



LAPORAN PENELITIAN DOSEN MUDA
TAHUN ANGGARAN 2005

PERBEDAAN KANDUNGAN YODIUM (I), SELENIUM (Se), SENG (Zn), NITRAT (NO₃) DAN TIMAH (Pb) DI DAERAH ENDEMIK DAN NON ENDEMIK GONDOK DI KABUPATEN MADIUN

Oleh:

Evy Arfianti, SKM.

Mirna Esvanti, SKM.

Prof. dr. Bambang Wirjatnadi, MS., MCN., Ph.D.

KK C

KK

Lp 97/c2.

Ar E

P

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Diblayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian
dan Pengabdian kepada Masyarakat

Nomor : 036/SPPP/PP-PM/DP3M/IV/2005

Nomor Urut : 57



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

November, 2005

IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA

1. a. Judul Penelitian : Perbedaan Kandungan Yodium(I), Selenium(Se) Seng(Zn), Nitrat(NO₃) dan Timah Hitam(Pb) Di Daerah Endemik dan Non Endemik Gondok Di Kabupaten Madiun
- b. Macam Penelitian : () Fundamental (V) Terapan () Pengembangan
- c. Kategori Penelitian : I / II / III
2. Kepala Proyek Penelitian :
 - a. Nama Lengkap : Evy Arfianti
 - b. Jenis kelamin : Perempuan
 - c. Pangkat/Golongan/NIP : Pengatur/ II C / 132 254 855
 - d. Jabatan sekarang : Staff Dosen
 - e. Fakultas/Puslit : Kesehatan Masyarakat Unair/Pusat Pengembangan dan Penelitian Gizi Unair
 - f. Universitas : Airlangga
 - g. Bidang Ilmu yang diteliti : Gizi
3. Jumlah Tim Peneliti : 2 (Dua) orang
4. Lokasi Penelitian : Kecamatan Balerejo dan Kecamatan Mejayan Kabupaten Madiun
5. Kerjasama dengan Instansi lain
 - a. Nama Instansi : -
 - b. Alamat : -
6. jangka Waktu Penelitian : 6 bulan
7. Biaya yang Diperlukan : Rp. 6.000.000,-
(Enam Juta Rupiah)

Surabaya, 20 Februari 2006

Mengetahui:
Ketua Pusat Pengembangan dan
Penelitian Gizi Lembaga Penelitian
Unair

Ketua Peneliti

Prof.dr.Bambang Wirjatmadi,MS,MCN,Ph.D,Sp.GK
NIP : 130 610 098

Evy Arfianti, SKM
NIP : 132 254 855

Mengetahui :
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unair,

RINGKASAN

PERBEDAAN KANDUNGAN YODIUM(I), SELENIUM(Se), SENG(Zn), NITRAT(NO_3) DAN TIMAH HITAM(Pb) DI DAERAH ENDEMIK DAN NON ENDEMIK. (Evy Arianti dan Mirza Esvanti, 2005-94 halaman).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kandungan yodium urin, selenium serum, seng rambut, nitrat darah dan Pb dalam darah terhadap kejadian gondok di daerah endemik gondok (Desa Gading) dan non endemik gondok (Desa Mejayan) di Kabupaten Madiun.

Gondok adalah merupakan salah satu masalah kesehatan utama di Indonesia, terutama di Jawa Timur. Banyak usaha pemerintah, dalam hal ini Departemen Kesehatan yang telah dilaksanakan diantaranya dengan suplementasi kapsul yodium dan fortifikasi yodium dalam garam dapur. Namun usaha tersebut belum memberikan hasil yang optimal. Prevalensi TGR (*Total Goitre Rate*) memang cenderung menurun, akan tetapi daerah dengan gondok endemik baru cenderung makin meluas dari tahun ke tahun. Apabila sebelumnya penderita gondok terutama banyak ditemukan di daerah pegunungan / dataran tinggi, sekarang telah meluas dan banyak dijumpai di dataran rendah.

Sampel penelitian ini terdiri dari 40 Anak SD yang terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok penderita gondok sebesar 20 anak dan kelompok bukan penderita gondok sebesar 20 anak. Gondok diidentifikasi dengan palpasi. kadar yodium urine dianalisa di laboratorium GAKY Semarang, kadar yodium tanah, air, kadar selenium serum, air dan tanah dan kadar Pb darah, air dan tanah dianalisa di laboratorium BATAN Yogyakarta. Karakteristik keluarga responden, pola konsumsi didapatkan dari data kuesioner dengan metode wawancara. Selain itu dilakukan pengukuran tinggi badan untuk menentukan status gizi berdasarkan tinggi badan / umur.

Hasil penelitian ini menunjukkan TGR di daerah endemik (Desa Gading) 31,9 % sedangkan TGR di daerah non endemik (Desa Mejayan) 0,05 %. Jumlah anggota keluarga yang dimiliki responden di kedua daerah ini pada umumnya tergolong kecil yaitu sebuah keluarga yang terdiri dari Ayah, Ibu, dan satu orang anak. Bila dilihat dari segi pendidikan orang tua responden, maka rata-rata orang tua responden tingkat pendidikannya rendah yaitu lulusan SD dan SMP. Sedangkan pekerjaan

orang tua responden baik di daerah endemik gondok maupun non endemik adalah petani. Untuk daerah endemik rata-rata ibu responden bekerja sebagai petani dan buruh tani, sedangkan untuk daerah non endemik rata-rata ibu responden tidak bekerja.

Dari hasil recall, diperoleh informasi daerah endemik gondok kecukupan protein yang ≥ 70 % RDA sebanyak 30 %, selebihnya 70 % responden kecukupan proteinnya < 70 % RDA. Kebalikan dengan daerah non endemik dimana 80 % responden kecukupan proteinnya ≥ 70 % RDA dan 20 % responden kecukupan proteinnya < 70 % RDA.

100 % responden di daerah endemik mempunyai kadar yodium urin ≥ 100 $\mu\text{g/l}$ (kategori normal) sedangkan di daerah non endemik 90 % kadar yodium urin ≥ 100 $\mu\text{g/l}$. Di kedua daerah penelitian (65 % di daerah endemik, 55 % di daerah non endemik) mempunyai kadar selenium serum normal (0,1-0,2 $\mu\text{g/l}$) 100 % responden di daerah endemik dan 95 % di daerah non endemik mempunyai kadar seng yang normal (≥ 70 $\mu\text{g/g}$). Tetapi sebagian besar responden mempunyai kadar nitrat dalam darah lebih dari 0,1 ppm (95 % di daerah endemik dan 65 % di daerah non endemik). Konsentrasi Pb dalam darah di kedua daerah tidak terdeteksi tetapi kadar Pb di tanah (Daerah endemik sebesar $38,150 \pm 0,050$ ppm sedangkan di daerah non endemik $26,375,150 \pm 0,225$ ppm yang lebih dari normal ($> 5-25$ ppm). Gondok di daerah endemik disebabkan karena adanya nitrat yang mengganggu proses pembentukan hormon tiroksin.

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan yodium urin, nitrat dalam darah dan RDA protein terhadap kejadian gondok di daerah endemik dan non endemik. Semakin tinggi kandungan yodium urin maka semakin besar kemungkinan terjadinya gondok karena adanya *blocking agent* yang mengganggu proses pembentukan hormon tiroid. Semakin rendah kecukupan protein (< 70 % RDA) semakin besar kemungkinan terjadinya gondok. Tingginya kadar nitrat di daerah penelitian bisa dikarenakan hasil pertanian terbesar di daerah tersebut adalah produksi tebu yang banyak menggunakan pupuk nitrogen yang dalam sisi dapat menghasilkan produksi tanaman pangan yang tinggi sehingga menguntungkan petani, tetapi ternyata merupakan *blocking agent* dalam proses pembentukan hormon tiroid

Kata kunci = YODIUM, SELENIUM, SENG, NITRAT;
 Tempat = Endemik, non endemik

SUMMARY

THE DIFFERENT OF IODINE, SELENIUM, ZINC AND NITRAT AMONG ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN IN ENDEMIC AND NON ENDEMIC GOITRE AREA OF MADIUN DISTRICT

Evy Arfianti* dan Mirza Esvani**

* Department of Nutrition Faculty of Public Health, Airlangga University

** Nutrition Center of Madaun Hospital in district of Madiun

Goitre is still considered as one of the mayor nutritional problem in Indonesia, particularly in east Java. Theoretically, goitre is usually and widely reported to be found in the high mountain range, where the the iodine content in soil and water is usually low. Even though, iodine supplementation and salt fortification with iodine program have been done widely, but the result of the program has not showed to be optimum. But, in fact, it has been reported that endemic goitre areas have spreaded widely into low land areas, including coastal and city areas.

The purpose of the study about the relationship between the standard of Iodine in urine, selenium in serum, zinc in hair, nitrat in blood and lead in blood factors influencing goitre in elementary school children among goiter endemic area and non endemic area, District of Madiun, East Java

Samples were 40 elementary school children divided into 2 group, i.e., those with goiter (20 children) and without goiter (20 children) Goiter was identified by palpation (WHO classification). IUE (Urine Excretion Iodine) were measured in IDD Laboratory (Diponegoro Semarang). Yodium in water and soil, selenium in serum, water and soil, zinc in hair, water and soil, Nitrat in blood, water and soil, Pb in blood, water and soil in National Nuclear Energy Agency (Yogyakarta). Moreover, household characteristics, food consumption and soci economic data etc, were also collected by using questionnaire.

The result of this study showed that Total Goiter Rate (TGR) in endemic area (Gading village) and non endemic area (Mejayan village) were 31,9% and 0,05 % respectively. 100 % respondents in endemic area (Gading area) had UEI

concentration $\geq 100 \mu\text{g/l}$ and 90 % respondent in non endemic area (Mejayan village) had UFEI concentration $\geq 100 \mu\text{g/l}$. In both area (65% in endemic area, 55% in non endemic area) had selenium concentration in marginal normal condition (0,1 – 0,2 $\mu\text{g/l}$). 100% respondent in endemic area and 95% respondent in non endemic area had zinc in hair normal concentration ($> 70 \mu\text{g/g}$). Unfortunately, most respondent had nitrat blood concentration more than 0,1 ppm (95% in endemic area and 65% in non endemic area). Lead blood concentration in both area were not detection. Goitre in endemic area was more likely caused by goitrogenic (nitrat intoxication) as blocking agent.

Result of statistical test showed that there was significant relationship in urinary iodine level, nitrat in blood and RDA protein influencing goitre between goitre endemic area and non endemic area. So, iodine supplementation in endemic area are polluted by nitrat. Further analysis revealed that there was a correlation between nitrat in blood and goitre incidence ($p < 0,05$), with odd ratio of 0,079 indicating that children had children had possibility of having goitre level much as 0,079 times higher if concentration nitrat $> 0,1 \text{ ppm}$ so concentration nitrat in blood must be zero.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya, sehingga dapat terselesaikannya laporan penelitian dengan judul :

" Perbedaan Kandungan Yodium(I), Selenium(Se), Seng(Zn), Nitrat(NO3) dan Timah Hitam(Pb) Di Daerah Endemik dan Non Endemik Gondok Di Kabupaten Madiun"

Dengan selesainya laporan ini, maka peneliti mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada

1. Prof.Dr.H. Sarmanu,M.S selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
2. Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun dan Kepala Seksi Gizi Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun.Kepala Puskesmas Balerejo dan Kepala Puskesmas Mejayan beserta seluruh staff
3. Rekan-rekan serta semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu yang telah membantu dengan suka rela dan sepenuh hati demi terlaksananya penelitian ini

Peneliti berharap, semoga hasil penelitian ini dapat merupakan sumbangari yang berharga bagi perkembangan ilmu pengetahuan, perbaikan program dan peneliti sendiri dalam pengembangan penelitian-penelitian berikutnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR / ILLUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
II. PENDAHULUAN	1
VII. TINJAUAN PUSTAKA	8
VIII. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
IX. METODE PENELITIAN	41
X. HASIL DAN PEMBAHASAN	49
XI. KESIMPULAN DAN SARAN	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kadar Hemoglobin Yang Menunjukkan Anemia.....	10
Tabel 2.2.	Penyebaran Besi Dalam Tubuh.	19
Tabel 2.3.	Kecukupan Konsumsi Besi Untuk Anak Usia Sekolah.....	25
Tabel 2.4.	Angka Kecukupan Gizi Rata-rata Yang Diinginkan.....	33
Tabel 5.1.	Distribusi Hb Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Desa Bena Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	62
Tabel 5.2.	Distribusi Umur Subyek Penelitian Pada Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Desa Bena Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	63
Tabel 5.3.	Distribusi Subyek Penelitian Menurut Besar Pendapatan Keluarga Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	64
Tabel 5.4.	Distribusi Jumlah Anggota Keluarga Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003	65
Tabel 5.5.	Distribusi Tingkat Pendidikan Ayah Subyek Penelitian Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	67
Tabel 5.6.	Distribusi Tingkat Pendidikan Ibu Subyek Penelitian Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	68
Tabel 5.7.	Distribusi Jenis Pekerjaan Ayah Subyek Penelitian Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec Amanuban Selatan Kab TTS Tahun 2003.....	69
Tabel 5.8.	Distribusi Jenis Pekerjaan Ibu Subyek Penelitian Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	69
Tabel 5.9.	Distribusi Jumlah Dan Jenis Riwayat Penyakit Penyerta Lain	

	Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	71
Tabel 5.10.	Distribusi Lama Subyek Penelitian Mengalami Riwayat Kejadian Penyakit Penyerta Lama Pre test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	71
Tabel 5.11.	Distribusi Pembesaran Limpa Subyek Penelitian PreTest dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	72
Tabel 5.12	Distribusi Rata-rata Pengukuran Kadar Hemoglobin Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	74
Tabel 5.13.	Distribusi Selisih Rata-rata Pengukuran Kadar Hemoglobin Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	75
Tabel 5.14.	Distribusi Pengukuran Rata-rata BB Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec Amanuban Selatan Kab TTS Tahun 2003.....	76
Tabel 5.15	Distribusi Selisih Rata-rata Pengukuran BB Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	77
Tabel 5.16.	Distribusi Pengukuran Rata-rata Pengukuran TB Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	78

