi yang dianjurkan bagi seng adalah 3 hingga 5 mg bagi bayi 10 mg untuk anak-anak, dan 15 mg perhari untuk orang dewasa dengan jumlah tambahan yang dianjurkan bagi wanita hamil dan menyusui.

Keracunan akibat konsumsi seng yang berasal dari makanan yang biasa terjadi belum pernah dilaporkan, tetapi

telah dilaporkan terjadinya gangguan pencernaan dan diare setelah mengkonsumsi minuman dalam wadah kaleng yang digalvanisasi.

III.4 Spektrofotometer Serapan Atom (6.14)

Beberapa masalah dibidang farmasi dan klinis memerlukan penetapan sejumlah ion logam dan senyawa anorganik yang terkandung dalam bahan hayati dan xenobiotika. Karena sering kali unsur penting yang perlu dianalisis dalam bidang farmasi dan biokimia ini mengandung kadar yang sangat rendah, sedangkan metode pemisahan konvensional sering kali mempunyai kepekaan yang rendah serta hanya ditekankan pada penyidikan dan penerapan suatu unsur saja, maka metode spektrofotometri serapan atom merupakan hal yang sangat penting dalam analisis farmasi, misalnya penyidikan logam berat dalam serum, urin dan ludah pada kasus keracunan.

Penggunaan spektrofotometer serapan atom pertama kali dilakukan oleh Wals pada tahun 1955, kemudian disusul oleh Alkemade dan Milatz. Setelah itu telah dikembangkan tidak kurang dari 65 buah unsur kimia dengan metode spektrofotometri serapan atom seiring dengan berkembangnya berbagai jenis alat spektrofotometer serapan atom secara komersial.

III.4.1 Prinsip Kerja Spektrofotometer Serapan Atom (9.14.20)

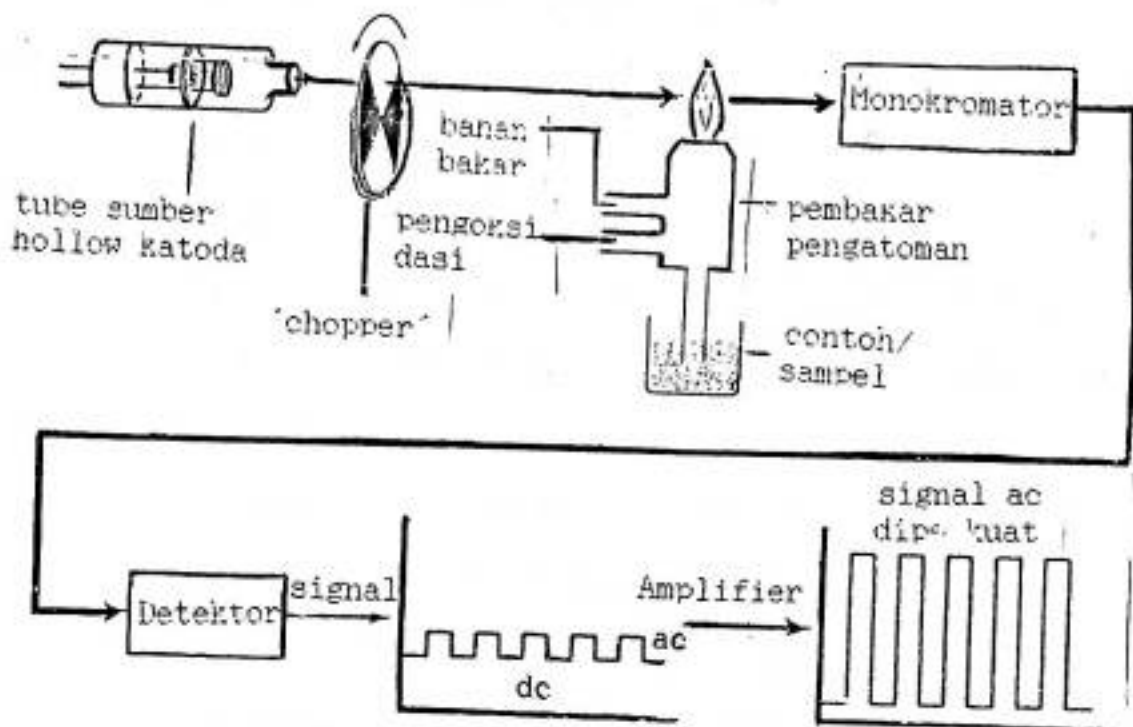
Analisis secara spektrofotometri serapan atom sekarang ini rutin digunakan untuk analisis unsur-unsur logam dalam laboratorium penelitian, dalam industri dan dalam laboratorium lainnya. Analisis secara spektrofotometri serapan atom ini berdasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom pada fase uap. Cuplikan yang diukur oleh alat ini adalah berupa larutan. Larutan cuplikan mengalir ke ruang pengkabutan melalui pipa kapiler karena terserap oleh aliran gas bahan bakar dan udara yang cepat, dengan menggunakan sumber energi berupa lampu hollow katoda.

Pada suhu tinggi terjadi penguraian zat-zat organik dan disosiasi senyawa organik. Setelah sampel diatomkan dalam nyala, suatu sumber cahaya yang terang dilewatkan melalui uap. Penyerapan cahaya ini sebanding dengan konsentrasi atom dalam

nvala. Cahaya yang tak terserap oleh uap selanjutnya melewati monokromator, lalu ke tabung photomultiplier. Intensitas cahaya yang diteruskan (I) secara elektronik dibandingkan dengan transmisi cahaya tanpa adanya cuplikan (I_0) untuk mendapatkan absorban analat. Atom-atom unsur logam ini menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya. Jadi dengan mengukur penyerapan sinar oleh atom-atom dalam nvala, maka konsentrasi logam dalam cuplikan dapat ditentukan.

III.4.2 Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (19,20)

Spektrofotometer serapan atom digunakan untuk mengukur serapan sebagai fungsi suatu konsentrasi yang merupakan salah satu penggunaan hukum Lambert-Beer untuk menentukan konsentrasi contoh yang tidak diketahui. Alat ini memiliki suatu sumber cahaya, tempat sampel, monokromator dan detektor.



Gambar 1. Skema rangkaian alat Spektrofotometer Serapan Atom

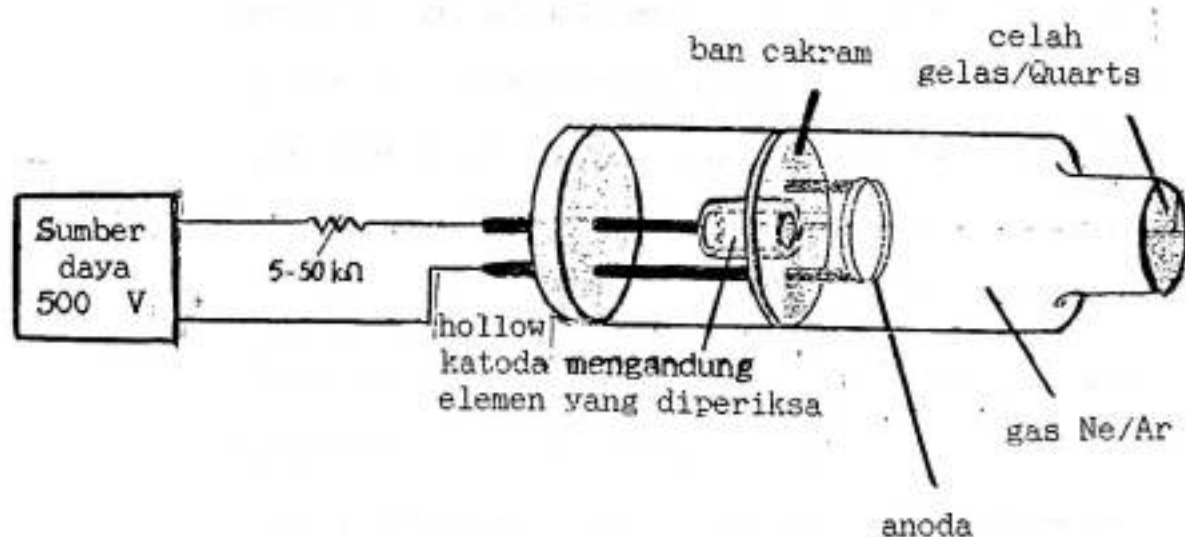
a. Sumber Cahaya (19,20)

