

**ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS AIR MINUM ISI
ULANG DENGAN AIR MINUM KEMASAN DITINJAU DARI
KADAR Ca, Mg DAN Fe
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Saint (S.Si) Program Studi Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jogjakarta



Diajukan oleh:

ZULHAMAN OKTARENO

99612012

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA JOGJAKARTA**

2004

**ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS AIR MINUM ISI
ULANG DENGAN AIR MINUM KEMASAN DITINJAU DARI
KADAR Ca, Mg DAN Fe MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM**

oleh:

ZULHAMAN OKTARENO
No. Mhs : 99 612 012

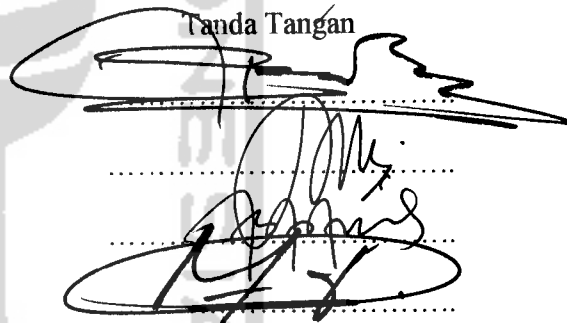
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal 29 April 2004

Dewan Penguji

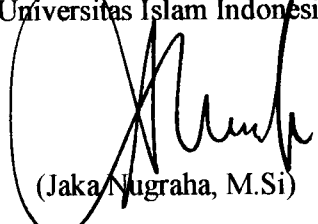
1. Drs. Allwar, M.Sc
2. Dwiarso Rubiyanto, S.Si
3. Is Fatimah, M.Si
4. Riyanto, M.Si

Tanda Tangan

The image shows three handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal dotted line. The signatures are stylized and cursive. The top signature is the most prominent, followed by two others below it.

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal dotted line. The signature is highly cursive and occupies a significant portion of the lower half of the page.

(Jaka Nugraha, M.Si)

MOTTO

"Dan tiada kehidupan di dunia ini kecuali sebagai sandiwara dan permainan.

*Dan sesungguhnya negeri akhirat itulah tempat maksiluk hidup yang
sebenarnya, jika kamu mengetahui"*

(Q.S. Al-Ankabut 29)

"Satu-satunya jalan yang saya kenal untuk menilai hari kemudian ialah

mengenal waktu lampau"

(Patrick Henry)

"Kebijaksanaan datang melalui penderitaan"

(Aescylus)

PERSEMBAHAN

Ku persembahkan skripsi ini kepada:

Mami dan Papiiku tercinta yang telah membiayaiiku selama aku meniti hidup ini, hanya dengan doamu, restumu, ridlomu aku dapat melangkah.

Kakakku Yenny, Dessy dan Adikku Pipi dan Titi yang telah mendukungku serta memberikan nuansa kehangatan dalam keluarga

Opa Amir & Omaku Hj. Rosna di Palembang (You are the Best Grandfather&Mother, Omku Ir. Herry Amir yang selalu mengajariiku arti sebuah tanggung jawab & Tante Emma juga Adikku Intan Amarita Di Padang.

Opa & Oma Singgalang juga Opa & Oma Poso di Lampung yang banyak membantuku selama ini.

Tak Lupa ku ucapkan terimakasih yang mendalam kepada:

- 1. Opa dan Oma & Feri di Cilacap*
- 2. Wahyu, Iwan & Anti (terimakasih atas kebersamaan dan persahabatan yang tlah kalian berikan, tiada kata-kata yang layak selain Aku Sayang Kalian and Keep Our Friendship).*
- 3. Teman-teman kontrakanku "Gubuk Ijo"(Wawan, Tatang, Aldi dan Aya, Lukman, Alan, Upu, Agus dan Deasy, Yuda) "ayo buruan pada rajin*

kuliahnya biar cepet nyusul wisuda ojo guyon wae". Elisya Astriani yang telah menemaniku, mendukungku, serta mau memahamiku selama ini.

4. *Teman-temanku di Dewan Perwakilan Mahasiswa FMIPA UII serta Lembaga Eksekutif Mahasiswa FMIPA UII*
5. *Teman-teman seperjuanganku (khususon : Elyus & Santoso) di Komite Mahasiswa Cilacap se-Indonesia (KMCI) "saatnya kita buat perubahan yang berarti untuk Cilacap tercinta", Temen-temen di Himpunan Mahasiswa Cilacap di Jogjakarta (Himacita).*
6. *Mas Jamalullail, Adi Kim'97 (ayo diurus jangan ditunda-tunda urusannya biar cepet beres) dan Sidik yang banyak membantu dalam memahami dalam penyelesaian skripsiku ini.*
7. *Temen-temen Jurusan Kimia Angkatan 99 FMIPA UII.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang , pemilik semua ilmu yang ada di alam semesta. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW , Akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Merupakan suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi penulis atas segala bantuan, bimbingan serta dukungan dari semua pihak selama pembuatan skripsi ini. Dalam pembuatan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dorongan semangat dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
2. Riyanto, M.Si., Selaku Ketua Jurusan Kimia dan selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, saran, kritik dan nasehatnya
3. Is Fatimah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, saran, kritik dan nasehatnya.
4. Orang tuaku yang terus mendo'akan dan memberiku semangat untuk menyelesaikan skripsi dan mencukupi segala kebutuhan finansialku

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang mungkin dapat disempurnakan oleh penulis lainnya, tetapi dibalik segala kekurangan semoga terdapat sedikit manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wabillahit Taufiq Wal Hidayah

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Mei 2004

Penyusun



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III DASAR TEORI	6
3.1 Kualitas air	6
3.2 Logam Mineral Dalam Air Minum	7
3.2.1 Kalsium (Ca).....	7

3.2.2	Magnesium (Mg).....	9
3.2.3	Besi (Fe).....	9
3.3	Spektrofotometer Serapan Atom.....	13
3.3.1	Prinsip Analisis Serapan Atom	14
3.3.2	Instrumentasi.....	16
3.3.3	Sumber Radiasi	17
3.3.4	Atomisasi.....	18
3.3.5	Sistem Monokromator dan Detektor.....	19
3.3.6	Optimasi Pengukuran Dengan SSA.....	19
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		22
4.1	Alat dan Bahan.....	22
4.1.1	Alat-Alat.....	22
4.1.2	Bahan-Bahan.....	22
4.2	Cara Kerja	22
4.2.1	Preparasi Larutan Standar	22
4.2.2	Preparasi Sempel.....	24
4.2.3	Optimasi Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom	24
4.2.4	Analisis Larutan Standar	25
4.2.5	Analisis Data	25
4.2.6	Uji Statistik Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe.....	25
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		26
5.1	Optimasi Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom	26
5.2	Pengukuran Larutan Standar	27

5.2.1	Pengukuran Larutan Standar Kalsium (Ca)	27
5.2.2	Pengukuran Larutan Standar Magnesium (Mg).....	28
5.2.3	Pengukuran Larutan Standar Besi (Fe)	30
5.3	Penentuan Kadar Ca, Mg dan Fe dalam Sempel Air Minum dengan Spektrofotometer Serapan Atom.....	31
5.4	Uji Statistik Kadar Ca, Mg dan Fe Air Minum Isi Ulang dan Air Minum Kemasan.....	33
5.4.1	Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Antar Merek Air Minum Isi Ulang.....	33
5.4.2	Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Antar Merek Air Minum Kemasan.....	34
5.4.3	Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe dalam Air Minum Isi Ulang Versus Air Minum Kemasan	35
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
6.1	Kesimpulan	37
6.2	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA		39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Instrumentasi Spektrofotometer Serapan Atom 16
Gambar 2	Lampu Katoda Rongga 17
Gambar 3	Kurva Kalibrasi Ca..... 27
Gambar 4	Kurva Kalibrasi Mg..... 29
Gambar 5	Kurva kalibrasi Fe..... 30
Gambar 6	Grafik Kadar Ca, Mg dan Fe Tiap Merek Air Minum isi Ulang 33
Gambar 7	Grafik Kadar Ca, Mg dan Fe Sempel Air Minum Kemasan..... 34
Gambar 8	Grafik Kadar Ca, Mg dan Fe Sempel Air Minum Isi Ulang Dan Air Minum Kemasan 36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kondisi Optimum Peralatan SSA Unsur Ca, Mg, dan Fe.....	26
Tabel 2. Kadar Ca, Mg dan Fe dalam Sempel Air Isi Ulang dan Air Minum Kemasan.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Kode Merek Air Minum	41
Lampiran 2. Data Pengukuran Serapan Sempel Air Minum Dengan Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom	42
Lampiran 3. Perhitungan Larutan Standar	43
Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi Regresi Sempel Air Minum	47
Lampiran 5. Keadaan Data Air minum Isi Ulang	55
Lampiran 6. Keadaan Data Air Minum Kemasan	57
Lampiran 7. Data Perbandingan Antar Merek Air Minum Isi Ulang	59
Lampiran 8. Data Perbandingan Antar Merek Air Minum Kemasan	64
Lampiran 9. Data Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Air Minum Isi Ulang Dan Air Minum Kemasan	68
Lampiran 10. Lampiran Standar Baku Mutu Air Minum	70



**ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS AIR MINUM ISI ULANG
DENGAN AIR MINUM KEMASAN DITINJAU DARI KADAR Ca, Mg
DAN Fe MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM**

INTISARI

ZULHAMAN OKTARENO
NIM 99612012

Industri air minum yang makin marak menawarkan air minum yang praktis dan juga higienis, akan tetapi terkadang kualitasnya patut dipertanyakan apakah telah memenuhi standar baku mutu air minum atau tidak, sehingga perlu dilakukan uji kelayakan air minum ditinjau dari kandungan Ca, Mg dan Fe yang merupakan logam mineral esensial menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Telah dilakukan penelitian lima merek sampel air minum isi ulang dan lima merek sampel air minum kemasan. Masing-masing sampel diambil 10 mL dan ditambahkan dengan HNO_3 0,1 M kemudian sampel dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom.

Besarnya kadar Ca untuk konsentrasi dalam air minum kemasan dan isi ulang secara keseluruhan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan seluruhnya masih berada di bawah batas maksimal yang dianjurkan. AMDK E yang mempunyai kadar yang paling besar yaitu sebesar 10.378 ppm. Kadar Mg tertinggi terdapat pada air minum dengan kode AMIU 2 yaitu sebesar 4,812 ppm secara keseluruhan kadar Mg air minum tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kadar Ca dan Mg seluruh sample air minum berada di bawah batas maksimum standar baku mutu air minum. Nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk Fe yaitu maksimal sebesar 0,3 ppm, dan dari data di atas ternyata AMIU 2 mempunyai kadar yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,890 ppm

Kata kunci: Air minum isi ulang, air minum dalam kemasan, Ca, Mg, Fe, Spektrofotometer serapan atom

**THE COMPARISON ANALYSIS BETWEEN REFILL AND
PACKAGE DRINKING WATER QUALITY EVALUATED
FROM Ca, Mg AND Fe RATE USING
ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER**

ABSTRACT

ZULHAMAN OKTARENO
NIM 99612012

The drinking Industry is tremendously offering practical and hygienic water, but sometimes the quality of the water need to be questioned whether it has fulfilled the basic standard quality or not, so it is important to test the drinking water worthiness evaluated from Ca, Mg, and Fe rate which is considered as essential mineral using the atomic absorption spectrophotometer.

The research of five sample refill water and five package water have been done. Each sample was taken for 10 mL and added by HNO_3 0,1 M then it was analyzed using the atomic absorption spectrophotometer.

The Ca level rate for package and refill water concentration generally did not show any significant differences and entirely still below the recommended maximum limitation. AMDK E had the biggest rate that was equal to 10,378 ppm. The highest rate of Mg was found in drinking water with AMIU 2 code, that was 4,812 ppm. As a whole drinking water's Mg rate did not show any significant differences. Ca and Mg rate of all the sample water were below the maximum limitation of the basic standard quality. The maximum limitation allowed for Fe was 0,3 ppm, and from the above data in reality AMIU 2 had exceeded rate from the allowed maximum limitation that was equal to 0,890.

Keyword : Refill water, package water, Ca, Mg, Fe and the atomic absorption spectrophotometer.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup, zat energi atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Kualitas air sangat berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup. Pada dasarnya air dapat dibedakan menjadi dua yaitu air laut yang asin dan air tawar yang terdapat di darat. Keduanya merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Air tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, meskipun demikian bukan berarti semua air terjadi penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal. Daerah pegunungan atau hutan yang jauh dari kegiatan industri dengan udara yang sejuk dan bersih. Air hujan mengandung karbon dioksida (CO_2), gas oksigen (O_2), dan gas nitrogen (N_2), serta bahan-bahan tersuspensi seperti debu dan partikel-partikel lainnya yang terbawa dari atmosfer.

Air permukaan dan air sumur pada umumnya mengandung bahan-bahan metal terlarut seperti Na, Mg, Ca, dan Fe. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air sadah sehingga tidak layak untuk dikonsumsi sebagai air minum. Air minum diharapkan mengandung mineral pada batas-batas tertentu agar terasa segar dan enak untuk diminum dan juga untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi mineral yang dibutuhkan oleh tubuh.

Kebutuhan masyarakat akan air minum yang bersih, sehat dan juga praktis sehingga layak untuk dikonsumsi memunculkan air minuman kemasan dan air minum isi ulang yang praktis dan juga higienis, akan tetapi terkadang kualitas air di pasaran masih patut dipertanyakan kembali kualitas kelayakannya, apakah telah memenuhi standar baku mutu air minum atau tidak, ataupun air yang kini merebak yaitu air minum isi ulang hasil dari teknologi untuk mensterilkan air juga telah memenuhi standar baku mutu air minum atau belum walaupun secara tertulis telah mendapat izin dari balai kesehatan makanan dan minuman, karena itu perlu di uji dengan melakukan penelitian mengenai konsentrasi zat terlarut terlebih lagi dengan kandungan nutrisi mineral seperti Ca, Mg, dan Fe sehingga masyarakat lebih yakin dalam mengkonsumsi air minum tersebut.

1.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, maka penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Berapa besarnya kandungan mineral Ca, Mg, dan Fe dalam air minum isi ulang dan air minum kemasan ?
2. Apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kandungan logam Ca, Mg dan Fe antara air minum kemasan dengan air minum isi ulang?
3. Apakah air minum tersebut telah memenuhi standar baku mutu air minum?

1.3 Tujuan penelitian

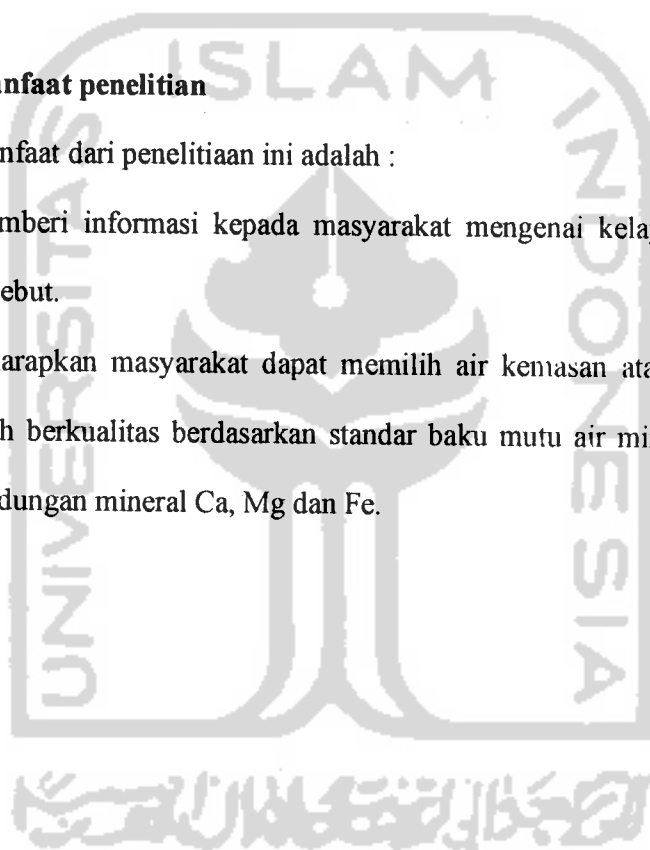
Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kandungan logam mineral Ca, Mg dan Fe air kemasan dan isi ulang yang banyak beredar di pasaran.
2. Untuk membandingkan kualitas air minum ditinjau dari kandungan mineralnya Ca, Mg dan Fe.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi informasi kepada masyarakat mengenai kelayakan air minum tersebut.
2. Diharapkan masyarakat dapat memilih air kemasan atau isi ulang yang lebih berkualitas berdasarkan standar baku mutu air minum ditinjau dari kandungan mineral Ca, Mg dan Fe.