Tabel 5.17.	Distribusi Selisih Rata-rata Pengukuran TB Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	74
Tabel 5.18.	Distribusi Rata-rata Energi Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	81
Tabel 5.19.	Distribusi Rata-rata Protein Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	82
Tabel 5.20.	Distribusi Rata-rata Zat Besi (Fe) Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	85
Tabel 5.21.	Distribusi Rata-rata Vitamin C Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	87
Tabel 5.22.	Distribusi Pola Makan Keluarga Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	89
Tabel 5.23.	Distribusi Nafsu Makan Subyek Penelitian Pre Test Dan Post Test Masing-masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I-III Di SD Inpres Panite II Kec. Amanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003.....	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Penyebab Defisiensi Zat Besi.....	14
Gambar 2.2. Metabolisme Fe.....	22
Gambar 2.3. Perjalanan Seng (Zn) Di Dalam Tubuh.....	28
Gambar 3.1. Kerangka konsep	48
Gambar 4.1. Rancangan Penelitian	55
Gambar 5.1. Distribusi Pengukuran Kadar Hb Pre test dan Post Test Masing-masing Kelompok I, II dan III Pada Anak Sekolah Kelas I – III Di SD Inpres Panite II Desa Bena, Kec. Amatanuban Selatan Kab. TTS tahun 2003	73
Gambar 5.2. Rata-rata asupan Protein Total dan Protein Hewani Pre Test dan Post Test Masing-Masing Kelompok Anak Sekolah Kelas I- III Di SD Inpres Panite II Desa Bena Kec Amatanuban Selatan Kab. TTS Tahun 2003	84

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data-data primer penelitian
Lampiran 2 : Hasil Uji Regresi Logistik
Lampiran 3 : Gambar Peta Endemik Gerdok
Lampiran 4 : Kuisioner Penelitian
Lampiran 5 : Surat Pernyataan
Lampiran 6 : Hasil Pemeriksaan Urin dan Cara Pemeriksaanya
Lampiran 7 : Surat Ijin Penelitian



BAB I PENDAHULUAN



1. 1. Latar Belakang

GAKY (Gangguan Akibat Kurang Yodium) merupakan salah satu masalah gizi yang utama di Indonesia. Pada tahun 1982, diperkirakan terdapat 30 juta orang berdiam di daerah beresiko GAKY. Di Indonesia, angka tersebut diperkirakan telah menjadi 42 juta jiwa pada tahun 1994, dan tersebar di sekitar 190 kabupaten di 26 propinsi. Dari jumlah tersebut terdapat lebih dari 10 juta penduduk menderita gondok, 750.000-900.000 menderita kretin endemik dan 3,5 juta penduduk menderita GAKY lainnya (Thaha dkk., 2002)

GAKY (Gangguan Akibat Kurang Yodium) atau yang istilah sebelumnya sering dikenal sebagai Gondok Endemik, dari studi terakhir terbukti bahwa kekurangan yodium tidak hanya menyebabkan gondok saja tetapi juga hal-hal lain yang sering kurang disadari oleh kebanyakan orang. Sebaliknya gondok endemik ternyata juga tidak hanya disebabkan oleh kekurangan yodium juga karena faktor-faktor lain misalnya adanya zat goitrogen, faktor nutrisi lain dan atau faktor keturunan (Djokomoeljanto, 1993)

Walaupun defisiensi yodium dapat selalu menyebabkan gondok, namun banyak faktor lain yang dapat menyebabkannya, diantaranya irigasi yang intensif yang merupakan bagian dari intensifikasi pertanian mengakibatkan alkalinisasi tanah dan menghilangnya kandungan mikromineral dalam tanah, yang tercermin dengan rendahnya kandungan yodium dalam makanan dan minuman dan juga selenium (Bambang W, 2002). Penelitian sebelumnya di Desa Kebensari Kecamatan

Kebonsari Kabupaten Madiun ditemukan kadar yodium air minum sebesar 0,00-0,667 $\mu\text{g/l}$ yang kurang dari standar (100 $\mu\text{g/l}$) dan kandungan selenium dalam air minum hanya berkisar 0,6306 – 1,593037 $\mu\text{g/l}$. (Sri Sumarni, 1999).

GAKY merupakan masalah yang serius, berdasarkan Survey Pemetaan Nasional GAKY tahun 1998, diketahui bahwa GAKY telah menyebar di seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur, yaitu meliputi 4.540 desa (53,9 % desa yang ada) terdiri dari : 1.958 desa (43,1 %) endemik tingkat ringan, 1.004 desa (22,1 %) endemik tingkat sedang dan 1.578 desa (34,8%) endemik tingkat berat. Prevalensi *Total Gitter Rate* (TGR) pada anak usia sekolah (siswa SD) rata-rata di Jawa Timur adalah sebesar 16,3 %. Angka ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata nasional sebesar 9,8%

Daerah gondok endemik pada mulanya banyak dijumpai di sepanjang wilayah pantai selatan, seperti Kabupaten Jember, Malang, Bitar, Tulungagung, Trenggalek, Ponorogo dan Pacitan, sehingga daerah tersebut selalu menjadi fokus program penanggulangan GAKY.

Hasil survei di Jatim 1998, menunjukkan bahwa gondok tidak hanya terjadi di daerah pegunungan dan pantai tapi juga pada dataran rendah. dimana mempunyai risiko besar terjadinya gondok endemik mulai derajat ringan sampai berat. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan epidemiologi penyakit gondok tidak dalam jumlah, tetapi dalam distribusi wilayahnya. Pertambahan jumlah desa dengan gondok endemik telah dilaporkan yang jumlahnya berkisar 43-144 desa di Jawa Timur. Desa-desa tersebut meliputi wilayah Kabupaten Tuban, Lamongan, Pasuruan, Probolinggo, Mojokerto, Jombang, Madiun, Ngawi serta Kota Surabaya, Malang dan Kediri (Bambang W., 1994; Dinas Kesehatan Dati I Propinsi Jawa Timur, 1998;

Barbang W., 1998; Merryana A., 1998; Merryana. A.,1999; Inong R.G., 1999; Kasnadi, 2000; Bambang P., 2000; Teguh P.H., 2000; Nanik, S., 2000; Bambang W. dkk 2001).

Dilaporkan pada tahun 1998 Kabupaten Madiun telah menjadi daerah endemik berat dengan prevalensi TGR sebesar 61,5 % (Dinkes. Dati I Propinsi Jawa Timur, 1997 dan 1998; Jawa Pos, 18 Pebruari 1999). Sedang hasil survey tahun 2001, daerah endemik meningkat menjadi 91,25 % dari 80 desa yang disurvei atau 73 desa merupakan endemik dari tingkat ringan hingga berat. Data terbaru tahun 2002 dengan sampel anak sekolah dasar pada lokasi yang berbeda, dari 60 desa yang disurvei, 80% termasuk daerah endemik dan selebihnya (20%) termasuk non endemik. Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun juga sudah melakukan kegiatan penanggulangan kekurangan yodium antara lain distribusi kapsul yodium bagi kelompok sasaran yaitu: a). Wanita Usia Subur (WUS); b). Ibu hamil, c). Ibu nifas dan c). Anak sekolah di daerah endemik sedang dan berat yang mencapai 81,09 %. Selain itu juga dilakukan monitoring konsumsi garam yodium baik melalui sampel anak sekolah maupun hasil kajian pemantauan di tingkat masyarakat dan pasar (Dinkes Madiun, 2001).

Desa Giding Kecamatan Balerejo merupakan salah satu daerah endemik berat yang berdasarkan survey GAKY tahun 1994 dan 2001 dengan sampel daerah yang sama menunjukkan peningkatan prevalensi dari endemik sedang (23,67 %) menjadi endemik berat (38,46 %), padahal program penanggulangan GAKY oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun sudah dilakukan. Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan merupakan desa dengan prevalensi IGR terendah (1,06%). Kecamatan Mejayan dari survey tahun 2001 dan tahun 2002 dengan sampel daerah yang berbeda

menunjukkan perubahan dari daerah endemik ringan (9,66 %) menjadi daerah non endemik (1,88%).

1.2. Identifikasi Masalah

Perluasan daerah gondok endemik di Jatim yang tadinya dijumpai didaerah pegunungan dimana kebutuhan akan yodium tidak terpenuhi, sekarang cenderung menyebar kedataran rendah dan pantai. Di beberapa daerah tertentu, meskipun diberikan profilaksis memadai, angka gondok tidak turun seperti yang diharapkan. Dalam keadaan demikian sudah sepantasnyalah kita pikirkan kemungkinan etiologi lain, selain defisiensi yodium. Akhir-akhir ini, orang banyak memperhatikan pengaruh *trace element* pada kesehatannya juga perannya dalam menyebabkan gondok endemik, dengan studi epidemiologi dan studi linang Kabupaten Madiun yang merupakan daerah pertanian yang relatif subur, memungkinkan penggunaan pestisida secara intensif, sehingga dapat diduga terjadi penumpukan residu pestisida baik di tanah maupun air yang mungkin dapat mengurangi ketersediaan yodium di alam. Penelitian sebelumnya oleh Sumarmi pada anak sekolah dasar Desa Kebonsari Kecamatan Kebonsari Kab.Madiun tahun 1999, dimungkinkan adanya interaksi berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya gondok. Penelitian ini ingin menyoroti khususnya peranan *trace element* terhadap kasus Gondok di Kabupaten Madiun. Menurut (Djokomoeljanto, 1993) beberapa *trace element* yaitu Selenium, Zn, Cu, Fluor, Kalsium, Pb juga berperan pada terjadinya gondok. Keadaan inilah yang mungkin menjadi latar belakang mengapa ada beberapa penderita gondok yang diberikan program penanggulangan GAKY oleh Dinas Kesehatan setempat tetapi

prevalensinya tetap bahkan makin meningkat, dimana hal ini mungkin adanya *blocking agent* yang belum terdeteksi.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan analisis situasi tersebut, peneliti ingin mengetahui : Apakah ada hubungan kadar Yodium (I) urin, Selenium (Se) serum, Seng (Zn) rambut, Nitrat (NO_3) darah dan Timah hitam (Pb) darah terhadap timbulnya gondok ?

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan umum

Menganalisis hubungan kandungan Yodium (I) urin, Selenium (Se) serum, Seng (Zn) rambut, Nitrat (NO_3) darah dan Timah hitam (Pb) darah terhadap timbulnya gondok.

1.4.2. Tujuan khusus

1. Menganalisis hubungan kandungan Yodium (I) urin terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
2. Menganalisis hubungan kandungan Selenium (Se) serum terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
3. Menganalisis hubungan kandungan Seng (Zn) rambut terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
4. Menganalisis hubungan kandungan Nitrat (NO_3) darah terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
5. Menganalisis hubungan kandungan timah hitam (Pb) darah terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik

6. Menganalisis hubungan kecukupan protein terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
7. Menganalisis hubungan status gizi pada anak sekolah dasar terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
8. Mempelajari pola makan anak sekolah dasar terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
9. Mempelajari kandungan Yodium (I), Selenium (Se), Seng (Zn), Nitrat (NO_3) dan timah hitam (Pb) dalam air di daerah endemik gondok dan non endemik
10. Mempelajari kandungan Yodium (I), Selenium (Se), Seng (Zn), Nitrat (NO_3) dan timah hitam (Pb) dalam tanah di daerah endemik gondok dan non endemik

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis
Sebagai media latihan menerapkan teori-teori yang diperoleh selama pendidikan dan membandingkan teori dengan peneliti sebelumnya.
2. Bagi ilmu pengetahuan
Memperkaya wawasan para ilmuwan, khususnya peranan beberapa unsur *trace element* terhadap timbulnya gondok dan sebagai kajian Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat guna penelitian lebih lanjut.
3. Bagi pemerintah
Sebagai masukan bagi Dinas Kesehatan untuk kepentingan kebijakan intervensi dalam rangka program penanggulangan, perencanaan dan

penanganan GAKY khususnya pada anak usia sekolah dan masyarakat pada umumnya.



BAR II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gangguan Akibat Kurang Yodium (GAKY)

Yodium untuk metabolisme tubuh manusia sudah dikenal sejak abad lalu. Peran yodium sampai sekarang yang diketahui berhubungan dengan fungsi tiroid yang merupakan bagian tri dan tetraiodotironin yaitu hormon tiroid (T3 dan T4). GAKY (Gangguan Akibat Kurang Yodium) adalah serangkaian gejala yang timbul bila tubuh kekurangan yodium secara terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama. (sekurang-kurangnya 6 bulan terus menerus)

Isulah GAKY ini sebelumnya dikenal sebagai gondok endemik, tetapi dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kekurangan yodium tidak hanya menyebabkan gondok saja, tetapi dapat juga disebabkan oleh faktor-faktor lain diantaranya goitrogen lingkungan yang disebut faktor pencetus yaitu: 1). kelebihan yodium; 2).faktor genetik; 3).faktor-faktor lain yaitu elemen geologi; 4).polusi bakterial; 5).faktor nutrisi dan sebagainya. Faktor-faktor ini yang berperan, atau saling berpengaruh dengan kekurangan iodium di lingkungannya atau bahkan merubah respons individu terhadap keadaan tertentu (Koutras, 1980). Dengan demikian, maka GAKY ini dapat didefinisikan sebagai rangkaian spektrum gangguan kekurangan yodium pada tumbuh kembang manusia, makin berat defisiensi yodium, makin berat kelainan yang dapat terjadi.

Penyebab utama timbulnya masalah GAKY adalah karena rendahnya intake atau asupan unsur yodium dalam makanan yang diakibatkan oleh miskinnya zat yodium dalam tanah di daerah tersebut (Rosmalina, 1994). Makanan pokok penduduk yang dikonsumsi sebagian besar dari bahan-bahan yang ada disekitarnya

Tumbuhan atau tanaman mengambil unsur yodium dari lahan dimana tanaman itu ditanam, bila kadar yodium dalam tanah dan air rendah maka berdampak pada manusia maupun hewan yang ada di daerah tersebut. Hal ini terbukti bahwa beberapa penderita kretin di Equador dan Zaire ternyata ditemukan pembesaran gondok pada sapi di daerah yang sama (Dum,1990). Demikian juga Hetzel (1983) melaporkan kejadian di Propinsi di Xianjian di China adanya penderita kretin pada manusia dan GAKY pada hewan domba.

