

**ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN ZAT PENGOTOR
DAN ZAT PEREDUKSI TERHADAP KESTABILAN
KIO₃ PADA GARAM KONSUMSI**

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SOME IMPURITIES AND
REDUCING AGENTS TOWARD THE STABILIZATION OF
KIO₃ IN CONSUMPTION SALT

MASWATI BAHARUDDIN

P 1101201001



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2003**

**ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN ZAT PENGOTOR
DAN ZAT PEREDUKSI TERHADAP KESTABILAN
KIO₃ PADA GARAM KONSUMSI**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Derajat Magister

Program Studi

Ilmu-Ilmu Kimia

Disusun dan diajukan oleh

Tertanda tangan

Maswati Baharuddin

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2003

TESIS

**ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN ZAT PENGOTOR
DAN ZAT PEREDUKSI TERHADAP KESTABILAN
KIO₃ PADA GARAM KONSUMSI**

Disusun dan Diajukan Oleh : ,

MASWATI BAHARUDDIN

P1101201001

**telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 8 September**

Dan

Dinyatakan telah memenuhi syarat

**Menyetujui,
Komisi Penasehat**

**DR. H. Ambo Upe
Ketua**

**DR. Ir. Prastawa Budi
Anggota**

**Ketua Program Studi Ilmu Kimia
Program Pasca Sarjana
Universitas Hasanuddin**

**Direktur Program Pasca Sarjana
Univerersitas Hasanuddin**

Prof. Dr. Alfian Noor, M. Sc

Prof. Dr. Ir. M. Natsir Nessa, M. Sc

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis ini sebagai tugas akhir dari Program Magister Kimia, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan tesis ini tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang penulis hadapi, namun atas berkat rahmat dan hidayah Allah SWT, serta dorongan dan bimbingan dari banyak pihak baik moril maupun materil yang tulus dan ikhlas sehingga semua kesulitan dan hambatan dapat penulis hadapi.

Untuk itu penulis menyampaikan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. H. Ambo Upe sebagai ketua komisi penasehat dan Dr. Ir. Prastawa Budi sebagai anggota komisi penasehat yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan, dan memberikan petunjuk yang sangat berharga dalam pelaksanaan penelitian sampai penulisan tesis ini.

Selanjutnya pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimah kasih kepada :

1. Pengelola Program Magister Kimia dan seluruh staff pengajar Magister Kimia, Program Pascasarjana Kimia Universitas Hasanuddin.

2. Bapak Dr. H. A. S. Kumanireng, MSc. sebagai ketua tim penguji, Bapak Drs Syarifuddin Liong M.Si sebagai sekretaris dan Ibu Dra. Hasnah Natsir, M.Si sebagai anggota tim penguji atas segala jasa-jasanya dalam penyempurnaan tesis ini.
3. Pimpinan serta seluruh staf Pusat Studi Lingkungan hidup Lembaga Penelitian dan Pengembangan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian.
4. Teman-teman Mahasiswa Pascasarjana Kimia angkatan 2001 ; Ibu Suhartin D. A., Ibu Erma Suryani, Ibu Lyse Bulu, Ibu Andi Besse, Asma Assa, Ridwan, dan Ismail Marzuki atas segala bantuan moril dan materil kepada penulis.

Sembah sujud penulis dan rasa hormat tak terhingga kepada Ayahanda Drs. Muh. Baharuddin K. dan Ibunda St. Marhaya yang telah membesarkan, mendidik, dan memberikan dorongan yang tak terhingga kepada penulis. Ucapan terima kasih juga pada kakak yang tersayang Drs. Syamsul Bahri, Burhanuddin, S.Pd, Masyitah, S.Pd, Marhawaidah A.Md. adik tercinta Musyawirah dan Khaeruddin serta seluruh keluarga yang dengan penuh cinta kasih yang tulus telah memberikan dorongan baik moril maupun materil dan doa restu kepada penulis.

Makassar, September 2003

Penulis

ABSTRAK

MASWATI BAHARUDDIN. Analisis pengaruh kandungan zat pengotor dan zat pereduksi terhadap kestabilan KIO_3 pada garam konsumsi (***dibimbing oleh Ambo Upe dan Prastawa Budi***). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pengaruh kandungan zat pengotor dan zat pereduksi terhadap stabilitas KIO_3 pada garam konsumsi. Parameter yang diuji meliputi kadar pengotor, pereduksi, air, pH, dan KIO_3 pada penyimpanan 3 dan 6 bulan dalam wadah terbuka dan tertutup. Dalam menentukan pengotor kalsium magnesium digunakan metode titrasi, sedangkan pengaruh pereduksi kalium dan besi menggunakan spektrofotometer serapan atom. Parameter lain yang diuji seperti pH, kadar air dan iodium ditentukan dengan metode standar yaitu pH-meter, gravimetri, dan spektrofotometer ultraviolet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kandungan maksimum pengotor kalsium dan magnesium adalah 0,379 dan 0,3122 (% b/b), sedangkan nilai minimum 0,119 dan 0,0447 (% b/b). Selanjutnya pada pengujian kandungan reduktor besi dan kalium dihasilkan kadar maksimum 79,4 dan 2282 ppm, sedangkan minimum 4,8 dan 413 ppm. Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS versi 10 secara korelasi bivariate dan regresi menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan antara kandungan zat pengotor dan zat pereduksi terhadap perubahan kadar air, pH, dan stabilitas KIO_3 .

ABSTRACT

MASWATI BAHARUDDIN. Analysis of the influence of some impurities and reducing agents toward the stabilization of KIO_3 in consumption salt (*Supervised by Ambo Upe and Prastawa Budi*). This research is aimed at analysing the influence of some impurities and reducing agents toward the stabilization of KIO_3 in consumption salt. Parameters evaluated in this research are impurities, reducing agent, water, pH, and iodium contents for 3 and 6 months in various places of opened and closed containers. The impurities of calcium and magnesium were by titration method, while reducing agent by atomic absorption spectroscopy. To evaluate those above parameters some standar methods are being used such as: pH-meter, gravimetric, and UV-Vis spectrophotometry. Result of evaluation shown that a maximum value of calcium and magnesium as impurities are of 0,379 and 0,3122 (% w/w), while the minimums are 0,119 and 0,0477 (% w/w). Further, values of maximum of 79,4 and 2282 and minimum of 4,8 and 413 in part per million had been found as the range of iron and potassium as the reducing agents. Based on result and data analyzed by using SPSS method of version 10 correlation bivariate and regression show that the correlations impurities and reducing agents toward pH, water, and iodium content are significant.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Hipotesis	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Garam.....	6
B. Tinjauan tentang Iodium	8
a. Sifat Fisik	9

b. Sifat Kimia	10
c. Iodisasi Garam	11
C. Stabilitas Iodium	13
a. Kandungan air pada garam	14
b. Zat pengotor	15
c. Mekanisme reaksi	16
D. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	17
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	20
A. Bahan Penelitian	20
B. Alat Penelitian	21
C. Waktu dan Tempat	21
D. Prosedur Analisis	22
E. Metode Analisa Data	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Hasil	26
B. Pembahasan	27
BAB V. PENUTUP	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kebutuhan iodium dan besi pada bayi dan orang dewasa ...	12
Tabel 2. Data fisik garam di Sulawesi Selatan	26
Tabel 3. Kandungan unsur-unsur pada garam konsumsi.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komponen dasar spektrofotometer serapan atom	19
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema kerja penelitian	38
Lampiran 2. Data hasil penelitian kandungan besi	42
Lampiran 3. Data hasil penelitian kandungan kalium	43
Lampiran 4. Data hasil penelitian kandungan kalsium dan magnesium	44
Lampiran 5. Data hasil penelitian kandungan air	45
Lampiran 6. Data hasil penelitian perubahan pH	47
Lampiran 7. Data hasil penelitian kandungan iodium	48
Lampiran 8. Contoh perhitungan	52
Lampiran 9. Grafik	56

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
Ca	Kalsium
G	Gram
pH	Power of hidrogen
ppm	Part Per million, bagian per sejuta
Mg	Magnesium
Fe	Besi
K	Kalium
°Be	Derajat Beume
°C	Derajat Celsius
nm	nano meter
‰	Per seribu
p.a.	Pro analisis
N	Normalitas
M	Molaritas
% wt	Persen berat

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Upaya pembangunan nasional yang sedang dilaksanakan pada hakekatnya adalah upaya untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat sebagai pencerminan dari tujuan nasional. Seperti halnya di negara-negara berkembang lainnya, di Indonesia kekurangan gizi merupakan masalah utama yang diketahui dapat menghambat lajunya pembangunan nasional (Kodyat, 1992). Di samping itu kekurangan gizi pada anak sebenarnya adalah bentuk dari kelaparan tidak kentara dan itu salah satu ukuran kesejahteraan selain kesehatan dan pendidikan (Soekirman, 2002).

Pada saat ini masih terdapat masalah kekurangan gizi terutama diderita oleh bayi, anak-anak usia sekolah, dan wanita. Tiga macam kekurangan gizi yang dipandang sebagai masalah kesehatan umum di Indonesia adalah : defisiensi iodium, vitamin A, dan zat besi (Wirakastakusumah, 1998). Gangguan akibat kekurangan Iodium (GAKI) dapat mengakibatkan gondok, kretin, menurunnya kecerdasan, dan untuk tingkat yang lebih berat dapat mengakibatkan gangguan otak dan pendengaran serta kematian bayi (Mulyanto, 1986).

Pada tahun 1995 Biro Pusat statistik (BPS) dan UNICEF telah melakukan survey nasional tentang GAKI. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa semua propinsi di Indonesia kecuali Kalimantan Timur, rata-rata penduduknya mengalami kekurangan Iodium. Berdasarkan laporan tersebut penyebab utamanya adalah

kandungan iodium yang tidak memadai pada garam konsumsi yang beredar di masyarakat (BPS-UNICEF Report, 1995). Hal tersebut disebabkan oleh kualitas garam yang dihasilkan oleh petani garam sangat rendah, sedangkan industri garam yang mengolah garam bahan baku tersebut tidak cukup memadai dalam meningkatkan kualitas garam agar iodium yang ditambahkan pada garam tersebut tidak mudah hilang atau berkurang (Saksono, 1998). Hal ini dapat dipahami karena sebagian besar industri pengolahan garam rakyat adalah berskala kecil dan menengah, di mana modal dan sumber daya manusianya sangat terbatas, ditambah lagi harga garam yang sangat murah (SNI Deperindag, 1994).

Kebijakan yang telah ditempuh pemerintah untuk meningkatkan kualitas garam rakyat dibagi dalam dua pendekatan (Holman, 1960) :

1. memperbaiki cara pembuatan garam pada petani garam. Namun hingga saat ini cara tersebut tidak efektif, mengingat cara pembuatan garam yang baik membutuhkan lahan/ladang garam yang cukup luas, di samping modal dan keahlian yang memadai, sehingga cara tersebut tidak mendapat tanggapan positif dari petani garam,
2. memperbaiki cara pengolahan garam rakyat pada industri-industri garam. Cara ini cukup efektif untuk industri garam berskala besar, di mana mereka mampu menerapkan teknologi proses yang canggih, sehingga dapat dihasilkan garam dengan stabilitas iodium yang cukup baik. Sayangnya produk mereka harganya lebih mahal, sehingga hanya dikonsumsi oleh golongan masyarakat yang mampu.

Proses pengolahan garam pada industri kecil dan menengah umumnya menggunakan proses pencucian dan pengeringan. Pencucian garam dilakukan dengan memakai larutan jenuh garam (brine) yang digunakan berulang kali dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran dari permukaan garam, sedangkan proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air (Mannar, 1995).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa zat yang bersifat higroskopis dan pereduksi pada garam adalah yang paling bertanggung jawab terhadap hilangnya iodium pada garam. Zat tersebut terbentuk bersamaan dengan pembentukan garam (Saksono, 2000).

Proses pencucian yang optimum pada garam selain dapat menghilangkan zat pengotor, juga dapat melarutkan zat pereduksi pada garam, sedangkan proses pengeringan atau pemanasan yang sesuai dapat mengoksidasi zat pereduksi sehingga menjadi tidak aktif (Chauhan, 1960).