BAB II

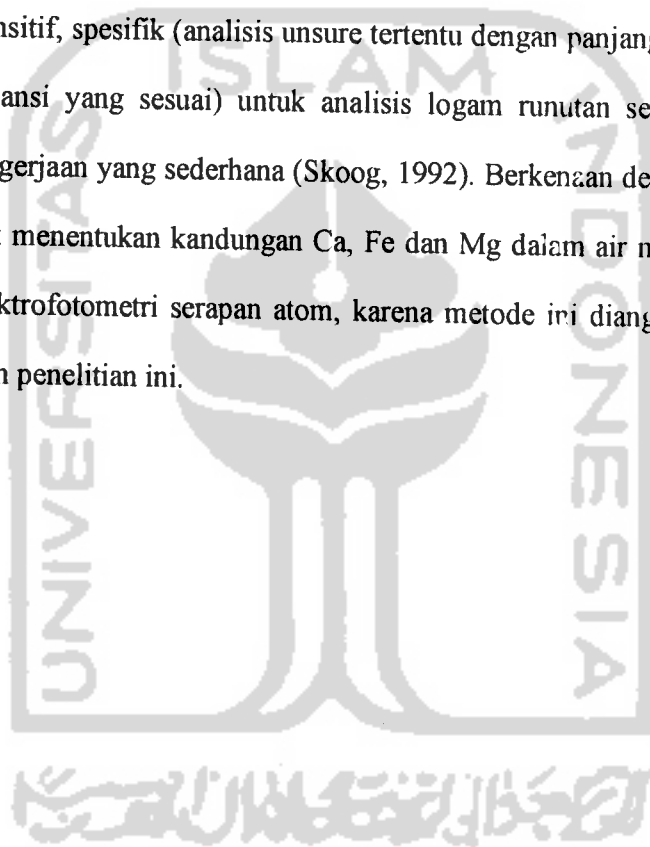
TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terhadap penyakit jantung dan kanker menunjukkan bahwa air sehat adalah yang padat (yaitu yang mengandung kalsium dan magnesium tinggi, sekitar 300 mg/l) dan secara moderat berjumlah TDS tinggi (*Total Dissolved Solids*). Total Pemisahan Kepadatan, yaitu ukuran dari kandungan mineral dalam air). Bagaimanapun, air tanpa mineral hampir sama saja dengan air lunak tanpa kalsium dan magnesium, dan sangat rendah total kepadatan yang telah dipudarkan (Fox M., 1990).

Para pembela aliran air tanpa mineral mengklaim bahwa mineral tak berorganik dalam air minum (seperti kalsium, magnesium, silika) tidak dapat bermetabolisme dan akan menyebabkan masalah kesehatan, terserap daripada mineral dalam makanan. Hal yang paling menunjukkan metabolisme dari mineral. John Sorenson menyatakan "mineral dalam air minum mudah diserap oleh tubuh", ia telah menemukan bahwa metabolisme adalah hal penting. Jumlah kalsium tinggi dan magnesium rendah, hal ini akan mengacu jumlah air dikonsumsi, tubuh memilih elemen-elemen yang penting (kalsium dan magnesium) dan mengeluarkan elemen-elemen yang tidak penting. Jika ada kadar kalsium atau magnesium yang rendah, sel-sel dapat memilih elemen-elemen yang tidak penting. Jika tidak terseleksi dengan baik protein atau enzim akan berubah menjadi racun.

Daerah Sleman selain mengandung Fe yang melebihi ambang batas kualitas air minum, mulai terjadi pencemaran air akibat limbah industri yang dibuang tanpa pengolahan, sehingga daerah itu tercemar fluorida. Air di Kecamatan Moyudan menunjukkan telah mengandung residu pestisida parathion (Hendrayana, 2003).

Spektrofotometer serapan atom memiliki beberapa keunggulan antara lain selektif, sensitif, spesifik (analisis unsure tertentu dengan panjang gelombang atau garis resonansi yang sesuai) untuk analisis logam runtuhan serta relatif murah dengan pengerjaan yang sederhana (Skoog, 1992). Berkenaan dengan hal tersebut maka untuk menentukan kandungan Ca, Fe dan Mg dalam air minum digunakan metode spektrofotometri serapan atom, karena metode ini dianggap yang paling sesuai dalam penelitian ini.



BAB III

DASAR TEORI

3.1 Kualitas Air

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian, kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain, sebagai contoh: kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum (Fox M., 1990).

Dalam menganalisis air minum, semua pasti mengandung parameter *hardness* (tingkat kesadahan) dalam bentuk CaCO_3 dan MgCO_3 , begitu juga dengan mineral dalam bentuk nitrat bahkan nitrit, seng dan lain sebagainya pasti termasuk di dalamnya sepanjang tidak melebihi nilai ambang batas standar baku mutu air minum, maka kehadiran berbagai parameter kimia di dalam air minum adalah tetap sehat, misalnya kandungan seng, sepanjang tidak melebihi konsentrasi 15 mg/L, maka air tersebut dikategorikan cukup sehat. begitu juga besi, bila konsentrasinya kurang dari 1 mg/L air, maka air tersebut adalah sehat. Untuk mineral mangan biasanya dipatok kurang dari 0.5 mg/L air, untuk nitrat 10 mg/L, nitrit 1 mg/l, kadmium 0.005 mg/L, total *hardness* 500 mg/L, timah hitam 0.05 mg/l. Mineral yang melampaui komposisi sehat tidak akan habis terpakai oleh metabolisme tubuh, zat-zat ini akan terakumulasi dalam darah sehingga dapat menimbulkan dampak yang sifatnya kronis, di antaranya terjadinya kompetisi antar mineral yang berbuntut pada reaksi substitusi terhadap mineral yang

reaktivitasnya lebih rendah. Misalkan mineral Zn, Cu dan Fe yang berperan dalam mengatur fungsi mental di otak bisa tergeser oleh mineral lain yang lebih kuat, seperti timbal. Apabila hal ini terjadi, dampak kronis yang dimaksud tidak hanya berupa penurunan level IQ (Fox M., 1990).

3.2 Logam Mineral dalam Air Minum

3.2.1 Kalsium (Ca)

Tubuh kita mengandung lebih banyak kalsium daripada mineral lain. Diperkirakan 2 % berat badan orang dewasa atau sekitar 1,0-1,4 kg terdiri dari kalsium. Meskipun pada bayi kalsium hanya sedikit (25-30 gram), setelah usia 20 tahun secara normal akan terjadi penempatan sekitar 1-200 g kalsium dalam tubuhnya. Sebagian besar kalsium terkonsentrasi dalam tulang rawan dan gigi, sisanya terdapat dalam cairan tubuh dan jaringan lunak (Winarno, 2002).

Peranan kalsium dalam tubuh pada umumnya dapat dibagi dua, yaitu membantu membentuk tulang dan gigi dan mengukur proses biologis dalam tubuh. Keperluan kalsium terbesar pada waktu pertumbuhan, tetapi mencapai usia dewasa. Pada pembentukan tulang, bila tulang baru dibentuk, maka tulang yang tua dihancurkan secara simultan. Kalsium yang berada dalam sirkulasi darah dan jaringan tubuh berperan dalam berbagai kegiatan, diantaranya untuk transmisi impuls syaraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, pengaturan permeabilitas membran sel, serta keaktifan enzim (Winarno, 2002).

Tulang merupakan jaringan pengikat yang sangat khusus bentuknya. Tulang dibentuk dalam dua proses yang terpisah, yaitu pembentukan matriks dan penempatan mineral ke dalam matriks tersebut. Tiga jenis komponen seluler terlibat di dalamnya dengan fungsi yang berbeda-beda yaitu *osteoblast* dalam pembentukan tulang, *osteocyte* dalam pemeliharaan tulang, dan *osteoclast* dalam penyerapan kembali tulang. *Osteoblast* membentuk kolagen tempat mineral-mineral melekat. Mineral utama di dalam tulang adalah kalsium dan fosfor, sedangkan mineral lain dalam jumlah kecil adalah natrium, magnesium dan fluor. Penelitian yang dilakukan dengan kalsium radioaktif menunjukkan bahwa tulang secara terus-menerus dibentuk dan dirombak secara simultan (Winarno, 2002).

Dalam proses kontraksi otot, rangsangan yang menghasilkan kontraksi otot merupakan impuls listrik yang diangkut oleh serabut urat syaraf. Diperkirakan stimulasi kimia dari ujung syaraf ke tendon otot yang menyebabkan terjadinya kontraksi adalah lepasnya ion-ion kalsium dari tempat penyimpanannya dalam sel. Keluarnya ion kalsium menstimulasi enzim ATP-ase dalam miosin, yang mengakibatkan pecahnya ATP yang menghasilkan energi dan terbentuknya ikatan silang antara miosin dan aktin yang disebut aktomiosin dan terjadilah kontraksi. Setelah terjadi pengendoran otot, ion kalsium dipompa kembali ke tempat penyimpanannya dalam sel (Winarno, 2002).

3.2.2 Magnesium (Mg)

Pada tubuh orang dewasa terkandung 20-25 mg magnesium. Separuh dari jumlah tersebut terkandung dalam tulang dan selebihnya terkandung dalam jaringan lemak seperti otot dan hati, serta cairan ekstraseluler. Magnesium merupakan aktivator enzim peptidase dan enzim lain yang kerjanya memecah dan memindahkan gugus fosfat (fosfatase). Magnesium diserap di usus kecil, dan diduga hanya sepertiga dari yang tercerna akan diserap. Karena kelarutan garam magnesium rendah, maka magnesium sulfat (garam Inggris) sering digunakan sebagai obat pencuci perut atau (laksatipe) yaitu dengan dikonsumsi dalam jumlah besar ($\pm 30g$). magnesium sulfat tersebut akan meningkatkan tekanan osmotik sehingga menarik air ke dalam usus kecil, akibatnya menjadi lebih mudah buang air besar. Kekurangan magnesium menyebabkan *hipomagnesemia* dengan gejala denyut jantung tidak teratur, insomnia, lemah otot, kejang kaki, serta telapak kaki dan tangan gemetar. Pemberian magnesium sulfat kepada pasien yang kekurangan magnesium dapat membantu mengurangi getaran otot. (Winarno, 2002).

Kebutuhan magnesium untuk orang dewasa pria sebesar 350 mg/hari dan untuk dewasa wanita 300 mg. Sumber magnesium adalah sayur-sayuran hijau, kedelai dan siput (Winarno, 2002).

3.2.3 Besi (Fe)

Kalsium besi dalam badan sangat kecil yaitu 35 mg/kg berat badan wanita atau 50 atau 50mg/kg berat badan pria. Besi dalam badan sebagian terletak dalam sel-sel darah merah sebagai *heme*, suatu pigmen yang mengandung inti sebuah

atom besi. Dalam sebuah molekul hemoglobin terdapat empat heme. Sel darah merah mempunyai masa hidup yang terbatas yaitu hanya 120 hari. Di dalam tubuh terdapat sebanyak 20000 milyar sel darah merah. Jangka hidup tersebut memberi gambaran bahwa sel-sel darah merah dirusak dan diproduksi pada kecepatan 115 juta butir/menit. Perusakan sel darah merah terjadi di dalam limfa dan besi yang telah lepas digunakan kembali dalam metabolisme (Winarno, 2002).

Besi juga terdapat pada sel-sel otot khususnya dalam mioglobin. Berbeda dengan hemoglobin, mioglobin terdiri dari satu pigmen heme untuk setiap protein.

a. Metabolisme besi

Besi yang ada dalam tubuh berasal dari tiga sumber yaitu besi yang diperoleh dari hasil perusakan sel-sel darah merah (hemolisis), besi yang diambil dari penyimpanan dalam badan, dan besi yang diserap dari saluran pencernaan. Dari ketiga sumber tersebut besi dari hasil hemolisis merupakan sumber utama. Pada manusia yang normal kira-kira 20-20 mg besi/hari berasal dari besi hemolisis dan hanya sekitar 1mg berasal dari makanan (Winarno, 2002).

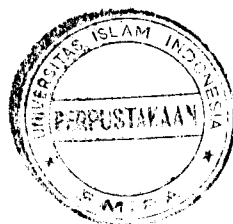
Pada saluran pencernaan besi mengalami proses reduksi dari bentuk feri (Fe^{3+}) menjadi fero (Fe^{2+}) yang mudah diserap. Proses reduksi di bantu oleh adanya vitamin C dan asam amino. Pada penelitian menggunakan besi yang radioaktif didapat bahwa penyerapan besi meningkat menjadi tiga kali bila seseorang mengkonsumsi roti yang mengandung besi bersama satu gram vitamin C (Steinkamp dkk, 1955). Sebaliknya adanya asam fitat dengan besi membentuk senyawa yang tidak larut. Dalam menu yang normal biasanya

jumlah asam fitat tidak cukup besar sehingga tidak mengganggu penyerapan besi (Winarno, 2002).

b. Penyerapan besi

Manusia hanya mampu menyerap dan membuang atau mengeluarkan besi dalam jumlah yang terbatas. Dalam keadaan normal, diperkirakan seorang dewasa menyerap dan mengeluarkan besi sekitar 0,5 - 2 mg/hari. Sebagian penyerapan terjadi pada jejunum dan ileum. Badan manusia cenderung menggunakan kembali besi yang ada dalam tubuh dari pada membuangnya keluar tubuh (Winarno, 2002).

Bila tubuh memerlukan besi dalam waktu cepat, maka besi dapat melewati dinding usus kecil langsung ke dalam aliran darah. Bila jumlah besi yang diserap lebih dari pada yang diperlukan, kelebihannya disimpan dalam sel-sel mukosa usus kecil dalam bentuk senyawa yang disebut feritin. Senyawa tersebut terdiri dari protein apoferritin dan sebuah senyawa yang mengandung besi. Sel-sel yang mengandung feritin tersebut di lepaskan dalam liang alat pencernaan dan dibuang berdasarkan beratnya, feritin terdiri dari 23 % besi. Diperkirakan 3-4 mg besi bersirkulasi dalam plasma darah, atau sekitar 0,2 % jumlah besi dalam darah. Besi dalam darah diangkut oleh protein transferin. Transferin mengangkut besi ke sumsum tulang dalam rangka pembentukan molekul-molekul hemoglobin baru. Transferin juga mengangkut besi ke bagian jaringan tubuh yang lain serta ke tempat penyimpanan besi. Setelah melepaskan besi, transferin bebas lagi serta siap untuk pengangkutan besi berikutnya. (Winarno, 2002)



c. Kekurangan besi

Anemia gizi dapat diketahui dari kadar hemoglobin seseorang. Kadar hemoglobin normal pada pria dewasa 13 gram/100 ml dan untuk wanita yang tidak sedang mengandung 12 gram/100 ml. Kekurangan besi banyak dialami bayi di bawah umur 2 tahun serta para ibu yang sedang mengandung, yang biasanya juga diikuti kekurangan gizi yang lain. Pada wanita yang sedang haid atau menyusui besi diperoleh dari konsumsi makanan sehari-hari biasanya tidak mencukupi, sedangkan kekurangan besi pada pria dewasa lebih jarang terjadi. Kekurangan besi dapat pula terjadi pada pasien yang terserang cacing pita. Cacing ini menhisap darah dari saluran darah di bawah mukosa alat pencernaan penderita. Para donatur darah sering mengalami penurunan kandungan hemoglobin. Penurunan dapat sampai 2,3 gram/100 ml darah, bila donatur tersebut menyumbang 500 ml darah. Jangka waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan normal lagi biasanya antara dua minggu sampai empat bulan. Diperkirakan sekitar 250 mg besi akan hilang pada setiap penyumbangan 500 ml darah (Winarno, 2002).

d. Konsumsi besi

Jumlah besi yang dikeluarkan tubuh sekitar 1,0 mg/hari, untuk wanita masih ditambah 0,5 mg hilang karena menstruasi. Karena jumlah besi yang diserap hanya sekitar 10 %, maka konsumsi yang dianjurkan adalah 10 mg untuk orang dewasa /hari atau 18 mg untuk wanita dengan usia 11-50 tahun.

FAO atau WHO menganjurkan bahwa jumlah besi yang harus dikonsumsi sebaiknya berdasarkan jumlah kehilangan besi dari dalam tubuh

serta jumlah bahan makanan hewani yang terdapat dalam menu kita. Besi yang berasal dari hasil ternak ternyata lebih mudah diserap dari pada yang dari hasil nabati. Bila 10-25 % dari seluruh kalori yang diperlukan berasal dari hasil ternak, maka jumlah kebutuhan besi bagi ibu yang mengandung sekitar 29 mg dan untuk pria 6 mg (Winarno, 2002).