2.1.1. Gondok Endemik

Secara klinis, gondok adalah setiap pembesaran kelenjar tiroid yang bukan oleh karena proses inflamasi, neoplastik dan tidak ada hubungannya dengan tirotoksikosis. Gondok atau garter adalah kelenjar tiroid yang lebih besar dari normal (WHO, 1994), atau setiap pembesaran kelenjar gondok yang terdapat di bagian depan leher, merupakan reaksi atas kekurangan yodium (Djokomoeljanto, 1993). Secara individu, maka gondok dapat juga disebabkan karena penyakit lain seperti radang, tumor, kanker. Gondok pada GAKY (Gangguan Akibat Kurang Yodium) memang hanya reaksi saja, dimana karena yodium yang masuk kurang, maka kelenjar tiroid membesar. Menurut WHO, jika 5 % prevalensi anak usia sekolah di suatu wilayah terjadi pembesaran kelenjar gondok maka telah terjadi masalah kesehatan masyarakat di wilayah tersebut

2.1.2. Patogenesis Gondok

Kelenjar tiroid terletak pada leher bagian depan, sedikit di bawah *glottis* (jaket) dan mengelilingi trachea di samping kiri dan kanannya serta diikat seberkas

jaringan ikat yang melintasi trachea di sebelah depannya istmus utroid. Kelenjar tersebut akan terlihat bergerak ke atas pada saat orang menelan.

Telah diketahui bahwa bahan utama pembentukan tiroid adalah unsur yodium, bila kadar yodium dalam makanan kurang menyebabkan intake yodium tubuh berkurang, maka pembentukan hormon tiroid akan terganggu atau berkurang. Penurunan kadar hormon tiroksin (T4) akan menyebabkan proses penghambatan produksi *Thyroid Stimulating Hormon* (TSH) oleh kelenjar hipophise berkurang. Akibatnya jumlah TSH akan meningkat dengan tujuan memacu kelenjar tiroid untuk mampu menangkap yodium dalam serum. Apabila proses ini tidak berhasil (kebutuhan hormon tiroksin masih kurang), proses penghambatan masih belum adekuat maka tubuh akan tetap memproduksi TSH. Jika keadaan berlangsung lama maka sebagai mekanisme berikutnya akan terjadi hiperplasi dan hipertrofi sel-sel kelenjar tiroid. Pada proses yang berlangsung lama akan terjadi involusi sel ke dalam koloid dan terjadi juga proses sikatriks atau terjadi parut di dalam kelenjar tiroid (Iqbal, 1977).

2.1.3 Biosintesis Hormon Tiroid

Dalam saluran pencernaan yodium dari bahan makanan dikonversi menjadi I⁻ yang mudah diserap, mengikuti atau bergabung dengan pool yodids intra/ekstra seluler. Yodium tersebut kemudian memasuki tiroid untuk disimpan, setelah mengalami peroksidasi akan melekat dengan residu tirosin dan tiroglobulin. Struktur cincin hidrofenil dari residu tirosin adalah iodinated ortho pada grup OH dan terbentuk hormon tiroid yang dapat dibebaskan (T3 dan T4). Tingkat bebasnya hormon-hormon tersebut dalam plasma dimonitor oleh hipotalamus yang kemudian

mengontrol tingkat pemecahan proteolisis T3/T4 dari tiroglobin dan membebaskannya dalam plasma darah, melalui *Thyroid Stimulating Hormon* (TSH). Kadar T4 plasma jauh lebih besar dari T3, tetapi T3 lebih potensial dan turn overnya lebih cepat. Beberapa T3 plasma dibuat dari T4 dengan jalan deiodinasi dalam jaringan non tiroid. Sebagian besar dari kedua bentuk diatas terikat pada protein plasma, terutama *Thyroid Binding Globulin* (TBG), menjadi hormon yang bebas aktivitas pada sel target. Dalam sel target dan hati, banyak dari hormon tersebut didegradasi dan tidak dikonservasi untuk digunakan kembali kalau memang dibutuhkan.

Secara singkat terdapat 7 tahapan dari proses yang rumit unsur yodium yang berasal dari makanan kemudian sampai di plasma, ditangkap sel kelenjar tiroid dan kemudian diubah menjadi hormon tiroksin (Ingbar, 1977):

1. Tahap Trapping

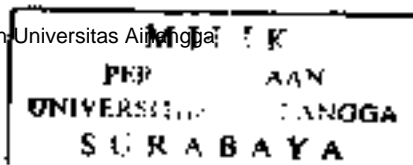
Sel kelenjar tiroid manusia mampu mengkonsentrasikan 20 sampai 100 kali yodida dalam sirkulasi melalui pompa yodium. Mekanisme shifting Na K dengan bantuan energi ATP (*Adenosin Triposphat*). Pada proses ini yodida dalam plasma masuk ke dalam sel folikel.

2. Tahap Oksidasi

Yodida sebelum disintesa menjadi hormon tiroksin, terlebih dahulu diaktifkan dengan enzim peroksidase. Dengan proses katalis terjadilah yodinasi thyroglobula menjadi *Monoiokthyrosin* (MIT) dan *Diiodothyrosin* (DIT)

3. Tahap Coupling

Hormon *Triiodotironin* (T3) dan *Tetraiodotironin* (T4) dibentuk dengan reaksi *Coupling* radikal bebas DIT dan MIT.



4. Tahap Penimbunan

Hormon produksinya *Triiodotironin* (T3) dan *Tetraiodotironin* (T4) disimpan di ekstraselluler yaitu di koloid dalam bentuk thyroglobulin. Hormon akan dikeluarkan bila diperlukan.

5. Tahap Pengeluaran atau penggunaan hormon

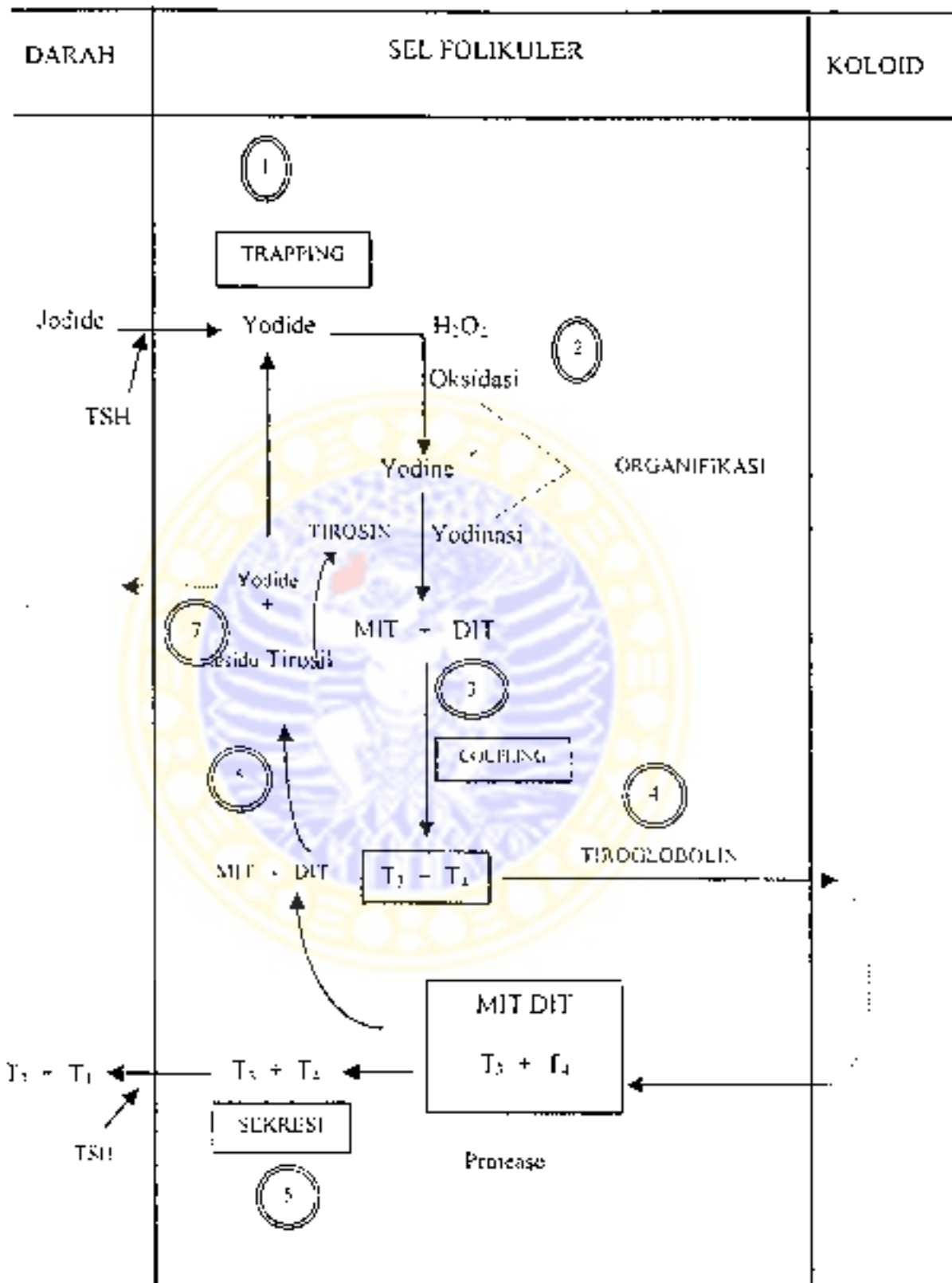
Mekanismenya belum jelas, namun TSH ikut mempengaruhi proses ini. TSH melewati membran sel dan fenestra sel kapiler kemudian ditangkap oleh pembawanya dalam sistem sirkulasi yaitu *Thyroid Binding Protein*. TSH kemudian keluar ke serum sebagian dalam bentuk terikat sedang sebagian kecil dalam bentuk bebas. Adapun yang berfungsi secara fisiologis adalah T3 sedangkan T4 diubah menjadi T3.

6. Tahap Proteolisis

Atas pengaruh *Thyroid Stimulating Hormon* (TSH), maka enzim hidrolitik lisosom memecah thyroglobulin, melepaskan secara bebas MIT, DIT, T3 dan T4. Pada tahap berikutnya yodotirosin mengalami deiodinasi dan yodotironin dikeluarkan dari sel.

7. Tahap Deyodinasi

Setelah dipecahnya tiroglobulin oleh enzim hidrolitik lisosin, kemudian yodotirosin mengalami deiodinasi membentuk yodida aktif, thyroglobulin dan residu tirosin. Hal ini dilakukan guna lebih menghemat unsur yodium



Gambar 2.1 Proses Sintesis Hormon Tiroid

2.1.4. Klasifikasi Gondok

2.1.4.1. Klasifikasi Tingkat Endemisitas Gondok

Heizel B.S (1990), membuat klasifikasi daerah endemik berdasarkan besaran prevalensi gondok (TGR) menjadi 3 yaitu:

1. Endemik ringan, prevalensi (TGR) anak SD antara 5-20 %
2. Endemik sedang, prevalensi (TGR) anak SD antara 21-30%
3. Endemik berat, prevalensi (TGR) anak SD > 30 %

Klasifikasi terbaru dari WHO, UNICEF dan ICCIDD (International Council of Iodine Deficiency Disorder) tahun 1994-1995 berdasarkan besaran prevalensi diteliti menjadi 4 kategori yaitu:

1. Daerah endemik tanpa problem, prevalensi < 5 %
2. Daerah endemik ringan, prevalensi 5-<20%
3. Daerah endemik sedang, prevalensi 20-<30%
4. Daerah endemik berat, prevalensi >30%

Prevalensi yang dipakai Depkes RI (1995)

1. Endemik ringan, prevalensi (TGR) anak SD 10-19 %
2. Endemik sedang, prevalensi (TGR) anak SD 20-30 %
3. Endemik berat, prevalensi (TGR) anak SD > 30%

2.1.4.2. Pemeriksaan Pembesaran Kelenjar Tiroid

Palpasi adalah cara perabaan yang biasa dilakukan untuk menentukan pembesaran kelenjar gondok, sedangkan untuk mengetahui tingkat pembesaran kelenjar gondok, dapat digunakan klasifikasi Depkes sebagai berikut:

Tabel 2.1. Klasifikasi Tingkat Pembesaran Kelenjar Tiroid

Tingkat Pembesaran Kelenjar Tiroid	Deskripsi
0	Normal
IA	Kelenjar gondok teraba, lebih besar dari ruas terakhir ibu jari tengah
IB	Kelenjar gondok terlihat bila penderita tengadab
II	Kelenjar gondok terlihat pada posisi kepala normal
III	Kelenjar gondok cukup besar dapat dilihat pada jarak 100 meter

Sumber: Dunn, J.T. (1990)

2.1.4.3. Pemeriksaan Kadar Yodium Dalam Urin

Cara lain yang lebih sensitif untuk mengetahui kekurangan yodium adalah dengan pemeriksaan kandungan yodium dalam urine. Pemeriksaan laboratorium ini sebenarnya dilakukan untuk mengetahui gambaran kurang atau tidaknya konsumsi yodium pada manusia perhari. Apabila dalam pemeriksaan kadar yodium urine terdapat defisit yodium, maka berarti bahwa orang tersebut telah kekurangan yodium dalam konsumsinya. Bila keadaan tersebut dibiarkan maka dalam beberapa waktu kemudian (dalam jangka waktu tahun) pembesaran kelenjar tiroid akan terjadi. Jadi pemeriksaan laboratorium ini sangat penting untuk melihat tanda awal adanya kekurangan konsumsi yodium meskipun belum terlihat adanya pembengkakan kelenjar.