Proses pencucian dan pengeringan yang dilakukan di industri garam yang ada di Indonesia saat ini ternyata belum cukup mampu menghasilkan garam dengan stabilitas iodium yang tinggi. Hal ini disebabkan pencucian dan pengeringan yang dilakukan hanya bertujuan meningkatkan tampilan fisik garam (bersih dan kering), dan belum sampai pada cara menghilangkan atau mendeaktifasi zat-zat pereduksi serta senyawa higroskopis (Mg dan Ca) pada garam, sehingga berdasarkan survey yang telah dilakukan, lebih daripada 50 % produk garam konsumsi yang dihasilkan industri garam memiliki stabilitas iodium yang rendah.

Untuk itu perlu dilakukan studi analisis pengaruh kandungan zat pengotor dan zat pereduksi terhadap kestabilan KIO_3 pada garam konsumsi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar kandungan zat pengotor kalsium, magnesium, dan zat pereduksi pada garam konsumsi.
2. Sejauh mana kandungan zat pengotor dan zat pereduksi tersebut berpengaruh terhadap kadar air, pH, dan kestabilan KIO_3 pada garam konsumsi.

C. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kandungan zat pengotor kalsium, magnesium, dan zat pereduksi pada garam konsumsi.
2. Untuk mengetahui sejauh mana kandungan zat pengotor dan zat pereduksi tersebut berpengaruh terhadap kadar air, pH, dan kestabilan KIO_3 pada garam konsumsi.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang berbagai jenis garam beserta kandungan iodiumnya.

2. Memberikan sumbangan pemikiran untuk memahami bagaimana pengaruh zat pengotor dan zat pereduksi yang ada pada garam konsumsi terhadap kestabilan iodium.

E. Hipotesis

1. Diduga bahwa zat pengotor dan zat pereduksi mempengaruhi kandungan air dan pH.
2. Diduga kandungan zat pengotor dan zat pereduksi mempengaruhi kestabilan KIO_3 .
3. Diduga kandungan air dan pH mempengaruhi kandungan KIO_3

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Garam

Garam merupakan suatu pelezat makanan yang sangat penting dan merupakan kebutuhan pokok manusia. Selain sebagai pelezat makanan garam juga berfungsi sebagai pengawet makanan misalnya untuk pengawetan hasil perikanan, telur, daging, keju, dan sebagainya. Garam juga digunakan sebagai bahan baku penolong pada berbagai industri. Pada industri kimia garam digunakan sebagai bahan dasar yang utama untuk pembuatan soda kaustik, asam klorida, natrium sulfat, dan natrium klorat (Upe, 2000).

Garam banyak dimanfaatkan dalam berbagai macam industri dan diestimasikan sekitar 14.000 produk menggunakan garam sebagai bahan tambahan (The Salt Manufacture Association, United Kingdom). Tanpa garam kita tidak mungkin hidup, karena garam bertindak sebagai pengatur aliran makanan dalam tubuh, konstruksi hati dan jaringan-jaringan dalam tubuh. Tubuh orang dewasa mengandung sekitar 250 gram garam. Garam dapat dielektrolisis menghasilkan klor, natrium hidroksida, dan hidrogen. Produk ini biasanya digunakan secara individual, bisa pula dikombinasi menjadi produk baru seperti pencampuran antara natrium hidroksida dan klor menghasilkan natrium klorat dan natrium hipoklorit, yang merupakan bahan pengoksidasi kuat dan banyak dipakai untuk mematikan bakteri,

tetapi bahan ini tidak dalam bentuk bubuk dan mempunyai sifat eksplosif serta banyak diproduksi untuk keperluan pemutih (Upe, 2000).

Hidrogen dan klor bila direaksikan akan menghasilkan hidrogen klorida yang umumnya larut dalam air. Hidrogen klorida yang dibuat dengan metode ini akan mempunyai kemurnian yang tinggi, sehingga dapat digunakan dalam industri makanan dan obat-obatan (Upe, 2000).

Produk natrium hidroksida atau (soda api) bila direaksikan dengan karbon dioksida adalah berupa soda ash dan produk ini banyak digunakan pada industri makanan (Upe, 2000).

Berdasarkan pemanfaatan garam dikelompokkan atas dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi berdasarkan SNI kandungan NaCl nya minimal 96 % sulfat, magnesium serta kalsium maksimum 2 %, kotoran lainnya (lumpur dan pasir) maksimum 1 % berdasarkan persen berat kering, dan kadar air maksimal 7 % (Upe, 2000).

Komposisi air laut pada salinitas 35 ‰ dapat dilihat pada tabel berikut:

Ion	Gram/kg air laut
Cl ⁻	19,354
Na ⁺	10,77
K ⁺	0,399
Mg ²⁺	1,290
Ca ²⁺	0,412
SO ₄ ²⁻	2,712
Br ⁻	0,0673
F ⁻	0,0013
Ba ²⁺	0,0045
Sr ²⁺	0,0079
IO ₃ ⁻	6,0 10 ⁻⁵

Sumber : Chemical oceanography, edited by J.P. Riley and G. Skirrow, 1975

Data di atas menunjukkan bahwa ada senyawa yang tidak terlalu diinginkan tetapi jumlahnya cukup besar yaitu ion kalsium, magnesium, kalium, dan sulfat sedangkan ion klorida dalam jumlah besar yang sangat dibutuhkan (Upe, 2000).

Garam rakyat tradisional umumnya dibuat dengan cara menimba air laut, kemudian memasukkan ke dalam ladang penguapan sehingga langsung menghasilkan kristal garam (Upe, 2000).

Untuk menghasilkan garam dengan mutu baik, maka senyawa-senyawa kalsium, magnesium, dan sulfat harus diendapkan. Pada garam rakyat untuk mengendapkan senyawa-senyawa kalsium, magnesium, dan sulfat dimanfaatkan model trasing bertingkat dan perlakuan-perlakuan tertentu (Upe, 2000).

B. Tinjauan tentang Iodium

Iodium ditemukan pertama kali oleh Courtois pada tahun 1812, seorang ahli kimia berkebangsaan Perancis. Courtois mengidentifikasi rumput laut (*Laminaria digitata* atau *L. stanophylla*) setelah dikeringkan menjadi abu dan jika diberi asam sulfat akan melepaskan suatu senyawa baru berupa uap ungu. Gay Lussac menyebut unsur baru tersebut dengan nama iodium (iodine, ioeides) (Sneed, 1954).

Iodium banyak diproduksi di seluruh dunia, biasanya dibuat dari sendawa Chili. Sendawa ini mengandung 0,05 hingga 0,1 % iodium dalam bentuk iodat dari natrium dan kalsium (Sneed, 1954).

Pada sistem priodik, iodium termasuk golongan VII A, merupakan unsur bukan logam, dan termasuk halogen. Iodium mempunyai bilangan oksidasi -1, 0, +1,

+3, +5, dan +7. Sebagai contoh senyawa iodium yang mempunyai bilangan oksidasi seperti di atas adalah : KI, I₂, ICl, ICl₃, KIO₃, dan KIO₄ (Sneed, 1954).

Dalam pengobatan, iodium digunakan sebagai antiseptik ringan (dilarutkan dalam etanol sebagai iodium tincture), quartz-iod untuk bola lampu, NH₄I untuk lensa Polaroid, dan AgI untuk fotografi. Selain itu iodium dapat pula digunakan untuk memproduksi pakan hewan, katalis, tinta cetak, dan zat warna (Sneed, 1954).

a. Sifat fisik

Iodium merupakan unsur yang sangat sederhana, hanya ada satu isotop iodium yang terjadi di alam yaitu iodium yang mempunyai massa atom 127 (proton 53, neutron 74), tetapi lebih daripada 22 isotop yang sudah dikenal, di mana yang paling penting adalah ¹³¹I dengan waktu paruh 8 hari. Isotop ini digunakan secara intensif dalam pekerjaan perunut radioaktif (Anonim, 1971).

Iodium adalah padatan hitam dengan sedikit kilap logam. Pada tekanan atmosfer iodium menyublim tanpa meleleh dan dapat larut dalam pelarut non polar seperti CS₂ dan CCl₄. Larutan semacam ini berwarna merah lembayung, seperti uapnya. Dalam pelarut-pelarut non polar, hidrokarbon tidak jenuh, dan SO₂ cair, terbentuk larutan coklat atau coklat kemerahjambuan (Cotton, 1989).

Iodium hanya sedikit sekali dapat larut dalam air di mana kelarutannya pada temperature 25 °C adalah 0,00134 mol/liter, tetapi kelarutannya bertambah dengan naiknya temperatur (Sneed, 1954).

b. Sifat kimia

Iodium termasuk unsur halogen, yaitu golongan yang paling reaktif di alam sehingga tidak pernah didapat dalam bentuk bebas sebagai unsurnya. Konfigurasi elektronnya pada kulit terluar ns^2np^5 ; dengan demikian kulit terluarnya kekurangan satu elektron dibandingkan konfigurasi elektron gas mulia dan karena ini halogen berciri nonlogam (Anonim, 1971).

Iodium akan membentuk senyawa dengan semua unsur kecuali dengan selenium, belerang, dan gas mulia. Iodium tidak bereaksi langsung dengan unsur-unsur oksigen, nitrogen, karbon pada temperatur rendah, tetapi pada temperatur tinggi akan bereaksi bila menggunakan katalis platina (Anonim, 1971).

Iodium merupakan unsur yang kurang reaktif bila dibandingkan dengan unsur halogen lainnya, karena keelektronegatifannya paling rendah (Underwood, 1992).

c. Iodisasi garam

Program iodisasi garam merupakan program jangka panjang untuk penanggulangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI). Cara ini dianggap yang paling sederhana dan aman, karena secara fisiologis memberikan iodium melalui makanan (Kompas, 2002).

Iodium adalah suatu zat esensial dibutuhkan untuk aktivasi fungsi hormon thyroid. Hormon ini diketahui mengekstrak iodium dari nutrien yang akan menekan timbulnya penyakit gondok. Penyakit ini disebabkan oleh rendahnya iodium dalam diet, yang mengakibatkan pembesaran kelenjar gondok. Bahan pangan yang bersifat sebagai sumber iodium adalah yang berasal dari laut, dikenal dengan seafood. Akan

tetapi di daerah di mana seafood tidak tersedia, diet iodium lebih mudah diperoleh dalam bentuk bahan pangan hasil fortifikasi atau berupa suplemen (Sibuae, (2002).

Salah satu bahan pangan yang berhasil difortikasi dengan iodium adalah garam. Menurut ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan RI 1986, kandungan KIO_3 yang dianjurkan adalah 40 ppm (Kompas, 2002).

Iodium diperlukan semata – mata untuk biosintesis hormon thyroid yang mengandung iodium. Kebutuhan iodium meningkat pada kaum remaja dan pada saat kehamilan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Iodium dan Besi pada bayi hingga orang dewasa.

	Iodium, mg	Besi, mg
Bayi	35 – 45	10 – 15
Anak – anak	60 – 110	10 – 15
Pria	130 – 150	10 – 18
Wanita	100 – 115	18
Wanita hamil	125	18
Masa laktasi	150	18

Sumber : Harper, 1995

Adanya iodium dalam diet akan meningkatkan fungsi hormon thyroid. Dampak yang timbul akibat kurangnya iodium adalah hipofungsi kelenjar gondok. Akibatnya muncul kondisi kretin hipofungsi kelenjar gondok yang ditandai dengan gangguan pertumbuhan fisik dan mental, sehingga penderita menjadi kerdil dan

kecerdasan berkurang. Karena itu pencapaian garam beriodium 100 % untuk segala lapisan mendesak dilakukan (Kodyat, 1992).

Data tahun 1998 menunjukkan 87 juta penduduk Indonesia tinggal di daerah endemik GAKI. Akibatnya tak kurang daripada 20 juta penduduk menderita gondok. GAKI pada ibu hamil berisiko menimbulkan keguguran, sedangkan pada janin menyebabkan lahir mati. Kalaupun lahir, berisiko mengalami cacat bawaan, kematian dini, kretin, keterbelakangan mental, tuli, juling, dan lumpuh (Kodyat, 1992).