3.3 Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom (*AAS. Atomic Absorption Spektrophotometer*) adalah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menaikan unsur-unsur didalam suatu bahan dengan kepekaan, ketelitian serta selektifitas yang tinggi .perkembangan terakhir cara analisis spektrofotometri serapan atom selain atomisasi dengan nyala (*AAFS: atomic absorption flame spektrofotometry*) dapat juga dilakukan dengan atomisasi tanpa nyala (*flameless admisition*) yaitu cara menggunakan energi listrik pada batang karbon (*CRA: carbon rod atomizer*) bahkan hanya dengan penguapan misal pada Hg.

Untuk mengetahui tingkat kandungan logam dalam sampel, alat untuk mengukur jumlah logam merupakan alat utama. Beberapa alat yang digunakan, tergantung jenis logam yang diperiksa dan tingkat sensitivitas pengukuran yang diperlukan. Kebanyakan logam diukur dengan sistem atomisasi, sistem kalorimetri dan ada yang menggunakan kedua sistem tersebut. Alat dengan sistem atomisasi ada beberapa macam yaitu dengan menggunakan nyala (*flamer*) dan ada yang menggunakan pembakaran (*graphite furnace*). Alat yang menggunakan sistem nyala disebut *flame atomic absorption spectrophotometry*, biasanya untuk

mengukur logam dalam jumlah relatif besar (dalam ppm) tetapi alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur dalam jumlah yang kecil (ppb), dengan menggunakan alat tambahan berupa alat generasi uap (Darmono, 1995).

3.3.1 Prinsip analisis serapan atom.

Metode analisa spektrofotometer serapan atom adalah salah satu metode analisa kimia yang dilakukan berdasarkan besaran sifat-sifat yang timbal atau berubah akibat adanya interaksi materi dengan berbagai bentuk energi, seperti energi panas, energi radiasi, energi kimia dan energi listrik.

Metode spektrofotometri serapan atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom-atom yang menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi. Suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat-tingkat eksitasinya pun bermacam-macam.

Cara kerja alat ini berdasarkan larutan sampel yang mengandung logam di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan di dalam lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya.

Sistem kerja dari alat ini melalui tiga tahap yaitu pengeringan, pengabuan, dan pembakaran dari cairan sampel yang masing-masing temperatur 500, 700, dan 3000°. Tetapi temperatur dari tiga proses tahapan tersebut dapat diatur dan disesuaikan dengan logam yang akan di ukur secara komputerisasi. Semua tahapan tersebut berjalan secara elektrik dan otomatis yang dikontrol oleh komputer (Darmono, 1995).

Bila berkas radiasi resonansi yang intensitas I_0 , dilewatkan lewat melalui medium yang panjang l yang mengandung atom-atom pada berkurang menjadi I , maka akan berlaku persamaan :

$$I = I_0 e^{-k \cdot b \cdot c} \dots (1)$$

$$\text{Log } I_0/I = k \cdot b \cdot c \dots (2)$$

$$A = k \cdot b \cdot c \dots (3)$$

$$C = \frac{A}{\emptyset \cdot b} \dots (4)$$

Keterangan :

k = Koefisien serapan pada frekuensi

K = $k/2,303$

$\text{Log } I_0/I$ = A (absorbansi)

c = konsentrasi atom pada tingkat tenaga dasar yang menyerap radiasi

C = konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan

\emptyset = koefisien perbandingan

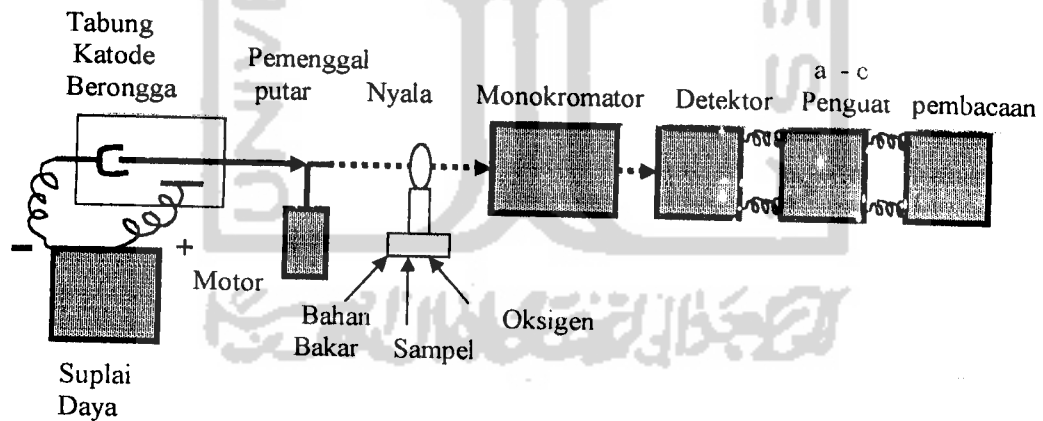
Maka persamaannya

$$A = a.b.c \dots\dots\dots(5)$$

Persaman tersebut di atas merupakan hukum Lambert-beer yang mana A disebut koefisien serapan. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa absorpsi perbandingan lurus dengan konsentrasi di dalam larutan cuplikan dengan menginterpolasikan absorbansi larutan cuplikan pada kurva kalibrasi maka konsentrasi unsur di dalam larutan cuplikan dapat ditentukan (Gunandjar,1985, Hendayana, 1994, Willard,1981).

3.3.2 Instrumentasi

Susunan alat spektrofotometer serapan atom dapat dilihat pada gambar bagian-bagian penting dari spektrofotometer serapan atom adalah sumber radiasi, resonansi, atomizer, monokromator, dan detektor (Narsito, 1996).



Gambar 1 Skema spektrofotometer serapan atom (Jay, Underwood, 1999)

3.3.3 Sumber radiasi

Sumber radiasi resonansi digunakan lampu katoda rongga (*Hollow Cathode Lamps*) yang mengeluarkan radiasi resonansi yang dianalisis.

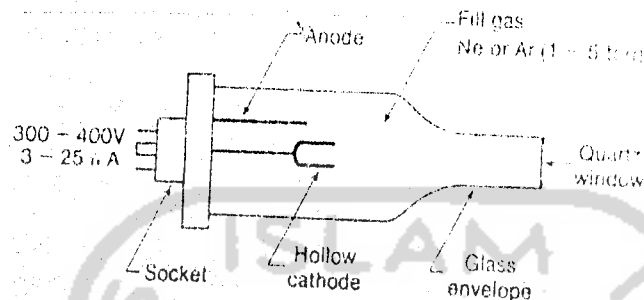


FIGURE 10.12. Schematic diagram of a hollow-cathode lamp.

Gambar 2. Skema Lampu Katoda Berongga

Biasanya elektroda terdiri dari *wolfram* dan katoda rongga dilapisi dengan unsur murni atau campuran dari unsur yang akan dianalisis. Tabung lampu dan jendela terbuat dari silika atau kwarsa diisi dengan gas pengisi yang dapat menghasilkan ionisasi. Gas-gas pengisi yang biasa digunakan adalah Ne, Ar, dan He. Pencemaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan dan arus listrik yang terjadi menimbulkan ionisasi gas-gas pengisi. Ion-ion yang bermuatan positif ini menembaki ion-ion atom yang ada pada katoda yang menyebabkan terjadinya eksitasi atom-atom tersebut. Atom-atom yang tereksitasi ini tidak stabil dan akan kembali ke tingkat tenaga dasar dengan melepaskan energi eksitasinya dalam bentuk radiasi. Radiasi ini dilewatkan melalui populasi atom yang berada di dalam nyala, dalam CRA atau dalam gas di muka lampu katoda rongga terdapat komponen yang disebut *Chopper* (baling-baling), yang berfungsi mengatur frekuensi resonansi yang dipancarkan dari lampu katoda

rongga, sehingga tenaga radiasi ini oleh *photomultiplier* dapat diubah menjadi energi listrik (pulsa listrik).

3.3.4 Atomisasi

Atomisasi dengan tanur (*furnace atomization*) dilakukan dengan mengukur tenaga listrik pada batang karbon (*CRA: carbon rod atomizer*) yang biasanya berbentuk tabung grafit. Cuplikan diletakkan pada tabung dipanaskan sampai suhu yang tinggi sehingga cuplikan teratomisasi, suhu tabung grafit dapat dinaikkan dengan cara menaikkan arus listrik, sehingga kondisi suhu optimum untuk setiap unsur yang ditentukan dapat dicapai dengan mudah.

Langkah-langkah atomisasi adalah sebagai berikut .

1. Pengeringan (*drying*) pada langkah ini arus kira-kira 5-20 mA, sampai diperoleh suhu cuplikan kira-kira 100 %, sehingga terjadi penguapan air yang terkandung dalam cuplikan sempurna.
2. Pengabuan (*ashing*) pada langkah ini suhu tabung dinaikkan sampai terjadi dekomposisi dan penguapan senyawa organik yang terkandung di dalam cuplikan dan akhirnya tinggal garam anorganik.
3. Atomisasi (*atomizing*) pada langkah ini suhu dinaikkan sampai dicapai suhu optimum untuk atomisasi.

Pada umumnya sebelum langkah atomisasi dilakukan tabung grafit dialiri gas inert (Ar, He, atau Ne) untuk menghilangkan udara agar oksidasi cuplikan dapat dicegah dengan menggunakan tabung grafit efisiensi atomisasi dapat mencapai lebih besar dari 90 % tetapi gangguan matrik pada metode atomisasi dengan batang karbon ini lebih besar dibanding dengan metode nyala.

3.3.5 Sistem Monokromator dan Detektor

Setelah radiasi resonansi dari lampu katoda rongga melalui rongga melalui populasi atom dalam nyala, energi radiasi ini sebagian lagi diteruskan. Fraksi radiasi yang diteruskan dipisahkan dari radiasi lain pemilihan atau pemisahan radiasi tersebut dilakukan oleh monokromator yang terdiri dari sistem optik, yaitu celah cermin dan grating. Intensitas radiasi yang diteruskan ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh "photo multiplier " dan selanjutnya diukur dengan detektor dan dicatat yang dapat berupa rekorder printer, penyimpangan meter atau pengamatan angka (digital) (Gunandjar, 1985).

3.3.6 Optimasi parameter pengukuran dengan SSA

Suatu spektrofotometer serapan atom memiliki beberapa parameter yang harus dioptimasi untuk memperoleh hasil pengukuran yang baik. Dalam SSA nyala, parameter-parameter itu antara lain sebagai berikut :

a . Pemilihan panjang gelombang

Panjang gelombang menunjukkan bilangan tertentu yang spesifik untuk suatu unsur mempunyai panjang gelombang resonansi yang dapat digunakan untuk pengukuran pada kisaran tertentu. Pemilihan panjang gelombang yang dapat memberikan kisaran konsentrasi dengan kepekaan yang tinggi. Perlu diperhatikan bahwa analisis dengan analisis dengan SSA pada panjang gelombang yang paling peka tidak selalu memberikan hasil pengukuran yang baik. Panjang gelombang yang sesuai sering digunakan untuk menaikkan *dynamic rang* analisis,

dengan demikian pemilihan panjang gelombang analisis SSA adalah penting dan bergantung pada tingkat kandungan unsur yang akan dianalisis.

b. Kuat arus lampu

Kuat arus lampu katoda cekung dianjurkan tergantung pada unsur yang dianalisis dan bervariasi antara 3 sampai 2,5 mA (Pecsok, 1976). Penggunaan kuat arus harus semaksimal mungkin karena pemberian kuat arus yang terlalu rendah akan menyebabkan intensitas lampu menjadi terlalu rendah sehingga energi yang dihasilkan juga rendah. Menurut Slavin (1978) intensitas lampu dapat diubah dengan mengubah arus lampu, tetapi peningkatan pemberian kuat arus lampu katoda cekung akan mengurangi umur lampu dan menyebabkan pelebaran garis yang dipancarkan.

c. Kecepatan Alir Gas Bakar

Kecepatan alir gas bakar yang digunakan di dalam analisis dapat diatur. Gas bakar yang digunakan adalah udara dan asetilen. Unsur-unsur tertentu dapat teratomkan sempurna pada kecepatan alir gas bakar yang relatif lambat, tetapi ada unsur tertentu yang memerlukan kecepatan alir gas bakar yang relatif cepat, dengan kata lain rasio antara kecepatan alir gas bakar dengan udara tekan (oksidan) mempengaruhi serapan optimum dari unsur-unsur tertentu.

d. Lebar Celah

Lebar celah mengontrol gangguan spektra tertentu misalnya garis-garis yang terabsorpsi dari gas pengisi lampu katoda cekung, garis-garis yang tidak terabsorpsi dari logam katoda, dan pita-pita molekul dalam nyala. Pengaturan sinar yang masuk mengurangi gangguan ini, tetapi tidak seluruhnya efektif.

Gangguan-gangguan tersebut dapat dikontrol dengan mengurangi lebar celah. Slavin (1978), mengatakan lebar celah yang baik sekitar 10 μm yang dapat menghasilkan setengah lebar intensitas dari garis yang dipancarkan oleh lampu katoda cekung melalui pita molekul.

e. Tinggi pembakaran

Pembakaran harus diatur sedemikian rupa, karena cuplikan akan dibakar pada tempat ini dan sekaligus pemberian radiasinya. Pengaturan posisi ini adalah arah horisontal yang terdiri dari kiri kanan dan muka belakang dari pembakaran sehingga radiasi lampu katoda cekung tepat lurus dengan pembakar. Pengaturan arah vertikal dimaksudkan untuk mencari tinggi efektif suatu pembakar. Apabila posisi pembakar terlalu rendah, maka radiasi lampu katoda cekung akan mengenai bagian atas nyala. Bagian ini merupakan daerah reaksi sehingga bila atom-atom masuk daerah reaksi maka dapat terjadi oksidasi yang menyebabkan proses pengamatan menjadi berkurang, karena atom-atom bebas akan bereaksi dengan O_2 membentuk senyawa oksida. Sedangkan bila posisi pembakar terlalu ke atas, maka radiasi lampu katoda cekung akan tepat mengenai kepala pembakar sehingga radiasi lampu katoda cekung akan tertutup (Willard, 1981).

f. Perbandingan oksidan dan gas pembakar

Besarnya efek oksidasi dapat dipengaruhi oleh pemilihan bahan bakar dan oksidan serta pembagiannya. Daya pengoksid nyala dapat diperkecil dengan mengubah perbandingan oksidan dan bahan bakar.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat – alat

1. Spektrofotometer Serapan Atom
2. Alat-alat gelas, pipet mikro

4.1.2 Bahan-bahan

1. Larutan induk Ca, Mg, dan Fe 1000 ppm
2. HNO_3 0,1 M
3. Aquadest

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Preparasi larutan standar

1. Pembuatan larutan standar Ca

Dibuat larutan standar Ca dengan konsentrasi 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0 ppm dari larutan induk 1000 ppm dibuat menjadi 10 ppm dalam labu ukur 50 mL.

- a. Konsentrasi 1,0 ppm dibuat dari 2,5 mL larutan induk Ca dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- b. Konsentrasi 2,0 ppm dibuat dari 5 mL larutan induk Ca dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.

- c. Konsentrasi 4,0 ppm dibuat dari 10 mL larutan induk Ca dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- d. Konsentrasi 8,0 ppm dibuat dari 20 mL larutan induk Ca dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.

2. Pembuatan larutan standar Mg

Dibuat larutan standar dengan konsentrasi 0,0; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 ppm, yaitu dari larutan induk 1000 ppm dibuat menjadi 10 ppm dalam labu 50 mL

- a. Konsentrasi 0,3 ppm dibuat dari 7,5 mL larutan induk Mg dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- b. Konsentrasi 1,0 ppm dibuat dari 2,5 mL larutan induk Mg dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- c. Konsentrasi 2,0 ppm dibuat dari 5 mL larutan induk Mg dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.

3. Pembuatan larutan standar Fe

Dibuat larutan standar Fe dengan konsentrasi 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 ppm dari larutan induk 1000 ppm dibuat menjadi 20 ppm dalam labu ukur 50 mL.

- a. Konsentrasi 2,5 ppm dibuat dari 3,125 mL larutan induk Fe dalam labu ukur 50 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- b. Konsentrasi 5,0 ppm dibuat dari 7,5 mL larutan induk Fe dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.