Tabel 2.2. Kriteria Nilai Median Yodium Urine Dalam Menetapkan Tingkat Endemisitas Dari Suatu Populasi

Nilai Median $\mu\text{g/L}$ urin	Tingkat endemisitas
$\leq 20,0 \mu\text{g/L}$ urin	Berat
20,0 – 49,9 $\mu\text{g/L}$ urin	Sedang
50,0 – 99,9 $\mu\text{g/L}$ urin	Ringan
$\geq 100 \mu\text{g/L}$ urin	Normal

Sumber: WHO and ICCIDD, 1995

2.1.4.4. Pemeriksaan Hormon Tiroid

Pemeriksaan kadar hormon tiroid dalam darah antara lain hormon tiroksin (T₄), triiodotiroksin (T₃) dan *Thyroid Stimulating Hormon* (TSH). Cara ini memberikan hasil yang akurat, tetapi metode ini relatif mahal dan banyak kendala dalam pelaksanaannya. Pada pemeriksaan ini menggambarkan, bila status yodium rendah dalam darah maka konsentrasi TSH dalam darah akan meningkat. TSH akan cepat meredaksi bila kadar yodium dalam darah tidak cukup untuk pembentukan hormon tiroid. Pada pemeriksaan TSH ini bisa dipakai serum ataupun kertas filter. Sensitivitas ini akan tinggi untuk kelompok neonatus tetapi spesifikasi tinggi pada kelompok umur dewasa (WHO, UNICEF, ICCIDD, 1995).

Tabel 2.3. Kriteria Nilai TSH Dalam Menentukan Endemisitas

Kadar TSH mu/C darah (%)	Tingkat Endemisitas
3-19,9	Ringan
20-39,9	Sedang
>40	Berat

Sumber : WHO and ICCIDD, 1995

2.1.4.5. Pemeriksaan Hormon Thyroglobulin

Setiap molekul thyroglobulin mengandung asam amino tirosin dan tiroksin merupakan substrat utama yang berkaitan dengan yodium untuk pembentukan hormon tiroid. Pemeriksaan serum thyroglobulin ini dapat menggambarkan masukan yodium (lebih sensitif dari TSH) dan dengan pemasukan yodium yang tidak cukup maka kadar median serum TGB di bawah 10 mg/dl.

Menurut WHO, 1995 maka untuk menentukan tingkat endemisitas populasi di suatu wilayah dapat digunakan lebih dari suatu parameter status yodium dan tiroid. Sedikitnya dapat digunakan 2 kriteria indikator.

Tabel 2.4 Indikator Dan Kriteria Untuk Menentukan Tingkat Endemisitas GAKY Di Masyarakat

No.	Indikator	Sasaran	Tingkat Endemisitas		
			Ringan	Sedang	Berat
1.	Tingkat pembesaran kelenjar gondok > 0	AS	5-9,9%	20-29,9%	≥30,0%
2.	Nilai median urine Yodium ($\mu\text{g/L}$)	AS	50-99	20-49	<20
3.	TSH > 5 mIU/L darah	neonatus	3-19,9%	20-39,9%	≥40,0%
4.	Median TgB (ng/ml/serum)	A/D	10-19,9	20-39,9	≥40,0%

Sumber: WHO dan ICCIDD, 1995

AS : Anak Sekolah

A/D : Anak dan Dewasa

2.2. Dampak GAKY

Defisiensi yodium (I) dapat menurunkan produksi hormon thyroid. Hormon-hormon thyroid ini mempunyai dampak yang besar terhadap seluruh proses metabolisme tubuh untuk mendapatkan kondisi kesehatan yang optimal. Diantaranya mempengaruhi proses laju metabolisme, sintesis protein, fungsi enzim, transport seluler dan proses-proses fisiologi lainnya. Hormon thyroid ini mempunyai dampak khusus pada pertumbuhan anak, yaitu menghambat pertumbuhan yang menyebabkan anak menjadi kerdil, gangguan perkembangan mental dan sedikitnya mempunyai dua dampak terhadap gangguan perkembangan fungsi otak. Dalam kehidupan, suatu kisaran normal hormon thyroid diperlukan untuk fungsi aktif intelektual seseorang, sedangkan hipothyroid dihubungkan dengan sifat *apati* pada diri seseorang. Dampak ini kemungkinan dapat pulih kembali (*reversible*) sedikit-tidaknya jika kejadian defisiensi yodium (I) terjadi pada orang dewasa, dimana jika fungsi thyroid dikembalikan menjadi normal maka proses mental akan menjadi normal kembali. Tetapi jika aktifitas thyroid yang rendah terjadi sejak tahap perkembangan yang kritis

(termasuk kerawanan foetus sampai awal hipothyroid maternal segera setelah konsepsi) menyebabkan kerusakan otak yang permanen (*irreversible*), pada tahap ekstrimnya sebagai kretin dan bisu tuli. Derajat kerusakan otak yang lebih rendah bermanifestasi sebagai tuli, hambatan mental dan rendahnya IQ (Lotfi dan Mason, 1988).

Sebenarnya gondok dan kretin endemik hanyalah merupakan puncak dari fenomena gunung es dari GAKY. Sedangkan GAKY dapat diartikan sebagai rangkaian kekurangan yodium pada tumbuh kembang manusia (B.S. Hetzel dan Maberly, 1988). Kretin endemik merupakan sindrome GAKY yang paling parah. Ada dua macam kretin endemik yaitu tipe *myxedematosa* dan tipe *nervosa*. Distribusi untuk masing-masing tipe ini berbeda untuk berbagai tempat. Hingga kini belum diketahui apa sebab yang mendasari perbedaan tersebut. Namun akhir-akhir ini diduga karena akibat pengaruh "Trace Element" lain (khususnya selenium) yang memodifikasi pengaruh defisiensi yodium ini (Djokomoeljanto, 1992).

Tabel 2.5. Spektrum GAKY Pada Manusia

Tahap Perkembangan	Kelainan
Fetus	Abortus Lahir-mati Kelainan kongenital Peningkatan angka kematian bayi Peningkatan angka kematian perinatal Kretin nervosa (defisiensi mental, bisu tuli, diplegia spastik dan mata juling) Kretinis myxedematosa (kerdil dan defisiensi mental)
Neonatus	Hipothyroid neonatal Gondok neonatal Gangguan psikomotor
Anak dan Remaja	Gondok Hipothyroid juvenil Gangguan fungsi mental Kelambatan perkembangan fisik
Dewasa	Gondok dengan segala akibatnya

Sumber : Hetzel dan Maberly (1988)

2.3. Faktor Resiko GAKY

Secara umum diyakini bahwa defisiensi yodium yang berat adalah penyebab utama terjadinya GAKY. Meskipun demikian, observasi-observasi epidemiologi menyimpulkan bahwa faktor lingkungan mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap berkembangnya kasus-kasus baru di berbagai daerah endemik.

2.3.1. Konsumsi yodium dari makanan dan minuman sehari-hari

Kebutuhan yodium dipengaruhi oleh pertumbuhan, berat badan, jenis kelamin, usia, gizi, iklim dan penyakit. Pada individu di daerah bebas gondok, ekskresi yodium rata-rata melalui urin sebesar 250 µg/hari (Riggs, 1952)

Yodium sifatnya sangat jinak atau hanya sedikit tidak ada pengaruh negatifnya walaupun konsumsinya 10-20 kali kebutuhan setiap hari (1-3 mg).

Menurut Djokomoeljanto (1993), manusia tidak dapat membuat unsur yodium di dalam tubuhnya seperti ia membuat protein atau gula. Manusia harus mendapatkan yodium dari luar tubuhnya (secara alamiah) melalui serapan dan yodium yang terkandung dalam makanan serta minuman.

Tabel 2.6. Kecukupan Yodium Yang Dianjurkan (Per Orang/Hari)

Golongan	Kecukupan yodium (µg)	Golongan	Kecukupan Yodium (µg)
0-6 bl	50	Wanita 10->60 th hamil	150 + 25
7-12 bl	70		
1-3 th	70		
4-6 th	100		
7-9 th	100		
Pria		Menyusui 0-6 bl 7-12 bl	+ 50 + 50
10-12 th	150		
13-15 th	150		
16-19 th	150		
20-59 th	150		
>60 th	150		

Sumber : Mublai, dkk (Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi 1988)

2.3.2. Proses Pengolahan Makanan

Bahan Makanan yang paling banyak mengandung yodium adalah seafood (rata-rata mengandung 660 ng/g bahan), produk susu dan sereal (sekitar 100 ng/g bahan), produk susu dan sereal (sekitar 100 ng/g bahan) dan buah-buahan (40 ng/g bahan) (Linder 1992). Angka-angka ini tergantung pada keadaan tanah, pupuk dan pengolahan bahan makanan.

Kandungan yodium dalam bahan makanan dapat hilang melalui proses pengolahan. Ditemui kandungan yodium pada ikan dapat hilang yaitu dengan cara menggoreng sebanyak 29-35 %, memanggang atau membakar sebanyak 23-25 % dan dengan cara merebus (terbuka) yodium yang hilang sebanyak 58-70% (Hetzel, 1988)

2.3.3. Zat Goitrogen

Zat/senyawa goitrogen merupakan agen yang mengakibatkan pembesaran kelenjar tiroid dengan bekerja secara langsung pada kelenjar tiroid atau secara tidak langsung dengan mengganggu mekanisme pengaturan metabolisme kelenjar tiroid maupun penyerapan dan ekskresi hormon tiroid.

Zat goitrogenic bersifat alami misalnya : lignamarin pada kulit ubi kayu, getah pada labu siam, kulit ari kacang tanah, kobis, belerang dan gunung berapi dan bersifat pencemar antara lain kelebihan pupuk urea, kelebihan pestisida, bakteri coli, limbah industri dan rumah tangga.

Sedangkan menurut Geitan (1980), bahan goitrogenik dibagi dalam tiga kelompok berdasarkan cara kerjanya pada metabolisme yodium dalam pembentukan hormon thyroid yaitu : kelompok pertama adalah tiosianat atau senyawa yang mirip tiosianat yang secara primer menghambat mekanisme transport aktif yodium ke dalam kelenjar

tiroid antara lain ubi kayu, jagung, rebung, ubi jalar dan buncis besar. Kelompok kedua adalah tiourea, tionamide, tioglikoside, bioflavonoid dan disulfida alifatik yang menghambat proses organifikasi yodium dan penggabungan yodotirosin dalam pembentukan hormon tiroid aktif yang ditemukan dengan konsentrasi tinggi pada berbagai makanan pokok di daerah tropis seperti sorgum, kacang-kacangan, kacang tanah, bawang merah dan garlic. Kelompok ketiga bekerja pada proses proteolisis dan rilis hormon tiroid yaitu senyawa yoda.

Nitrat merupakan salah satu jenis zat goitrogenik pencemar. Terbentuknya nitrat/nitrit dalam air melalui proses nitrifikasi yaitu akibat pemupukan tanaman yang berlebihan NH_3 (amonia). Amonia merupakan senyawa nitrogen, dalam air akan membentuk menjadi NH_4 (amonium) pada pH rendah. Amonium adalah air permukaan yang berasal dari air seni dan tinja dan juga dari hasil oksidasi zat organik secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk.

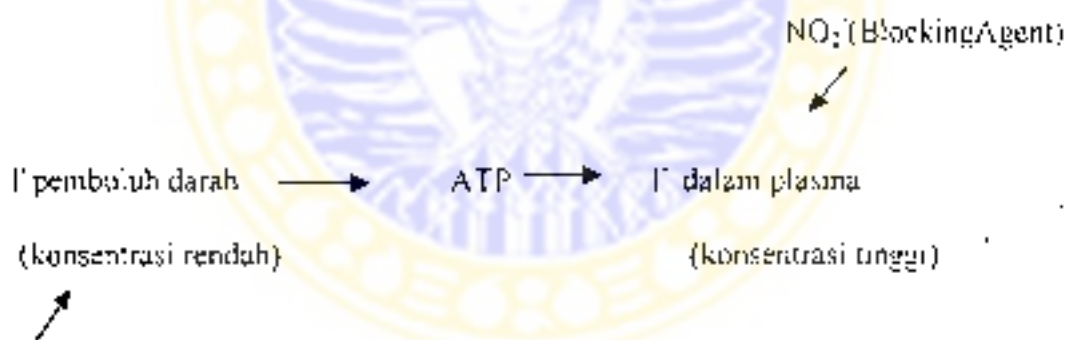
NH_3 hasil pemupukan dalam tanah sebagian digunakan oleh tanaman dan kelebihan akan meresap ke dalam tanah dan akan mengalami proses nitrifikasi oleh adanya bakteri sehingga diubah menjadi (NO_2 /nitrit) yang membahayakan kesehatan karena dapat bereaksi dengan haemoglobin dalam darah, sehingga darah tersebut tidak dapat mengangkut O_2 lagi, disamping itu nitrit juga menimbulkan nitrosamin pada air buangan tertentu sehingga dapat menyebabkan kanker (Santika, 1987)

Nitrit dalam air akan mengalami proses nitrofikasi yang ditandai dengan tumbuh subur nya ganggang-ganggang di air dimana tanaman tersebut sangat membutuhkan unsur nitrogen dalam pertumbuhannya.

Nitrat (NO_3) adalah bentuk senyawa nitrogen yang merupakan senyawa stabil. Kadar nitrat secara alami rendah tetapi tidak boleh melebihi 10 mg/l.

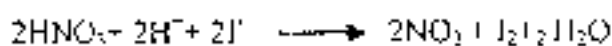
Di dalam usus manusia, nitrat akan direduksi menjadi nitrit yang dapat menyebabkan metahemoglobinemia terutama pada bayi. Selain itu nitrat dalam tubuh merupakan *blocking agent* yang mengganggu proses hormonogenesis dalam pembentukan hormon thyroid. Secara normal, yodium dalam pembuluh darah dalam bentuk (I^-) akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya perbedaan konsentrasi dan adanya ATP maka yodium akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya nitrat dan yodium dalam darah maka nitrat akan direduksi menjadi nitrit yang dapat mengganggu proses hormonogenesis yaitu mengganggu pembentukan hormon thyroid.

Proses Blocking Agent Nitrat



Nitrat (NO_3)

Reaksi yang terbentuk:



2.3.4. Defisiensi Protein

Sel tiroid adalah sel kelenjar yang mengekskresi protein dalam bentuk gliko protein besar yang dinamakan tiroglobulin. Setiap molekul tiroglobulin mengandung 140 asam amino tirosin dan tirosin merupakan substrat penting yang berikatan dengan yodium untuk membentuk hormon tiroid. Hormon tiroid ini terbentuk dalam molekul thyroglobulin, yaitu residu asam amino, hormon tiroksin (T4) dan triiodotironin (T3) yang merupakan bagian molekul thyroglobulin.