Diperkirakan tiap tahun ada 9 (sembilan) bayi kretin lahir di Indonesia. (Iswanto, 2002). Kegiatan yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk mengurangi GAKI meliputi pembinaan produksi disertai pengawasan mutu, mengingat program iodisasi garam hingga saat ini masih menghadapi beberapa permasalahan antara lain masih banyaknya garam yang beredar belum memenuhi persyaratan (Kodyat, 1992).

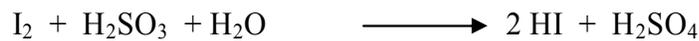
C. Stabilitas Iodium

Iodium ini tidak terdapat bebas di alam tetapi kebanyakan terdapat sebagai iodat dan iodida dalam mineral-mineral. Di dalam air laut terdapat sejumlah kecil senyawa iodida. Iod juga terdapat dalam kelenjar tyroid (Cotton, 1989).

Iodium berupa zat padat berwarna hitam kelabu dan berbau khas merangsang. Bentuk kristalnya berupa lempeng rhombik dan granul. Pada temperatur 114 °C akan meleleh dan menimbulkan uap berwarna violet yang merupakan suatu gas yang beratnya kira-kira 8,8 kali berat udara. Salah satu senyawa penting dari iodium adalah garam iodat (Cotton, 1989).

Iodat adalah garam yang berasal dari asam iodat yang berbentuk kristal rhombohedral dan monoklin tak berwarna, dan stabil pada temperatur kamar. Asam iodat membentuk garam dengan berbagai logam alkali dan magnesium yang dapat larut dalam air (Snell, 1971).

Menurut Landolt tahun 1971, dalam larutan asam iodat dapat bereaksi dengan asam sulfit, dan iod yang dibebaskan akan menghasilkan warna biru jika ditambahkan larutan kanji (Snell, 1971).

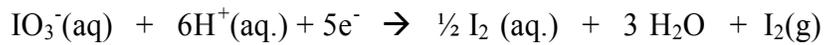


Stabilitas iodium pada garam konsumsi dipengaruhi oleh beberapa hal di antaranya :

a. Kandungan air pada garam

Meskipun KIO_3 memiliki kelarutan dalam air yang lebih rendah dibanding KI , tapi kondisi kelembaban tinggi dan iklim yang panas membuat garam cenderung mengadsorb uap air lebih banyak, sehingga leaching sangat mungkin terjadi. Beberapa peneliti telah melaporkan fenomena leaching pada garam namun umumnya masih bersifat kualitatif. Sebab itu analisis kuantitatif masih perlu dilakukan untuk melihat seberapa besar kontribusi efek leaching terhadap proses berpindahanya KIO_3 dari permukaan garam pada jumlah kandungan air tertentu (Saksono, 2000).

Selain itu air pada garam juga berperan penting dalam mekanisme hilangnya KIO_3 melalui reaksi redoks. Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi di atas terjadi pada kondisi terlarut dalam air; sebab itu keberadaan air sangat berperan pada terjadinya reaksi tersebut (Chauhan, 1992).

b. Zat-zat pengotor pada garam

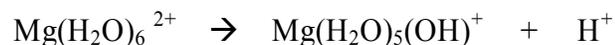
Zat-zat pengotor pada garam berdasarkan sifat-sifatnya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Sifat higroskopis

Senyawa yang bersifat higroskopis antara lain : MgCl_2 , CaCl_2 , MgSO_4 , dan CaSO_4 , yang mempunyai kemampuan menyerap air sangat besar. NaCl sebenarnya juga bersifat higroskopis, namun jika dibandingkan dengan senyawa Mg dan Ca bersifat lebih higroskopis (Saksono, 2000).

Senyawa-senyawa higroskopis yang terdapat dalam garam tersebut, jika berada pada udara dengan kelembapan tinggi akan mampu mengabsorb air dalam jumlah besar yang pada akhirnya akan meningkatkan jumlah kandungan air pada garam (Saksono, 2000).

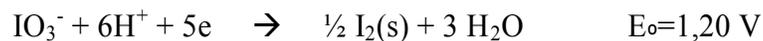
Selain itu, senyawa-senyawa Ca dan Mg diduga memberikan kontribusi sifat asam (H^+) pada garam melalui proses ionisasi pada ion-ion hidratnya. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Penambahan aditif seperti Kalsium Karbonat (CaCO_3) dapat menetralkan adanya reaksi di atas seperti yang telah dilakukan oleh Ranganathan (1986), sehingga KIO_3 tetap stabil pada garam.

2. Sifat reduktor

Kalium iodat dapat terdekomposisi menjadi iodium melibatkan suatu reduktor dan kondisi asam. Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :



Harga potensial reduksi (E_0) 1,20 V pada setengah reaksi di atas menunjukkan bahwa Iodat (IO_3^-) sangat mudah tereduksi menjadi Iodium (I_2) oleh suatu zat yang bersifat reduktor seperti besi (II) (Fe^{2+}) dan tembaga (I) atau (Cu^+). Senyawa organik pada garam yang bersifat reduktor, sampai saat ini belum dapat diidentifikasi (Saksono, 2000).

c. Mekanisme reaksi

Berpindahnya iodium (sebagai KIO_3) dari permukaan garam dapat terjadi melalui dua faktor. Pertama adalah faktor “leaching”, di mana air yang terdapat di permukaan garam dapat melarutkan / melepas KIO_3 yang menempel pada permukaan garam. Faktor kedua adalah melalui suatu mekanisme reaksi redoks antara KIO_3 dan zat pereduksi yang terkandung dalam garam pada suasana asam menghasilkan gas I_2 . Reaksi redoks ini difasilitasi dengan adanya air pada permukaan garam (Saksono, 2002).

Ada juga beberapa peneliti yang memperkirakan kemungkinan terjadinya sublimasi atau evaporasi langsung (tanpa melibatkan kondisi asam & reduktor) dari

KIO_3 padat/terlarut pada garam menjadi gas. Namun hal tersebut sangat kecil kemungkinannya, mengingat padatan KIO_3 sangat stabil pada suhu kamar (titik leleh KIO_3 560°C ; Diosady, 1997).

Mekanisme lepasnya iodium sebagai I_2 dari permukaan garam dapat dilihat pada lampiran 1. Jumlah kandungan air pada garam dan komposisi garam adalah dua parameter yang paling penting dan saling terkait dalam studi ini. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa garam dengan kemurnian yang rendah (diukur terhadap kandungan NaCl) menyebabkan kestabilan KIO_3 pada garam juga rendah . Hal tersebut diduga berhubungan dengan sifat-sifat zat-zat pengotor yang terkandung dalam garam yaitu :

- Sifat higroskopis (antara lain : MgCl_2 , CaCl_2 , MgSO_4 , dan CaSO_4).
- Sifat reduktor (Fe, Cu, Zn, dan senyawa-senyawa organik).

Selain itu, zat pengotor yang bersifat higroskopis diduga memberikan kontribusi sifat asam pada garam melalui proses ionisasi pada ion-ion hidratnya (Saksono, 2002).

D. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi Serapan atom adalah salah satu alat yang pengukurannya didasarkan atas penyerapan cahaya oleh atom-atom bebas dalam keadaan dasar. Atom dalam keadaan gas akan menyerap sejumlah energi tertentu. Sinar yang diserap masih berada dalam spectra sinar tampak dan ultra lembayung. Dengan demikian molekul-molekul akan mengalami disosiasi dan reduksi menjadi atom-atom bebas.

Spektrofotometri serapan atom sangat penting untuk menganalisis logam-logam renik karena mempunyai kepekaan yang sangat tinggi (Noor, 2002).

Dalam analisis dengan SSA unsur yang akan dianalisis harus berada dalam keadaan gas dan disinari oleh berkas sinar dari sumber sinar. Proses ini dapat dilakukan dengan jalan menghisap larutan cuplikan dan menyemprotkannya ke dalam nyala api (Underwood, 1998).

Pada perkembangan terakhir alat atomisasi yang digunakan dalam SSA adalah menggunakan tabung grafit yang dipanaskan dengan listrik (electrothermal atomizer). Pembentukan populasi atom-atom bebas atau atomisasi itu biasanya dilakukan dalam 3 tahap yaitu tahap pengeringan, tahap pengabuan, dan tahap atomisasi (Underwood, 1998).

Dalam keadaan ini hampir semua atom dalam keadaan dasar. Jika atom diradiasikan dengan cahaya atom tersebut akan menyerap cahaya yang mempunyai panjang gelombang spesifik untuk logam tersebut (Noor, 2002).

Komponen utama SSA

Bagian-bagian terpenting dalam SSA yaitu :

1. Sumber cahaya. Sumber cahaya harus memancarkan spectrum garis yang sempit dan karakteristik unsur yang akan dianalisis.
2. Medium penyerap atau sumber atom. Pada analisis dengan SSA cuplikan yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral dalam keadaan dasarnya. Atom-atom tersebut dihasilkan dengan cara disosiasi termal dan biasanya digunakan nyala.

3. Monokromator. Berfungsi untuk mendispersikan cahaya menjadi cahaya yang mempunyai panjang gelombang yang berbeda.
4. Detektor. Berfungsi untuk mengubah foton-foton cahaya menjadi sinyal-sinyal listrik.
5. Amplifier. Untuk memperkuat sinyal-sinyal listrik
6. Instrumen pembacaan (Underwood, 1998).

B. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Neraca Analitik Memmert
- Timbangan analitik digital Chyo 180
- Spektrofotometer visible DR 2000 Hach
- Oven Fisher
- Salinometer
- Beumeter
- Selang karet
- Spektrofotometer serapan Atom
- Alat-alat gelas yang umum digunakan pada laboratorium
- pH meter

C. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama lebih kurang delapan bulan dari bulan Januari – Agustus 2003 yang meliputi persiapan, pelaksanaan penelitian, dan penyusunan laporan penelitian.

Pengujian komposisi kandungan zat pengotor kalsium dan magnesium serta kandungan iodium dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin.

Pengujian kandungan logam pereduksi besi dan kalium dilakukan di Laboratorium Kimia Instalasi Tanah Maros.

D. Prosedur Analisis

Sampel garam dapur dengan berbagai sumber garam di Sulawesi Selatan yaitu Jeneponto, Takalar, dan Pangkep dilakukan preparasi sampel, lalu dilakukan analisis penentuan kandungan air, kandungan pengotor, dan zat pereduksi serta kandungan iodium sesuai dengan prosedur di bawah ini :

1. Kandungan air

Kandungan air ditentukan secara gravimetric: 2 gram sampel ditimbang kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 150 °C sampai beratnya konstan.

2. Kandungan zat pengotor

a. Penetapan kadar Mg

- Garam konsumsi ditimbang sebanyak 1 gram dan dilarutkan ke dalam 100 ml aquadest.
- Masukkan 25 ml larutan garam dalam labu Erlenmeyer 250 ml.
- Tambahkan 1 ml larutan buffer pH 10 dan sedikit indikator EBT.
- Titrasi dengan larutan EDTA 0,025 N sampai terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi biru.
- Catat volume EDTA yang digunakan.

b. Penentuan kadar Ca^{2+}

- Garam konsumsi ditimbang seberat 1 gram kemudian dilarutkan ke dalam 100 ml aquadest.
- Masukkan 25 ml percontohan ke dalam labu Erlenmeyer 250 ml.
- Tambahkan 1 ml larutan buffer pH 12 dan sedikit indikator meurexide.

- Titrasi dengan larutan EDTA 0,025N sampai terjadi perubahan warna merah anggur menjadi ungu.
- Catat volume EDTA yang digunakan.

3. Kandungan zat pereduksi Fe dan K

- Membuat deret larutan baku dalam konsentrasi

Fe = 0,5 4,0 2,0 4,0 6,0 ppm

K = 1,0 2,0 4,0 8,0 10 ppm

- Membuat larutan contoh dari cuplikan garam
 - Haluskan sampel garam dan timbang 0,5 gram.
 - Masukkan sampel tersebut dalam erlenmeyer 50 ml.
 - Tambahkan HCl 4N sebanyak 5 ml.
 - Panaskan sampai volumenya $\pm 0,5$ ml.
 - Setelah dingin encerkan hingga volumenya tetap 50 ml.
 - Ukur larutan baku dan larutan contoh menggunakan alat spektroskopi serapan atom (SSA).