Sumber cahaya harus dapat memancarkan spektrum garis resonansi unsur yang diperiksa dengan tajam. Sumber cahaya yang paling umum digunakan adalah lampu katoda berongga (hollow-katoda) yang mengemisikan spektrum dari suatu unsur yang dipilih. Alat ini terdiri dari katoda berongga selinder yang terbuat dari elemen yang akan dideterminasi, atau

campurannya. dan anoda tungsten. Katoda berongga dan anoda tungsten ini ditutup oleh tube gelas yang biasanya berupa karsa. Tekanan tube diturunkan dan ditutup dengan gas iner seperti argon dan neon. Voltase yang tinggi (sekitar 500 volt) diberikan melalui elektroda menyebabkan atom gas terionisasi pada anoda. Ion positif dipercepat menuju katoda negatif. Ketika ion-ion positif ini menubruk katoda, maka beberapa katoda memercik dan teruapkan. Logam yang memercik ini tereksitasi ke tingkat elektron yang lebih tinggi oleh tubrukan gas berenergi tinggi secara kontinu. Ketika elektron kembali ke tingkat dasar, garis karakteristik elemen akan dipancarkan. Dengan memilih lampu yang mengandung logam yang dianalisis, kita yakin bahwa garis-garis tersebut merupakan panjang gelombang yang sama dengan lebar garis serapan yang dianalisis.

Hal yang merupakan kerugian utama dalam penggunaan hollow katoda adalah diperlukannya satu tabung yang berbeda

untuk tiap logam yang ditentukan. Sebagai alternatif penggantinya digunakan tabung yang dapat dilepas. katoda-katodanya dapat saling digantikan. Akan tetapi penggunaan alat ini terbatas karena gangguan pemompaan keluar udara setiap kali tabung dibuka. setelah pengosongan, pemerasan masuk gas iner pada tekanan yang tepat. Jadi tabung-tabung yang bersegel, untuk setiap logam satu tabung biasanya digunakan. Beberapa instrumen yang diperdagangkan mempunyai satu saklar yang dengan cepat dan mudah dapat menghubungkan atau memutuskan dari satu tabung ke tabung lainnya.



Gambar 2. Skema Lampu hallow Katoda

b. Pembakar (20)

Ada dua tipe pembakar yang digunakan, yaitu total consumption burner dan premix column burner. Pada tipe total consumption burner bahan bakar dan gas pengoksidasi dicampur dan dibakar pada bagian atas pembakar. Sampel dialur ke dalam nyala oleh gas penyokong. Gas menyebabkan vakum diatas kapiler sehingga sampel melewati kapiler. Sampel kemudian keluar dalam bentuk semprotan, dimana gas secara turbulen dicampur dan dibakar. Proses ini disebut nebulisasi (pengkabutan).

Tipe kedua yang merupakan instrumen yang lebih komersial, yaitu premix column burner yang biasa disebut pembakar beraliran laminar. Bahan bakar dan gas penyokong dicampur dalam chamber sebelum masuk ke dalam bagian kepala pembakar. Larutan sampel diaspirasikan melalui kapiler menggunakan gas penyokong. Tetesan besar larutan mengkondensasi pada bagian luar chamber. Sisa tetesan yang halus (90 %) bercampur dengan gas melewati cahaya. Meskipun

banyak bagian sampel yang diaspirasikan yang hilang, tetapi efisiensi pengatoman yang sampai ke cahaya tetap besar karena tetesannya lebih halus. sehingga sensitivitas kedua alat ini sama.

c. Nyala (20,22)

Besar serapan atom dalam analisis spektrofotometri serapan atom bergantung pada konsentrasi atom dalam nyala. Pembentukan atom-atom logam dalam nyala bergantung pada suhu nyala. Perlu dipilih bagian nyala yang memungkinkan penyerapan sinar maksimum, yang diketahui dengan mengatur tinggi pembakar.

Suhu nyala pembakar bergantung pada komposisi gas dan nyala. Dengan mengatur laju aliran gas pembakar, dapat diperoleh komposisi campuran gas yang menghasilkan nyala dengan suhu optimum untuk atomisasi logam.

Sumber nyala yang paling luas digunakan adalah nyala udara asetilen, dan nitrous oksida asetilen dengan pembakar premix. Nyala dengan suhu tinggi tidak dibutuhkan dan dapat menyebabkan gangguan, sebab dapat menimbulkan

ionisasi gas atom. Hal ini sangat berguna untuk elemen yang cenderung membentuk oksida yang stabil dalam panas dalam nyala udara asetilen. Nyala nitrous oksida asetilen bermanfaat bila terdapat gangguan yang berbahaya ini.

d. Monokromator (9,23)

Monokromator yang biasa digunakan dalam spektrofotometri serapan atom adalah terdiri dari kisi difraksi dan prisma. Fungsi utama monokromator adalah memisahkan garis resonansi dari garis spektra yang berdekatan yang berasal dari sumber cahaya. Ukuran kemampuan monokromator memisahkan garis spektra ini disebut resolusi.

Melalui penempatan monokromator setelah kompartemen sampel, sebagian emisi cahaya akan disaring. Gangguan diatasi dengan pengaturan signal dari sumber dengan 'chopper'. Antara sumber dengan kompartemen sampel diletakkan lempeng bulat yang berputar, dimana bagian quadran secara bergantian terbuka untuk membiarkan cahaya lepas bila bidang lain lempeng tersebut menahan cahaya.

e. Detektor (9.23)

Fungsi detektor adalah merubah isyarat cahaya yang telah diisolasi oleh monokromator menjadi isyarat atau sinyal listrik. Detektor yang umum digunakan adalah photomultiplier tube.

f. Amplifier (9)

Amplifier berfungsi memperkuat isyarat elektronik yang diterima detektor sehingga dapat dibaca. Isyarat yang diperkuat adalah isyarat arus bolak-balik yang berasal dari isyarat berselang seling dari sumber sinar, sedangkan isyarat arus searah yang berasal dari isyarat kontinu nyala tidak diperkuat.

g. Sistem Pembacaan (9)

Spektrofotometri serapan atom diperlengkapi pula dengan pengatur tekanan/aliran gas dan modulator untuk mengatur cahaya yang diemisikan dari lampu sebagai sumber cahaya.