Tirosin mula-mula dioksidasi menjadi monoyodotirosin (MIT) dan kemudian menjadi diyodotirosin (DIT) yang kemudian bergabung menjadi triiodotironin (T3) dan tiroksin (T4) yang tetap merupakan molekul thyroglobulin. Dalam bentuk ini hormon tiroid sering disimpan dalam folikel selama beberapa bulan, yang cukup untuk mensuplai tubuh dengan kebutuhan normal selama satu sampai tiga bulan.

Thyroglobulin sendiri tidak keluar ke darah, tetapi tiroksin (T4) dan triiodotironin (T3) yang terlepas dari molekul thyroglobulin yang kemudian berdifusi melalui basis sel tiroid. Waktu di darah tiroksin (T4) dan triiodotironin (T3) segera berikatan dengan protein plasma yang dapat diukur dengan radio immuno assay yang disebut "Protein Binding Iodine (PBI)" yang dapat dipakai sebagai indeks untuk menetapkan kadar hormon tiroid dalam darah. Protein-protein plasma yang mengikat tiroid adalah albumin, prealbumin yang disebut "thyroxin Binding Prealbumin (TPBA)" dan globulin yang disebut "Thyroxine Binding Globulin (TBG)". Kemudian setelah berikatan dengan protein plasma hormon ini dilepaskan ke sel jaringan, dan waktu masuk sel, hormon ini berikatan dengan protein intrasel.

2.3.5. Trace Element Dengan Kejadian Gondok Endemik

Yodium merupakan salah satu mikro nutrient yang mempunyai hubungan dengan zat-zat mineral dan vitamin-vitamina lainnya. Hingga tahun 1980, hanya beberapa unsur kelumit yang dikenal berhubungan dengan gondok endemik atau kretin endemik yaitu zink, silicon, selenium, chromium, flour, mangan, kobalt, nikel, molibden (Koutras, 1980).

Pada gondok endemik, kenaikan kadar hormon TSH yang disebabkan karena defisiensi yodium umumnya bekerja bersama faktor goitrogenik yang berada secara intrinsik di kelenjar gondok sendiri. Pada prinsipnya ada dua macam 'thyroid growth factors': proses yang bersifat ekstratiroid (misalnya thyrotropin, *growth stimulating antibodies*) dan proses goitrogen yang bersifat intra tiroid.

Thyrotropin

Thyrotropin merupakan stimulator pertumbuhan tiroid terpenting in vivo, meskipun bukan satu-satunya faktor. Hal ini dapat ditunjukkan dengan sebuah contoh bahwa TSH bukan merupakan penyebab terjadinya gondok yang mengalami relaps sesudah operasi, meskipun sudah diberikan hormon tiroksin sebagai profilaksis. Ternyata banyak juga zat goitrogen, disamping defisiensi yodium, berperan dalam pembentukan NDNG (*nontoxic diffuse and nodular goiters*), antara lain: goitrogen alamiah, malnutrisi, polusi, faktor herediter, radiasi ion dsb. Zat yang disebut diatas ini menyebabkan perubahan pada sintesis hormon tiroid, dan sebagai akibatnya meningkatkan produksi TSH endogen dengan pembesaran kelenjar tiroid (gondok) (Gaitan, 1988). Perlu diingat bahwa dengan kenaikan sedikit sajumlah dari hormon TSH yang beredar, maka akan meningkatkan efisiensi mekanisme stimulasi growth faktor lain (Studer, 1991)

Growth Stimulating Antibodies

Pada penyakit 'Graves', satu imunoglobulin yang disebut sebagai TSI (*Thyroid Stimulating Immunoglobulin*) dianggap sebagai penyebab dari penyakit 'Graves' ini. Meskipun demikian, antibodi yang bersifat stimulator tiroid, serupa atau identik dengan stimulator yang berperan pada penyakit 'Graves', juga ditemukan pada hampir 50 % kasus dengan gondok noduler baik toksik maupun non toksik. Masalah ini masih ramai diperdebatkan dan oleh beberapa ahli masih diragukan (Studer, 1991), tetapi growth stimulating antibody ini jelas berperan sebagai kofaktor yang meningkatkan efektivitas proses goitrogen intensik, seperti yang terjadi pada pemberian TSH juga. Akhir-akhir ini, stimulator ini yang disebut sebagai TGI (*Thyroid Growth Immunoglobulin*) juga ditemukan pada sejumlah kasus dengan gondok endemin (Drexhage, 1986).

Proses goitrogenesis intraintinal

Sebagian besar sel folikel tiroid yang terdiferensiasi baik pun masih mempunyai kapasitas masuk ke siklus mitosis. Kemampuan untuk tumbuh ini tak sama untuk semua sel. Sel yang diturunkan dengan kapasitas 'mampu-tumbuh-baik' juga lebih sensitif terhadap signal pertumbuhan yang diakibatkan oleh TSH. Demikian juga sel-sel secara individu berbeda dalam berbagai kemampuan, misalnya dalam potensi untuk tumbuh, dalam kemampuan mensintesis tiroglobulin dalam menyintesis tiroglobulin dalam menangkap iodoprotein dan aspek lainnya (Studer, 1991).

2.3.5.1. Selenium

Selenium termasuk salah satu zat gizi mikro esensial yang diperlukan tubuh dalam jumlah sangat kecil, namun mudah sekali menjadi racun dalam jumlah yang lebih besar. Selenium pertama kali ditemukan pada tahun 1930-an, melalui penemuan penyakit alkalis suatu gejala keracunan kronis akibat makanan yang mengandung selenium terlalu tinggi. Lebih dari 20 tahun kemudian ditemukan adanya nekrosis hati akibat kekurangan selenium pada ternak. Fungsi selenium baru diidentifikasi pada tahun 1973. Secara garis besar, selenium berfungsi dalam *selenium-dependent enzymes* yang juga dikenal sebagai *selenoprotein*.

Selenium didapat dari berbagai pangan, yang paling kaya selenium ialah jeroan ternak dan ikan laut, disusul dengan daging ternak. Kandungan selenium dalam sumber pangan nabati sangat bervariasi bergantung pada kandungan selenium dalam tanah. Pengetahuan tentang kebutuhan dan kecukupan yang dianjurkan (RDA) tentang selenium berubah pesat berdasarkan metoda dan pemahaman tentang metabolisme gizi mikro. Di Amerika Serikat, pada tahun 1980 RDA selenium untuk orang dewasa ialah 50-200 mcg, dan dalam tahun 1989 berubah menjadi 70-55 mcg bagi laki-laki dan perempuan dewasa. Sedang di banyak negara belum ditetapkan termasuk di Indonesia.

Percobaan pada tikus menunjukkan bahwa defisiensi selenium menyebabkan gangguan pertumbuhan, menurunnya kadar GSH-Px di plasma dan beberapa organ serta secara relatif terlihat peningkatan sintesis hormon tiroid. Keterangan yang diberikan adalah sebagai berikut: defisiensi selenium ini akan menyebabkan kadar GSH-Px rendah yang akibatnya dimungkinkan konsentrasi H_2O_2 di tingkat iodinasi serta tingkat coupling, dengan perkataan lain sintesis hormon tiroid meningkat

(Goldstein, 1988). Menurut Arthur et.al (1990), fungsi biokimia selenium terutama sebagai penyusun enzim *glutathione peroksidase*. Beberapa studi menunjukkan bahwa metabolisme yodium dan selenium berhubungan dalam mengkonversi tiroksin (T_4) menjadi triiodotironin (T_3).

Pada individu yang kekurangan unsur kelumit selenium (Se) dapat menyebabkan tubuh lebih rentan terhadap masuknya unsur timbal (Pb), rubidium (Rb), tembaga (Cu) dan air raksa (Hg). Kelebihan unsur Pb dan Rb, logam-logam ini akan membentuk ikatan yang sangat kuat dengan unsur yodium di dalam tubuh, sehingga yodium tidak dapat digunakan untuk biosintesis hormon dari kelenjar tiroid.

Dari berbagai penelitian baik penelitian binatang maupun penelitian manusia yang mendukung, disepakati bahwa interaksi selenium dan yodium dalam metabolisme sangat kompleks, dan terkait erat dengan fungsi-fungsi selenium dalam selenoprotein.

Selenoprotein yang terpenting yang terlibat dalam interaksi metabolisme yodium ialah enzim *iodotyranine deiodinase*, terutama type-I (DI-I). Enzim ini merupakan katalisator utama dalam perubahan thyroxin (*T4-thyroid prohormone*) menjadi triiodothyroxin (T_3 -hormon tiroid aktif seluler). Juga degradasi lanjut T_3 menjadi T_2 . Mekanisme ini merupakan sistem kompensatoris tubuh untuk mempertahankan level T_3 dalam tubuh. Bila yodium tidak tersedia cukup, maka tubuh meningkatkan produksi enzim ini beberapa kali atau belasan kali bila tersedia selenium dan protein yang cukup. Akibatnya terjadi peningkatan konversi T_4 menjadi T_3 , yang juga akan meningkatkan konversi T_3 menjadi T_2 , yang pada akhirnya memperburuk keadaan *hypothyroidism* sendiri.

Glutathion Peroxidase (GPx) sebagai antioksidan utama dalam tubuh manusia dan binatang. GPx mencegah oksidasi lipid dan lemak tubuh lain, oleh karenanya GPx melindungi semua membran sel yang terbuat dari lemak dari proses peroksidasi, yang pada gilirannya mencegah terjadinya gangguan fungsi membran sel untuk dilalui berbagai nutrisi. Termasuk melindungi membran sel kelenjar tiroid untuk dapat dilalui oleh transport yodium. Demikian pula melindungi terjadinya gangguan proses perubahan T4 menjadi T3 dalam semua sel dalam tubuh manusia. Sebagai konsekuensi, defisiensi selenium menyebabkan berkurangnya pasokan T3 ke dalam sel-sel tubuh, suatu bentuk *hypothyroidism* fungsional. H₂O₂ diperlukan dalam proses pembentukan hormon thyroid, namun jumlah H₂O₂ yang berlebihan menyebabkan peningkatan produksi T4 dan merusak sel kelenjar thyroid sendiri yang lebih jauh lagi berisiko menjadi kanker thyroid. Di sini peran GPx sangat penting sebagai penjaga keseimbangan dengan mengurangi produksi H₂O₂ dan akibatnya produksi T4 dikurangi, dan disesuaikan dengan kebutuhan tubuh dan kondisi sel-sel kelenjar thyroid.

2.3.5.2. Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan mikro nutrient yang keberadaannya mutlak dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil untuk memelihara kehidupan yang optimal. Defisiensi seng (Zn) mungkin terjadi akibat asupan tidak cukup dan ketersediaan biologis seng (Zn) makanan yang rendah, yang dihubungkan dengan asupan serat makanan poliphosphate, besi, copper, dan fitat yang tinggi atau berlebihan (Gibson, 1990). Penelitian pada binatang percobaan, dengan menggunakan tikus *Sparagus-Dawley* jantan, ingin menjawab pengaruh kekurangan zinc pada proses hipotalamus-hipofisis-

tiroid, hasilnya pertumbuhan terganggu, T3 (*triiodotironin*) dan TRH (*Thyroid Releasing Hormone*) menurun, memberikan indikasi bahwa defisiensi zinc mengganggu produksi T3 ekstratiroid (Morley, 1980). Pada penelitian lainnya menunjukkan bahwa defisiensi seng (Zn) meningkatkan kemampuan pembentukan T3. Biarpun ada juga penelitian yang hasilnya menunjukkan bahwa hormon thyroïd serum tikus tidak berubah dengan adanya defisiensi seng (Zn), dan perubahan status thyroïd tidak mengubah respon dan pengaturan hormon thyroïd yang kemungkinan penting untuk penduduk yang beresiko karena tidak berfungsinya thyroïd (Oliver dkk, 1987)

Mekanisme toxicitas zinc dipelajari pada binatang (anak ayam). Kesimpulan yang didapat adalah bahwa zinc mengganggu pertumbuhan, menurunkan kadar HDL kolesterol dan hormon pertumbuhan, menurunkannya hormon thyroïd dalam sirkulasi serta secara histologis dapat ditunjukkan terganggunya daerah folikel jika dibandingkan dengan cukup zinc (Dean, 1991).

Pada penderita hipertyroidisme kadar seng (Zn) eritrosit secara nyata lebih tinggi daripada subyek kontrol (Pangrango, dkk 1974; Brenner dan Fell, 1977; Nishi, Kawate, dan Usui, 1980; Swaminathan, dkk 1984) mengkonfirmasi bahwa kadar seng (Zn) eritrosit menurun pada penderita dengan thyrotoksik dan meningkat pada penderita hipotyroidisme. Perubahan-perubahan dalam laju metalisisme tubuh ini telah menunjukkan suatu refleksi peningkatan metabolisme seng (Zn). Pemberian thyroxin pada binatang percobaan secara nyata akan menunjukkan peningkatan laju turnover ⁶⁵Zn dan peningkatan distribusinya pada berbagai organ yang mengarah pada hampir 50 persen depleksi seng (Zn) dalam jaringan lunak (Yadav dkk, 1980). Turnover dan utilisasi seng (Zn) secara nyata diahan oleh binatang percobaan yang

dibuat hipothyroid dengan perlakuan ^{131}I (Yadav dkk, 1980). Taniguchi, dkk (1973) menunjukkan bahwa thyroxin menghambat sintesis *carbonic anhidrase B* tanpa mempengaruhi sintesis *carbonic anhidrase C* in vitro, dan aksi penghambatan sintesis protein oleh thyroxin ini mungkin bertanggung jawab bagi penurunan taraf isoenzim tipe B pada hipertyroidisme pada manusia atau binatang percobaan. Penurunan taraf *carbonic anhidrase B* mungkin sebagai refleksi penurunan kandungan seng (Zn) dalam eritrosit pada hipertyroidisme, karena *carbonic anhidrase B* merupakan metalloenzim paling kaya akan seng (Zn) dalam eritrosit (Pangrango dkk, 1974).