4. Kandungan Iodium

- a. Menentukan panjang gelombang maksimum

Untuk mencari panjang gelombang mana yang absorbannya mencapai maksimum, dibuat dua larutan baku yaitu 40 ppm dan 50 ppm Iodium. Absorban kedua larutan ini diukur mulai dari panjang gelombang 344 nm sampai 700 nm. Hasil pengukuran absorbannya diplotkan terhadap panjang

gelombang sehingga diperoleh panjang gelombang mana yang absorbannya mencapai maksimum.

b. Membuat kurva baku

Dibuat satu deret larutan baku iodium dengan konsentrasi :

0,50 0,70 0,80 0,90 1,10 1,20 1,30 1,50 1,70 1,90 2,00.

dan dikerjakan seperti larutan contoh.

Hasil pengamatan absorban diplotkan dengan konsentrasi. Hasil yang diperoleh suatu kurva garis lurus.

c. Pengerjaan contoh

- Dibuat deret larutan contoh dengan menimbang seberat 10 gram sampel dan dilarutkan dalam labu takar 100 ml.
- Terhadap 25 ml larutan contoh ditambahkan 2 ml H_3PO_4 85 % dan 0,1 gram KI sambil digoyangkan.
- Iodium yang dibebaskan diekstraksi dengan karbon tetraklorida sebanyak 25 ml, di mana setiap kali ekstraksi digunakan 5 ml karbon tetraklorida.
- Setiap kali ekstraksi diamkan selama 5 menit untuk memperoleh suatu campuran yang terpisah betul.
- Amati serapan setiap larutan contoh pada panjang gelombang 530 nm.

Skema kerja untuk prosedur analisis dapat dilihat pada Lampiran 1.

E. Metode Analisis data

Untuk mengetahui besarnya pengaruh variabel bebas (kandungan zat pengotor dan zat pereduksi) terhadap variabel terikat kadar air, pH, dan kestabilan

iodium pada garam konsumsi maka digunakan metode analisis bivariate dan regresi berganda. Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui dan menyediakan bukti yang cukup bahwa ada kaitan antara variabel-variabel dalam populasi asal sampel dan jika ada hubungan dapat diketahui seberapa kuat hubungan antar variabel tersebut. Keeratan hubungan itu dinyatakan dengan nama koefisien korelasi (Santoso, 2002).

Dalam analisis arti korelasi ada dua penafsiran :

1. Berkenaan dengan besaran angka, angka korelasi berkisar 0 (tidak ada korelasi sama sekali dan 1 korelasi sempurna. Angka korelasi di atas 0,5 menunjukkan korelasi yang cukup kuat, sedang di bawah 0,5 korelasi lemah.
2. Selain besar korelasi, tanda korelasi juga berpengaruh pada penafsiran hasil. Tanda (-) negatif pada output menunjukkan arah yang berlawanan, sedangkan tanda (+) positif menunjukkan arah yang sama (Santoso, 2002).

Setelah angka korelasi didapat, maka bagian kedua dari output adalah menguji apakah angka korelasi yang didapat benar-benar signifikan atau dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan dua variabel. Signifikan tidaknya korelasi dua variabel dapat dilihat dengan adanya tanda * pada pasangan data yang dikorelasikan (Santoso, 2002).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Sampel yang diambil berasal dari Sulawesi Selatan dengan bentuk fisik yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data fisik garam di Sulawesi Selatan

Kode Sampel	A s a l	Proses	Ukuran	Warna
A1	Garam segitiga Kis CV. Hasram Jeneponto		Butiran Besar	Putih Keruh
A2	Garam Putra Mahkota Jeneponto	Pencucian	Butiran Kecil	Putih
A3	PT. Eka Sari Pangkep	Pencucian	Butiran Kecil	Putih
A4	Garam Rakyat Takalar	Pencucian	Butiran Besar	Putih Keruh
A5	Garam Rakyat	Tanpa Pencucian	Butiran Besar	Putih Keruh
A6	Garam PT. Garam	Pencucian	Butiran Halus	Putih

Sifat fisik dari setiap garam dipengaruhi oleh pengotor-pengotor dan proses pembuatannya. Sampel yang diteliti memiliki ukuran butiran dan warna yang bervariasi.

Pada garam konsumsi selain kandungan NaCl juga ditemukan komponen lain dalam setiap sampel. Komponen lain pada garam konsumsi itu ada yang bersifat sebagai zat pengotor yaitu kalsium dan magnesium dan ada yang bersifat sebagai zat pereduksi yaitu besi dan kalium. Kandungan zat pengotor dan zat pereduksi pada garam konsumsi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan unsur-unsur pada garam konsumsi

Kode Sampel	K (ppm)	Ca (% wt)	Mg (% wt)	Fe (ppm)
A1	1969	0,379	0,2497	83
A2	1031	0,375	0,1593	40
A3	434	0,158	0,0447	12
A4	1172	0,3121	0,0959	22
A5	2297	0,156	0,3122	48
A6	1711	0,119	0,2073	28

B. Pembahasan

Analisis Data Korelasi Bivariate

A. Hubungan antara kadar kalsium dan magnesium terhadap kandungan air dan pH

a. Wadah Tertutup Bulan ke-3

Correlations

		ALSIUM	MAGNES	AIR	PH
KALSIT	Pearson Correlation	1,000	-,040	-,032	-,154
	Sig. (2-tailed)		,939	,952	,771
	N	6	6	6	6
MAGNI	Pearson Correlation	-,040	1,000	,201	-,799
	Sig. (2-tailed)	,939		,702	,057
	N	6	6	6	6
AIR	Pearson Correlation	-,032	,201	1,000	-,243
	Sig. (2-tailed)	,952	,702		,642
	N	6	6	6	6
PH	Pearson Correlation	-,154	-,799	-,243	1,000
	Sig. (2-tailed)	,771	,057	,642	
	N	6	6	6	6

Dari tabel korelasi di atas dapat dijelaskan bahwa kalsium berkorelasi dengan perubahan pH -0,154. Ini berarti bahwa semakin besar kadar kalsium pada garam

konsumsi maka pH-nya menjadi kecil (asam), sedangkan kadar magnesium berkorelasi dengan pH $-0,779$. Korelasi ini sangat signifikan.

b. Wadah terbuka bulan ke-3

Correlations

		ALSIUM	MAGNESIUM	AIR	PH
KALSIUM	Pearson Correlation	1,000	,540	,208	-,834*
	Sig. (2-tailed)		,269	,692	,039
	N	6	6	6	6
MAGNESIUM	Pearson Correlation	,540	1,000	,088	-,598
	Sig. (2-tailed)	,269		,869	,210
	N	6	6	6	6
AIR	Pearson Correlation	,208	,088	1,000	-,243
	Sig. (2-tailed)	,692	,869		,642
	N	6	6	6	6
PH	Pearson Correlation	-,834*	-,598	-,243	1,000
	Sig. (2-tailed)	,039	,210	,642	
	N	6	6	6	6

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Dari tabel korelasi di atas dapat dilihat bahwa pada wadah yang terbuka korelasi antara kalsium dengan perubahan pH sangat signifikan sebesar $-0,834$. Ini berarti bahwa semakin besar kadar kalsium pada garam konsumsi mengakibatkan pH menjadi kecil (asam), sedangkan korelasi antara magnesium dengan perubahan pH sebesar $-0,598$ artinya semakin besar kandungan magnesium pada garam konsumsi mengakibatkan pHnya menjadi kecil.

Garam yang disimpan pada wadah terbuka memiliki $\text{pH} < 7,0$ (menjadi asam). Hal ini disebabkan karena adanya senyawa-senyawa yang bersifat higroskopis yang memberi kontribusi sifat asam melalui proses ionisasi pada ion-ion hidratnya.

B. Hubungan antara kadar pengotor terhadap perubahan kadar air, pH, dan stabilitas iodium.

a. Wadah terbuka bulan ke-6

Correlations

	AGNESI	ALSIUM	AIR	PH	ODIUM
MAGNE	Pearson Correlation = 1,000	Pearson Correlation = -,040	Pearson Correlation = ,108	Pearson Correlation = ,102	Pearson Correlation = -,128
	Sig. (2-tailed) = ,	Sig. (2-tailed) = ,939	Sig. (2-tailed) = ,839	Sig. (2-tailed) = ,848	Sig. (2-tailed) = ,809
	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6
KALSIU	Pearson Correlation = -,040	Pearson Correlation = 1,000	Pearson Correlation = ,452	Pearson Correlation = ,188	Pearson Correlation = -,592
	Sig. (2-tailed) = ,939	Sig. (2-tailed) = ,	Sig. (2-tailed) = ,368	Sig. (2-tailed) = ,722	Sig. (2-tailed) = ,215
	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6
AIR	Pearson Correlation = ,108	Pearson Correlation = ,452	Pearson Correlation = 1,000	Pearson Correlation = -,490	Pearson Correlation = -,959*
	Sig. (2-tailed) = ,839	Sig. (2-tailed) = ,368	Sig. (2-tailed) = ,	Sig. (2-tailed) = ,324	Sig. (2-tailed) = ,003
	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6
PH	Pearson Correlation = ,102	Pearson Correlation = ,188	Pearson Correlation = -,490	Pearson Correlation = 1,000	Pearson Correlation = ,535
	Sig. (2-tailed) = ,848	Sig. (2-tailed) = ,722	Sig. (2-tailed) = ,324	Sig. (2-tailed) = ,	Sig. (2-tailed) = ,274
	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6
IODIUM	Pearson Correlation = -,128	Pearson Correlation = -,592	Pearson Correlation = -,959*	Pearson Correlation = ,535	Pearson Correlation = 1,000
	Sig. (2-tailed) = ,809	Sig. (2-tailed) = ,215	Sig. (2-tailed) = ,003	Sig. (2-tailed) = ,274	Sig. (2-tailed) = ,
	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6	N = 6

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Dari tabel korelasi di atas dapat dijelaskan bahwa kadar iodium sangat dipengaruhi oleh kadar air yang ada pada garam konsumsi. Korelasi -0,959 sangat signifikan artinya sangat besar kadar air yang ada pada garam konsumsi mengakibatkan jumlah iodium yang ada pada garam tersebut menjadi berkurang (korelasi negatif).

Kandungan air memiliki peranan yang sangat besar terhadap kestabilan iodium. Uap air yang diserap oleh pengotor kalsium dan magnesium yang bersifat higroskopis sangat berperan pada hilangnya iodium apabila ditempatkan pada wadah yang terbuka dan pada penyimpanan yang lama.

b. Wadah Tertutup bulan ke 6

Correlations

	ALSIUM	MAGNESI	AIR	PH	ODIUM
KALSIL Pearson Cor	1,000	-,040	,413	,242	,218
Sig. (2-tailed	,	,939	,416	,645	,679
N	6	6	6	6	6
MAGNE Pearson Cor	-,040	1,000	,159	-,548	-,035
Sig. (2-tailed	,939	,	,764	,260	,947
N	6	6	6	6	6
AIR Pearson Cor	,413	,159	1,000	,603	,103
Sig. (2-tailed	,416	,764	,	,205	,847
N	6	6	6	6	6
PH Pearson Cor	,242	-,548	,603	1,000	-,210
Sig. (2-tailed	,645	,260	,205	,	,689
N	6	6	6	6	6
IODIUM Pearson Cor	,218	-,035	,103	-,210	1,000
Sig. (2-tailed	,679	,947	,847	,689	,
N	6	6	6	6	6

Dibandingkan pada wadah terbuka, pada wadah tertutup (lihat tabel di atas) yang mempengaruhi kestabilan iodium adalah perubahan pH dan kalsium, namun hubungan ini tidak signifikan karena nilainya di bawah 0,50.

C. Hubungan antara kandungan zat pereduksi terhadap kandungan Iodium

a. Wadah terbuka bulan ke-6

Correlations

	BESI	KALIUM	ODIUM
BESI Pearson Cor	1,000	,864*	-,466
Sig. (2-tailed	,	,026	,352
N	6	6	6
KALIL Pearson Cor	,864*	1,000	-,303
Sig. (2-tailed	,026	,	,560
N	6	6	6
IODIL Pearson Cor	-,466	-,303	1,000
Sig. (2-tailed	,352	,560	,
N	6	6	6

*.Correlation is significant at the 0.05 lev

Pengaruh kandungan zat pereduksi besi dan kalium terhadap iodium pada wadah terbuka -0,466 dan -0,303 (lihat tabel di atas). Angka ini berarti bahwa semakin besar kandungan zat pereduksi besi dan kalium pada garam konsumsi dapat menurunkan jumlah kandungan iodium (stabilitas iodium berkurang).