- c. Konsentrasi 7,5 ppm dibuat dari 9,375 mL larutan induk Fe dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.
- d. Konsentrasi 10 ppm dibuat dari 12,5 mL larutan induk Fe dalam labu ukur 25 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai tanda.

4.2.2 Prosedur Kerja Air Minum Isi Ulang dan Kemasan Dengan Metode SSA

- a. Sampel air minum isi ulang dengan berbagai merek diambil 10 mL kemudian ditambahkan dengan HNO_3 0,1 N Sampel cuplikan siap dilakukan pencacahan dengan alat SSA.
- b. Isapkan sampel uji ke dalam alat SSA melalui pipa kapiler.
- c. Baca dan catat serapan masuknya sampel.

4.2.3 Optimasi Peralatan Spektrofotometri Serapan Atom

- a. Hidupkan peralatan SSA.
- b. Pilihlah lampu Ca, Mg, dan Fe
- c. Optimasi arus lampu *hollow catode*.
- d. Optimasi lebar celah *Slit Width*.
- e. Periksa kedudukan Lampu terhadap *focus slit*.
- f. Optimasi kecepatan asetilen.
- g. Optimasi *burner* agar memberikan absorbansi maksimum.

4.2.4 Analisis Larutan Standar

- a. Larutan standar Ca, Mg, dan Fe dengan konsentrasi yang berbeda.
- b. Ukur serapan masing-masing larutan standar.
- c. Buat kurva kalibrasi larutan standar antara absorpsi versus konsentrasi

4.2.5 Analisis Data

Perhitungan kadar Ca, Mg, dan Fe dalam air minum kemasan dan air minum isi ulang dalam cuplikan.

Perhitungan dilakukan dengan rumus :

$$\text{Kadar} = \frac{C_{\text{reg}} \times V_1 \times P}{V_2}$$

Keterangan :

C regresi : Konsentrasi unsur yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar

P : Faktor pengenceran

V₁ : Volume sampel mula-mula

V₂ : Volume akhir sampel

F. Uji Statistik Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe

1. Uji statistik kadar Ca, Mg dan Fe antar merek dalam air minum isi ulang.
2. Uji statistik kadar Ca, Mg dan Fe antar merek dalam air minum kemasan
3. Uji statistik kadar Ca, Mg dan Fe air minum kemasan dengan air minum isi ulang

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Optimasi Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom sebelum penggunaannya harus dilakukan optimasi terlebih dahulu. Hal ini sangat perlu dilakukan agar diperoleh populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Atom-atom akan menyerap radiasi yang khas untuk atom-atom tersebut dan kemudian berubah ke keadaan dasar (eksitasi). Semakin banyak atom pada keadaan dasar maka radiasi yang diserap makin banyak pula. Kondisi optimum akan diperoleh serapan yang maksimum. Hasil optimasi spektrofotometri serapan atom disajikan pada tabel 1.

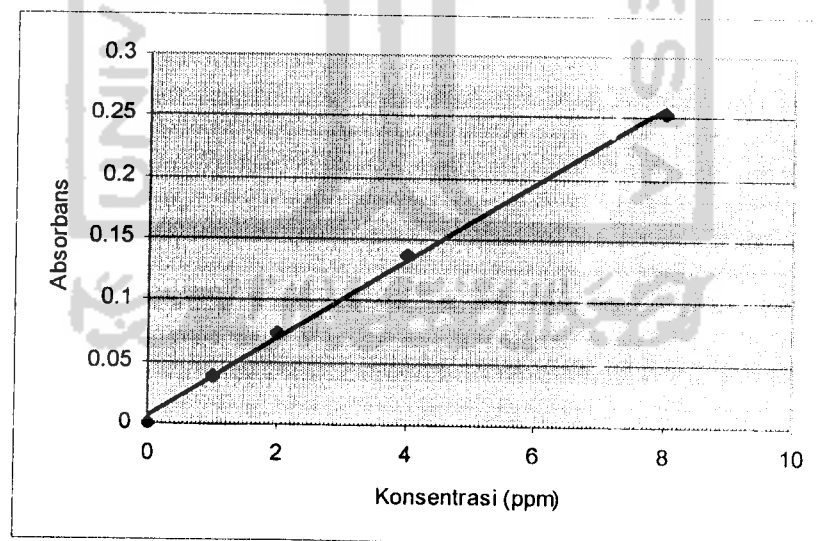
Tabel 1. Kondisi Optimum Peralatan SSA unsur Ca, Mg, dan Fe

Parameter	Ca	Mg	Fe
Panjang Gelombang	422,6nm	285,2 nm	248,3 nm
Kuat Arus Lampu	10 mA	10 mA	10 mA
Laju Udara	9,5 L/mnt	9,5 L/mnt	10 L/mnt
Laju Asetilen	3,5 L/mnt	3,5 L/mnt	19,5 L/mnt
Lebar Celah	0,7 nm	0,7 nm	0,2 nm
Tinggi Pembakaran	2,0 cm	2,0 cm	4 cm

5.2 Pengukuran Larutan Standar

5.2.1 Pengukuran Larutan Standar Kalsium (Ca)

Larutan standar kalsium dibuat dengan variasi konsentrasi 0,00; 1,00; 2,00; 4,00; 5,00 ppm dari larutan standar yang sebelum dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm, yang dilakukan dengan cara pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan. Untuk selengkapnya disajikan pada lampiran 3. Analisis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom dimulai dari konsentrasi 0,0 ppm sampai konsentrasi 10,0 ppm sehingga didapat absorbansi masing-masing konsentrasi larutan standar, setelah didapat absorbansi masing-masing konsentrasi kemudian dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi versus absorbansi untuk mendapatkan hasil konsentrasi yang sebenarnya. Hasil pengukuran larutan standar Ca disajikan dalam kurva kalibrasi larutan standar versus absorbansi berikut:



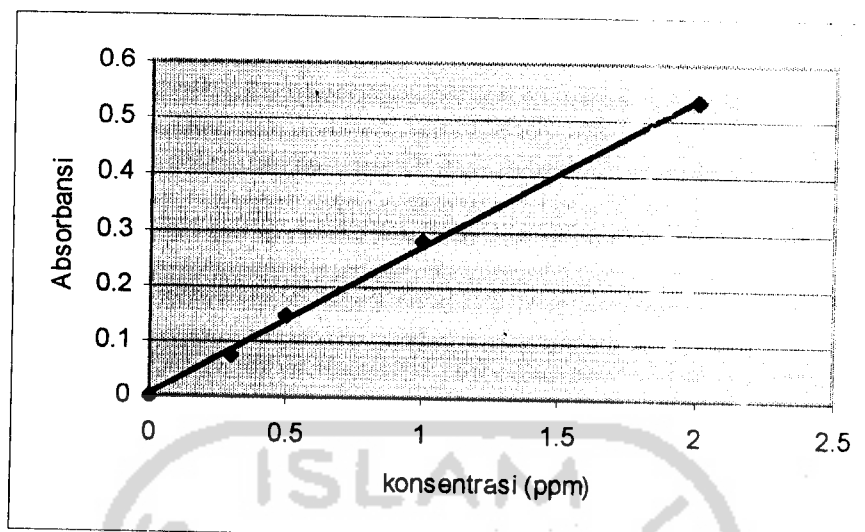
Gambar 3. Kurva kalibrasi Ca

Dari data di atas didapat kurva kalibrasi standar linear, sehingga didapat persamaan garis linearnya yaitu: $y = 0,0314x + 0,0065$, dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep, sedangkan harga koefisien korelasinya $(r) = 0,9986$.

Berdasarkan hasil analisis regresi yang ditampilkan dalam gambar 3 tersebut memiliki hubungan antara konsentrasi dan absorbansi dengan tingkat linieritas yang sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi linear larutan standar tersebut layak digunakan untuk menentukan konsentrasi Ca dalam sampel.

5.2.2 Pengukuran Larutan Standar Magnesium (Mg)

Larutan standar Mg dibuat dengan variasi konsentrasi 0,00; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 ppm. yang kemudian diukur serapan dari masing-masing konsentrasi dengan spektrofotometer serapan atom. Data selengkapnya disajikan pada lampiran 3. Dari hasil pengukuran kemudian dibuat kurva kalibrasi antara konsentrasi versus absorbansi untuk mendapatkan hasil konsentrasi yang sebenarnya. Hasil pengukuran larutan standar Mg disajikan dalam kurva kalibrasi larutan standar versus absorbansi berikut:



Gambar 4. Kurva kalibrasi Mg

Dari data di atas didapat kurva kalibrasi standar linear, sehingga didapat persamaan garis linearnya yaitu: $y = 0,2645x + 0,0078$, dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep, sedangkan harga koefisien korelasinya (r) = 0,9995.

Berdasarkan hasil analisis regresi yang ditampilkan dalam gambar 2 tersebut memiliki hubungan antara konsentrasi dan absorbansi dengan tingkat linieritas yang sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi linear larutan standar tersebut layak digunakan untuk menentukan konsentrasi Mg dalam sampel

linier larutan standar tersebut layak digunakan untuk menentukan konsentrasi Fe dalam sampel.

5.3 Penentuan Kadar Ca, Mg dan Fe dalam Sempel Air Minum dengan Spektrofotometer Serapan Atom

Kadar Ca, Mg dan Fe dalam cuplikan secara kuantitatif diperoleh dari interpolasi serapan larutan cuplikan ke dalam kurva standar atau dengan jalan memasukan serapan ke dalam persamaan sehingga didapat kadar Ca, Mg dan Fe dalam sampel

Tabel 2 Kadar Ca, Mg dan Fe dalam sampel air isi ulang dan air minum kemasan

No.	Kode sampel	Konsentrasi(ppm)		
		Ca	Mg	Fe
1.	AMIU 1	4,088 ± 0,0795	1,187 ± 0,1517	ttd
2.	AMIU2	4,035 ± 0,0445	1,178 ± 0,0057	0,890 ± 0,0941
3.	AMIU 3	4,714 ± 0,0918	1,619 ± 0,0099	ttd
4.	AMIU 4	4,895 ± 0,0918	1,725 ± 0,0472	0,137 ± 0,1701
5.	AMIU 5	4,024 ± 0,1363	1,157 ± 0,0057	ttd
6.	AMDK A	4,820 ± 0,0795	2,360 ± 0,0186	0,068 ± 0,1701
7.	AMDK B	6,930 ± 0,4590	3,522 ± 0,5809	0,045 ± 0,0976
8.	AMDK C	3,176 ± 0,4590	1,355 ± 0,0186	0,068 ± 0,1701
9.	AMDK D	3,229 ± 0,0795	1,216 ± 0,0776	0,023 ± 0,0976
10.	AMDK E	10,378 ± 0,1212	4,812 ± 0,0373	0,023 ± 0,0976

Keterangan:

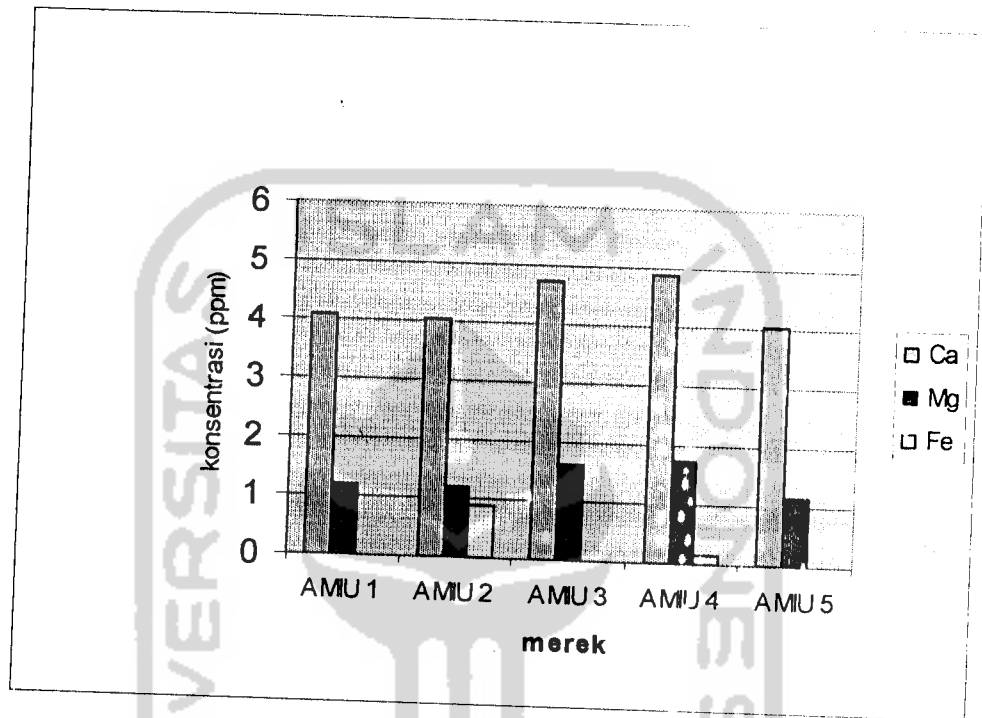
1. AMIU 1 : Air minum isi ulang dengan kode 1
2. AMIU 2 : Air minum isi ulang dengan kode 2
3. AMIU 3 : Air minum isi ulang dengan kode 3
4. AMIU 4 : Air minum isi ulang dengan kode 4
5. AMIU 5 : Air minum isi ulang dengan kode 5
6. AMDK A : Air minum dalam kemasan dengan kode A
7. AMDK B : Air minum dalam kemasan dengan kode B
8. AMDK C : Air minum dalam kemasan dengan kode C
9. AMDK D : Air minum dalam kemasan dengan kode D
10. AMDK E : Air minum dalam kemasan dengan kode E
11. ttd : Tak terdeteksi

Air minum yang sehat, memang harus mengandung mineral dengan parameter dan konsentrasi yang cukup. Tubuh manusia memerlukan mineral untuk banyak hal, termasuk untuk pembentukan tulang dan berbagai jaringan dan enzim di dalam tubuh. Namun demikian, segala sesuatu yang sifatnya "over" pastilah tidak baik. Untuk itulah ditetapkan Baku Mutu Lingkungan atau nilai ambang batas (NAB) yang akan dipakai menjadi acuan dalam menentukan apakah air yang ini dan itu memenuhi kualifikasi kesehatan, semua dilihat dari jenis parameter dan konsentrasi masing-masing parameter yang ada

Dari data besarnya kadar Ca di atas untuk konsentrasi dalam air minum kemasan dan isi ulang secara keseluruhan memiliki kadar yang hampir sama dan seluruhnya masih berada di bawah batas maksimal yang dianjurkan. Nilai ambang batas untuk Ca yang dianjurkan yaitu sebesar 75 mg/L yang artinya semakin mendekati angka 75 mg/L maka air minum tersebut dikatakan baik. AMDK E yang mempunyai kadar yang paling besar yaitu sebesar 10.378 mg/L. Kadar Mg dari data di atas tidak menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dan seluruhnya berada di bawah nilai ambang batas yang dianjurkan yaitu sebesar 50 mg/L. Nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk Fe yaitu maksimal sebesar 0,3 mg/L, dan dari data di atas ternyata AMIU 2 mempunyai kadar yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,890mg/L.

5.4 Uji Statistik Kadar Ca , Mg dan Fe Air Minum Isi Ulang, Air Minum Kemasan.

5.4.1 Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Antar merek Air Minum Isi Ulang

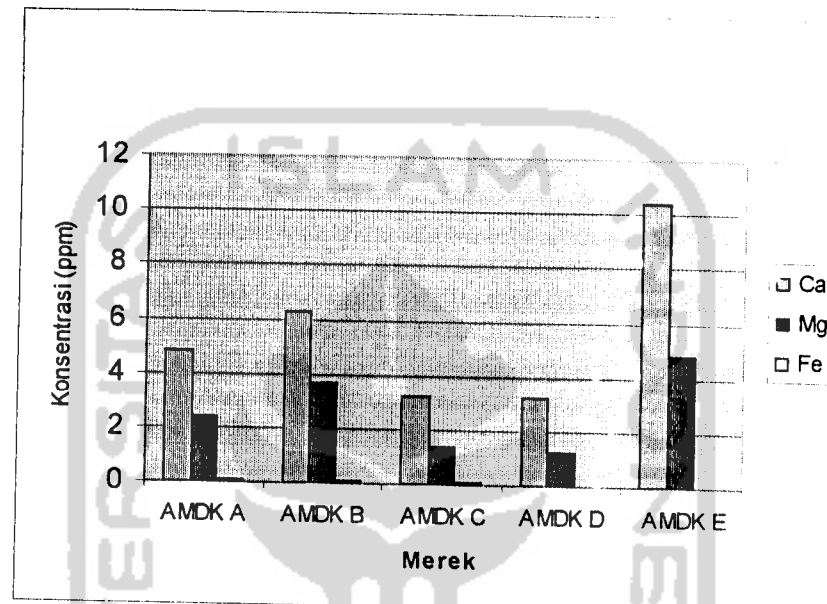


Gambar 6. Grafik kadar Ca, Mg dan Fe sampel tiap merek air minum isi ulang

Dengan menggunakan uji analisis variansi multivariate (manova) ternyata kadar Ca, Mg dan Fe terdapat perbedaan. Berdasarkan uji *tests of between-subjects effects* dengan tingkat signifikansi sebesar 0,05 % ternyata terdapat perbedaan kadar Ca dan Mg pada berbagai merek air minum isi ulang, sedangkan pada kadar Fe tidak menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Kandungan Ca terbesar terdapat pada air minum isi ulang dengan kode AMIU 4. Untuk air minum isi ulang dengan kode AMIU 5,2 dan 1 secara statistik mempunyai kadar

yang sama. Kandungan Mg terbesar terdapat pada juga terdapat pada air minum isi ulang dengan kode AMIU 4. Data selengkapnya terdapat pada lampiran 7.