Pengalaman pada manusia, khusus pada orang dewasa dengan kelainan tiroid, memberi gambaran bahwa pada hipertyroid kadar zinc eritrosit lebih rendah dibanding dengan pada hipotiroid dan disertai ekskresi zinc di urin yang lebih banyak. (Aihara, dkk 1984)

2.3.5.3. Pb (Timah Hitam)

Pb mempunyai karakteristik antara lain: logam lunak yang berwarna abu-abu, dapat ditempa, mudah dipotong-potong dan dibentuk, tahan terhadap peristiwa korosi/karat, mempunyai berat atom 207,2 Ar dan berat jenis 11,3 gr/ml, titik lebur 323 °C. Pb melah mennguap dan bereaksi dengan O_2 di udara membentuk Pb oksida. Sumber adanya Pb di lingkungan antara lain:

a. Batuan

Bumi kita mengandung Pb sekitar 13 mg/kg. Menurut studi Wealponi (1961) kadar timah hitam pada batuan sekitar 10-20 mg/kg

b. Tanah

Timah hitam dalam permukaan tanah rata-rata jumlahnya 5-25 mg/kg (Swaine, 1955).

c. Air

Air bawah tanah rata-rata mempunyai kadar timah hitam 1-60 $\mu\text{g/l}$ sedangkan analisis air permukaan terutama pada sungai dan danau angka rata-rata 1-10 $\mu\text{g/l}$. Kadar timah hitam pada air laut menunjukkan angka lebih rendah dari yang terdapat di air tawar pantai California (USA). Kadar timah hitam menunjukkan kadar antara 0,08-0,04 $\mu\text{g/l}$

d. Udara

Study Patterson (1965) kadar timah hitam dalam keadaan alamiah sebesar 0,0006 $\mu\text{g/m}^3$

e. Tumbuhan

Secara alamiah tumbuhan dapat mengandung timah hitam. Warner dan Devalult (1962) kadar timah hitam dalam dedaunan = 2,5 mg/kg berat daun kering

Pencemaran timah hitam berasal dari tambang timah hitam, pengecoran dan pemurnian, pencemaran dan pemakaian bahan yang mengandung timah hitam misalnya baterai, bahan bakar (premium) (WHO, 1977).

Pencemaran timah hitam melalui:

1. Udara

Udara dikatakan tercemar oleh timah hitam apabila timah hitam dan senyawanya masuk ke udara dan menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Udara ambien di pinggir kota negara barat dapat mencapai kadar 0,5 $\mu\text{g/m}^3$ dan dalam kota bisa mencapai 1-10 $\mu\text{g/m}^3$. Dalam keadaan ramai kendaraan bermotor kadar timah hitam mencapai 14-25 $\mu\text{g/m}^3$

2. Melalui air

Secara umum, paparan timah hitam melalui air lebih rendah dibanding makanan. Keracunan timah hitam di Scotlandia akibat konsumsi air minum yang mengandung Pb sebanyak 2-3 $\mu\text{g/L}$.

Walaupun pipa air mengandung plastik masih ada kemungkinan air minum mengandung Pb, karena adanya bahan Pb stearate yang dipakai sebagai bahan stabilisator dalam pembuatan polyvinil plastik.

3. Melalui Makanan

Makanan secara alami mengandung Pb. Pada ikan dan binatang laut lain, mengandung Pb 0,2-2,5 mg/kg, pada daging telur mengandung Pb 0-0,37 mg/kg. Padi-padian mengandung 0,1-3 mg/kg. Dengan demikian perlu diperhatikan menu makanan yang dikonsumsi setiap harinya.

Timah Hitam dari air

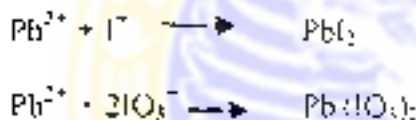
Telah diketahui bahwa setiap 100 μg Pb yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui mulut, akan menghasilkan Pb darah sebesar 6-10 $\mu\text{g/L}$ darah.

Timah hitam merupakan bahan organik dan in organik yang mempunyai sifat berbeda. Paparan yang berasal dari industri biasanya berupa timah hitam in organik. Jalan masuk paling sering adalah melalui saluran pencernaan makan dan saluran pernafasan. Kurang lebih 30 = 10 % dari timah hitam yang dihirup akan diserap melalui mukosa saluran pernafasan dipengaruhi oleh daya larut (solubility), bentuk dan ukuran partikel, kebiasaan merokok, penyakit saluran pernafasan yang menahun. Sedangkan tingkat penyerapan timah hitam melalui saluran pencernaan dapat dipengaruhi oleh faktor menahun seperti defisiensi kalsium, zat besi dan protein.

Dalam tubuh terjadi keseimbangan antara kadar timah hitam dalam darah dan jaringan lunak (Siswanto, 1994). Diperkirakan hanya timah hitam dalam jaringan lunak saja yang toksik secara langsung. Timah hitam dalam darah dapat menggambarkan banyaknya timah hitam yang masuk ke dalam tubuh. Timah hitam yang diabsorpsi akan diangkut oleh darah ke organ-organ lain.

WHO menyarankan bahwa kadar timah hitam kita tidak mengganggu kesehatan adalah 70,00 µg/L darah.

Iodium dengan berbagai tingkat oksidasinya (-1, +5 dan +7), sebagai iodida (I⁻) dan sebagai iodat (IO₃⁻) pada konsentrasi tertentu dapat bereaksi dengan beberapa logam dan non logam, membentuk suatu senyawa baru yang sulit terlarutkan. Reaksinya dengan timbal (timah hitam) adalah :



2.3.5.4. Fluor

Fluor juga dikatakan bersifat goitrogenik, dan dilaporkan menghambat coupling iodotirosin (Koutras, 1980). Pada domba, defisiensi fluor tidak berpengaruh banyak pada pertumbuhan, reproduksi maupun air susu tetapi jelas mengurangi *life expectancy* domba ini (Anke, 1991).

2.3.5.5. Kalsium

Kalsium bersifat goitrogen. Efeknya dengan mengganggu ikatan iodium dalam kelenjar tiroid. Meskipun secara eksperimental sifat goitrogen ini terbukti, namun

secara klinis epidemiologis, bagaimana perannya kalsium di minuman dan makanan bagi terjadinya gondok endemik masih perlu penelitian lebih lanjut (Knutras, 1980). Penelitian *trace element* ini pernah dilakukan di daerah Sawangan (Djokomoeljanto, 1974) dengan hasil : kadar yodium air rendah, kadar F dalam air tinggi, kadar kalsium tinggi, kadar selenium rendah, dalam serum maupun di rambut., kadar Pb dan rubidium tinggi.

2.4. Yodium dalam Bahan Makanan, Tanah dan Air

Bahan Makanan nabati, kadar yodiumnya tergantung dari kadar yodium dari tanah tempat tumbuhan nabati tersebut hidup. Apabila kadar yodium dalam tanah rendah maka kadar tumbuhan yang hidup diatas tanah tersebut juga rendah. Susu dan daging adalah sumber yodium yang tinggi disamping makanan yang berasal dari laut (Hetzel, B.S. 1987).

Konsentrasi air minum pada suatu daerah dapat menjadi indikasi untuk mengetahui kandungan yodium tanah. Pada umumnya kadar yodium dalam air di daerah yang mengalami defisiensi yodium berada di bawah 2 µg/liter, seperti yang terjadi di Nepal dan India (0,1-1,2 µg/liter), lebih rendah dibandingkan dengan 9 µg/liter seperti di New Delhi yang tidak mengalami defisiensi yodium (Hetzel.B.S , 1983)

2.5. Program Penanggulangan GAKY

Penanggulangan GAKY yang dilaksanakan terutama di Jawa Timur dilakukan dengan berbagai cara (Soegianto, 1999) yaitu:

1. Jangka pendek, dengan pemberian kapsul yodium

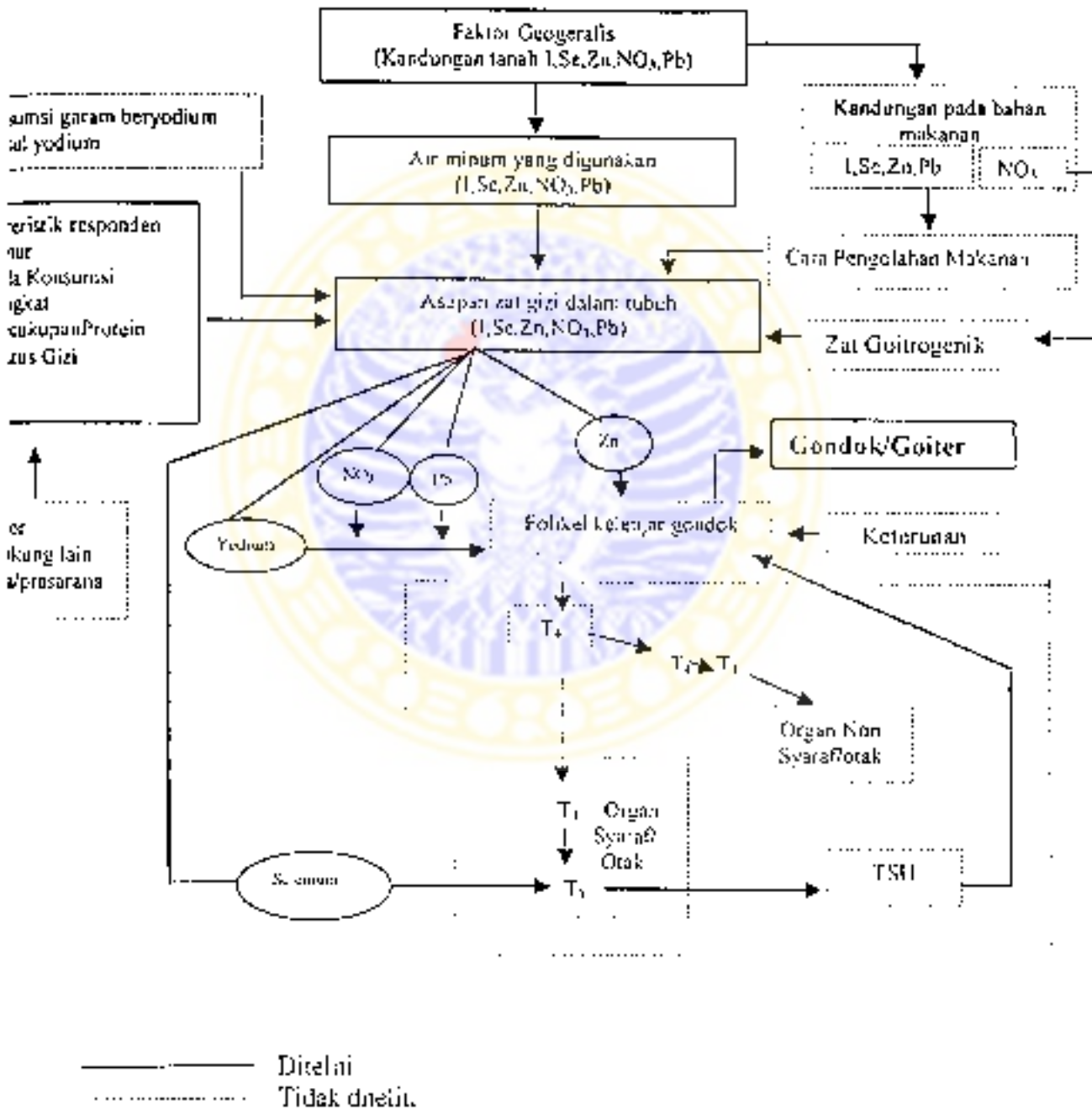
2. Jangka menengah, yaitu melalui pemantapan fortifikasi makanan terutama dalam garam beryodium dengan kadar 30 ppm
3. Jangka panjang melalui kegiatan konservasi tanah, pengendalian pencemaran, meningkatkan konsumsi makanan beryodium
4. Kegiatan penunjang yang dilakukan seiring dengan kegiatan penanggulangan GAKY adalah penyuluhan atau KIE (Komunikasi, Informasi dan Edukasi), pembuatan perundang-undangan yang mendukung dan juga penelitian-penelitian. Akan tetapi kegiatan tersebut belumlah berjalan dengan baik karena memerlukan kerjasama lintas sektor yang saling mendukung



BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1. Kerangka Konseptual Penelitian

Berdasarkan uraian dari pendahuluan maka dibuat Kerangka Konseptual sebagai berikut:



Gambar 3.1. Kerangka Konseptual

Keterangan.

Beberapa unsur sekelumit (Yodium, selenium, seng, nitrat dan timah hitam) dalam tanah akan berpengaruh pada bahan makanan maupun air, khususnya air minum yang akhirnya berpengaruh pada asupan zat gizi dalam tubuh. Asupan unsur-unsur zat gizi dalam tubuh dipengaruhi juga oleh konsumsi garam beryodium, kapsul yodium, cara pengolahan makanan, zat goitrogenik serta karakteristik individu yaitu umur, pola konsumsi, tingkat kecukupan protein dan status gizi. Beberapa unsur sekelumit tersebut pada akhirnya berpengaruh pada folikel kelenjar tiroid.

Yodium:

Defisiensi yodium menurunkan produksi hormon tiroid terutama T₄ dan menurunkan tingkat metabolisme energi. Defisiensi yodium (menyebabkan menurunnya T₃/T₄) dapat digunakan memobilisasi mekanisme untuk merangsang produksi T₃/T₄ (TSH) dan retensi yodium oleh tubuh. Konsentrasi TBG meningkat dan TSH merangsang sintesis tiroglobulin yang secara langsung atau tidak langsung menyebabkan hipertrofi dan/atau hiperplasi folikel tiroid.

Pb (Timah Hitam):

Iodium dengan berbagai tingkat oksidasinya, sebagai iodida (I⁻) dan sebagai iodat (IO₃⁻) pada konsentrasi tertentu dapat bereaksi dengan beberapa logam dan non logam, membentuk suatu senyawa baru yang sulit terlarutkan. Reaksinya dengan timbal (timah hitam) adalah :



NO₃ (nitrat)

Secara normal, yodium dalam pembuluh darah dalam bentuk (I⁻) akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya perbedaan konsentrasi dan adanya ATP maka yodium akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya nitrat dan yodium dalam darah maka nitrat akan direduksi menjadi nitrit yang dapat mengganggu proses hormonogenesis yaitu mengganggu pembentukan hormon thyroid.