Hilangnya iodium yang diakibatkan karena adanya zat pereduksi. KIO_3 yang ditambahkan pada garam pada proses iodisasi dapat terdekomposisi menjadi iodium yang melibatkan suatu reduktor dan kondisi asam.

b. Wadah tertutup

Correlations

	BESI	KALIUM	ODIUM
BESI Pearson Cor	1,000	,864*	-,205
Sig. (2-tailed)	,	,026	,697
N	6	6	6
KALIUM Pearson Cor	,864*	1,000	-,575
Sig. (2-tailed)	,026	,	,233
N	6	6	6
IODIUM Pearson Cor	-,205	-,575	1,000
Sig. (2-tailed)	,697	,233	,
N	6	6	6

*.Correlation is significant at the 0.05 level

Korelasi antara kandungan zat pereduksi pada garam konsumsi (lihat tabel di atas) pada wadah tertutup besi berkorelasi dengan iodium sebesar -0,205, sedangkan kalium -0,575. Hal ini berarti bahwa kadar besi lebih mempengaruhi kandungan iodium pada garam konsumsi.

Secara keseluruhan dari data analisis statistik dengan korelasi bivariante dan korelasi regresi linear berganda dapat dijelaskan bahwa semakin besar kandungan Ca maka kenaikan kandungan air dalam garam konsumsi semakin tajam. Pada garam

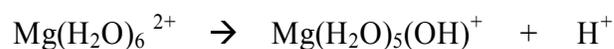
yang disimpan dalam wadah terbuka kandungannya jauh lebih besar dibandingkan pada wadah tertutup. Hal ini dapat disebabkan karena pada wadah terbuka dan waktu yang lama interaksi antara uap air dengan garam semakin banyak.

Banyaknya kandungan Mg berpengaruh terhadap kandungan air. Pengaruh banyaknya magnesium terhadap kandungan air dalam garam konsumsi menunjukkan pola yang jelas, semakin banyak kandungan Mg pada garam konsumsi tersebut menyebabkan kandungan airnya juga meningkat.

Pada garam yang disimpan dalam wadah terbuka jumlah kandungannya jauh lebih besar dibandingkan dengan wadah yang tertutup. Hal ini terjadi karena pada wadah yang terbuka dan waktu penyimpanan yang lama dapat menyebabkan semakin banyaknya interaksi antara uap air dengan garam konsumsi.

Pengaruh kandungan magnesium dan kalsium terhadap perubahan kadar air sangat besar. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya senyawa yang bersifat higroskopis seperti $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, dan $CaSO_4$. Zat pengotor yang bersifat higroskopis tersebut memberi kontribusi sifat asam melalui proses ionisasi pada molekul-molekul hidratnya.

Kemungkinan reaksinya adalah sebagai berikut :



Penambahan zat aditif seperti kalsium karbonat dapat menetralkan adanya reaksi di atas.

a. Pengaruh kandungan Ca dan Mg terhadap perubahan pH

Hubungan antara pH dan kandungan kalsium dapat dilihat dengan jelas.

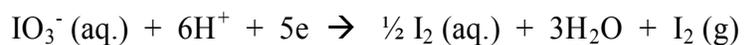
Senyawa kalsium dan magnesium dapat mengalami proses ionisasi menghasilkan

H⁺ yang dapat mengakibatkan pH garam menurun (bersifat asam). Senyawa tersebut dapat terionisasi pada suhu yang tinggi 135 °C.

b. Pengaruh kadar air dan pH terhadap stabilitas iodat

Kandungan air memiliki peranan yang sangat besar terhadap kestabilan iodat. Uap air yang diserap oleh pengotor yang bersifat higroskopis sangat berperan dalam kecepatan hilangnya iodium apabila garam ditempatkan pada temperatur dan kondisi penyimpanan tertentu. Penyimpanan pada wadah tertutup dapat membuat iodium lebih stabil daripada wadah terbuka.

Air yang diserap oleh garam berperan penting dalam mekanisme hilangnya KIO₃ melalui suatu reaksi redoks. Reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi di atas terjadi pada kondisi terlarut dalam air; sebab itu keberadaan air sangat berperan pada hilangnya iodium.

Kandungan iodat dapat terdeteksi dengan analisis menggunakan alat spektrofotometer visible DR 2000 pada panjang gelombang 530 nm. Iod diekstraksi dengan pelarut organik yaitu karbon tetraklorida, di mana diketahui koefisien distribusi iod dan karbon tetraklorida dalam air adalah 85. Dengan spektrofotometer visible DR 2000 absorban dari larutan iod dan karbon tetraklorida yang berwarna merah ros dapat diamati.

d. Kandungan reduktor

Hilangnya iodat dari garam disebabkan oleh beberapa faktor antara lain karena pengepakan yang kurang baik, kandungan air, kelembaban udara, cahaya, impurities, dan keasaman.

KIO_3 dapat terdekomposisi menjadi iodium melibatkan suatu reduktor dan kondisi asam.

Harga potensial reduksi (E_0) 1,20 v pada reaksi di atas menunjukkan bahwa iodat (IO_3^-) sangat mudah tereduksi menjadi iodium (I_2) oleh suatu zat yang bersifat reduktor seperti Fe, Cu, dan K.

Zat pereduksi ini dapat aktif apabila berada pada suasana asam. Senyawa magnesium dan kalsium dapat mengalami proses ionisasi membentuk H^+ .

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

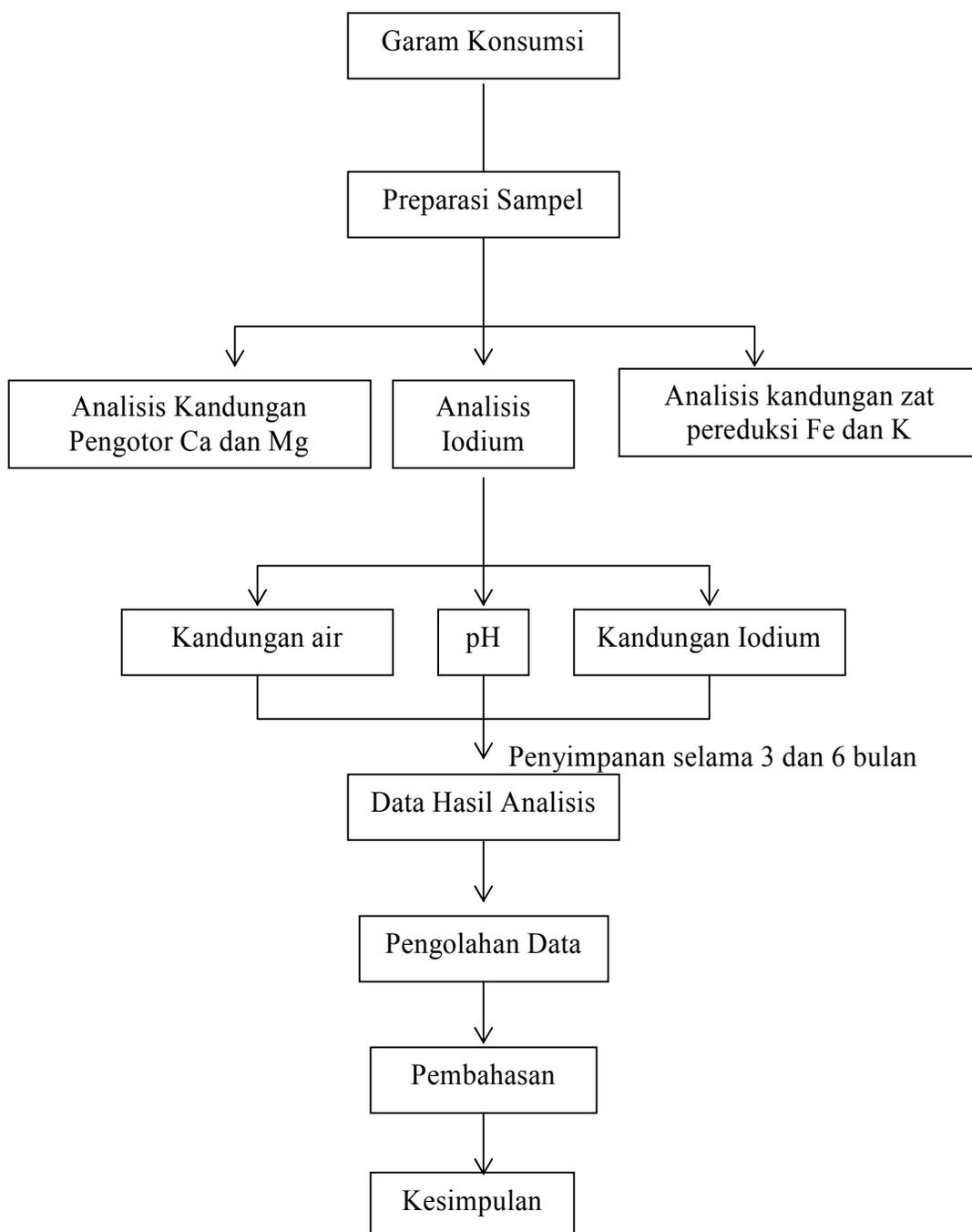
1. Kandungan magnesium berkorelasi dengan pH $-0,779$ untuk garam yang disimpan pada wadah tertutup, dan $-0,598$ untuk garam yang disimpan pada wadah terbuka.
2. Kandungan kalsium berkorelasi dengan pH $-0,154$ untuk garam yang disimpan pada wadah tertutup, dan $-0,834$ untuk garam yang disimpan pada wadah terbuka.
3. Kandungan iodium berkorelasi dengan kadar air $0,103$ untuk garam yang disimpan pada wadah tertutup dan $-0,959$ untuk wadah terbuka.
4. Kandungan iodium berkorelasi dengan pH $-0,210$ untuk garam yang disimpan pada wadah tertutup dan $0,535$ untuk wadah terbuka.
5. Kandungan besi dan kalium berkorelasi dengan iodium $-0,464$ dan $-0,360$ pada wadah terbuka, sedangkan wadah tertutup $-0,205$ dan $-0,543$.

B. Saran

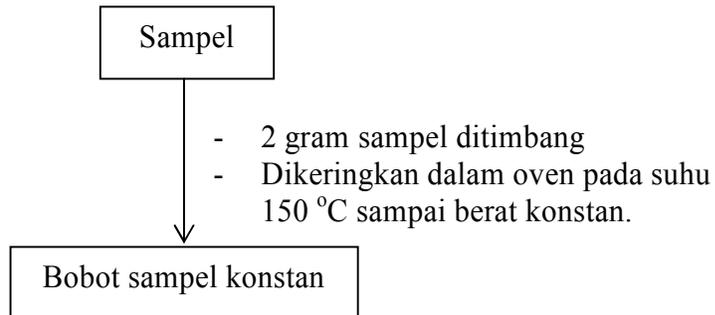
Dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini maka disarankan untuk penelitian lebih lanjut mengenai analisis metode penambahan iodium setelah perlakuan tertentu untuk pengendapan zat pengotor dan zat pereduksi.