5.4.2 Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Antar merek Air Minum Kemasan



Gambar 7. Grafik kadar Ca, Mg dan Fe sampel tiap merek air minum kemasan

Dengan menggunakan analisis variansi multivariate, terdapat perbedaan kandungan Ca, Mg dan Fe pada berbagai merek air minum kemasan, sedangkan dengan menggunakan *test of between-subjects effects* dengan tingkat signifikansi 0,05 % ternyata terdapat perbedaan kandungan Ca pada berbagai merek air minum kemasan. Kadar Ca terbesar terdapat pada air minum dengan kode AMDK E dan kadar Ca terkecil terdapat pada air minum kemasan dengan kode AMDK C dan D. Kadar Mg terbesar terdapat pada air minum kemasan dengan kode AMDK

E dan yang terkecil terdapat pada air minum kemasan dengan Kode AMDK D, sedangkan untuk kadar Fe Secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Data selengkapnya disajikan pada lampiran 8.

5.4.3 Uji Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe dalam Air minum kemasan Versus Air Minum Isi ulang.

Dengan menggunakan analisis variansi multivariat, berdasarkan analisis lavene's test ingin melakukan hipotesis untuk H_0 dengan variansi Ca isi ulang dengan Ca kemasan, Mg isi ulang dengan Mg kemasan dan Fe isi ulang dengan Fe kemasan dengan tingkat signifikansi 0,05%. Data selengkapnya disajikan pada lampiran 6.

$$H_0 = \sigma^2_{Ca \text{ isi ulang}} : \sigma^2_{Ca \text{ kemasan}}$$

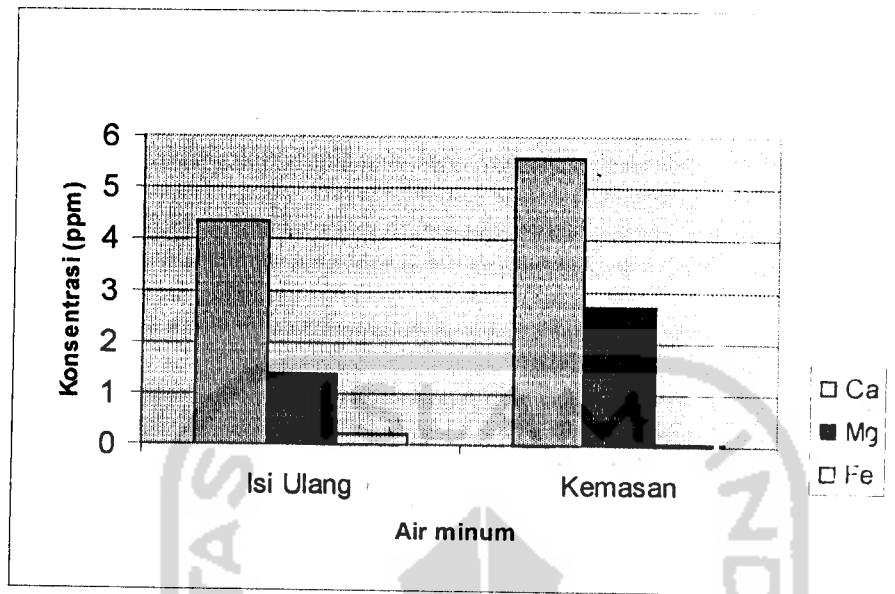
$$H_0 = \sigma^2_{Mg \text{ isi ulang}} : \sigma^2_{Mg \text{ kemasan}}$$

$$H_0 = \sigma^2_{Fe \text{ isi ulang}} : \sigma^2_{Fe \text{ kemasan}}$$

$$\alpha = 0,05\%$$

Statistik uji *livene's test* (F)

Daerah kritis H_0 ditolak jika $Sign < 0,05$ berikut grafik kadar Ca, Mg dan Fe air minum isi ulang versus air minum kemasan.



Gambar 8. Grafik kadar Ca, Mg dan Fe sampel air minum isi ulang dan air minum kemasan

Dari grafik data diperoleh hasil bahwa tingkat signifikansi dari Ca dan Mg sebesar 0,00 yang artinya lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa untuk kadar Ca dan Mg menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Ca kemasan > Ca isi ulang

Mg kemasan > Mg isi ulang

Sedangkan untuk Fe mempunyai tingkat signifikansi sebesar 0,074 yang berarti lebih besar dari 0,05 artinya H_0 diterima dan telah memenuhi asumsi homogenitas variansi, sehingga variansi Fe untuk isi ulang tidak berbeda dengan variansi air minum kemasan. Data selengkapnya disajikan pada lampiran 9.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari data penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan pada uji perbandingan kualitas air minum isi ulang dan air minum kemasan ditinjau dari kadar Ca, Mg dan Fe dengan metode spektrofotometri serapan atom, dapat disimpulkan bahwa :

1. Air minum isi ulang merek 1 mengandung Ca= $4,088 \pm 0,0795$ ppm, Mg= $1,187 \pm 0,1517$ ppm, Fe= tidak terdeteksi, merek 2 mengandung Ca= $4,035 \pm 0,0445$ ppm, Mg= $1,178 \pm 0,0057$ ppm, Fe= $0,890 \pm 0,0941$ ppm, merek 3 mengandung Ca= $4,714 \pm 0,0918$ ppm, Mg= $1,619 \pm 0,0099$ ppm, Fe= tidak terdeteksi, merek 4 mengandung Ca= $4,895 \pm 0,0918$ ppm, Mg= $1,725 \pm 0,0472$ ppm, Fe= $0,137 \pm 0,1701$ ppm, merek 5 mengandung Ca= $4,024 \pm 0,1363$ ppm, Mg= $1,157 \pm 0,0057$ ppm, Fe= tidak terdeteksi.

Air minum kemasan merek A mengandung Ca= $4,820 \pm 0,0795$ ppm, Mg= $2,360 \pm 0,0186$ ppm, Fe= $0,068 \pm 0,1701$ ppm, merek B mengandung Ca= $6,930 \pm 0,4590$ ppm, Mg= $3,522 \pm 0,5809$ ppm, Fe= $0,045 \pm 0,09769$ ppm, merek C mengandung Ca= $3,176 \pm 0,4590$ ppm, Mg= $1,355 \pm 0,0186$ ppm, Fe= $0,068 \pm 0,1701$ ppm, merek D mengandung Ca= $3,229 \pm 0,0795$ ppm, Mg= $1,216 \pm 0,0776$ ppm,

Fe=0,023 ± 0,0976 ppm, merek E mengandung Ca= 10,378 ± 0,1212 ppm, Mg= 1,216 ± 0,0776 ppm, Fe=0,023 ± 0,0975 ppm.

2. Air minum isi ulang yang mempunyai kadar Ca dan Mg tertinggi yaitu air minum isi ulang merek 4 sedangkan Fe secara keseluruhan tidak terdapat perbedaan yang signifikan, hanya air minum isi ulang merek AMIU 2 yang mempunyai kadar melebihi standar baku mutu air minum. Air minum kemasan yang mempunyai kadar Ca dan Mg tertinggi terdapat pada Air minum kemasan dengan merek E sedangkan secara statistik untuk Fe tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.
3. Secara keseluruhan kadar Ca dan Mg air minum isi ulang lebih tinggi dibandingkan dengan air minum isi ulang. Sedangkan Fe isi ulang dengan Fe kemasan secara statistik tidak menunjukkan perbedaan

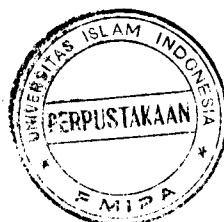
6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini :

1. Konsumen pengguna air minum isi ulang dan air minum agar lebih mempertimbangkan parameter baku mutu air minum yang lain.
2. Berdasarkan penelitian, bila ditinjau dari besarnya kadar Ca dan Mg, maka konsumen lebih baik mengkonsumsi air minum kemasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alleyne, G.A., O.D. Holiday, J.L., Waterloo and B.L., Nicholas, 1969, *Chemical Composition of Organs of Children who Died from Malnutrition*, British Journal of Nutrition, 23: 782.
- Anonim, 1994, *Pengujian Kualitas Pada Air Limbah Sumber dan Limbah Cair* Direktorat Pengembangan Laboratorium Rujukan dan Pengolahan Pada Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Standar Nasional Indonesia.
- Cristian C.D., and O'Reilly J.E., 1986, *Instrumental Analysis*, Second Edition, Allyn and Bacon, Inc, Boston London Sydney Toronto
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, hal 5-6 ; 96-98.
- Day Jr., R.A. and Underwood A.L., 1990, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Diterjemahkan oleh A.H. Pudjatmaka, Edisi Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Fox M., 1998, *Healthy Water Research*, Copyright 1990, Revised 1998
- Gunandjar, 1985, *Diktat Kuliah Spektrofotometer Serapan Atom*, PPNY-BATAN, Jogjakarta.
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi Kesatu, Ikip Semarang Press, Semarang.
- Hendrayana H., 2003, *Kuantitas dan Kualitas Air Tanah di Yogyakarta*, Penelitian, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- Narsito, 1996, *Prinsip Dasar dan Aplikasi Spektrofotometer Serapan Atom*, UGM, Jogjakarta.
- Pecsok , R.L., Shields, L.D., Cairns, T., and MC William, I.G., 1976, *Modern Methods of Chemical Analysis*, second ed, John Wiley and Sons, New York.
- Robinson, J.W., 1990, *Atomic Spectroscopy*, Marcel Dekker Lac, New York.
- Skoog., West., and Holler., 1991, *Fundamental of Analytical Chemistry*, Saunder Golden Sun Burst Series.
- Slavin, M., 1978, *Atomic Absorption Spectroscopy*, 2nd ed, John Wiley and Sons, New York.
- Steinkamp, R.,R. Dubach, and Moore C.V., 1955, *Studies in Iron Transportation and Metabolism III. Absorption of Radio Iron-enriched*, Arch, Internal Med., 95: 181.S



Willard, H. H., 1981, *Instrumental Method Of Analysis*, Sixth Edition, Words Publishing, California.

Winarno, F.G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, Edisi kesembilan, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.



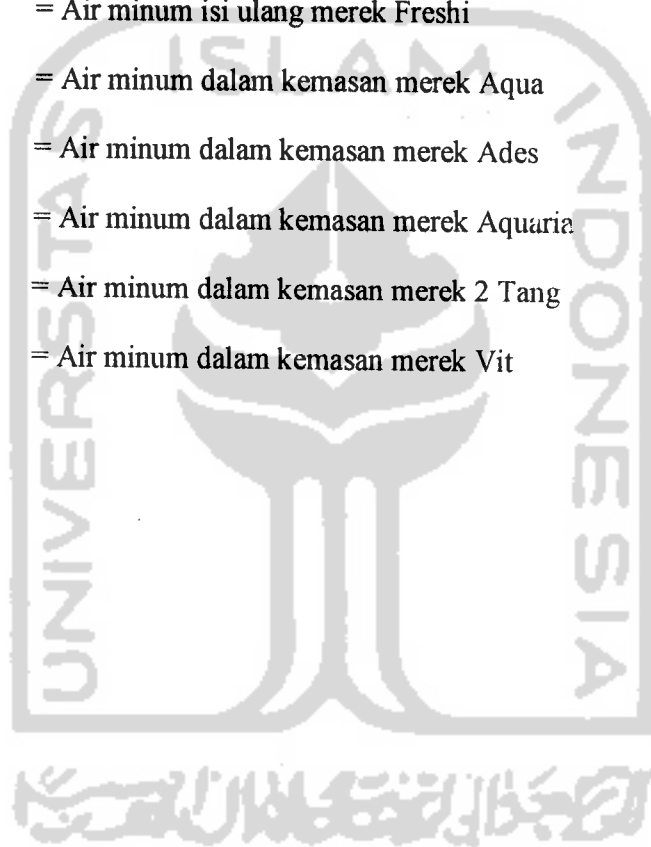


LAMPIRAN

Lampiran 1

Data air minum

AMIU 1	= Air minum isi ulang merek Pedro
AMIU 2	= Air minum isi ulang merek Biofresh
AMIU 3	= Air minum isi ulang merek Max Fresh
AMIU 4	= Air minum isi ulang merek Amira
AMIU 5	= Air minum isi ulang merek Freshi
AMDK A	= Air minum dalam kemasan merek Aqua
AMDK B	= Air minum dalam kemasan merek Ades
AMDK C	= Air minum dalam kemasan merek Aquaria
AMDK D	= Air minum dalam kemasan merek 2 Tang
AMDK E	= Air minum dalam kemasan merek Vit



Lampiran 2

Data hasil pengukuran serapan sampel dengan spektrofotometer serapan atom

No.	Kode sampel	Parameter	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Pengenceran
1.	AMIU 1	Ca	0,136	0,135	0,134	1 x
		Mg	0,320	0,322	0,323	1 x
		Fe	ttd	ttd	ttd	1 x
2.	AMIU 2	Ca	0,133	0,134	0,133	1 x
		Mg	0,320	0,319	0,320	1 x
		Fe	0,040	0,003	0,001	1 x
3	AMIU 3	Ca	0,154	0,156	0,154	1 x
		Mg	0,437	0,436	0,435	1 x
		Fe	0,001	0,002	0,002	1 x
4	AMIU 4	Ca	0,161	0,159	0,161	1 x
		Mg	0,469	0,459	0,464	1 x
		Fe	0,003	0,004	0,005	1 x
5.	AMIU 5	Ca	0,131	0,134	0,134	1 x
		Mg	0,314	0,313	0,314	1 x
		Fe	0,002	0,001	0,002	1 x
6.	AMDK A	Ca	0,157	0,158	0,159	1 x
		Mg	0,320	0,321	0,319	2 x
		Fe	0,004	0,002	0,003	1 x
7.	AMDK B	Ca	0,224	0,225	0,224	1 x
		Mg	0,491	0,492	0,491	2 x
		Fe	0,002	0,003	0,003	1 x
8.	AMDK C	Ca	0,106	0,107	0,106	1 x
		Mg	0,187	0,188	0,186	2 x
		Fe	0,001	0,003	0,004	1 x
9.	AMDK D	Ca	0,107	0,109	0,108	1 x
		Mg	0,164	0,170	0,172	2 x
		Fe	0,002	0,003	0,001	1 x
10.	AMDK E	Ca	0,331	0,334	0,333	1 x
		Mg	0,325	0,326	0,327	4 x
		Fe	0,003	0,002	0,002S	1 x

Lampiran 3

Perhitungan pembuatan larutan standar

- Larutan standar Ca di buat dengan konsentrasi 0,00; 1,00; 2,00; 4,00; 8,00

Larutan 1000 ppm → 10 ppm dalam labu 50 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{500}{1000} = 0,5 \text{ mL}$$

0,5 mL diencerkan dengan aquadest hingga 50 mL

- Konsentrasi 1,00 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 1,00 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ mL}$$

2,5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 2,00 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 2,00 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50}{10} = 5 \text{ mL}$$

5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 4,00 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 4,00 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{100}{10} = 10 \text{ mL}$$

10 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 8,00 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 8,00 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{200}{10} = 20 \text{ mL}$$

20 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Larutan standar Mg di buat dengan konsentrasi 0,00; 0,30; 0,50; 1,00; 2,00

Larutan 1000 ppm \rightarrow 10 ppm dalam labu 50 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{500}{1000} = 0,5 \text{ mL}$$