III.4.3 Gangguan Pada Spektrofotometri Serapan Atom
(6.21,24)

Terdapat beberapa gangguan dalam analisis secara spektrofotometri serapan atom, yaitu:

a. Gangguan spektral

Gangguan spektral terjadi bila garis emisi atau pita emisi molekul menutupi garis yang dipancarkan oleh elemen yang diuji, dan tidak dapat dipisahkan oleh monokromator. Kemungkinan yang paling berbahaya adalah dari pancaran molekuler seperti dioksida elemen lain dalam sampel. Penghamburan cahaya atau absorpsi oleh partikel padat, pelarut yang tidak diuapkan, atau jenis molekul dalam nyala akan menyebabkan gangguan terhadap absorpsi spektrofotometri.

b. Gangguan ionisasi

Alkali dan alkali tanah serta elemen lain dapat terionisasi dalam nyala. Ionisasi atom gas ini akan mengurangi intensitas pancaran garis spektrum atom. Oleh sebab itu perlu mengurangi kemungkinan terjadinya ionisasi. Suhu nyala asetilen-nitrous oksida yang tinggi dapat menyebabkan ionisasi unsur. Ionisasi unsur dapat dikurangi dengan penambahan zat penahan ionisasi, biasanya berupa

larutan yang mengandung kation dengan potensial ionisasi lebih rendah dari pada analit.



c. Pembentukan komponen yang stabil

Larutan sampel dapat mengandung komponen kimia, yang biasanya berupa anion yang stabil terhadap panas, seperti pembentukan CaSO_4 dengan adanya sulfat. Hal ini menyebabkan menurunnya absorpsi. Gangguan ini dapat dihindari dengan menggunakan gas pembebas (*releasing agent*) berdasarkan reaksi:



M-X adalah garam yang sukar berdisosiasi. R adalah zat pembebas. Proses ini akan berhasil kalau R-X lebih stabil dari pada M-X. Misalnya dalam penentuan kalsium dengan adanya fosfat. Penambahan larutan klorida atau stronsium berlebih ke dalam larutan cuplikan menyebabkan pembentukan larutan klorida atau stronsium fosfat, kemudian kalsium dapat ditentukan dari dalam nyala asetilen-udara tanpa gangguan fosfat.

d. Gangguan fisika

Beberapa parameter yang mempengaruhi kecepatan sampel dalam pembakar dan efisiensi pengatoman dapat dipertimbangkan, yang merupakan gangguan fisika. Hal ini termasuk variasi kecepatan aliran gas, temperatur, kandungan padatan yang tinggi, dan perubahan temperatur nyala, tegangan permukaan, bobot jenis atau sifat fisika lain. Hal ini dapat diperhitungkan secara umum dengan kalibrasi berulang kali.

III.4.4 Keunggulan Dan Kelemahan Spektrofotometer Serapan Atom (10,14,21,25)

Dibandingkan dengan metode analisis kimia secara konvensional, spektrofotometri serapan atom memiliki keunggulan, antara lain dapat mendeteksi secara kuantitatif kadar unsur logam suatu cuplikan yang mungkin pada analisis konvensional unsur-unsur tersebut tidak terdeteksi (*undetectable*) karena persentasenya yang sangat kecil. Dengan kata lain tingkat kepekaan (*sensitivitas*) spektrofotometri serapan atom lebih tinggi dibanding dengan metode konvensional. Keunggulan lain, yaitu

dapat menganalisis suatu logam dalam campuran. dapat mendeteksi logam dalam rentang yang luas. hasil analisis yang tinggi. bekerja secara otomatis dan dalam waktu yang singkat.

Disamping keunggulan yang dimiliki, terdapat pula kelemahan metode spektrofotometri serapan atom, antara lain biaya pemeliharaan dan harga alat yang cukup mahal. kurang efisien untuk penentuan kadar unsur logam yang persentasenya dalam analat besar. Penggunaan sumber nyala lebih tepat untuk beberapa unsur tertentu. sehingga bertambahnya analat yang ditentukan memerlukan tidak hanya satu penukaran suatu sumber sinar dan setting, tetapi juga penukaran terhadap nyala, pembakaran, dan sumber gas.

BAB IV
PELAKSANAAN PENELITIAN

IV.1 Penyiapan Alat

Alat - alat yang digunakan :

1. Batang pengaduk
2. Botol semprot
3. Corong
4. Gelas erlenmeyer 250 ml, 1000 ml
5. Gelas piala 25 ml, 500 ml
6. Gelas ukur 25 ml, 100 ml
7. Labu tentukur 50 ml, 100 ml, 250 ml
8. Pipet tetes panjang
9. Pipet tetes pendek
10. Pipet volume 1 ml, 2 ml, 4 ml, 25 ml
11. Spektrofotometer serapan atom (Philips)
12. Timbangan analitik (Sartorius)
13. Timbangan kaser (Ohaus)

IV.2 Penyiapan Bahan

1. $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (E. Merck)
2. CdSO_4
3. CuSO_4
4. KI
5. Na_2HPO_4
6. NaOH
7. HNO_3 p.a (E. Merck)

- | | |
|--------------------------|------------|
| 8. HCl p.a | (E. Merck) |
| 9. Serbuk tembaga | (E. Merck) |
| 10. Serbuk seng | (E. Merck) |
| 11. $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ | |

IV.3 Penyiapan Contoh

IV.3.1 Pengambilan Contoh

Contoh minuman yang akan dianalisis diambil dengan cara mengundi masing-masing sebanyak 5 merek dalam kemasan kaleng yang utuh dan peot. Contoh minuman kaleng berkarbonat ini diambil dari beberapa toko, pasar tradisional dan pasar swalayan di Ujung Pandang.

IV.3.2 Penyiapan Larutan Contoh (6)

Karbon dioksida dalam minuman kaleng berkarbonat terlebih dahulu dihilangkan dengan mengocok contoh di dalam gelas erlenmeyer bervolume 1 liter secara berulang-ulang. Contoh kemudian dilewatkan melalui kertas saring. Filtrat pertama contoh dibuang dan filtrat selanjutnya digunakan untuk analisis logam tembaga, kadmium dan seng.

IV.4 Analisis Kualitatif (7)

IV.4.1 Analisis Kualitatif Logam Tembaga

- a. Larutan contoh ditetesi larutan NaOH 2M. tidak terbentuk endapan. Dilakukan pula

penambahan pereaksi NaOH 2M ke dalam larutan CuSO_4 0.25M sebagai pembanding. terbentuk endapan biru yang tidak larut dalam pereaksi berlebihan. Bila larutan dipanaskan terbentuk endapan hitam.

- b. Larutan contoh ditetesi larutan KI 6M, tidak terbentuk endapan. Dilakukan pula penambahan pereaksi KI 6M ke dalam larutan CuSO_4 0.25M sebagai pembanding, terbentuk endapan putih.

IV.4.2 Analisis Kualitatif Logam Kadmium

- a. Larutan contoh ditetesi larutan NaOH 2M, tidak terbentuk endapan. Sebagai pembanding ditetaskan larutan NaOH 2M ke dalam larutan CdSO_4 0.25M, terbentuk endapan putih yang tidak larut dalam pereaksi berlebihan ataupun dengan pemanasan.
- b. Larutan contoh ditetesi larutan KI 6M, tidak terbentuk endapan. Sebagai pembanding ditetaskan pula larutan KI 6M ke dalam larutan CdSO_4 0.25M tidak terbentuk endapan.

IV.4.3 Analisis Kualitatif Logam Seng

- a. Larutan contoh ditetesi larutan NaOH 2M, tidak terbentuk endapan. Sebagai pembanding, ditetaskan pula larutan NaOH 2M

ke dalam larutan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,25 M, terbentuk endapan putih gelatin yang larut dalam asam dan pereaksi berlebihan.

- b. Larutan contoh ditetesi larutan Na_2HPO_4 0,033M tidak terbentuk endapan. Sebagai pembanding ditetaskan pula larutan Na_2HPO_4 0,033M ke dalam larutan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,25 M, terbentuk endapan putih.

IV.5 Analisis Kuantitatif Secara Spektrofotometri Serapan Atom

IV.5.1 Pembuatan Larutan Baku (6,8)

- a. Pembuatan larutan baku tembaga 1000 bpj

Ditimbang dengan teliti 0,1000 g serbuk tembaga dan dilarutkan dalam 10 ml asam nitrat (1 : 1), kemudian dicukupkan volumenya dengan air suling hingga tanda batas dalam labu tentukur 100 ml.