Lampiran 1:

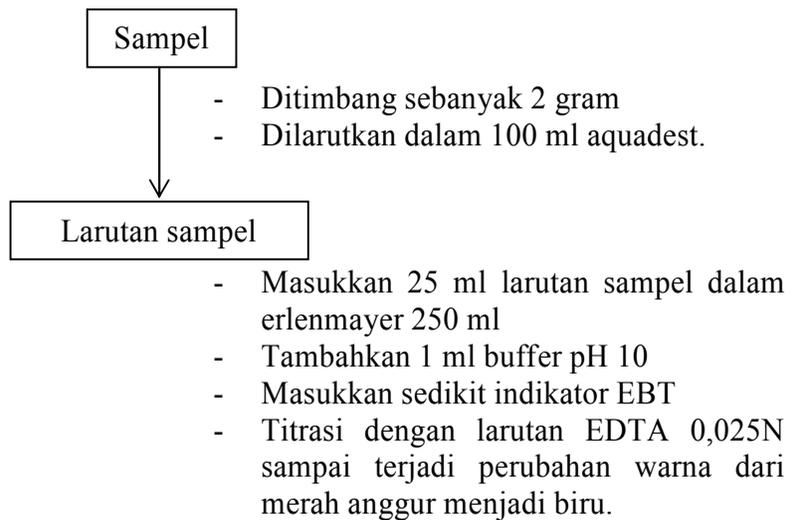
Skema Kerja Penelitian
Analisis Pengaruh Kandungan Zat Pengotor dan Zat Pereduksi
terhadap Kestabilan KIO_3 pada Garam Konsumsi



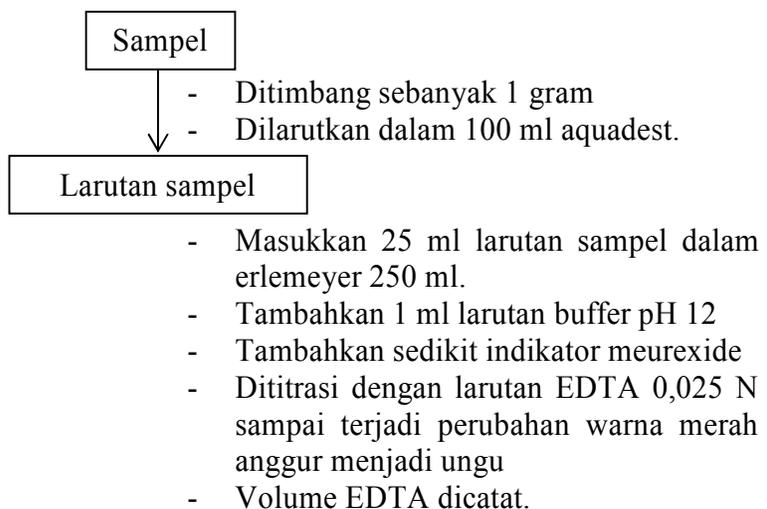
1. Penentuan kadar air



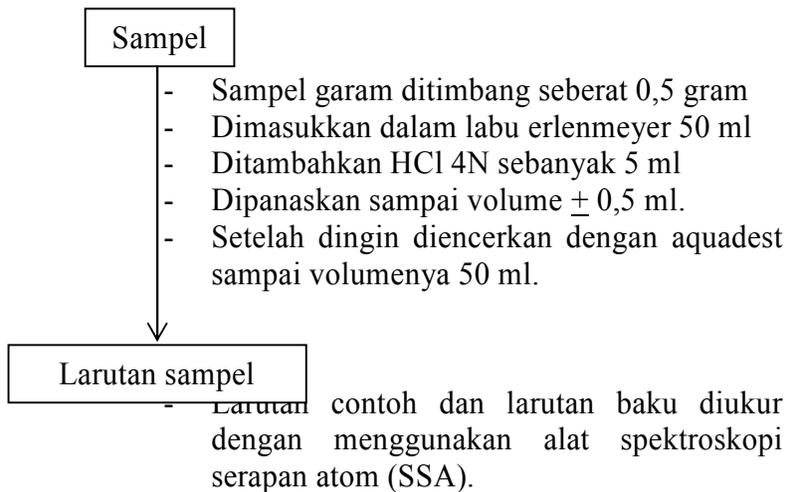
2. Penentuan kadar magnesium



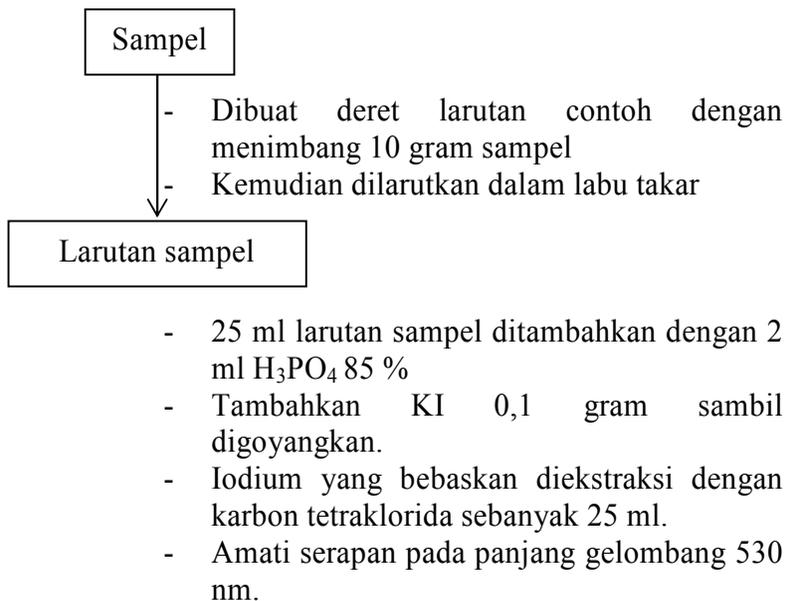
3. Penentuan kadar kalsium



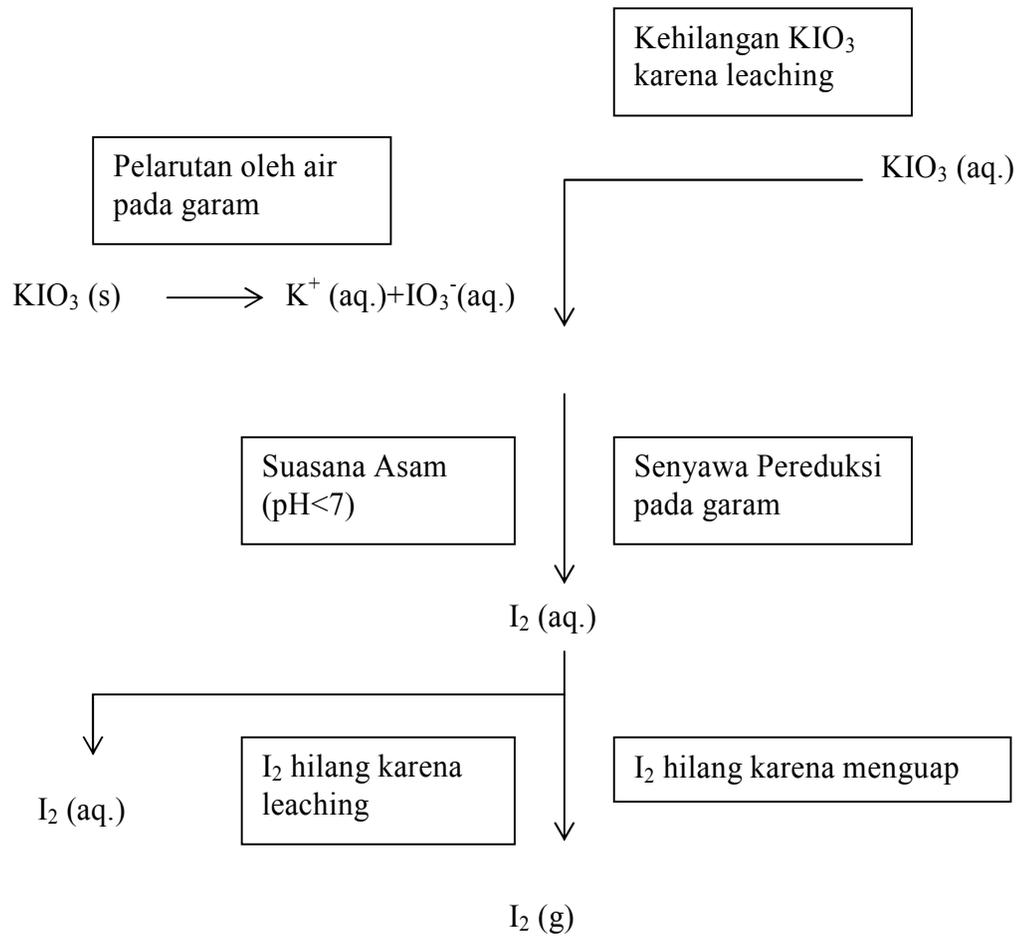
4. Penentuan kandungan Fe dan K



5. Penentuan kandungan iodium



Skema Konversi KIO₃ menjadi I₂



Lampiran 2 :

**Tabel 4. Data hasil penelitian
Hasil Pengamatan Serapan Larutan Baku Besi (Fe)
secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Konsentrasi (ppm)	0,5	1	2	4	6
Skala pembacaan	30	65	120	234	350
Er	0,0167	0,0154	0,0167	0,8171	0,0171

Tabel 5. Data Hasil Penelitian Kandungan Besi (Fe) pada Garam Konsumsi

Kode Sampel	Skala pembacaan	Fe (ppm)
A1	50	83
A2	24	40
A3	7	12
A4	13	22
A5	29	48
A6	17	28

Lampiran 3 :

Tabel 6. Hasil Pengamatan Serapan Larutan Baku Kalium (K) secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Konsentrasi (ppm)	1	2	4	8	10
Skala pembacaan	83	178	326	724	825
Er	0,012	0,0112	0,0123	0,011	0,0121

Tabel 7. Data Hasil Penelitian Kandungan Kalium (K) pada Garam Konsumsi secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Kode Sampel	Skala pembacaan	K (ppm)
A1	168	1969
A2	88	1031
A3	37	434
A4	100	1172
A5	196	2297
A6	146	1711

Lampiran 4 :

Tabel 8. Data Hasil Penelitian Kandungan Kalsium (Ca) pada Garam Konsumsi

Sampel	Massa (gram)	Volume Titran I (mL)	Volume Titran II (mL)	Volume Titran III (mL)	Volume Rata- rata (mL)	Kadar Ca (% wt)
A1	1.002	0,93	0,98	0,96	0,95	0,379
A2	1.037	0,94	0,93	0,95	0,94	0,375
A3	1.032	0,47	0,38	0,39	0,41	0,158
A4	1.038	0,81	0,82	0,81	0,81	0,3121
A5	1.004	1.39	0,36	0,40	0,38	0,156
A6	1.008	0,29	0,30	0,32	0,30	0,119

Tabel 9. Data Hasil Penelitian Kandungan Magnesium pada Garam Konsumsi

Sampel	Massa (gram)	Volume Titran I (mL)	Volume Titran II (mL)	Volume Titran III (mL)	Volume Rata- rata (mL)	Kadar Mg (% wt)
A1	1,002	2,00	1,95	1,99	1,98	0,2497
A2	1,037	1,60	1,63	1,59	1,62	0,1593
A3	1,032	0,59	0,60	0,62	0,60	0,0447
A4	1,038	1,09	1,21	1,36	1,22	0,0959
A5	1,004	1,73	1,69	1,66	1,67	0,3122
A6	1,008	1,09	1,21	1,18	1,16	0,2073

Lampiran 5 :

Tabel 10. Data Hasil Penelitian Kandungan Air pada Garam Konsumsi Bulan ke-3 Wadah Terbuka

Sampel	Massa (gram)	Massa Yang Hilang (gram)	Kadar Air (% wt)
A1	2.033	0.222	10.954
A2	2.021	0.0502	2,5087
A3	2.016	0.0136	0,6746
A4	2.065	0.2672	12.936
A5	2.013	0.2614	13.215
A6	2.032	0.1030	5.0931

Tabel 11. Data Hasil Penelitian Kandungan Air pada Bulan Ke -6 Wadah Terbuka

Sampel	Massa (gram)	Massa Yang Hilang (gram)	Kadar Air (% wt)
A1	2.0275	0.2321	11.4476
A2	2.0268	0.1075	5.3055
A3	2.0276	0.0253	1.2510
A4	2.0609	0.4048	19.6419
A5	2.0559	0.1899	18.2368
A6	2.0322	0.10654	8.2181

Tabel 12. Data Hasil Penelitian Kandungan Air pada Garam Konsumsi Bulan ke-3 Wadah Tertutup

Sampel	Massa (gram)	Massa Yang Hilang (gram)	Kadar Air (% wt)
A1	2.0503	0.0876	4.2725
A2	2.2571	0.06153	2.8262
A3	2.0224	0.00913	0.4553
A4	2.1242	0.3694	17.3916
A5	2.004	0.1544	7.7090
A6	2.0230	0.0765	3.840

Tabel 13. Data Hasil Penelitian Kandungan Air Pada Garam Konsumsi Bulan ke-6 Wadah Tertutup