0,5 mL diencerkan dengan aquadest hingga 50 mL

- Konsentrasi 0,3 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 0,3 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{7,5}{10} = 7,5 \text{ mL}$$

7,5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 0,5 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{12,5}{10} = 1,25 \text{ mL}$$

1,25 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 1,0 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ mL}$$

2,5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 2,0 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 10 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50}{10} = 5 \text{ mL}$$

5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Larutan standar Fe di buat dengan konsentrasi 0,00; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0

Larutan 1000 ppm \rightarrow 20 ppm dalam labu 50 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ mL}$$

1 mL diencerkan dengan aquadest hingga 50 mL

- Konsentrasi 2,5 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 2,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{62,5}{20} = 3,125 \text{ mL}$$

3,125 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 5,0 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 5,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{125}{20} = 7,5 \text{ mL}$$

7,5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 7,5 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 7,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{187,5}{20} = 9,375 \text{ mL}$$

9,375 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

- Konsentrasi 10,0 ppm dalam labu 25 mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 20 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{250}{20} = 12,5 \text{ mL}$$

12,5 mL larutan standar diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL

Lampiran 4

Perhitungan C Regresi Sempel Air Minum

Menggunakan rumus regresi linier $y = bx + a$

$$x = \frac{y - a}{b}$$

1. AMIU 1

- $Ca_1 = \frac{0,136 - 0,00653}{0,03143} = 4,120$

- $Ca_2 = \frac{0,135 - 0,00653}{0,03143} = 4,088$

- $Ca_3 = \frac{0,134 - 0,00653}{0,03143} = 4,056$

- $Mg_1 = \frac{0,320 - 0,007825}{0,2645} = 1,180$

- $Mg_2 = \frac{0,322 - 0,007825}{0,2645} = 1,188$

- $Mg_3 = \frac{0,323 - 0,007825}{0,2645} = 1,192$

- $Fe_1 = \frac{0,00 - 0,002}{0,0146} = 0,00$

- $Fe_2 = \frac{0,00 - 0,002}{0,0146} = 0,00$

- $Fe_3 = \frac{0,00 - 0,002}{0,0146} = 0,00$

2. AMIU 2

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,133 - 0,00653}{0,03143} = 4,025$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,134 - 0,00653}{0,03143} = 4,056$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,133 - 0,00653}{0,03143} = 4,025$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,320 - 0,007825}{0,2645} = 1,180$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,319 - 0,007825}{0,2645} = 1,176$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,320 - 0,007825}{0,2645} = 1,180$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,040 - 0,002}{0,0146} = 2,603$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,001 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

3. AMIU 3

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,154 - 0,00653}{0,03143} = 4,593$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,156 - 0,00653}{0,03143} = 4,757$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,154 - 0,00653}{0,03143} = 4,693$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,427 - 0,007825}{0,2645} = 1,623$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,436 - 0,007825}{0,2645} = 1,619$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,435 - 0,007825}{0,2645} = 1,615$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,001 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

4. AMIU 4

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,161 - 0,00653}{0,03143} = 4,916$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,159 - 0,00653}{0,03143} = 4,852$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,161 - 0,00653}{0,03143} = 4,916$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,469 - 0,007825}{0,2645} = 1,744$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,459 - 0,007825}{0,2645} = 1,706$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,464 - 0,007825}{0,2645} = 1,725$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,004 - 0,002}{0,0146} = 0,137$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,005 - 0,002}{0,0146} = 0,205$$

5. AMIU 5

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,131 - 0,00653}{0,03143} = 3,961$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,134 - 0,00653}{0,03143} = 4,056$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,134 - 0,00653}{0,03143} = 4,056$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,314 - 0,007825}{0,2645} = 1,158$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,313 - 0,007825}{0,2645} = 1,154$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,314 - 0,007825}{0,2645} = 1,158$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,001 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

6. AMDK A

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,157 - 0,00653}{0,03143} = 4,788$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,158 - 0,00653}{0,03143} = 4,820$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,159 - 0,00653}{0,03143} = 4,852$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,320 - 0,007825}{0,2645} = 1,180$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,321 - 0,007825}{0,2645} = 1,184$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,319 - 0,007825}{0,2645} = 1,176$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,004 - 0,002}{0,0146} = 0,137$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,00$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

7. AMDK B

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,224 - 0,00653}{0,03143} = 6,920$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,225 - 0,00653}{0,03143} = 6,952$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,224 - 0,00653}{0,03143} = 6,920$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,491 - 0,007825}{0,2645} = 1,826$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,492 - 0,007825}{0,2645} = 1,830$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,491 - 0,007825}{0,2645} = 1,826$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

8. AMDK C

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,106 - 0,00653}{0,03143} = 3,165$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,107 - 0,00653}{0,03143} = 3,197$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,106 - 0,00653}{0,03143} = 3,165$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,187 - 0,007825}{0,2645} = 0,677$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,188 - 0,007825}{0,2645} = 0,681$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,186 - 0,007825}{0,2645} = 0,673$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,001 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,004 - 0,002}{0,0146} = 0,137$$

9. AMDK D

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,107 - 0,00653}{0,03143} = 3,197$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,109 - 0,00653}{0,03143} = 3,261$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,108 - 0,00653}{0,03143} = 3,229$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,164 - 0,007825}{0,2645} = 0,590$$

$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,170 - 0,007825}{0,2645} = 0,613$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,172 - 0,007825}{0,2645} = 0,620$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,001 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

10. AMDK E

$$\bullet \text{ Ca}_1 = \frac{0,331 - 0,00653}{0,03143} = 10,325$$

$$\bullet \text{ Ca}_2 = \frac{0,334 - 0,00653}{0,03143} = 10,421$$

$$\bullet \text{ Ca}_3 = \frac{0,333 - 0,00653}{0,03143} = 10,388$$

$$\bullet \text{ Mg}_1 = \frac{0,325 - 0,007825}{0,2645} = 1,199$$

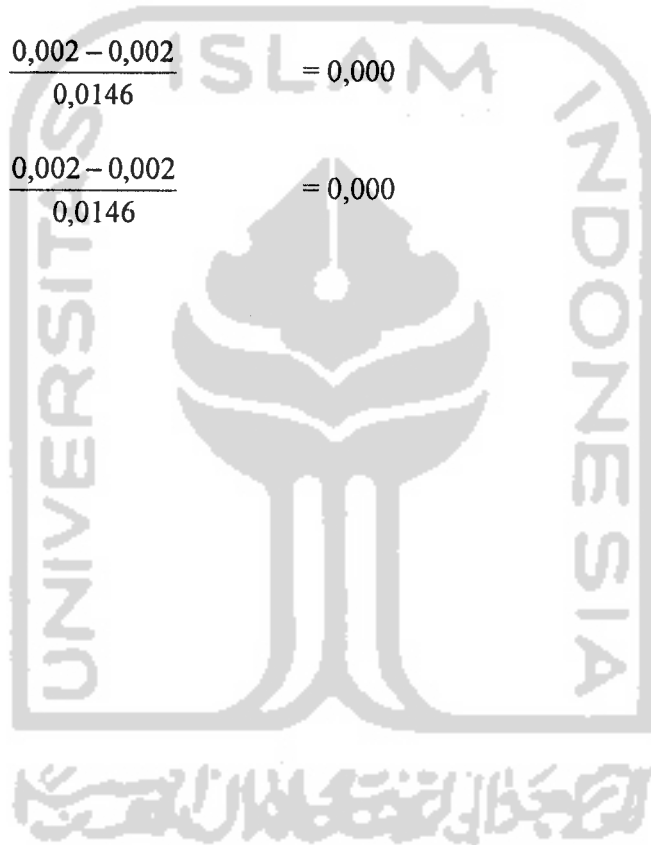
$$\bullet \text{ Mg}_2 = \frac{0,326 - 0,007825}{0,2645} = 1,202$$

$$\bullet \text{ Mg}_3 = \frac{0,327 - 0,007825}{0,2645} = 1,206$$

$$\bullet \text{ Fe}_1 = \frac{0,003 - 0,002}{0,0146} = 0,068$$

$$\bullet \text{ Fe}_2 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

$$\bullet \text{ Fe}_3 = \frac{0,002 - 0,002}{0,0146} = 0,000$$

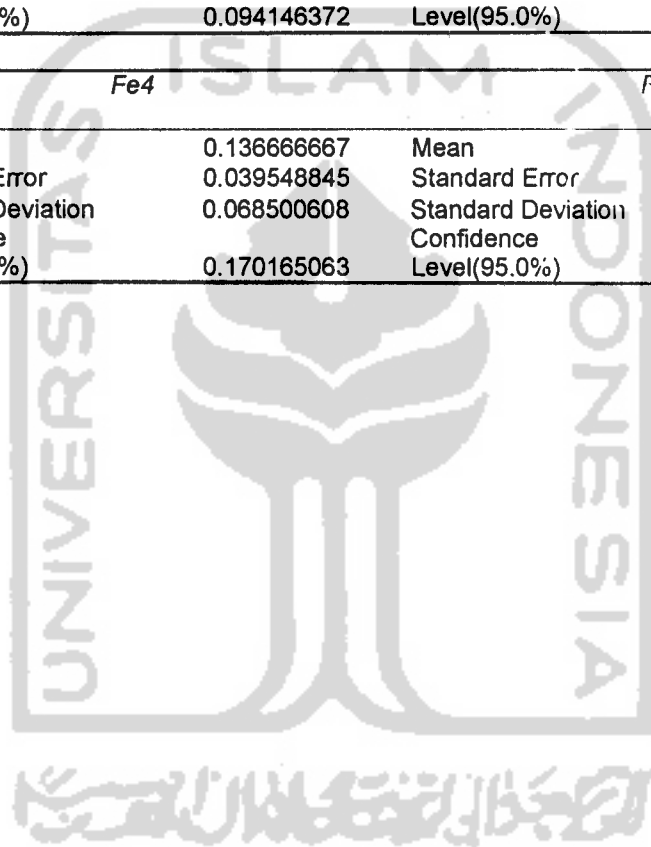


Lampiran 5

Keadaan data air minum isi ulang

Ca1		Ca2	
Mean	4.088	Mean	4.035333333
Standard Error	0.018475209	Standard Error	0.010333333
Standard Deviation	0.032	Standard Deviation	0.017897858
Confidence Level(95.0%)	0.079492462	Confidence Level(95.0%)	0.044460776
Ca3		Ca4	
Mean	4.714333333	Mean	4.894666667
Standard Error	0.021333333	Standard Error	0.021333333
Standard Deviation	0.036950417	Standard Deviation	0.036950417
Confidence Level(95.0%)	0.091789989	Confidence Level(95.0%)	0.091789989
Ca5			
Mean	4.024333333		
Standard Error	0.031666667		
Standard Deviation	0.054848276		
Confidence Level(95.0%)	0.136250765		
Mg1		Mg2	
Mean	1.186666667	Mean	1.178666667
Standard Error	0.003527668	Standard Error	0.001333333
Standard Deviation	0.006110101	Standard Deviation	0.002309401
Confidence Level(95.0%)	0.015178343	Confidence Level(95.0%)	0.005736874
Mg3		Mg4	
Mean	1.619	Mean	1.725
Standard Error	0.002309401	Standard Error	0.010969655
Standard Deviation	0.004	Standard Deviation	0.019
Confidence Level(95.0%)	0.009936558	Confidence Level(95.0%)	0.047198649

<i>Mg5</i>		<i>Fe1</i>	
Mean	1.156666667	Mean	0
Standard Error	0.001333333	Standard Error	0
Standard Deviation	0.002309401	Standard Deviation	0
Confidence Level(95.0%)	0.005736874	Confidence Level(95.0%)	0
<i>Fe2</i>		<i>Fe3</i>	
Mean	0.043666667	Mean	0
Standard Error	0.021880991	Standard Error	0
Standard Deviation	0.037898989	Standard Deviation	0
Confidence Level(95.0%)	0.094146372	Confidence Level(95.0%)	0
<i>Fe4</i>		<i>Fe5</i>	
Mean	0.136666667	Mean	0
Standard Error	0.039548845	Standard Error	0
Standard Deviation	0.068500608	Standard Deviation	0
Confidence Level(95.0%)	0.170165063	Confidence Level(95.0%)	0



Lampiran 6

Keadaan data air minum kemasan

Ca A		Ca B	
Mean	4.82	Mean	6.930666667
Standard Error	0.018475209	Standard Error	0.010666667
Standard Deviation	0.032	Standard Deviation	0.018475209
Confidence Level(95.0%)	0.079492462	Confidence Level(95.0%)	0.045894994
Ca C		Ca D	
Mean	3.175666667	Mean	3.229
Standard Error	0.010666667	Standard Error	0.018475209
Standard Deviation	0.018475209	Standard Deviation	0.032
Confidence Level(95.0%)	0.045894994	Confidence Level(95.0%)	0.079492462
Ca E		Mg A	
Mean	10.378	Mean	2.360333333
Standard Error	0.028160256	Standard Error	0.004333333
Standard Deviation	0.048774994	Standard Deviation	0.007505553
Confidence Level(95.0%)	0.121163885	Confidence Level(95.0%)	0.018644841
Mg B		Mg C	
Mean	3.522	Mean	1.354666667
Standard Error	0.135019752	Standard Error	0.004333333
Standard Deviation	0.23386107	Standard Deviation	0.007505553
Confidence Level(95.0%)	0.580943507	Confidence Level(95.0%)	0.018644841
Mg D		Mg E	
Mean	1.216	Mean	4.812
Standard Error	0.018027756	Standard Error	0.008660254
Standard Deviation	0.03122499	Standard Deviation	0.015
Confidence Level(95.0%)	0.077567229	Confidence Level(95.0%)	0.037262092

<i>Fe A</i>		<i>Fe B</i>	
Mean	0.068333333	Mean	0.045333333
Standard Error	0.039548845	Standard Error	0.022666667
Standard Deviation	0.068500608	Standard Deviation	0.039259818
Confidence Level(95.0%)	0.170165063	Confidence Level(95.0%)	0.097526863
<i>Fe C</i>		<i>Fe D</i>	
Mean	0.068333333	Mean	0.022666667
Standard Error	0.039548845	Standard Error	0.022666667
Standard Deviation	0.068500608	Standard Deviation	0.039259818
Confidence Level(95.0%)	0.170165063	Confidence Level(95.0%)	0.097526863
<i>Fe E</i>			
Mean	0.022666667		
Standard Error	0.022666667		
Standard Deviation	0.039259818		
Confidence Level(95.0%)	0.097526863		



Lampiran 7

Data Perbandingan antar merek air minum isi ulang.