Reaksi yang terbentuk.



Seng

Defisiensi seng dapat menyebabkan menurunnya hormon thyroid dalam sirkulasi serta secara histologis dapat ditunjukkan terganggunya daerah folikel, yaitu kelenjar folikel akan mengalami hipertropi tanpa hiperplasi.

Selenium

Glutathion Peroxidase (GPx) sebagai antioksidan utama dalam tubuh manusia mencegah gangguan fungsi membran sel termasuk melindungi membran sel kelenjar tiroid untuk dapat dilalui oleh transport yodium. Demikian pula melindungi terjadinya gangguan proses perubahan T₄ menjadi T₃ dalam semua sel dalam tubuh manusia. Sebagai konsekuensi, defisiensi selenium menyebabkan berkurangnya pasokan T₃ ke dalam sel-sel tubuh, suatu bentuk hypothyroidism fungsional. H₂O₂ diperlukan dalam proses pembentukan hormon thyroid, namun jumlah H₂O₂ yang berlebihan menyebabkan peningkatan produksi T₄ dan merusak sel kelenjar thyroid sendiri yang lebih jauh lagi berisiko menjadi kanker thyroid. Di sini peran GPx sangat penting sebagai penjaga keseimbangan dengan mengurangi produksi H₂O₂.

dan akibatnya produksi T4 dikurangi, dan disesuaikan dengan kebutuhan tubuh dan kondisi sel-sel kelenjar thyrod.

Faktor nongenetik yang dilaporkan berhubungan dengan goiter adalah faktor genetik, yaitu meskipun semua inhibitor tersebut mengekspos daerah-daerah endemik akan tetapi tidak semua penduduk dalam daerah tersebut mengalami goiter. Mekanisme genetik ini bekerja langsung dengan folikel kelenjar gondok.



3.2. Hipotesis Penelitian

1. Ada hubungan antara kandungan Yodium (I) urin terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
2. Ada hubungan antara kandungan Selenium (Se) serum darah terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
3. Ada hubungan antara kandungan Zn (seng) pada rambut terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
4. Ada hubungan antara kandungan Nitrat (NO_3) pada darah terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
5. Ada hubungan antara kandungan timah hitam (Pb) pada darah terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
6. Ada hubungan antara kecukupan protein terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik
7. Ada hubungan antara status gizi terhadap gondok pada anak sekolah dasar di daerah endemik gondok dan non endemik

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif komparatif yang bersifat cross sectional

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

4.2.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Gading Kecamatan Balerejo (daerah gondok endemik) dan Desa Mejayan Kecamatan Mejayan. Dua daerah tersebut dipilih karena dianggap mempunyai karakteristik sosial ekonomi, budaya dan geografis (dataran rendah) kurang lebih sama

4.2.2. Waktu penelitian

Waktu penelitian 6 bulan dimulai bulan Januari - Juli 2003, mencakup tahap persiapan sampai dengan analisis data dan pelaporan

4.3. Populasi dan Sampel Penelitian

4.3.1. Populasi Penelitian

Populasi adalah seluruh anak sekolah dasar di Desa Gading Kecamatan Balerejo dengan gondok grade IA ke atas dan semua murid sekolah dasar tanpa gondok di Desa Mejayan Kecamatan Mejayan di Kabupaten Madiran.

4.3.2. Sampel Penelitian

Ada dua kelompok sampel yaitu:

Kelompok 1 : adalah kelompok anak sekolah yang dari hasil palpasi termasuk grade 1A-3 yang berasal dari daerah penelitian, bukan pindahan dari sekolah atau desa lain dengan kriteria daerah penelitian sebagai daerah gondok endemik

Kelompok 2 : adalah kelompok anak sekolah yang dari hasil palpasi tidak termasuk gondok yang berasal dari daerah penelitian, bukan pindahan dari sekolah atau desa lain dengan kriteria daerah penelitian sebagai daerah non endemik dengan karakteristik kurang lebih sama.

4.3.3. Besar sampel

Besar sampel ditentukan dengan rumus :

$$N_{\text{Total}} = \frac{(1/q_1 + 1/q_2) \cdot \sigma^2 \cdot (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Keterangan.

N_{Total} : besar sampel total

σ : Standart Deviasi (SD) yang diharapkan pada kelompok 2 = 10
(data dari penelitian sebelumnya)

q_1 : proporsi subyek/sampel pada kelompok 1 = 1/2

q_2 : proporsi subyek/sampel pada kelompok 2 = 1/2

μ_1 : rata-rata outcome yang diharapkan pada kelompok 1 = 21,04
(Asmika, Tesis Pasca Sarjana UNAIR tahun 2000)

μ_2 : rata-rata outcome yang diharapkan pada kelompok 2 = 12,01
(Asmika, Tesis Pasca Sarjana UNAIR tahun 2000)

Z_{α} : harga kurva normal yang tergantung dari harga $\alpha = 0,05$

Z_{β} = harga kurva normal yang tergantung dari harga $\beta = 0,2$

$$(1/0,5 + 1/0,5) (10)^2 (1,96 + 0,84)^2$$

$$N_{total} = \frac{\quad}{(21,04 - 12,01)^2}$$

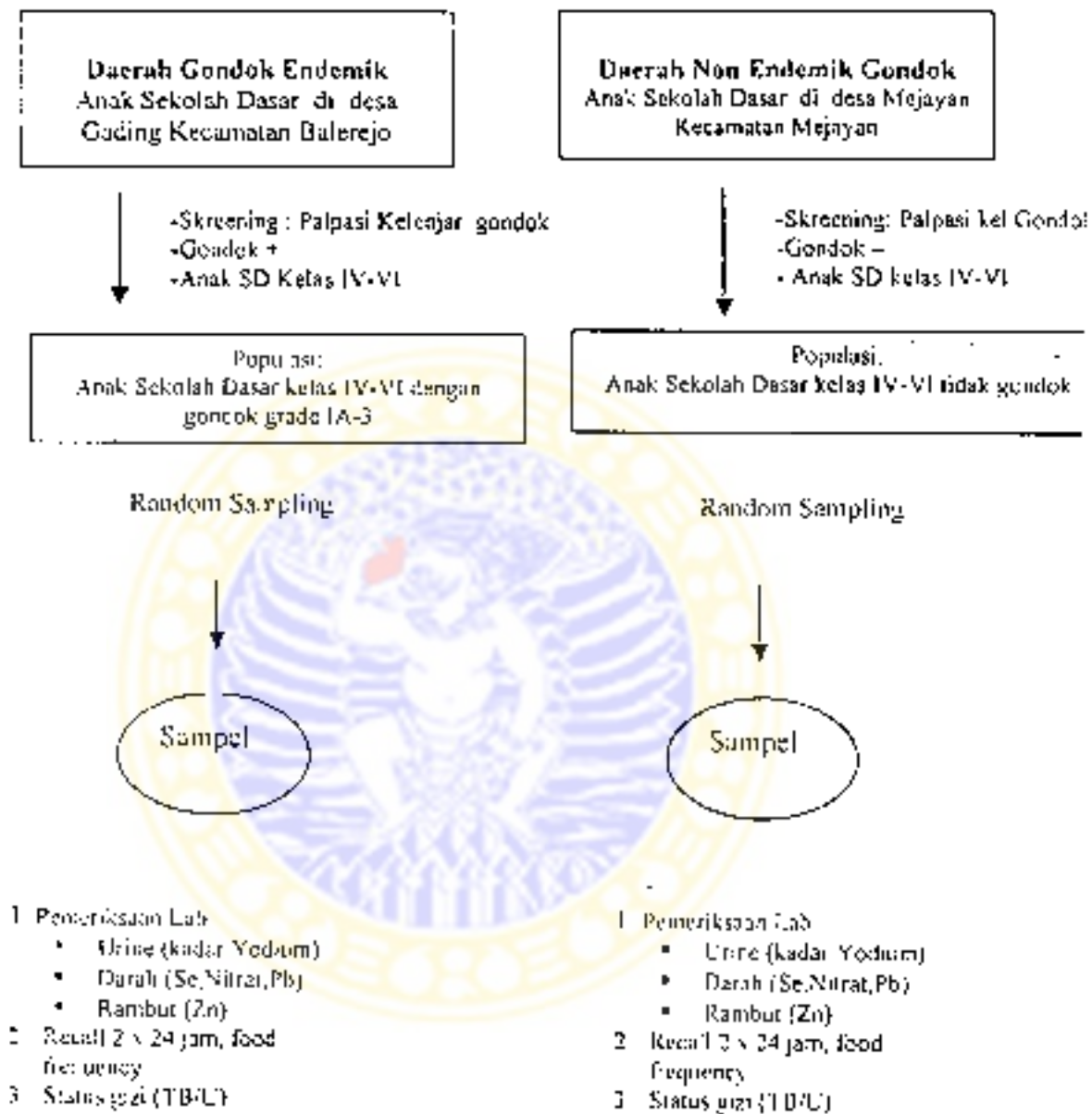
3136

$$N_{total} = \frac{\quad}{81,54}$$

$$= 38,5 \approx 39$$

Jadi besar sampel untuk masing-masing kelompok (daerah endemik dan non endemik) adalah $39/2 = 19,5$ orang ≈ 20 orang

4.1. Rancang Bangun Penelitian



Gambar 4.1. Rancang Bangun Penelitian

4.5. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

4.5.1. Variabel Penelitian

4.5.1.1 Variabel terikat : Gondok dengan palpasi

4.5.1.2 Variabel bebas

1. Kandungan Yodium dalam urine
2. Kandungan Selenium dalam serum darah
3. Kandungan Zn (seng) pada rambut
4. Kandungan Nitrat dalam darah
5. Kandungan Timah hitam (Pb) dalam darah
6. Kandungan Yodium, Selenium, Zn, Nitrat dan Pb dalam air dan tanah
7. Karakteristik responden (umur, jenis kelamin, pendidikan orang tua, pekerjaan orang tua, jumlah anggota keluarga)
8. Pola Konsumsi (frekuensi dan pola makan), Tingkat Kecukupan Protein dan Status Gizi

4.5.2. Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara pengukuran dan klasifikasi	Skala Data
1	Gondok	Membesarnya kelenjar gondok	Cara palpasi yang dilakukan untuk menentukan pembesaran kelenjar gondok, diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu gondok (Grade 1A, 1B, 2 dan 3) dan tidak gondok (Grade 0)	Nominal
2	Kandungan Yodium urine	Jumlah yodium yang dikeluarkan lewat urine	Metode Cerium di laboratorium	Rasio
3	Kandungan Selenium dalam serum darah	Jumlah selenium dalam serum darah	Analisis kimia di laboratorium	Rasio
4	Kandungan Zn (seng) pada rambut	Jumlah seng dalam rambut	Analisis kimia di laboratorium	Rasio

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara pengukuran dan klasifikasi	Skala Data
5.	Kandungan Nitrat pada darah	Jumlah nitrat dalam darah	Analisis kimia di laboratorium yang dikategorikan ($\leq 0,1$ ppm dan $> 0,1$ ppm)	Nominal
6.	Kandungan Pb dalam darah	Jumlah Pb dalam darah	Analisis kimia di laboratorium	Rasio
7.	Kandungan yodium, selenium, seng, nitrat, dan Pb pada air	Jumlah yodium, selenium, seng, nitrat, dan Pb pada air	Pemeriksaan kadar yodium, selenium, seng dan nitrat pada air dan dianalisa di laboratorium	Rasio
8.	Kandungan yodium, selenium, seng, nitrat, dan Pb pada tanah	Jumlah yodium, selenium, seng, nitrat, dan Pb pada tanah	Pemeriksaan kadar yodium, selenium, seng dan nitrat pada tanah dan dianalisa di laboratorium	Rasio
9.	Umur Responden	Usia responden saat penelitian	Dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner dengan klasifikasi a. 9 – 10 tahun b. 10 – 11 tahun c. 11 – 12 tahun d. > 12 tahun	Ordinal
10.	Tingkat pendidikan orang tua responden	Pendidikan formal yang ditempuh orang tua responden	Dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner dengan klasifikasi a. Tidak Sekolah b. SD c. SLTP d. SLTA e. PT	Ordinal
11.	Pekerjaan orang tua responden	Pekerjaan orang tua responden yang memberikan penghasilan terbesar dan tetap bagi keluarga	Dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner dengan klasifikasi a. Pegawai negeri/ABRI b. Pegawai Swasta c. Petani/buruh tani d. Wiraswasta e. Tidak bekerja f. DP	Nominal
12.	Besarnya keluarga	Jumlah anggota keluarga responden	Dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner dengan klasifikasi a. ≤ 5 orang b. 5-7 orang c. > 7 orang	Ordinal
13.	Frekuensi konsumsi jenis pangan	Tingkat keseringan seluruh anggota keluarga dalam mengkonsumsi suatu jenis makanan dalam sehari, seminggu atau sebulan	Dilakukan wawancara dengan metode <i>food frequency</i> yang dinyatakan dengan konsumsi harian, mingguan, bulanan A. Tidak pernah dikonsumsi B. Jarang dikonsumsi 1-3 kali perbulan C. Dikonsumsi 2 kali seminggu D. Dikonsumsi 3 kali seminggu E. Dikonsumsi > 3 kali seminggu F. Dikonsumsi harian (1-3 kali sehari)	Ordinal

No. Variabel	Definisi Operasional	Cara pengukuran dan klasifikasi	Skala Data
14. Pola Konsumsi Makan	Mencakup jenis bahan makanan dalam keluarga sehari-hari	Wawancara dengan menggunakan kuesioner dengan kriteria: a. Nasi - ikan b. Nasi - sayur c. Nasi - ikan + sayur d. Nasi - ikan + buah e. Nasi - sayur + buah f. Nasi - ikan - sayur + buah g. Nasi - ikan + susu h. Nasi - sayur + susu i. Nasi - ikan - sayur + susu j. Nasi - ikan + buah + susu k. Nasi - ikan - sayur + buah - susu	Nominal
15. Tingkat kecukupan protein	Perbandingan konsumsi protein terhadap kecukupan protein yang dianjurkan (gram)	Menggunakan <i>recall</i> 2x24 jam, kontinue dalam gram dibandingkan dengan RDA ($< 70\%$ RDA dan $\geq 70\%$ RDA)	Nominal
16. Status Gizi	Tingkat kesehatan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan penggunaan zat-zat gizi	Menggunakan indikator TB/L3 dibandingkan dengan baku antropometri WHO-NCHS (Z-Score) Yang dikategorikan a. $+2$ SD = jangkung b. -2 SD s.d. -1 SD = normal c. -1 SD s.d. -3 SD = pendek d. < -3 SD = sangat pendek	Ordinal

4.6. Prosedur Pengambilan Atau Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer yang meliputi beberapa variabel yang diteliti dan data sekunder yang merupakan data pendukung tentang keadaan umum tempat penelitian.