- b. Pembuatan larutan baku kadmium 1000 bpj

Ditimbang dengan teliti 0,1792 g $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kemudian ditambahkan 1 ml HNO_3 pekat dan dicukupkan volumenya dengan air suling hingga tanda batas dalam labu tentukur 100 ml.

- c. Pembuatan larutan baku seng 1000 bpj

Ditimbang dengan teliti 0,1000 g serbuk seng kemudian dilarutkan dalam 20 ml

HCl (1 : 1) dan dicukupkan volumenya dengan air suling hingga tanda batas dalam labu tentukur 100 ml.

- d. Pembuatan larutan baku tembaga, kadmium dan seng masing-masing 100 bpj

Dipipet masing-masing 10 ml larutan baku 1000 bpj untuk ketiga jenis logam tersebut, kemudian dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 ml dan volumenya dicukupkan dengan air suling hingga tanda batas dalam labu tentukur.

- e. Pembuatan larutan tembaga, kadmium dan seng masing-masing 10 bpj

Dipipet masing-masing 10 ml larutan baku 100 bpj untuk ketiga jenis logam tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 ml dan volumenya dicukupkan dengan air suling hingga tanda batas dalam labu tentukur.

- f. Pembuatan larutan baku tembaga, kadmium dan seng masing-masing 0,8, 0,6, 0,4, dan 0,2 bpj

Dibuat larutan baku 0,8, 0,6, 0,4 dan 0,2 bpj dengan memipet larutan baku 10 bpj untuk ketiga jenis logam yang dianalisis.

IV.5.2 Penetapan Kadar Logam Tembaga, Kadmium dan Seng Secara Spektrofotometri Serapan Atom

a. Optimasi alat. (9)

1. Lampu katoda berongga dipasang sesuai dengan jenis logam yang dianalisis.
2. Alat spektrofotometer serapan atom dihidupkan, kemudian pembakar dinyalakan dan perbandingan udara-asetilen diatur hingga diperoleh nyala sesuai dengan petunjuk alat. Alat dibiarkan 10-15 menit untuk memanaskan alat.
3. Lebar celah (slit) diatur sehingga sesuai dengan petunjuk alat.
4. Panjang gelombang diatur dan ditetapkan sehingga diperoleh absorban yang maksimum untuk untuk setiap unsur.
5. Posisi lampu diatur sehingga diperoleh absorban yang maksimum.
6. Dengan menggunakan larutan standar, kedudukan pembakar diatur secara vertikal dan horizontal sehingga di peroleh absorban yang maksimum.
7. Alat siap digunakan.

b. Pengukuran sampel dengan spektrofotometer serapan atom (10)

1. Ke dalam nyala udara-asetilen di aspirasikan air dan absorban diatur sehingga diperoleh skala nol.

2. Secara berturut-turut diaspirasikan larutan standar menurut bertambahnya konsentrasi. Nilai absorban larutan tersebut dicatat.
3. Larutan contoh diaspirasikan ke dalam nyala yang sebelumnya diaspirasikan air. Untuk analisis logam kadmium ditambahkan standar dalam (25 ml larutan baku Cd 0,6 bpj yang telah diencerkan dengan air suling hingga 100 ml) sebanyak 25 ml ke dalam 25 ml larutan contoh. Larutan tersebut kemudian diaspirasikan ke dalam nyala. Nilai absorban contoh dicatat.
4. Absorban hasil pengukuran larutan standar diproyeksikan terhadap konsentrasi hingga diperoleh kurva baku.
5. Absorban hasil pengukuran larutan contoh diplotkan ke kurva baku sehingga diperoleh konsentrasi logam dalam contoh.

IV.6 Analisis Data (26)

Dari hasil pengukuran larutan baku di atas, dibuat grafik untuk masing-masing logam. Untuk

menarik garis lurus pada grafik antara serapan unsur dengan konsentrasi diperlukan bantuan persamaan garis regresi.

Sumbu X adalah konsentrasi dalam bpj, sedangkan sumbu y adalah absorban (A).

Persamaan garis regresinya adalah : $Y = a + bX$

dimana $a =$ suatu konstanta

$$b = \text{tg } \alpha$$

Nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Bila nilai a dan b telah diperoleh, maka antara absorban dan konsentrasi yang telah diperoleh diuji korelasinya dengan menggunakan persamaan koefisien korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{\{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)\} \{(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)\}}}$$

Secara teori nilai r dapat berupa :

+ 1 : berarti ada korelasi positif

0 : berarti tidak ada korelasi positif

- 1 : berarti ada korelasi negatif

Penelitian ini menggunakan metode statistik rancangan acak kelompok dimana digunakan taraf signifikan 1 % dan 5 %, sehingga jika nilai F hasil perhitungan lebih besar dari nilai F menurut tabel, berarti ada perbedaan yang berarti (signifikan) dan jika nilai F hasil perhitungan lebih kecil dari nilai F menurut tabel, berarti korelasinya non-signifikan.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1 Hasil Penelitian

Analisis kualitatif terhadap kandungan logam tembaga, kadmium, dan seng dengan penambahan larutan pereaksi ke dalam larutan contoh minuman berkarbonat tidak dapat mendeteksi adanya logam tembaga, kadmium dan seng.

Analisis kuantitatif terhadap kandungan logam berat meliputi tembaga, kadmium dan seng secara spektrofotometri serapan atom dalam minuman kaleng berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dan peot secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

1. Kandungan logam tembaga (Cu) dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dan peot, hasilnya dapat dilihat pada tabel I.
2. Kandungan logam kadmium (Cd) dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dan peot, hasilnya dapat dilihat pada tabel II.
3. Kandungan logam seng (Zn) dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dan peot, hasilnya dapat dilihat pada tabel III.

Tabel i. Hasil Analisis Logam Tembaga (Cu) dalam Minuman Kaleng Berkarbonat secara Spektrofotometri Serapan Atom pada Panjang Gelombang 324.8 nm

Kelompok	Serapan	Konsentrasi (bpj)	Rata-Rata (bpj)
Au	0.013 0.012 0.012	0. 2776 0. 1982 0. 1982	0. 2247
Bu	0.012 0.010 0.011	0. 2078 0. 0416 0. 1247	0. 1247
Cu	0.010 0.011 0.011	0. 0403 0. 1207 0. 1207	0. 0939
Du	0.010 0.011 0.011	0. 0402 0. 0402 0. 1204	0. 0669
Eu	0.011 0.010 0.011	0. 1204 0. 0402 0. 1204	0. 0937
Ap	0.013 0.015 0.015	0. 2776 0. 4361 0. 4361	0. 3833
Bp	0.014 0.014 0.016	0. 3740 0. 3740 0. 5403	0. 4294
Cp	0.011 0.011 0.012	0. 1207 0. 1207 0. 2012	0. 1475
Dp	0.011 0.012 0.013	0. 1204 0. 2006 0. 2809	0. 2006
Ep	0.012 0.015 0.012	0. 2006 0. 4415 0. 2006	0. 2809

Keterangan :

Au.Bu.Cu.Du.Eu : Minuman berkarbonat dalam kaleng utuh.

Ap.Bp.Cp.Dp.Ep : Minuman berkarbonat dalam kaleng peot.