Sampel	Massa (gram)	Massa Yang Hilang (gram)	Kadar Air (% wt)
A1	2.0317	0.0999	4.9170
A2	2.0333	0.0544	2.6754
A3	2.0223	0.0146	0.7219
A4	2.0278	0.1758	8.6695
A5	2.0529	0.1595	7.7694
A6	2.0010	0.0648	3.24

Lampiran 6 :

Tabel 14. Data Hasil Penelitian Perubahan pH pada Wadah Terbuka

Kode Sampel	pH Bulan ke-0	PH Bulan ke-3	pH Bulan ke-6
A1	8,40	8,90	8,02
A2	7,50	6,80	9,03
A3	7,00	3,80	8,10
A4	7,50	4,10	7,71
A5	8,70	8,40	8,28
A6	8,40	6,70	8,39

Tabel 15. Data Hasil Penelitian Perubahan pH pada Wadah Tertutup

Kode Sampel	pH bulan ke-3	pH bulan ke-6
A1	7,50	8,372
A2	8,80	7,617
A3	9,10	8,306
A4	8,40	8,779
A5	9,00	8,774
A6	9,50	8,716

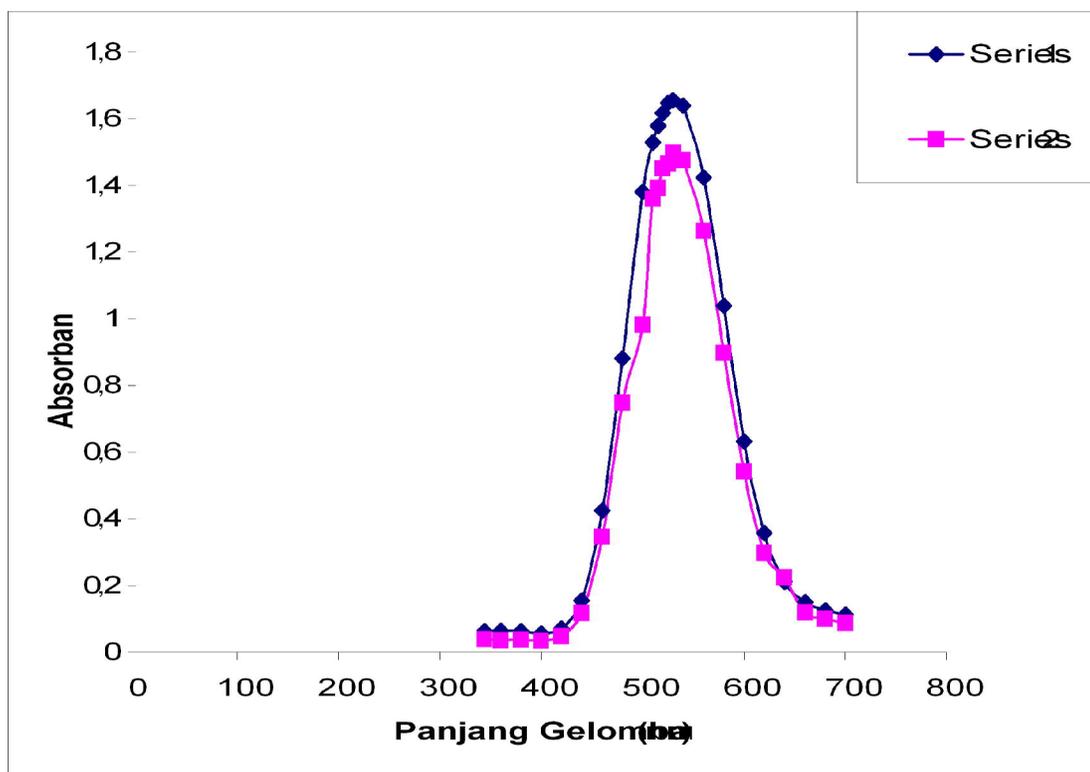
Lampiran 7 :

PENENTUAN PANJANG GELOMBANG OPTIMUM

Tabel 16. Data Hasil Penelitian Panjang Gelombang Optimum untuk Larutan dengan Menggunakan Spektometer Visible DR 2000

No	Panjang Gelombang(nm)	Absorban I(50 ppm)	Absorban II (40 ppm)
1	344	0.063	0.038
2	360	0.064	0.036
3	380	0.063	0.037
4	400	0.056	0.034
5	420	0.071	0.048
6	440	0.155	0.118
7	460	0.425	0.346
8	480	0.88	0.748
9	500	1.381	0.982
10	510	1.528	1.359
11	515	1.579	1.392
12	520	1.617	1.451
13	525	1.647	1.465
14	530	1.655	1.498
15	540	1.639	1.475
16	560	1.424	1.263
17	580	1.039	0.897
18	600	0.631	0.542
19	620	0.357	0.298
20	640	0.21	0.223
21	660	0.15	0.119
22	680	0.126	0.099
23	700	0.112	0.087

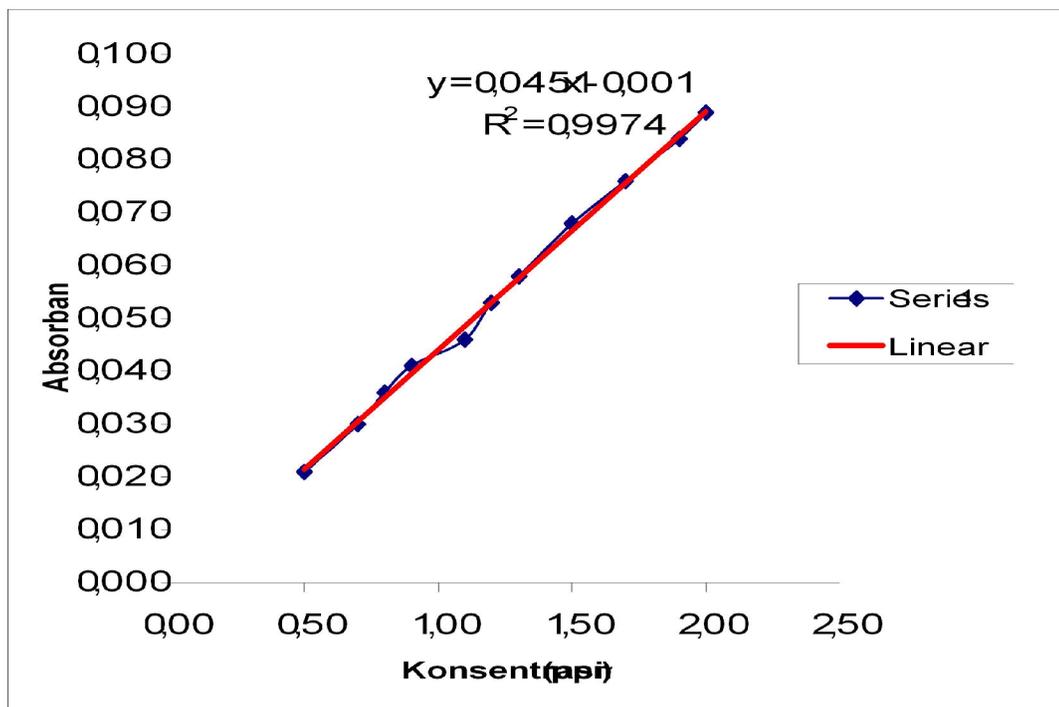
GRAFIK PENENTUAN PANJANG GELOMBANG OPTIMUM



Tabel 17. Data Hasil Penelitian Absorban Larutan Baku Iodium secara Spektrofotometer Visible DR 2000

No.	Konsentrasi Iodium (ppm)	Absorban
1	0.50	0.021
2	0.70	0.030
3	0.80	0.036
4	0.90	0.041
5	1.10	0.046
6	1.20	0.053
7	1.30	0.058
8	1.50	0.068
9	1.70	0.076
10	1.90	0.084
11	2.00	0.089

GRAFIK SERAPAN LARUTAN BAKU IODIUM



Tabel 18. Hasil Pengamatan Serapan Larutan Sampel Garam konsumsi pada Awal Penyimpanan Secara Spektrometer Visible DR 2000 pada panjang gelombang 530 nm

Sampel	Massa (gram)	Absorban I	Absorban II	Abs. rata-rata	Kadar Iodium
A1	10,1031	0,045	0,044	0,0445	38,0994
A2	10,0412	0,053	0,055	0,054	46,7254
A3	10,0021	0,040	0,040	0,040	34,4938
A4	10,0523	0,045	0,044	0,0445	38,2919
A5	10,0112	0,047	0,047	0,047	40,6639
A6	10,0325	0,049	0,049	0,049	42,3457

Tabel 19. Hasil Pengamatan Serapan Larutan Sampel Garam Dapur Wadah Terbuka
Secara Spektrometer Visible DR 2000 pada panjang gelombang 530 nm

Sampel	Massa (gram)	Absorban I	Absorban II	Abs. rata-rata	Kadar Iodium
A1	10.0164	0.017	0.018	0.0175	14,5216
A2	10.0233	0.039	0.039	0.039	33,5360
A3	10.0240	0.044	0.043	0.0435	37,5152
A4	10.0127	0.213	0.214	0.2135	10,9838
A5	10.1071	0.052	0.051	0.0515	8,8629
A6	10.0246	0.030	0.031	0.0305	26,01139

Tabel 20. Hasil Pengamatan Serapan Larutan Sampel Garam Dapur Wadah Tertutup
Secara Spektrofotometer Visible DR 2000 pada panjang gelombang 530 nm

Sampel	Massa	Absorban I	Absorban II	Abs. rata-rata	Kadar Iodium
A1	10.1204	0.038	0.037	0.0375	31,8997
A2	10.0833	0.050	0.052	0.051	43,8915
A3	10.0871	0.034	0.041	0.0375	32,0050
A4	10.0724	0.044	0.044	0.044	37,7752
A5	10.0588	0.046	0.045	0.0455	39,1489
A6	10.0866	0.049	0.048	0.0485	41,6789

Lampiran 8:

Contoh perhitungan

A. Kadar Fe dan K

Dari hasil pengukuran larutan baku standar Σr untuk K diperoleh 0,01172 dan untuk Fe diperoleh $E_r = 0,0166$

$$\frac{\Sigma E_r}{\Sigma r}$$

Dari hasil ΣE_r yang diperoleh dimasukkan dalam rumus:

$$\frac{100 \times \Sigma E_r}{\Sigma r} = \frac{100 \times 0,0166}{0,01172} = 1416,98$$

B. Kadar Kalsium dan Magnesium

$$\text{Kadar Ca} = \frac{100 \times \Sigma E_r}{\Sigma r}$$

$$\text{Misalnya untuk } A_1 = \frac{100 \times 0,005}{25} \times 100 = 200$$

$$\text{Kadar Mg} = \frac{100 \times \Sigma E_r}{\Sigma r}$$

$$\text{Misalnya untuk } A_1 = \frac{100 \times 0,025}{25} \times 100 = 100$$

Lampiran 9 :

Hasil Korelasi Regresi Linier Berganda

A. Wadah Terbuka bulan ke-3

Descriptive Statistics

	Mean	Devia	N
KALS	3183	3E-02	6
PH	4500	2,1230	6
AIR	5357	50290	6
IODIU	5148	63096	6

Correlations

	ALSIUM	PH	AIR	ODIUM	
Pearson Cor KALS	1,000	,938	,552	-,592	
PH	,938	1,000	,386	-,419	
AIR	,552	,386	1,000	-,998	
IODIU	-,592	-,419	-,998	1,000	
Sig. (1-tailed KALS	,	,003	,128	,108	
PH	,003	,	,225	,204	
AIR	,128	,225	,	,000	
IODIU	,108	,204	,000	,	
N	KALS	6	6	6	6
	PH	6	6	6	6
	AIR	6	6	6	6
	IODIU	6	6	6	6

Variables Entered/Removed

Model	Variable Entered	Variable Removed	Method
1	IODIU, PH, AIR		Enter

aAll requested variables

bDependent Variable: KALS

Model Summary

Model	R	R Squared	Adjusted R Squared	Estimate of Error Variance	Change Statistics			
					F	Sig.	df1	df2
1	,377	,143	,027	74,53	,039	3	2	39

aPredictors: (Constant), IODIU, PH, AIR

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	,023	3	,008	,053	,039 ^a
Residual	,032	2	,016		
Total	,055	5			