No.	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Merek
1.	4.120	1,180	0,000	AMIU 1
2.	4.088	1,188	0,000	AMIU 1
3.	4.056	1,192	0,000	AMIU 1
4.	4.025	1,180	2,603	AMIU 2
5.	4.056	1,176	0,068	AMIU 2
6.	4.025	1,180	0,000	AMIU 2
7.	4.693	1,623	0,000	AMIU 3
8.	4.757	1,619	0,000	AMIU 3
9.	4.693	1,615	0,000	AMIU 3
10.	4.916	1,744	0,068	AMIU 4
11.	4.852	1,706	0,137	AMIU 4
12.	4.916	1,725	0,205	AMIU 4
13.	3.961	1,158	0,068	AMIU 5
14.	4.056	1,154	0,000	AMIU 5
15.	4.056	1,158	0,000	AMIU 5

Multivariate Tests		Value	F Hypothesis	Error df	Sig.	
Effect			df			
MEREK	Pillai's Trace	2.267	6.189	15.000	30.000	.000
	Wilks' Lambda	.000	483.986	15.000	22.486	.000
	Hotelling's Trace	46679.296	20746.354	15.000	20.000	.000
	Roy's Largest Root	46547.326	93094.652	5.000	10.000	.000
	Largest Root					

a The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

b Design: MEREK

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	CA	286.121	5	57.224	40393.533	.000
	MG	29.196	5	5.839	66697.153	.000
	FE	2.434	5	.487	1.104	.416
MEREK	CA	286.121	5	57.224	40393.533	.000
	MG	29.196	5	5.839	66697.153	.000
	FE	2.434	5	.487	1.104	.416
Error	CA	1.417E-02	10	1.417E-03		
	MG	8.500E-04	10	8.500E-05		
	FE	4.412	10	.441		
Total	CA	286.135	15			
	MG	29.197	15			
	FE	6.846	15			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

b R Squared = .356 (Adjusted R Squared = .033)

Post Hoc Tests

MEREK

Multiple Comparisons
Tukey HSD

Dependent Variable	(I) MEREK(J) MEREK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	Upper Bound	
CA	AMIU 1	AMIU 2	5.2667E-02	3.0732E-02	.468	-4.84759E-02	.15381
		AMIU 3	-.62633	3.0732E-02	.000	-.72748	-.52519
		AMIU 4	-.80667	3.0732E-02	.000	-.90781	-.70552
		AMIU 5	6.3667E-02	3.0732E-02	.302	-3.74759E-02	.16481
	AMIU 2	AMIU 1	-5.2667E-02	3.0732E-02	.468	-.15381	4.8476E-02
AMIU 2		AMIU 3	-.67900	3.0732E-02	.000	-.78014	-.57786
		AMIU 4	-.85933	3.0732E-02	.000	-.96048	-.75819
		AMIU 5	1.1000E-02	3.0732E-02	.996	-9.01426E-02	.11214
	AMIU 3	AMIU 1	.62633	3.0732E-02	.000	.52519	.72748
		AMIU 2	.67900	3.0732E-02	.000	.57786	.78014
AMIU 3		AMIU 4	-.18033	3.0732E-02	.001	-.28148	-7.91907E-02
		AMIU 5	.69000	3.0732E-02	.000	.58886	.79114

	AMIU 4	AMIU 1	.80667	3.0732E-02	.000	.70552	.90781
		AMIU 2	.85933	3.0732E-02	.000	.75819	.96048
		AMIU 3	.18033	3.0732E-02	.001	7.9191E-02	.28148
		AMIU 5	.87033	3.0732E-02	.000	.76919	.97148
	AMIU 5	AMIU 1-6.36667E-02		3.0732E-02	.302	-.16481	3.7476E-02
		AMIU 2-1.10000E-02		3.0732E-02	.996	-.11214	9.0143E-02
		AMIU 3	-.69000	3.0732E-02	.000	-.79114	-.58886
		AMIU 4	-.87033	3.0732E-02	.000	-.97148	-.76919
MG	AMIU 1	AMIU 2	8.0000E-03	7.5277E-03	.821	-1.67748E-02	3.2775E-02
		AMIU 3	-.43233	7.5277E-03	.000	-.45711	-.40756
		AMIU 4	-.53833	7.5277E-03	.000	-.56311	-.51356
		AMIU 5	3.0000E-02	7.5277E-03	.017	5.2252E-03	5.4775E-02
	AMIU 2	AMIU 1-8.00000E-03		7.5277E-03	.821	-3.27748E-02	1.6775E-02
		AMIU 3	-.44033	7.5277E-03	.000	-.46511	-.41556
		AMIU 4	-.54633	7.5277E-03	.000	-.57111	-.52156
		AMIU 5	2.2000E-02	7.5277E-03	.088	-2.77478E-03	4.6775E-02
	AMIU 3	AMIU 1	.43233	7.5277E-03	.000	.40756	.45711
		AMIU 2	.44033	7.5277E-03	.000	.41556	.46511
		AMIU 4	-.10600	7.5277E-03	.000	-.13077	-8.12252E-02
		AMIU 5	.46233	7.5277E-03	.000	.43756	.48711
	AMIU 4	AMIU 1	.53833	7.5277E-03	.000	.51356	.56311
		AMIU 2	.54633	7.5277E-03	.000	.52156	.57111
		AMIU 3	.10600	7.5277E-03	.000	8.1225E-02	.13077
		AMIU 5	.56833	7.5277E-03	.000	.54356	.59311
	AMIU 5	AMIU 1-3.00000E-02		7.5277E-03	.017	-5.47748E-02	-5.22522E-03
		AMIU 2-2.20000E-02		7.5277E-03	.088	-4.67748E-02	2.7748E-03
		AMIU 3	-.46233	7.5277E-03	.000	-.48711	-.43756

		AMIU 4	-.56833	7.5277E-03	.000	-.59311	-.54356
FE	AMIU 1	AMIU 2	-.89033	.54231	.506	-2.67516	.89449
		AMIU 3	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
		AMIU 4	-.13667	.54231	.999	-1.92149	1.64816
		AMIU 5	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
	AMIU 2	AMIU 1	.89033	.54231	.506	-.89449	2.67516
		AMIU 3	.89033	.54231	.506	-.89449	2.67516
		AMIU 4	.75367	.54231	.647	-1.03116	2.53849
		AMIU 5	.89033	.54231	.506	-.89449	2.67516
	AMIU 3	AMIU 1	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
		AMIU 2	-.89033	.54231	.506	-2.67516	.89449
		AMIU 4	-.13667	.54231	.999	-1.92149	1.64816
		AMIU 5	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
	AMIU 4	AMIU 1	.13667	.54231	.999	-1.64816	1.92149
		AMIU 2	-.75367	.54231	.647	-2.53849	1.03116
		AMIU 3	.13667	.54231	.999	-1.64816	1.92149
		AMIU 5	.13667	.54231	.999	-1.64816	1.92149
	AMIU 5	AMIU 1	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
		AMIU 2	-.89033	.54231	.506	-2.67516	.89449
		AMIU 3	.00000	.54231	1.000	-1.78482	1.78482
		AMIU 4	-.13667	.54231	.999	-1.92149	1.64816

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

CA

Tukey HSD

MEREK	N	Subset		
		1	2	3
AMIU 5	3	4.02433		
AMIU 2	3	4.03533		
AMIU 1	3	4.08800		
AMIU 3	3		4.71433	
AMIU 4	3			4.89467
Sig.		.302	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 1.417E-03.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

MG
Tukey HSD

	N	Subset	1	2	3	4
MEREK						
AMIU 5	3	1.15667				
AMIU 2	3	1.17867	1.17867			
AMIU 1	3		1.18667			
AMIU 3	3			1.61900		
AMIU 4	3				1.72500	
Sig.		.088	.821	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 8.500E-05.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

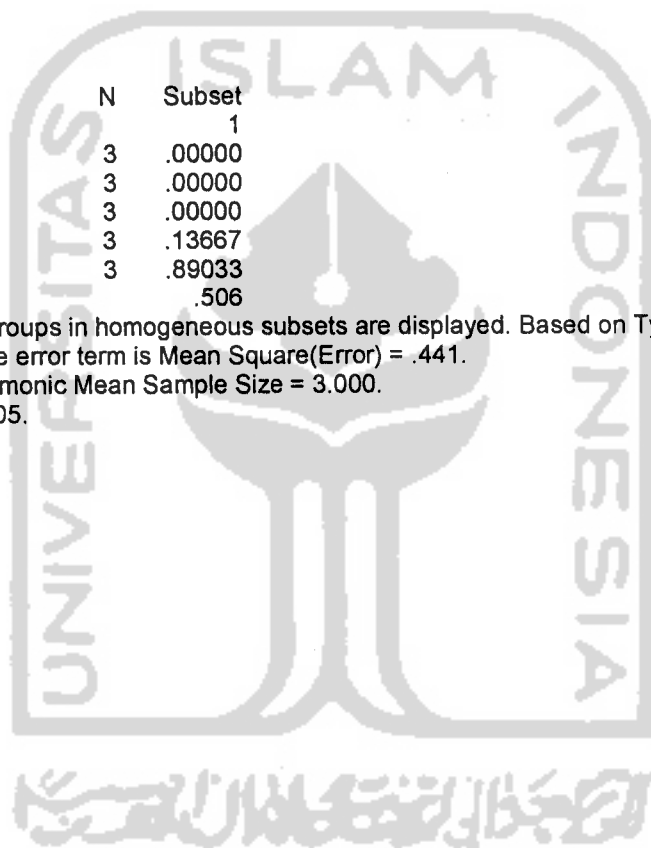
FE
Tukey HSD

	N	Subset
MEREK		1
AMIU 1	3	.00000
AMIU 3	3	.00000
AMIU 5	3	.00000
AMIU 4	3	.13667
AMIU 2	3	.89033
Sig.		.506

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .441.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.



Lampiran 8

Data perbandingan antar merek air minum kemasan.

No.	Ca	Mg	Fe	Merek
1.	4.788	2.360	0.137	AMDK A
2.	4,820	2,368	0,000	AMDK A
3.	4,852	2,353	0,068	AMDKA
4.	6,920	3,653	0,000	AMDK B
5.	6,952	3,661	0,068	AMDK B
6.	4,920	3,653	0,068	AMDK B
7.	3,165	1,355	0,000	AMDK C
8.	3,197	1,362	1,347	AMDK C
9.	3,165	1,347	0.000	AMDK C
10.	3,197	1.181	0.000	AMDK D
11.	3,261	1,226	0.068	AMDK D
12.	3,229	1,241	0,000	AMDK D
13.	10.325	4.797	0.068	AMDK E
14.	10,421	4,812	0,000	AMDK E
15.	10,388	4,827	0,000	AMDK E

Multivariate Tests		Value	F Hypothesis	Error df	Sig.	
MERЕК	Pillai's Trace	2.112	4.756	15.000	30.000	.000
	Wilks' Lambda	.000	146.623	15.000	22.486	.000
	Hotelling's Trace	52214.966	23206.652	15.000	20.000	.000
	Roy's Largest Root	52211.503	104423.00	5.000	10.000	.000

- a The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.
 b Design: MERЕК

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	CA	572.053	5	114.411	420.696	.000
	MG	136.213	5	27.243	102108.38	.000
	FE	3.726E-02	5	7.453E-03	2.660	.088
MEREK	CA	572.053	5	114.411	420.696	.000
	MG	136.213	5	27.243	102108.38	.000
	FE	3.726E-02	5	7.453E-03	2.660	.088
Error	CA	2.720	10	.272		
	MG	2.668E-03	10	2.668E-04		
	FE	2.802E-02	10	2.802E-03		
Total	CA	574.772	15			
	MG	136.215	15			
	FE	6.528E-02	15			

a R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .993)

b R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

c R Squared = .571 (Adjusted R Squared = .356)

Post Hoc Tests**MEREK****Multiple Comparisons****Tukey HSD**

Dependent Variable	(I) MEREK(J) MEREK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	Lower Bound	Upper Bound
CA	AMDK A	AMDK B	-1.4440	.4258	.043	-2.8454	-4.2642E-02
		AMDK C	1.6443	.4258	.021	.2430	3.0457
		AMDK D	1.5910	.4258	.025	.1896	2.9924
		AMDK E	-5.5580	.4258	.000	-6.9594	-4.1566
	AMDK B	AMDK A	1.4440	.4258	.043	4.264E-02	2.8454
AMDK B		AMDK C	3.0883	.4258	.000	1.6870	4.4897
		AMDK D	3.0350	.4258	.000	1.6336	4.4364
		AMDK E	-4.1140	.4258	.000	-5.5154	-2.7126
	AMDK C	AMDK A	-1.6443	.4258	.021	-3.0457	-.2430
		AMDK B	-3.0883	.4258	.000	-4.4897	-1.6870
AMDK C		AMDK D	-5.3333E-02	.4258	1.000	-1.4547	1.3480
		AMDK E	-7.2023	.4258	.000	-8.6037	-5.8010
	AMDK D	AMDK A	-1.5910	.4258	.025	-2.9924	-.1896
		AMDK B	-3.0350	.4258	.000	-4.4364	-1.6336
		AMDK C	5.333E-02	.4258	1.000	-1.3480	1.4547
AMDK D		AMDK E	-7.1490	.4258	.000	-8.5504	-5.7476
	AMDK E	AMDK A	5.5580	.4258	.000	4.1566	6.9594
		AMDK B	4.1140	.4258	.000	2.7126	5.5154
		AMDK C	7.2023	.4258	.000	5.8010	8.6037
		AMDK D	7.1490	.4258	.000	5.7476	8.5504

MG	AMDK A	AMDK B	-1.2953	1.334E-02	.030	-1.3392	-1.2514
		AMDK C	1.0057	1.334E-02	.000	.9618	1.0496
		AMDK D	1.1443	1.334E-02	.000	1.1004	1.1882
		AMDK E	-2.4517	1.334E-02	.000	-2.4956	-2.4078
		AMDK B	1.2953	1.334E-02	.000	1.2514	1.3392
	AMDK B	AMDK C	2.3010	1.334E-02	.000	2.2571	2.3449
		AMDK D	2.4397	1.334E-02	.000	2.3958	2.4836
		AMDK E	-1.1563	1.334E-02	.000	-1.2002	-1.1124
		AMDK A	-1.0057	1.334E-02	.000	-1.0496	-.9618
		AMDK B	-2.3010	1.334E-02	.000	-2.3449	-2.2571
	AMDK C	AMDK D	.1387	1.334E-02	.000	9.477E-02	.1826
		AMDK E	-3.4573	1.334E-02	.000	-3.5012	-3.4134
		AMDK A	-1.1443	1.334E-02	.000	-1.1882	-1.1004
		AMDK B	-2.4397	1.334E-02	.000	-2.4836	-2.3958
		AMDK C	-.1387	1.334E-02	.000	-.1826	-9.4774E-02
AMDK D	AMDK E	-3.5960	1.334E-02	.000	-3.6399	-3.5521	
	AMDK A	2.4517	1.334E-02	.000	2.4078	2.4956	
	AMDK B	1.1563	1.334E-02	.000	1.1124	1.2002	
	AMDK C	3.4573	1.334E-02	.000	3.4134	3.5012	
	AMDK D	3.5960	1.334E-02	.000	3.5521	3.6399	
FE	AMDK A	AMDK B	2.300E-02	4.322E-02	.382	-.1192	.1652
		AMDK C	.0000	4.322E-02	1.000	-.1422	.1422
		AMDK D	4.567E-02	4.322E-02	.824	-9.6571E-02	.1879
		AMDK E	4.567E-02	4.322E-02	.824	-9.6571E-02	.1879
		AMDK B	-2.300E-02	4.322E-02	.982	-.1652	.1192
	AMDK B	AMDK C	-2.300E-02	4.322E-02	.982	-.1652	.1192
		AMDK D	2.267E-02	4.322E-02	.983	-.1196	.1649
		AMDK E	2.267E-02	4.322E-02	.983	-.1196	.1649
		AMDK A	.0000	4.322E-02	1.000	-.1422	.1422
		AMDK B	2.300E-02	4.322E-02	.982	-.1192	.1652
	AMDK C	AMDK D	4.567E-02	4.322E-02	.824	-9.6571E-02	.1879
		AMDK E	4.567E-02	4.322E-02	.824	-9.6571E-02	.1879
		AMDK A	-4.5667E-02	4.322E-02	.824	-.1879	9.657E-02
		AMDK B	-2.2667E-02	4.322E-02	.983	-.1649	.1196
		AMDK C	-4.5667E-02	4.322E-02	.824	-.1879	9.657E-02
	AMDK D	AMDK E	.0000	4.322E-02	1.000	-.1422	.1422
		AMDK A	-4.5667E-02	4.322E-02	.824	-.1879	9.657E-02
		AMDK B	-2.2667E-02	4.322E-02	.983	-.1649	.1196
		AMDK C	-4.5667E-02	4.322E-02	.824	-.1879	9.657E-02
		AMDK D	.0000	4.322E-02	1.000	-.1422	.1422

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

CA

Tukey HSD

	N	Subset				
MEREK		1	2	3	4	
AMDK C	3	3.1757				
AMDK D	3	3.2290				
AMDK A	3		4.8200			
AMDK B	3			6.2640		
AMDK E	3				10.3780	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = .272.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

MG

Tukey HSD

	N	Subset				
MEREK		1	2	3	4	5
AMDK D	3	1.2160				
AMDK C	3		1.3547			
AMDK A	3			2.3603		
AMDK B	3				3.6557	
AMDK E	3					4.8120
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.668E-04.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

FE

Tukey HSD

	N	Subset
MEREK		1
AMDK D	3	2.267E-02
AMDK E	3	2.267E-02
AMDK B	3	4.533E-02
AMDK A	3	6.833E-02
AMDK C	3	6.833E-02
Sig.		.824

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 2.802E-03.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b Alpha = .05.

Lampiran 9

Data Perbandingan Kadar Ca, Mg dan Fe Air Minum Isi Ulang dan Air Minum Kemasan.