Tabel II. Hasil Analisis Logam Kadmium (Cd) dalam Minuman Kaleng Berkarbonat secara Spektrofotometri Serapan Atom pada Panjang Gelombang 228.8 nm

Kip Contoh	Serapan cth + standar dlm	Serapan standar dlm	Serapan contoh	Konsentrasi kadmium dalam contoh bpj	rata-rata bpj
Au	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.466 \cdot 10^{-2}$	$5.125 \cdot 10^{-3}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.577 \cdot 10^{-4}$	
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.577 \cdot 10^{-4}$	
Bu	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.749 \cdot 10^{-4}$	$5.373 \cdot 10^{-3}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.577 \cdot 10^{-4}$	
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-5}$	$1.466 \cdot 10^{-2}$	
Cu	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.631 \cdot 10^{-4}$	$1.005 \cdot 10^{-2}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.631 \cdot 10^{-4}$	
	0.012	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.025 \cdot 10^{-3}$	$2.941 \cdot 10^{-2}$	
Du	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.619 \cdot 10^{-4}$	$5.188 \cdot 10^{-3}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.619 \cdot 10^{-4}$	
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.484 \cdot 10^{-2}$	
Eu	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$	
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$	
Av	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.577 \cdot 10^{-4}$	$1.467 \cdot 10^{-2}$
	0.012	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.025 \cdot 10^{-3}$	$2.898 \cdot 10^{-2}$	
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.466 \cdot 10^{-2}$	
Bp	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.537 \cdot 10^{-2}$	$2.037 \cdot 10^{-2}$
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.537 \cdot 10^{-2}$	
	0.012	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.025 \cdot 10^{-3}$	$3.037 \cdot 10^{-2}$	
Cp	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.630 \cdot 10^{-4}$	$1.005 \cdot 10^{-2}$
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.630 \cdot 10^{-4}$	
	0.012	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.025 \cdot 10^{-3}$	$2.941 \cdot 10^{-2}$	
Dp	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.619 \cdot 10^{-4}$	$5.188 \cdot 10^{-3}$
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.484 \cdot 10^{-2}$	
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.619 \cdot 10^{-4}$	
Ep	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$	$5.188 \cdot 10^{-3}$
	0.011	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$1.025 \cdot 10^{-3}$	$1.484 \cdot 10^{-2}$	
	0.010	$9.975 \cdot 10^{-3}$	$2.500 \cdot 10^{-5}$	$3.621 \cdot 10^{-4}$	

Keterangan :

Au, Bu, Cu, Du, Eu : Minuman berkarbonat dalam kaleng utuh.

Av, Bp, Cp, Dp, Ep : Minuman berkarbonat dalam kaleng peot.

Tabel III. Hasil Analisis Logam Seng (Zn) dalam Minuman Kaleng Berkarbonat secara Spektrofotometri Serapan Atom pada Panjang Gelombang 213.9 nm

Kelempok	Serapan	Konsentrasi (ppm)	Rata-Rata (ppm)
Au	0.014	0. 2311	0. 1677
	0.009	0. 0952	
	0.012	0. 1767	
Bu	0.012	0. 1852	0. 1662
	0.011	0. 1567	
	0.011	0. 1567	
Cu	0.011	0. 1518	0. 1058
	0.00	0. 0414	
	0.010	0. 1242	
Du	0.010	0. 1238	0. 1421
	0.011	0. 1573	
	0.011	0. 1513	
Eu	0.011	0. 1513	0. 1605
	0.012	0. 1789	
	0.011	0. 1513	
Ap	0.019	0. 3670	0. 4939
	0.025	0. 5301	
	0.027	0. 5846	
Bp	0.012	0. 1852	0. 2233
	0.014	0. 2423	
	0.014	0. 2423	
Cp	0.014	0. 2346	0. 2162
	0.014	0. 2346	
	0.012	0. 1793	
Dp	0.012	0. 1788	0. 1972
	0.012	0. 1788	
	0.014	0. 2339	
Ep	0.015	0. 1513	0. 2063
	0.016	0. 2889	
	0.012	0. 1788	

Keterangan :

Au, Bu, Cu, Du, Eu : Minuman berkarbonat dalam kaleng utuh.

Ap, Bp, Cp, Dp, Ep : Minuman berkarbonat dalam kaleng peot.

V.2 Pembahasan

Analisis kualitatif dilakukan dengan penambahan larutan pereaksi masing-masing NaOH 2M dan KI 6M dalam larutan contoh untuk analisis logam tembaga dan kadmium, serta penambahan NaOH 2M dan Na_2HPO_4 0.033M untuk analisis logam seng. Kandungan logam tembaga, kadmium dan seng tidak terdeteksi dengan penambahan larutan pereaksi ini karena sangat rendahnya kadar logam berat tersebut dalam contoh.

Hasil analisis kuantitatif menunjukkan adanya logam tembaga, kadmium dan seng dalam contoh minuman berkarbonat kaleng utuh dan peot. Logam kadmium dianalisis dengan penambahan larutan standar dalam karena sangat rendahnya kadar logam kadmium dalam contoh. Adanya logam tembaga, kadmium dan seng ini dapat berasal dari wadah kaleng dan berasal dari proses pembuatan kaleng. Wadah kaleng yang mengalami galvanisasi dapat menyebabkan kontaminasi logam seng dalam minuman. Demikian pula dengan wadah kaleng yang mengalami pelapisan alloy (*plating alloy*) dapat menyebabkan kontaminasi logam tembaga dan kadmium ke dalam minuman kaleng berkarbonat tersebut.

Besarnya kontaminasi logam ke dalam minuman kaleng tergantung pada beberapa faktor seperti adanya pengkhelat organik dalam produk, faktor keasaman produk minuman tersebut, suhu penyimpanan, lama waktu kontak minuman dengan kalengnya, frekuensi pengocokan/guncangan selama pemasaran produk, komposisi

perlengkapan alloy, kesempurnaan dalam proses pengalengan dan luasnya area logam yang terpapar.

Hasil analisis yang diperoleh (tercantum dalam tabel I-III) menunjukkan bahwa kadar logam berat dalam minuman berkarbonat kaleng peot lebih besar dari pada minuman berkarbonat kaleng utuh. Hal ini kemungkinan disebabkan karena goresan/retaknya lapisan pelindung sehingga menyebabkan kontak antara minuman dengan logam pada bagian dalam kaleng yang mengakibatkan besarnya kontaminasi logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat kaleng peot tersebut.

Hasil analisis statistik dengan metode rancangan acak kelompok menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kadar logam tembaga dalam minuman berkarbonat kaleng utuh dengan minuman berkarbonat kaleng peot. Sedangkan kadar logam kadmium (Cd) dan seng (Zn) dalam minuman berkarbonat kaleng utuh tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan minuman berkarbonat dalam wadah kaleng peot. Demikian pula dengan hasil analisis antar kelompok merek, nampak bahwa kandungan ketiga logam berat tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar kelompok merek. Hal ini disebabkan karena minuman kaleng berkarbonat saat ini menggunakan wadah kaleng yang dibuat dengan alloy aluminium seperti logam-logam Cu, Zn dan Cd digunakan hanya dalam kadar yang rendah. Beberapa

pabrik memproduksi tidak hanya satu jenis/merek minuman kaleng berkarbonat, sehingga kemungkinan jenis kaleng yang digunakan untuk beberapa jenis merek minuman tersebut adalah sama. Selain itu pabrik minuman berkarbonat umumnya memperoleh wadah kaleng dari pabrik/industri lain yang khusus memproduksi kaleng. Jadi kemungkinan komposisi kaleng yang digunakan tidak berbeda antar merek yang satu dengan yang lainnya, sehingga kandungan logam Cu, Cd dan Zn yang diperoleh dalam penelitian ini tidak berbeda nyata antara kelompok merek.