^aPredictors: (Constant), IODIUM, AIR, PH

^bDependent Variable: KALSIMUM

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,182	,644		,835	,208
	PH	,007	,007	,694	,737	,042
	AIR	,035	,035	,697	,888	,200
	IODIUM	,016	,016	,990	,006	,183

^aDependent Variable: KALSIMUM

B. Wadah Tertutup bulan ke-3

Descriptive Statistics

	Mean	Deviation	N
KALSIMUM	,183	,032	6
MAGNESIUM	,850	,188	6
AIR	,243	,018	6
PH	,716	,696	6

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PH, AIR, MAGNESIUM		Enter

^aAll requested variables entered

^bDependent Variable: KALSIMUM

Model Summary

Model	R	Adjusted R Squared	Standard Error of the Estimate	Change Statistics		
				Delta R Squared	df1	df2
1	.968	.968	1.190	3	2	968

a. Predictors: (Constant), PH, AIR, MAG

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	.03	3	E-03	.076	.968
1 Residual	.02	2	E-02		
1 Total	.02	5			

a. Predictors: (Constant), PH, AIR, MAG

b. Dependent Variable: KALSIMUM

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
					B	beta	Partial
1 (Constant)	.34591		.587	.517			
1 MAG	.74927	.450	.403	.726	.040	.274	.270
1 AIR	-.03011	-.070	.102	.928	.032	.072	.068
1 PH	-.02160	-.530	.471	.684	.154	.316	.316

a. Dependent Variable: KALSIMUM

C. Wadah Terbuka bulan ke-6

Descriptive Statistics

	Mean	Deviation	N
KALS	183	3E-02	6
MAG	850	18814	6
PH	1500	1230	6
AIR	357	50290	6

Correlations

		ALSIU	MAGNES	PH	AIR
Pearson Co	KALSIL	1,000	-,040	,938	,552
	MAGNES	-,040	1,000	,192	,173
	PH	,938	,192	1,000	,386
	AIR	,552	,173	,386	1,000
Sig. (1-tailed)	KALSIL	,	,470	,003	,128
	MAGNES	,470	,	,358	,372
	PH	,003	,358	,	,225
	AIR	,128	,372	,225	,
N	KALSIL	6	6	6	6
	MAGNES	6	6	6	6
	PH	6	6	6	6
	AIR	6	6	6	6

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AIR, MAGNES, PH		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: KALSIL

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error of the Estimate	ANOVA			Change Statistics
					F	Sig.	df	
1	,938	,883	,025	883,333	,025	3	2	25

a. Predictors: (Constant), AIR, MAGNES, PH

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	,025	3	,00833	883,333	,025
Residual	,040	2	,02000		
Total	,065	5			

a. Predictors: (Constant), AIR, MAGNES, PH

b. Dependent Variable: KALSIL

Coefficients

Model	Predictors	Standardized Coefficients			t	Sig.	Correlations	
		B	Beta	Partial			Part	
1 (Constant)		-.020	.032	221	.156			
	MAGNESIUM	.012	.077	254	.738	.112	.040	
	PH	-.020	.005	389	.961	.012	.938	
	AIR	-.030	.002	252	.550	.126	.552	

Dependent Variable: KALSIMUM

D. Wadah Tertutup bulan ke-6

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
KALSIMUM	8183	,13E-02	6
MAGNESIUM	4985	,11881	6
AIR	5533	,074866	6
PH	4273	,4476	6
IODIUM	3200	,046538	6

Correlations

	KALSIMUM	MAGNESIUM	AIR	PH	IODIUM
Pearson Correlation	1,000	-,040	,413	,242	,218
		1,000	,159	-,548	-,035
			1,000	,603	,103
				1,000	-,210
					1,000
Sig. (1-tailed)	,470	,470	,208	,322	,339
	,470	,382	,130	,474	
	,208	,382	,103	,423	
	,322	,130	,103	,345	
	,339	,474	,423	,345	
N	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6
	6	6	6	6	6

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	IODIUM, MAGNESIUM, AIR, PH		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: KALSIUM

Model Summary

Model	R	Adjusted R Square	Standard Error of the Estimate	ANOVA			
				Sum of Squares	df	Mean Square	F
1	.551	.162	20.271	16.394	1	.813	

a. Predictors: (Constant), IODIUM, MAGNESIUM, AIR, PH

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1.02	4	.255	16.394	.000 ^a
1 Residual	0.02	1	.02		
1 Total	1.02	5			

a. Predictors: (Constant), IODIUM, MAGNESIUM, AIR, PH

b. Dependent Variable: KALSIUM

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients	Standard Error	Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
						B	Std. Error	Partial
1 (Constant)	457.580	20.082		22.78	.000			
1 MAC	202.647	243.123	.451	.822	.440	.122	.109	
1 AIR	-.02069	.568266	-.036	-.083	.413	.257	.236	
1 PH	-.02575	.212081	-.121	-.121	.948	.242	.081	.072
1 IODIUM	-.03024	.106088	-.285	-.285	.944	.218	.088	.078

a. Dependent Variable: KALSIUM

E. Wadah Terbuka Bulan ke-6

Descriptive Statistic

	Mean	Devia	N
IODIUM	148,53	3096	6
BESI	83,25	13	6
KALIUM	533,23	80	6

Correlations

	IODIUM	BESI	KALIUM	
Pearson Correlation	IODIUM	1,000	-,466	-,303
	BESI	-,466	1,000	,864
	KALIUM	-,303	,864	1,000
Sig. (1-tailed)	IODIUM	,	,176	,280
	BESI	,176	,	,013
	KALIUM	,280	,013	,
N	IODIUM	6	6	6
	BESI	6	6	6
	KALIUM	6	6	6

Variables Entered/Removed

Model	Variable Entered	Variable Removed	Method
1	KALIUM BESI		Enter

a. All requested variables

b. Dependent Variable: IODIUM

Model Summary

Model	R	Adjusted R Square	Change Statistics				
			F	Sig.	df1	df2	Chi-Square
1	,665	,404	43,5616	,2	3	42	

a. Predictors: (Constant), KALIUM, BESI

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	349,674	2	174,837	516,642	,000
Residual	356,452	3	118,817		
Total	706,126	5			

a. Predictors: (Constant), KALIUM, BESI

b. Dependent Variable: IODIUM

Coefficients

Model		Standardized Coefficients			t	Sig.	Correlations	
		B	Beta	Partial			Partia	
1	(Constant)	.134	.268	1.08				
	BESI	.179	.314	1.75	.466	.125	.105	
	KALIUM	.002	.397	.718	.303	.224	.198	

a. Dependent Variable: IODIUM

F. Wadah Tertutup bulan ke-6

Descriptive Statistics

	Mean	Deviation	N
IODIUM	200,165	38	6
BESI	8,83	25,13	6
KALIUM	533,23	80	6

Correlations

	IODIUM	BESI	KALIUM
Pearson Correlation	1,000	-,205	-,575
	BESI	1,000	,864
	KALIUM	-,575	1,000
Sig. (1-tailed)		,349	,116
	BESI		,013
	KALIUM	,116	
N	6	6	6
	BESI	6	6
	KALIUM	6	6

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KALIUM BESI		Enter

a. All requested variables

b. Dependent Variable: IODIUM

Model Summary

Model	R	Adjusted R Squared	Standard Error of the Estimate	Change Statistics		
				Delta R Squared	F	Sig.
1	.165	.144	77.679	2	3	.193

a. Predictors: (Constant), KALI

ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	544.772	2	272.386	998.193	.000
1 Residual	797.599	3	265.866		
1 Total	1342.371	5			

a. Predictors: (Constant), KALI

b. Dependent Variable: IODIUM

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations	
					B	Beta
1 (Constant)	23.204		.565	.005		
1 BE	27.130	.537	4.018	.000	.205	.709
1 KALI	4.000	.571	3.710	.008	.575	.307

a. Dependent Variable: IODIUM

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1997). *Encyclopedia of Science and Technology*, No. 7; 12; 13, McGraw-Hill Book Company.
- BPS-UNICEF Report, (1995). *National Survey on the status of Iodine Deficiency Disorder (IDD) in Indonesia*.
- Chauhan, S. A., Bhatt, A. M., Bhatt, M. P., and Majeethia, K. M., (1992). *Stability of Iodized Salt with Respect to Iodine Content*, India Research and Industry.
- Cotton, F. A. and Wilkinson, G., diterjemahkan oleh Soeharto, S., (1989). *Kimia Anorganik Dasar*, UI-Press, Jakarta.
- Day, R. A. and Underwood, A. L., (1998). *Analisis Kimia Kualitatif*, Edisi 5. Erlangga. Jakarta.
- Diossady, L. L., Alberti, J. O., Mannar, M. G. V., and Stone, T. G., (1997). *Stability of Iodine in Iodized Salt Used for Correction of Iodine-deficiency Disorders*, Food and Nutrition Bulletin, 18(4):388-396. Hand Book of Chemistry & Physics, 62 nd Edition 1982, CRC PRESS.
- Djoko, M., (1986). *Efek Defisiensi Iodium Pada Masyarakat*, Fakultas Kedokteran-UNDIP. Semarang.
- Holman, J. C. M. and McCartney, W., (1960), *Iodized Salt in "Endemic Goitre*, World Health Organization, Monograph Series No. 44, pp.431 -438, Geneva.
- Iswanto dan Amri M., (2002). *Besi Nutrisi Yang Berguna Sekaligus Berbahaya*, dalam Kompas 13 September.
- Kodyat B. A. (1992). *Masalah Yang Dihadapi Dalam Penyelenggaraan Intervensi Garam Fortifikasi Dan Upaya Mengatasinya*, PAU Pangan Dan Gizi IPB, Bandung.
- Kompas, (2002). *Upaya Penanggulangan Gangguan Akibat Kekurangan Yodium*, terbitan 26 – Nopember 2002.
- Mannar, M. G. V. and Dunn, J. T., (1995). *Salt Iodization for the Elimination of Iodine Deficiency*, Chapter 7, ICCIDD.
- Mulia, K., (1998). Report : *Assessment of Effect Salt Quality and Storage on Retention of Iodine in Iodized Salt*, Indonesian IDD Control Project, LEMTEK FTUI & World Bank.

- Noor, A., (2002). *Kimia Analisis Unsur Runut*, Edisi kedua, Penerbit Yayasan Mitra Sains Indonesia, Makassar.
- Ranganathan, S. and Rao, N., (1986). *Stability of Iodine in Iodized Salt*, Indian Food Industry, Vol 5, July-September, National Institute of Hyderabad-500 007.
- Riley, J.P., and Skirrow, G., (1975). *Chemical Oceanography*.
- Robert, K. and Darly, K., (1995). *Harper's Biochemistry*, edisi ke-22, Penerbit buku Kedokteran, Jakarta.
- Saksono, N., (2000). *Pengaruh Pencucian terhadap Kandungan Zat pen.gotor dan zat Pereduksi*, Jurusan Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Saksono, N., Laksmi, D., Wulandari., Kamarza., Mulia., Elsa K., dan Rita A., (2002). *Stabilitas KIO₃ dalam Berbagai Kualitas Garam Indonesia*, Jurusan Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Santoso, S., (2002). *SPSS Versi 10 Mengolah Data Statistik secara Profesional*, PT Gramedia, Jakarta.
- Sibuae P., (2002). *Perbaikan Gizi Anak Sekolah Sebagai Investasi SDM*. dalam Kompas 9 September 2002.
- Snell F. D. and Losue, S. E., (1971). *Iodates "Encyclopedia of Industrial Chemistry Analysis*, Intercience Publisher, New York.
- Soekirman, (2002). *Status Gizi dan Masyarakat Yang Demokratis*, dalam Kompas 17 Juni 2002.
- Standar Nasional Indonesia. (SNI), (1994). *Peraturan Nomor 01-3556*, Departemen Perindustrian Republik Indonesia,
- Upe, A., (2000). *Penerapan Manajemen Teknologi Tepat Guna Untuk Pengembangan Produk Garam*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Makassar.
- Wirakartakusumah, M. A. and Purwiyatno H., (1998). *Technical Aspects of Food Fortification*, Food and Nutrition Bulletin Vol. 19. No 2 : 101 – 102.