General Linear Model

Between-Subjects Factors

	Value	Label	N
independent	1.00	isi ulang	15
	2.00	kemasan	15

Descriptive Statistics

		Mean	Std. Deviation	N
CA	isi ulang	4.35133	.38946	15
	kemasan	5.54913	2.74473	15
	Total	4.95023	2.02018	30
MG	isi ulang	1.37320	.25523	15
	kemasan	2.65300	1.41093	15
	Total	2.01310	1.18999	30
FE	isi ulang	.20540	.66616	15
	kemasan	4.5467E-02	4.9479E-02	15
	Total	.12543	.47120	30

Box's Test of Equality of Covariance Matrices

Box's M	147.217
F	21.662
df1	6
df2	5680
Sig.	.000

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a Design: TIPE

Multivariate Tests

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
TIPE	Pillai's Trace	1.565	32.353	6.000	54.000	.000
	Wilks' Lambda	.027	43.789	6.000	52.000	.000
	Hotelling's Trace	13.946	58.107	6.000	50.000	.000
	Roy's Largest Root	12.163	109.463	3.000	27.000	.000

a Exact statistic

b The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c Design: TIPE

Levene's Test of Equality of Error Variances

	F	df1	df2	Sig.
CA	25.455	1	28	.000
MG	33.525	1	28	.000
FE	3.444	1	28	.074

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: TIPE

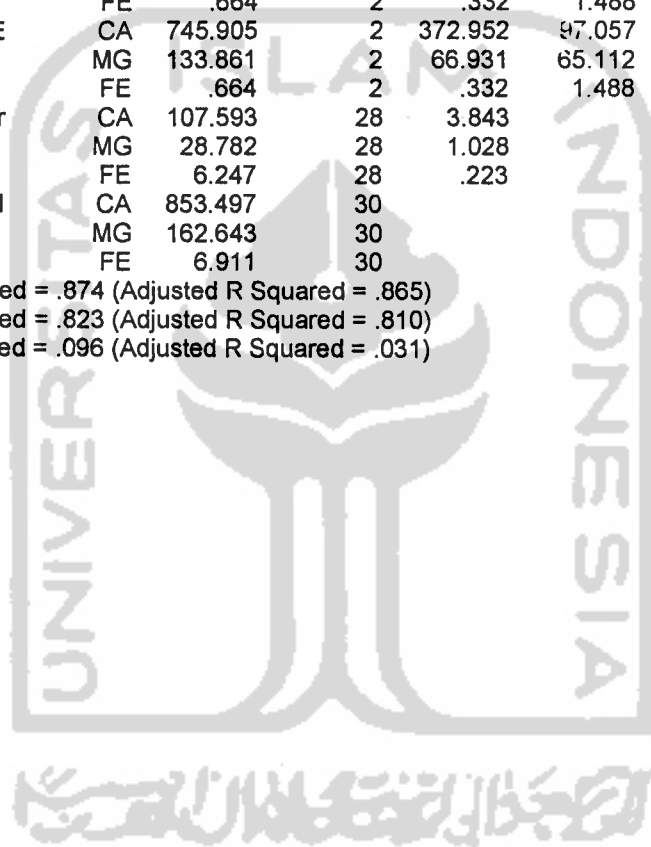
Tests of Between-Subjects Effects

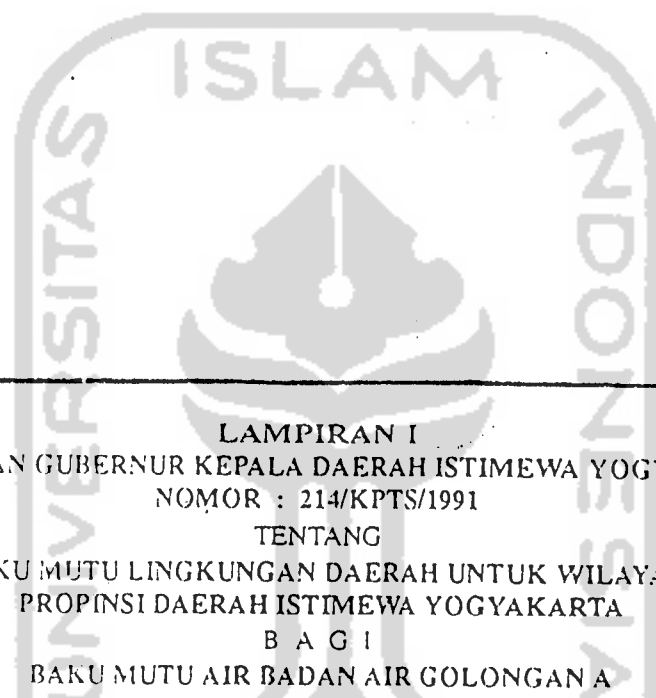
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	CA	745.905	2	372.952	97.057	.000
	MG	133.861	2	66.931	65.112	.000
	FE	.664	2	.332	1.488	.243
TIPE	CA	745.905	2	372.952	97.057	.000
	MG	133.861	2	66.931	65.112	.000
	FE	.664	2	.332	1.488	.243
Error	CA	107.593	28	3.843		
	MG	28.782	28	1.028		
	FE	6.247	28	.223		
Total	CA	853.497	30			
	MG	162.643	30			
	FE	6.911	30			

a R Squared = .874 (Adjusted R Squared = .865)

b R Squared = .823 (Adjusted R Squared = .810)

c R Squared = .096 (Adjusted R Squared = .031)





LAMPIRAN I
KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR : 214/KPTS/1991
TENTANG
BAKU MUTU LINGKUNGAN DAERAH UNTUK WILAYAH
PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
B A G I
BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN A

No.	Parameter	Satuan	Maks. yang dianjurkan	Maks. yang diperbolehkan	Metoda Analisa	Peralatan	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7	8
FISIKA							
1.	Temperatur	C	Temp. air normal	Temp. air normal	Pemuaian	Termometer	
2.	Warna	Unit PtCo Standar Skala TCU		15	Kolorimetrik/Spektrofotometrik	Kolorimeter/Spektrofotometer	
3.	B a u	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Organoleptik	-	
4.	R a s a	-	Tidak berasa	Tidak berasa	I d e m	-	
5.	Kekeruhan	mg/l SiO ₂	-	5	Turbidimetrik	Turbidimeter	
6.	Residu terlarut	mg/l	500	1000	Gravimetrik	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um	
K I M I A							
1.	pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	Potensiometrisk	pH meter	Nilai antara (Range)
2.	Kalsium (Ca)	mg/l	75	200	Titrimetrik-EDTA & Spektrofotometrik Serapan Atom	Burret & AAS	
3.	Magnesium (Mg)	mg/l	30	150	I d e m	idem	
4.	Barium (Ba)	mg/l	Nilai	0,05	Gravimetrik & AAS	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um AAS	

1	2	3	4	5	6	7	8
5.	Besi terlarut (Fe)	mg/l	Nihil	0,3	Spektrofotometrik & Spektrometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
6.	Mangan terlarut (Mn)	mg/l	Nihil	0,1	idem	idem	
7.	Tembaga (Cu)	mg/l	Nihil	1	idem	idem	
8.	Seng (Zn) ✓	mg/l	Nihil	5,0	idem	idem	
9.	Crom Heksavalen (Cr6+)	mg/l	Nihil	0,05	idem	idem	
10.	Kadmium (Cd)	mg/l	Nihil	0,005	idem	idem	
11.	Raksa (Hg)	mg/l	Nihil	0,001	idem	idem	
12.	Timbel (Pb)	mg/l	Nihil	0,05	idem	idem	
13.	Arsen (As)	mg/l	Nihil	0,05	idem	idem	
14.	Selenium (Se)	mg/l	Nihil	0,01	idem	idem	
15.	Sianida (CN)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
16.	Sulfida (S)	mg/l	Nihil	Nihil	Titrimetrik, Spektrofotometrik	Buret, Spektrofotometer	
17.	Flyorida (F)	mg/l	-	0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	Minimal 0,5
18.	Sulfat (SO ₄)	mg/l	50	300	Gravimetrik Spektrofotometrik	Timbangan analitik & Kertas saring 0,45 um. Spektrofotometer	
19.	Klorida (Cl)	mg/l	25	250	Titrimetrik	Buret	
20.	Amoniak bebas (NH ₃)	mg/l	Nihil	0,25	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
21.	Nitrat (NO ₃)	mg/l	5	10	idem	idem	
22.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	Nihil	0,1	idem	idem	
23.	Nilai Permanganat	mg/l - KMnO ₄	Nihil	10	idem	idem	
24.	Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
25.	Fenol	mg/l	Nihil	0,002	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
26.	Minyak & Lemak	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) & HPLC	
27.	Karbon Kloroform ekstrak	mg/l	0,04	0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
28.	P C B	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) & HPLC	

1	2	3	4	5	6	7	8
29.	Perak (Ag)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometrik & AAS	Spektrofotometer & AAS	
30.	Klor Bebas (Cl ₂)	mg/l	Nihil	Nihil	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
BAKTERIOLOGI							
1.	Coliform Group	MPN/100 ml	Nihil	Nihil	MPN atau Filtrasi	Tabel MPN	
2.	Kuman Parasit	-	Nihil	Nihil	Mikroskopis	Mikroskop	
3.	Kuman Patogen	-	Nihil	Nihil	Kultur & Isolasi	Selektif Media	
RADIOAKTIVITAS							
1.	Aktivitas Beta Total	pCi/l	-	100	β Counting	Geiger Muller Counter	
2.	Strontium - 90	pCi/l	-	2	β Counting	Geiger Muller Counter	
3.	Radium - 226	pCi/l	-	1	α Counting	α Counter	
PESTISIDA							
1.	Pestisida	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC)	

KETERANGAN :

- tidak dipersyaratkan
- T.C.U. - True Color Units
- mg/l - Miligram per liter

BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN B

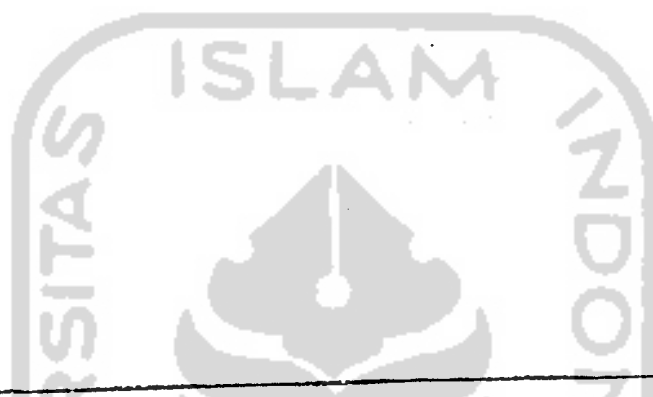
No.	Parameter	Satuan	Maks. yang dianjurkan	Maks. yang diperbolehkan	Metoda Analisa	Peralatan	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	FISIKA Temperatur	°C	Temp. air normal	Temp. air normal	Pemutaran	Termometer	
2.	Residu terlarut	mg/l	500	1000	Gravimetrik	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um	
1.	KIMIA pH	-	5 - 9	5 - 9	Potensiometrik	pH meter	
2.	Barium (Ba)	mg/l	Nihil	0,05	- Gravimetrik - Spektrofotometrik Serapan Atom	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um AAS	
3.	Besi terlarut (Fe)	mg/l	Nihil	1	Spektrofotometrik & Spektrofotometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
4.	Mangan terlarut (Mn)	mg/l	Nihil	0,5	id e m	id e m	
5.	Tembaga (Cu)	mg/l	Nihil	1	id e m	id e m	
6.	Seng (Zn)	mg/l	Nihil	5,0	id e m	id e m	
7.	Crom Heksavalen (Cr6+)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometrik Serapan Atom	AAS	
8.	Kadmium (Cd)	mg/l	Nihil	0,005	id e m	AAS	
9.	Raksa (Hg)	mg/l	0,0005	0,001	id e m	AAS	
10.	Timbal (Pb)	mg/l	Nihil	0,05	id e m	AAS	
11.	Arsen (As)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometrik & Spektrofotometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
12.	Selenium (Se)	mg/l	Nihil	0,01	Spektrofotometrik & Spektrofotometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
13.	Sianida (CN)	mg/l	Nihil	0,05	Spektrofotometer	Spektrofotometer	Minimal
14.	Sulfida (S)	mg/l	Nihil	0,05	Titrimetrik, Spektrofotometrik	Buret, Spektrofotometer	
15.	Fluorida (F)	mg/l	-	1,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	

1	2	3	4	5	6	7	8
16.	Sulfat (SO ₄)	mg/l	50	300	Gravimetrik Spektrofotometrik	Timbangan Analitik Spektrofotometer	
17.	Klorida (Cl)	mg/l	25	500	Titrimetrik	Buret	
18.	Amoniak bebas (NH ₃)	mg/l	0,01	0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
19.	Nitrat (NO ₃)	mg/l	Nihil	10	id e m	id e m	
20.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	Nihil	0,5	id e m	id e m	
21.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	> 6	-	Titrimetrik, Potensiometrik	Buret, DO meter	Minimal
22.	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/l	3	5	id e m	id e m	
23.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	3	10	Titrimetrik	Buret	
24.	Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/l	Nihil	0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
25.	Fenol	mg/l	Nihil	0,02	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
26.	Minyak & Lemak	mg/l	Nihil	Nihil	Gravimetrik, Spektrofotometrik Infra Merah	Timbangan Analitik Spektrofotometer Infra Red	
27.	Karbon Kloroform ekstrak	mg/l	0,01	0,05	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
28.	P C B	mg/l	Nihil	Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) & HPLC	
1.	BAKTERIOLOGI Coliform Group	NPN/100 ml	5.000	10.000	MPN atau Filtrasi	Tabel MPN, Filter Holder & Colony Counter	
2.	Coliform Total	NPN/100 ml	400	2.000	id e m	id e m	
1.	RADIOAKTIVITAS Aktivitas Beta Total	Bq/l	-	-	β Counting	Geiger Muller Counter	
2.	Strontium - 90	pCi/l	-	-	β Counting	Geiger Muller Counter	
3.	Radium - 226	pCi/l	-	0,1	α Counting	α Counter	

1	2	3	4	5	6	7	8
1.	PESTISIDA Aldrin & Dieldrin	mg/l	Nihil	0,010 Nihil	Kromatografi	Kromatografi Gas (GC) HPLC & Kromatografi Lapis Tipis (TLC)	
2.	Chlordane	mg/l	Nihil	0,001	idem	idem	
3.	DDT	mg/l	Nihil	0,012	idem	idem	
4.	Endrin	mg/l	Nihil	0,001	idem	idem	
5.	Heptachlor	mg/l	Nihil	0,018	idem	idem	
6.	Lindane	mg/l	Nihil	0,056	idem	idem	
7.	Metoxy Chlor	mg/l	Nihil	0,035	idem	idem	
8.	Organofosfat & Karbonat	mg/l	Nihil	0,050	idem	idem	
9.	Toxaphene	mg/l	Nihil	0,005	idem	idem	

KETERANGAN :

- tidak dipersyaratkan
- MPN - Most Probable Number
- Bg - Buguerel



BAKU MUTU AIR BADAN AIR GOLONGAN C

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Metoda Analisa	Peralatan	Keterangan
1	2	3	4	5	6	7
1.	FISIKA Temperatur	C	Temp. air normal	Pemuaian	Termometer	
2.	Residu terlarut	mg/l	1,000	Gravimetrik	Timbangan analitik dan kertas saring 0,45 um	
	KIMIA					
1.	pH	-	5 - 9	Potensiometrik	pH meter	
2.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	Spektrofotometrik & AAS	Spektrofotometer & AAS	
3.	Seng (Zn)	mg/l	0,02	idem	idem	
4.	Crom Heksavalen (Cr6+)	mg/l	0,05	Spektrofotometrik Serapan Atom	AAS	
5.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01	idem	AAS	
6.	Raksa (Hg)	mg/l	0,002	idem	AAS	
7.	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	idem	AAS	
8.	Arsen (As)	mg/l	0,5	Spektrofotometrik & Spektrofotometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
9.	Selenium (Se)	mg/l	0,05	Spektrofotometrik & Spektrofotometrik Serapan Atom	Spektrofotometer & AAS	
10.	Sianida (CN)	mg/l	0,02	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
11.	Sulfida (S)	mg/l	0,002	Titrimetrik, Spektrofotometrik	Purret, Spektrofotometer	
12.	Fluorida (F)	mg/l	1,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
13.	Klorin Bebas (Cl ₂)	mg/l	0,003	idem	idem	
14.	Amoniak bebas (NH ₃)	mg/l	1	idem	idem	
15.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	1	idem	idem	
16.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	> 3	Titrimetrik, Potensiometrik	Burret, DO meter	Minimum
17.	Senyawa Aktif Biru Metilen	mg/l	0,5	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
18.	Fenol	mg/l	0,001	Spektrofotometrik	Spektrofotometer	
19.	Minyak & Lemak	mg/l	1	Gravimetrik, Spektrofotometrik Infra Merah	Timbangan Analitik, Spektrofotometer Infra Red	