Kadar logam tembaga dalam contoh minuman berkarbonat kaleng utuh rata-rata 0,1210 bpj dan dalam kaleng peot rata-rata 0,2883 bpj. Nilai ini masih cukup aman bila dibandingkan dengan batas maksimum cemaran logam tembaga dalam minuman ringan yang diizinkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan yaitu 2,0 bpj. Kadar logam kadmium dalam minuman berkarbonat kaleng utuh rata-rata 0,0052 bpj dan dalam kaleng peot rata-rata 0,0111 bpj. Nilai ini masih di bawah batas yang diizinkan oleh US FDA (Food and Drug Administration) yakni 0,2 bpj. Dirjen POM RI tidak memberikan batasan cemaran kadmium dalam minuman ringan. Kadar logam seng dalam kadmium dalam minuman kaleng utuh rata-rata 0,1483 bpj dan dalam kaleng peot rata-rata 0,2476 bpj. Nilai ini masih cukup aman bila dibandingkan dengan batas maksimum yang diizinkan oleh Dirjen POM RI, yaitu 5,0 bpj.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diolah secara statistik maka disimpulkan bahwa :

1. Kadar rata-rata logam tembaga, kadmium dan seng dalam minuman berkarbonat kaleng utuh masing-masing 0,1210 bpj, 0,0052 bpj dan 0,1483 bpj, sedangkan dalam minuman berkarbonat kaleng peot kadarnya lebih besar, yaitu masing-masing 0,2883 bpj, 0,0111 bpj dan 0,2476 bpj.
2. Minuman berkarbonat dalam wadah kaleng utuh dan peot mengandung logam tembaga, kadmium dan seng dengan kadar yang masih berada di bawah batas maksimum yang diizinkan oleh Dirjen POM (Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan).
3. Kandungan logam berat minuman kaleng berkarbonat dalam kaleng utuh dan peot yang dapat diteliti masih layak untuk dikonsumsi.

VI.2 Saran

Disarankan untuk meneliti komponen zat tambahan lainnya (additiv) seperti pemanis dan pewarna dalam minuman kaleng berkarbonat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

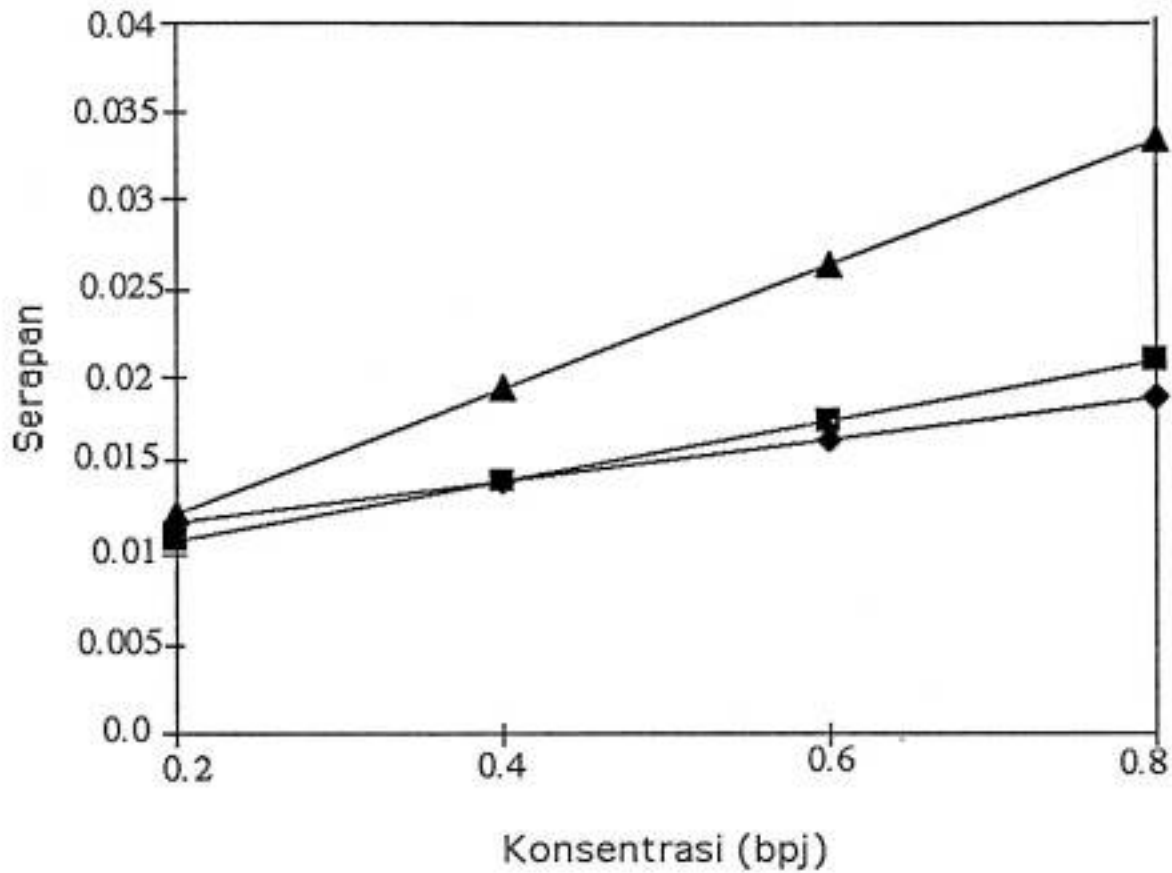
1. Pottler. N.. Norman. (1986). Food Science, The Avi Publishing Company, Westport, Connecticut. 532. 533. 535.
2. Stevenson. R.. Gladys. Miller Cora. (1962), Food Nutrition. John Wiley and Sons, Inc., New York, 372.
3. Khan. A.. Frank. (1987). Food Service Operations, The Avi Publishing Company, Inc., Westport Connecticut. 241.
4. Lee. A., Mahmood. (1983), Basic Food Chemistry, The Avi Publishing Company, Inc., Westport Connecticut, 232. 234.
5. Gan. S.. dkk.. (1987). Farmakologi dan Terapi, Edisi III, Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. 706.
6. Cantle, E., John, (1982), Atomic Absorbction Spectrometry, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York, 105, 151, 159, 181, 185-188.
7. Svehla, G., (1990), Buku Teks Analisis Kualitatif Makro dan Semi Mikro, Terjemahan oleh Setiono, dan Pudjaatmaka, Handayani A., PT Kalman Media Pustaka, Jakarta, 229,236, 289.
8. Philips Scientific, (1988), Atomic Absorption Data Book, England, 4, 6, 49.
9. Wahab. Wahid. A.. (1981), Analisis Logam Berat dalam Air Limbah, Proyek Penelitian UNHAS. Ujung Pandang, 13 - 19.

10. Jalaluddin. Noor. (1993). Makro.Mikro Mineral dan Beberapa Logam Berbahaya, Kursus Instrumentasi Kimia Analitik, Proyek Pengembangan dan Percepatan PT, Dirjen PT Depdikbud. Ujung Pandang, 122.
11. Syarif Rizal, Halid, Hariadi, (1993), Teknologi Penyimpanan Pangan, Penerbit Arkan bekerja sama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, Bogor, 342, 244.
12. Lu. C., Frank. (1991), Toksikologi Dasar, Terjemahan oleh Edi Nugroho, Penerbit UI Press, 386, 391.
13. The Merck Index. An Encyclopedia of Chemical. Drug and Biological, (1989), Merck and Co., Inc., Rahway New Jersey, USA. 245, 393.
14. Munson, W., James, (1984), Analisis Farmasi Metode Moderen, Terjemahan oleh Hardjana dan Soemadi, Penerbit Airlangga, Surabaya, 322, 323.
15. Hamidah, (1980), Pengaruh Logam Berat Terhadap Lingkungan, Pew. Oseana, 17-18, 28.
16. Nasoetion, Hakim, A., Karyadi, Darwin, (1988), Mineral, PT Gramedia, Jakarta, 19, 102, 128, 129, 139, 140.
17. Cassarett. Louis, J. and Doull, John. (1986), Toxicology, The Basic Science of Poisson. Mack Milland Publishing Company. New York, 592, 593, 612, 618.

18. Japaries. Willie.. (1988). Elemen Renik dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan. CV EGC, Jakarta, 19. 22. 28.
19. Khopkar. S.M.. (1990). Konsep Dasar Kimia Analitik, Terjemahan oleh A. Saptorahardjo, Penerbit Universitas Indonesia, UI Press, Jakarta, 275. 277-287
20. Christian. D., Gray, (1994), Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, Inc., 467- 473.
21. R. A., Day, Jr ; Al., Underwood, (1993), Analisa Kimia Kuantitatif, Penerbit Airlangga, Surabaya, 445-446.
22. Ramang, Musa, (1993), Penuntun Praktikum SSA dan Emisi Nyala. Kursus Instrumentasi Kimia Analitik. Proyek Pengembangan dan Percepatan PT, Dirjen PT Depdikbud, Ujung Pandang, 22.
23. Kennedy. H., John. (1990), Analytical Chemistry Principles, Sounders Company, 478, 482.
24. Hendayana. Sumar, (1994), Kimia Analitik Instrumen, IKIP Semarang Press, Semarang, 235.
25. Enedden. Joseph., (1990), Sample Introduction in Atomic Spectroscopy, Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York, 1, 5.
26. Sudjana, (1992), Metode Statistika, Penerbit Tarsito, Bandung, 310-355.

Tabel IV. Hasil Pengamatan Serapan Larutan Baku Logam Tembaga, Kadmium dan Seng Secara Spektrofotometri Serapan Atom

Logam	Panjang Gelombang (nm)	Konsentrasi (ppm)	Serapan (ppm)
Tembaga	324.8	0.2	0.012
		0.4	0.014
		0.6	0.017
		0.8	0.019
Kadmium	328.8	0.2	0.011
		0.4	0.014
		0.6	0.018
		0.8	0.021
Seng	213.9	0.2	0.012
		0.4	0.021
		0.6	0.025
		0.8	0.034



Gambar 4. Kurva Baku Logam Tembaga, Kadmium dan Seng Secara Spektrofotometri Serapan Atom

Keterangan :

- ◆ : Logam Tembaga
- : Logam Kadmium
- ▲ : Logam Seng

Lampiran A

Contoh Perhitungan Kadar Logam Tembaga, Kadmium
dan Seng dalam Minuman Kaleng Berkarbonat



1. Contoh perhitungan hasil analisis logam tembaga (Cu)

a. Jenis contoh : Au1

Serapan : 0,013

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh persamaan regresi linier untuk logam Cu adalah :

$$Y = 0,0095 + 0,0120 X$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} X &= \frac{0,013 - 0,0095}{0,0120} \\ &= 0,2917 \text{ ug/ml} \end{aligned}$$

Konsentrasi dalam ug/g dapat diperoleh :

$$\begin{aligned} X &= \frac{0,2917 \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26,2714 \text{ g}} \\ &= 0,2776 \text{ ug/g} \\ &= 0,2776 \text{ bpj} \end{aligned}$$

a. Jenis contoh : Au2

Serapan : 0,013

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh persamaan regresi linier untuk logam Cu adalah :

$$Y = 0,0095 + 0,0120 X$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} X &= \frac{0,012 - 0,0095}{0,0120} \\ &= 0,2083 \text{ ug/ml} \end{aligned}$$

Konsentrasi dalam ug/g dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{0,2083 \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26,2714 \text{ g}} \\
 &= 0,1982 \text{ ug/g} \\
 &= 0,1982 \text{ bpj}
 \end{aligned}$$

2. Contoh perhitungan hasil analisis logam kadmium (Cd)

a. Jenis Contoh : Aul

Serapan contoh + standar dalam (Ax) : 0,011

Serapan standar dalam (As) : $9,975 \cdot 10^{-3}$

Analisis logam kadmium dilakukan dengan penambahan standar dalam (25 ml larutan baku Cd 0,6 bpj yang telah diencerkan dengan air suling hingga 100 ml) sebanyak 25 ml ke dalam 25 ml larutan contoh.

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi standar dalam} &= \frac{25 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 0,6 \text{ bpj} \\
 &= 0,15 \text{ bpj}
 \end{aligned}$$

Maka kadar kadmium dalam contoh :

$$\begin{aligned}
 Cx &= \frac{Ax - As}{As} \times Cs \\
 &= \frac{0,011 - 9,975 \cdot 10^{-3}}{9,975 \cdot 10^{-3}} \times 0,15 \\
 &= \frac{1,025 \cdot 10^{-3}}{9,975 \cdot 10^{-3}} \times 0,15 \\
 &= 1,541 \cdot 10^{-2} \text{ ug/ml}
 \end{aligned}$$

Konsentrasi dalam ug/g dapat diperoleh :

$$Cx = \frac{1,541 \cdot 10^{-2} \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26,2714 \text{ g}}$$

$$= 1,466 \cdot 10^{-2} \text{ ug/g}$$

$$= 1,466 \cdot 10^{-2} \text{ bpj}$$

b. Jenis Contoh : Au2

Serapan contoh + standar dalam (Ax) : 0,010

Serapan standar dalam (As) : $9,975 \cdot 10^{-3}$

Analisis logam kadmium dilakukan dengan penambahan standar dalam (25 ml larutan baku Cd 0,6 bpj yang telah diencerkan dengan air suling hingga 100 ml) sebanyak 25 ml ke dalam 25 ml larutan contoh.

$$\text{Konsentrasi standar dalam} = \frac{25 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 0,6 \text{ bpj}$$

$$= 0,15 \text{ bpj}$$

Maka kadar kadmium dalam contoh :

$$C_x = \frac{A_x - A_s}{A_s} \times C_s$$

$$= \frac{0,010 - 9,975 \cdot 10^{-3}}{9,975 \cdot 10^{-3}} \times 0,15$$

$$= \frac{2,500 \cdot 10^{-5}}{9,975 \cdot 10^{-3}} \times 0,15$$

$$= 3,759 \cdot 10^{-4} \text{ ug/ml}$$

Konsentrasi dalam ug/g dapat diperoleh :

$$C_x = \frac{3,759 \cdot 10^{-4} \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26,2714 \text{ g}}$$

$$= 3,577 \cdot 10^{-4} \text{ ug/g}$$

$$= 3,577 \cdot 10^{-4} \text{ bpj}$$

3. Contoh perhitungan hasil analisis logam seng (Zn)

a. Jenis contog : Au1

Serapan : 0,014

regresi linier untuk logam Zn adalah :

$$Y = 0.0055 + 0.0350 X$$

Sehingga :

$$X = \frac{0.014 - 0.0055}{0.0350}$$

$$= 0.2429 \text{ ug/ml}$$

Konsentrasi dalam ug/ml dapat diperoleh :

$$X = \frac{0.2429 \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26.2714 \text{ g}}$$

$$= 0.2311 \text{ ug/g}$$

$$= 0.2311 \text{ bpj}$$

b. Jenis contoh : Au2

Serapan : 0,009

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh persamaan regresi linier untuk logam Zn adalah :

$$Y = 0,0055 + 0,0350 X$$

Sehingga :

$$X = \frac{0,009 - 0,0055}{0,0350}$$

$$= 0,1000 \text{ ug/ml}$$

Konsentrasi dalam ug/g dapat diperoleh :

$$X = \frac{0,1000 \text{ ug/ml} \times 25 \text{ ml}}{26,2711 \text{ g}}$$

$$= 0,0952 \text{ ug/g}$$

$$= 0,0952 \text{ bpj}$$

LAMPIRAN B

Perhitungan Regresi Linier untuk Larutan Baku Tembaga, Kadmium dan Seng

Contoh perhitungan regresi linier untuk logam tembaga (Cu)

X	Y	XY	X ²	Y ²
0,2	0,012	0,0024	0,04	1,44.10 ⁻⁴
0,4	0,014	0,0056	0,16	1,96.10 ⁻⁴
0,6	0,017	0,0102	0,36	2,89.10 ⁻⁴
0,8	0,019	0,0512	0,64	3,61.10 ⁻⁴
EX = 2,0	EY=0,062	0,0334	1,20	9,90.10 ⁻⁴
(EX) ² =4,0	(EY) ² =0,0038			

Persamaan garis regresi :

$$Y = a + b X$$

Dimana :

Y = serapan

X = konsentrasi

Berdasarkan rumus :

$$a = \frac{EY - b \cdot EX}{n}$$

$$b = \frac{n \cdot EXY - EX \cdot EY}{n}$$

maka diperoleh :

$$a = 0,0095$$

$$b = 0,0120$$

sehingga persamaan garis regresinya adalah :

$$Y = 0,0095 + 0,0120 X$$

LAMPIRAN C

Hasil Perhitungan Analisis Statistik dengan Metode Rancangan Acak Kelompok untuk Logam Tembaga (Cu)

Kelompok Merek	Perlakuan		Total
	K. Utuh	K. Peot	
A	0, 2247	0, 3833	0, 6080
B	0, 1247	0, 4294	0, 5541
C	0, 0939	0, 1475	0, 2414
D	0, 0669	0, 2006	0, 2675
E	0, 6039	0, 2800	0, 3746
Total	0, 6039	1, 4417	2, 0456

$$FK = \frac{(2,0456)^2}{5 \times 2}$$

$$= 0,4184$$

$$JKP = \frac{(0,6039)^2 + (1,4417)^2}{5} - 0,4184$$

$$= 0,0702$$

$$JKK = \frac{(0,6080)^2 + (0,5541)^2 + \dots + (0,3747)^2}{2} - 0,4184$$

$$= 0,0550$$

$$JKT = (0,2247)^2 + (0,1247)^2 + \dots + (0,2809)^2 - 0,4184$$

$$= 0,1419$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= (0,1419) - (0,0702) - (0,0550)$$

$$= 0,0167$$

Tabel Analisa Ragam

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	FH	FT	
					5%	1%
Perlakuan	1	0.0702	0,0702	16.81*	7,71	21.20
Kelompok	4	0.0550	0.0138	3.31	6.39	15.98
Galat	4	0.0167	$0.4.175.10^{-3}$			
Total	9	0.1419				

FH > FT pada taraf 5% berarti ada perbedaan yang nyata.

Dalam hal ini ada pengaruh perlakuan terhadap kandungan logam tembaga (Cu).

Analisa Antar Perlakuan dengan Uji Duncan

$$DB = 4$$

Taraf	Jarak	2
1%	JN	6.51
	JNT	0.1881
5%	JN	3.93
	JNT	0.1136

$$\begin{aligned}
 JNT &= JN \times \frac{KTG}{r} \\
 &= 6.51 \times \frac{4,175.10^{-3}}{5} \\
 &= 6.51 \times 0.0289 \\
 &= 0.1881
 \end{aligned}$$

Perlakuan	K. Utuh	K. Peot
Kate-rata	0.1208	0.2883

Perbandingan antar perlakuan (U : P)

Perbandingan antar perlakuan	Selisih rata rata	JNT		Keterangan
		0.01	0.05	
U - P	0.1675	0.1136	0.1881	*

Keterangan :

* : berbeda nyata pada taraf 5 %

LAMPIRAN D

Hasil Perhitungan Analisis Statistik dengan Metode Rancangan Acak Kelompok untuk Logam Kadmium (Cd)

Kelompok Merek	Perlakuan		Total
	K. Utuh	K. Peot	
A	$5,125 \cdot 10^{-3}$	$1,467 \cdot 10^{-2}$	$1,979 \cdot 10^{-2}$
B	$5,373 \cdot 10^{-3}$	$2,037 \cdot 10^{-2}$	$2,574 \cdot 10^{-2}$
C	$1,005 \cdot 10^{-2}$	$1,005 \cdot 10^{-2}$	$2,010 \cdot 10^{-2}$
D	$5,188 \cdot 10^{-3}$	$5,188 \cdot 10^{-3}$	$1,038 \cdot 10^{-2}$
E	$3,621 \cdot 10^{-4}$	$5,188 \cdot 10^{-3}$	$5,550 \cdot 10^{-3}$
Total	$2,609 \cdot 10^{-2}$	$5,547 \cdot 10^{-2}$	$8,156 \cdot 10^{-2}$

$$FK = \frac{(8,156 \cdot 10^{-2})^2}{5 \times 2}$$

$$= 6,652 \cdot 10^{-4}$$

$$JKP = \frac{(2,609 \cdot 10^{-2})^2 + (5,547 \cdot 10^{-2})^2}{5} - 6,652 \cdot 10^{-4}$$

$$= 8,632 \cdot 10^{-5}$$

$$JKK = \frac{(1,979 \cdot 10^{-2})^2 + (2,574 \cdot 10^{-2})^2 + \dots + (5,550 \cdot 10^{-3})^2}{2} - 6,652 \cdot 10^{-4}$$

$$= 1,332 \cdot 10^{-4}$$

$$JKT = \frac{(5,125 \cdot 10^{-3})^2 + (5,373 \cdot 10^{-3})^2 + \dots + (5,188 \cdot 10^{-3})^2}{5} - 6,652 \cdot 10^{-4}$$

$$= 3,029 \cdot 10^{-4}$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= (3,029 \cdot 10^{-4}) - (8,632 \cdot 10^{-5}) - (1,332 \cdot 10^{-4})$$

$$= 8,338 \cdot 10^{-5}$$

Tabel Analisa Ragam

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	FH	FT	
					5%	1%
Perlakuan	1	$8.632.10^{-5}$	$8.632.10^{-5}$	4.14	7.71	21.20
Kelompok	4	$1.332.10^{-4}$	$3.330.10^{-5}$	1.59	6.39	15.98
Galat	4	$8.338.10^{-5}$	$2.085.10^{-5}$			
Total	9	$3.029.10^{-4}$				

FH < FT berarti non signifikan (tidak berbeda nyata).

Dalam hal ini tidak ada pengaruh perlakuan dan kelompok terhadap kandungan logam kadmium (cd).

LAMPIRAN E

Hasil Perhitungan Analisis Statistik dengan Metode Rancangan Acak Kelompok untuk Logam Seng (Zn)

Kelompok Merek	Perlakuan		Total
	K. Utuh	K. Peot	
A	0, 1667	0, 4939	0, 6609
B	0, 1662	0, 2233	0, 3985
C	0, 1058	0, 2162	0, 3220
D	0, 1421	0, 1972	0, 3393
E	0, 1605	0, 2063	0, 3668
Total	0, 7413	1, 3369	2, 0785

$$FK = \frac{(2,0785)^2}{5 \times 2}$$

$$= 0,4320$$

$$JKP = \frac{(0,7413)^2 + (1,3369)^2}{5} - 0,4320$$

$$= 0,0354$$

$$JKK = \frac{(0,6609)^2 + (0,3895)^2 + \dots + (0,3668)^2}{2} - 0,4320$$

$$= 0,0389$$

$$JKT = (0,1667)^2 + (0,1662)^2 + \dots + (0,2063)^2 - 0,4320$$

$$= 0,1025$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= (0,1025) - (0,0354) - (0,0389)$$

$$= 0,0282$$

Tabel Analisa Ragam

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	FH	FT	
					5%	1%
Perlakuan	1	0.0354	0.0354	4.99	7.71	21.20
Kelompok	4	0.0389	0.0097	1.37	6.39	15.98
Galat	4	0.0282	0.0071			
Total	9	0.1025				

FH < FT berarti non signifikan (tidak berbeda nyata).

Dalam hal ini tidak ada pengaruh perlakuan dan kelompok terhadap kandungan logam seng.

LAMPIRAN F

SKEMA KERJA