Ada beberapa teknik untuk pengumpulan data primer yaitu:

1. Teknik wawancara dengan kuesioner untuk memperoleh data umum responden, *recall* 2 x 24 jam dan *food frequency*
2. Pengukuran Tinggi Badan dengan *anthropometre*
3. Palpasi (rabaan) untuk data tingkat gondok yang dilakukan oleh tenaga terlatih dalam screening populasi
4. Pengambilan urin ± 25 ml untuk mengetahui kadar yodium urin

5. Pengambilan darah untuk mengetahui kadar selenium, kadar timah hitam dan kadar nitrat pada anak usia sekolah dasar sebanyak ± 7 cc darah
6. Pengambilan rambut untuk mengetahui kadar seng pada anak usia sekolah dasar sebanyak ± 1 gram
7. Pengambilan air ± 2 liter dan tanah ± 1 kg untuk mengukur kadar yodium, selenium seng, nitrat dan timah hitam

4.7. Cara Analisis Data

Teknik analisis laboratorium :

1. Kadar yodium urin dilakukan di laboratorium Undip Semarang
2. Kadar Selenium (Se) Kadar Seng (Zn), Nitrat (NO_3) dan Timah hitam (Pb) di BATAN (Badan Tenaga Atom dan Nuklir) Yogyakarta

Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif dan inferensial dengan menggunakan komputer dengan paket program statistik. Untuk data yang dianalisis secara deskriptif akan disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi, tabulasi silang presentase, rata-rata dan standar deviasi, sedangkan untuk melihat hubungan kadar yodium urin, selenium serum, seng rambut, timah hitam dalam darah dan nitrat dalam darah digunakan analisa regresi linistik dengan menggunakan tingkat kemaknaan ($\alpha = 0,05$).

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Madiun, Propinsi Jawa Timur yang terletak diantara 111°25'45"-111°51" BT dan 7°12'-7°48'30" LS dengan luas wilayah 101.086 Ha. Sebagian besar wilayah adalah dataran yaitu sekitar 88 % atau 88.955,68 Ha, daerah aliran sungai sebesar 2 % (2.021,72 Ha) dan 10 % (10.108,60 Ha) daerah bukit. Batas wilayah administratif Kabupaten Madiun:

- Sebelah barat . Kabupaten Magetan
- Sebelah utara . Kabupaten Bojonegoro dan Ngawi
- Sebelah selatan . Kabupaten Ponorogo
- Sebelah timur . Kabupaten Nganjuk

Kabupaten Madiun terbagi menjadi 15 kecamatan yang terdiri dari 198 desa dan 5 kelurahan.

5.1.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yakni di daerah endemik gondok dan daerah non endemik gondok yaitu di SD Gading I dan II di Desa Gading, Kecamatan Baierejo dan SD Mejayan I dan II Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun

Desa Gading berjarak 1,5 Km dari ibukota kecamatan dan berjarak 15 Km dari ibukota kabupaten Madiun. Luas wilayah desa Gading = 2,5 Km² dengan jumlah

penduduk sekitar 2356 orang. Kepadatan penduduk 942 orang/Km² dengan komposisi penduduk meliputi 47,4 % laki-laki dan 52,5 % perempuan. Sementara itu jumlah penduduk usia 7-12 tahun sebanyak 299 atau 12,7 % dari jumlah penduduk.

Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan berjarak 21 Km dari ibukota Kabupaten Madiun dengan luas wilayah ± 2,73 Km². Jumlah penduduk sekitar 4524 orang dengan kepadatan penduduk ± 162 orang/Km² dengan komposisi penduduk meliputi 49,2 % laki-laki dan 50,78 % perempuan. Sementara itu jumlah penduduk usia 7-12 tahun sebanyak 370 orang atau 8,1 %

Mata pencaharian penduduk Desa Gading, Kecamatan Balerejo kurang lebih 50 % adalah petani dan buruh tani, sedangkan di Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan merata dari mulai pedagang, pegawai swasta dan hanya sekitar 15 % sebagai petani /buruh tani.

Fasilitas kesehatan yang ada di daerah penelitian, yaitu di Desa Gading. Kecamatan Balerejo terdapat 1 Puskesmas Pembantu dengan 1 bidan desa dan 2 Posyandu aktif. Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan mempunyai fasilitas kesehatan yang cukup lengkap yaitu terdapat 1 Puskesmas, 5 Posyandu dan 2 tempat praktik dokter swasta dengan jumlah tenaga kesehatan yang ada yaitu terdapat 4 dokter umum, 2 dokter gigi dan 3 bidan desa.

5.1.1.2 Penelitian Pendahuluan

Populasi penelitian adalah anak usia sekolah dasar kelas IV-VI di Desa Gading, Kecamatan Balerejo dan Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan. Penapisan berdasarkan palpasi kelenjar gondok yang menggunakan tenaga terlatih dari Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun

Hasil pemeriksaan palpasi kelenjar gondok di Desa Gading, Kecamatan Balerejo terhadap 110 anak SD Kelas IV-VI ditemukan TGR anak yang gondok adalah 31,9 % dengan grade IA dan IB. Sedangkan di Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan terhadap 219 anak SD Kelas IV-VI ditemukan TGR anak yang gondok adalah 0,05 % dengan grade IA. Dengan demikian Desa Gading, Kecamatan Balerejo merupakan daerah endemik berat (TGR>30%), sementara Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan merupakan daerah non endemik. (TGR <5%)

Selanjutnya dari dua populasi gondok dan populasi tidak gondok masing-masing dilakukan proses pengambilan sampel yang dilakukan dengan teknik *simple random sampling* sebanyak 20 anak pada masing-masing daerah penelitian (endemik maupun non endemik)

5.1.2. Karakteristik Sampel

5.1.2.1. Pembesaran Kelenjar Gondok

Tabel 5.1. Distribusi Frekuensi Pembesaran Kelenjar Gondok Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Grade	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)	
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
0	-	-	20	100
Ia	14	70	-	-
Ib	6	30	-	-
II	-	-	-	-
jumlah	20	100	20	100

Keterangan: n=jumlah ; %-persen

Jumlah sampel pada penelitian ini baik di daerah endemik maupun non endemik sebanyak 20 anak. Di daerah endemik ditemukan 6 anak termasuk grade IB

dan 14 anak grade IA, sedangkan di daerah non endemik semua sampel yaitu 20 anak termasuk tidak gondok.

5.1.2.2. Umur Responden

Penyebaran umur responden antara 9-12 tahun. Pada daerah endemik gondok responden terbanyak berusia 11 tahun sebesar 40 %, 35 % berusia 9 tahun dan 25 % berusia 12 tahun. Pada daerah non endemik gondok responden terbanyak berusia 11 tahun dan 12 tahun, masing-masing sebesar 35% yang disajikan pada tabel 5.2

Tabel 5.2. Distribusi Frekuensi Umur Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Umur (Tahun)	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	N	%	n	%	n	%
9-10	-	-	1	5	1	2,5
>10-11	7	35	5	25	12	30
>11-12	8	40	7	35	15	37,5
>12	5	25	7	35	12	30
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n-jumlah ; %-persen

5.1.2.3. Jenis Kelamin Responden

Tabel 5.3. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Jenis Kelamin	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	N	%	n	%	n	%
Laki-laki	10	50	8	40	18	45
Perempuan	10	50	12	60	22	55
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n-jumlah ; %-persen

Pada tabel 5.3 tentang distribusi jenis kelamin dari 40 responden ternyata 45 % adalah responden laki-laki dan 55 % adalah responden perempuan.

5.1.2.4. Pendidikan Kepala Keluarga dan Ibu Responden

Tabel 5.4. Distribusi Frekuensi Pendidikan Kepala Keluarga Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Tingkat Pendidikan	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Tidak sekolah	1	5	0	0	1	2,5
SD	18	90	9	45	27	67,5
SLTP	0	0	9	45	9	22,5
SLTA	1	5	2	10	3	7,5
ST	0	0	0	0	0	0
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n jumlah, % persen

Pendidikan kepala keluarga responden di daerah endemik gondok 90 % adalah lulusan SD, sedangkan di daerah non endemik gondok 45 % lulusan SD dan 45 % lulusan SLTP, dan tidak satupun responden yang mempunyai tingkat pendidikan hingga jenjang perguruan tinggi. Sehingga pendidikan responden pada daerah penelitian tergolong rendah

Tabel 5.5. Distribusi Frekuensi Pendidikan Ibu Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Tingkat Pendidikan	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Tidak sekolah	2	10	2	10	4	10
SD	16	80	6	30	22	55
SLTP	1	5	7	25	8	20
SLTA	1	5	5	25	6	15
PT	-	-	-	-	-	-
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n jumlah, % persen

Tidak jauh berbeda dengan pendidikan kepala keluarga, maka tingkat pendidikan ibu responden di daerah endemik gondok 80 % adalah lulusan SD, sedangkan di daerah non endemik gondok 35 % lulusan SLTP dan 30 % lulusan SD dan tidak satupun ibu responden yang mempunyai tingkat pendidikan perguruan tinggi.

5.1.2.5. Pekerjaan Kepala Keluarga dan Ibu Responden

Pekerjaan kepala keluarga responden di daerah endemik gondok terbesar adalah sebagai petani/buruh tani (80%), sedangkan untuk daerah non endemik gondok sebesar 55 % sebagai pegawai swasta dan hanya sebagian kecil saja yang bekerja sebagai petani/buruh tani (20%)

Tabel 5.6. Distribusi Frekuensi Pekerjaan Kepala Keluarga Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Pekerjaan	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Pegawai Negeri/ABRI	2	10	1	5	3	7,5
Pegawai Swasta	-	-	11	55	11	27,5
Petani/buruh tani	16	80	4	20	20	50
Wiraswasta	1	5	2	10	3	7,5
Tidak bekerja	-	-	1	5	1	2,5
Lain-lain	1	5	1	5	2	5
Jumlah	20	100	20	100	40	40

Keterangan: n=jumlah ; %-persen

Pekerjaan ibu responden di daerah endemik gondok terbesar adalah sebagai petani/buruh tani (70%), sedangkan untuk daerah non endemik gondok ternyata 45% ibu responden tidak bekerja dan hanya 10% saja yang bekerja sebagai petani/buruh tani

Tabel 5.7. Distribusi Frekuensi Pekerjaan Ibu Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Pekerjaan	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Pegawai Negeri/ABRI	-	-	1	5	1	2,5
Pegawai Swasta	-	-	2	10	2	5
Petani/buruh tani	14	70	2	10	16	40
Wiraswasta	4	20	4	20	8	20
Tidak bekerja	1	5	9	45	10	25
Lain-lain	1	5	2	10	3	7,5
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n jumlah ; %-persen

5.1.2.6. Besarnya Keluarga Responden

Tabel 5.8. Distribusi Frekuensi Jumlah Anggota Keluarga Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Jumlah Anggota Keluarga	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	N	%	n	%
< 5 orang	6	30	10	50	16	40
5-7 orang	12	60	10	50	22	55
> 7 orang	2	10	-	-	2	5
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n = jumlah ; % = persen

Tabel 5.9. Distribusi Frekuensi Jumlah Anak Pada Keluarga Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Jumlah Anak	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
≤ 2 orang	9	45	11	55	20	50
3-5 orang	9	45	9	45	18	45
> 5 orang	2	10	-	-	2	5
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n = jumlah ; % = persen

Pada tabel 5.8 dan 5.9, menunjukkan sebagian besar 50 % tipe keluarga responden baik di daerah endemik maupun non endemik adalah keluarga inti atau *nuclear family*.

5.1.2.7. Status Gizi Responden Berdasarkan Tinggi Badan/Umur

Index TB/U sangat sesuai untuk membenarkan gambaran keadaan gizi masa lalu dan cukup tepat untuk perencanaan jangka panjang. Rata-rata Z-Score TB.U untuk daerah endemik (Desa Gading) adalah $-1.99 \pm 0,55$, sedangkan untuk daerah

non endemik (Desa Mejayan) adalah $-1,54 \pm 0,80$. Rata-rata nilai Z-Score TB/U pada daerah endemik dan non endemik semuanya masih berada pada nilai $< -2SD$, namun pada responden daerah non endemik rata-ratanya lebih tinggi. Kategori Status Gizi menurut TB/U yaitu $> -2 SD$ (jangkung), $-2 SD$ s/d $+2 SD$ (normal), $-3 SD$ s/d $< -2 SD$ (pendek) dan $< -3 SD$ (sangat pendek).

Berdasarkan tabel 5.10 tampak bahwa rata-rata status gizi responden termasuk kategori normal, di daerah endemik 50 % dan daerah non endemik 70 %. Sedangkan yang termasuk kategori pendek baik daerah endemik maupun non endemik sebesar 30 % dan yang kategori sangat pendek hanya ada di daerah endemik gondok sebesar 20 %.

Tabel 5.10. Distribusi Status Gizi Responden Berdasarkan Tinggi Badan/Umur Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Status Gizi	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Jangkung	-	-	-	-	-	-
Normal	10	50	14	70	24	60
Pendek	6	30	6	30	12	40
Sangat Pendek	4	20	-	-	-	-
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n jumlah; % persen

5.1.3 Pola Konsumsi Responden

5.1.3.1. Jenis Makanan Yang Biasa Dikonsumsi

Pola konsumsi responden di daerah endemik gondok umumnya yaitu nasi-ikan+sayur sebanyak 55 %. Ikan disini adalah ikan nabati yang sebagian responden mengkonsumsi tempe tiap harinya. Namun sebagian ada yang

mengonsumsi pola makan nasi+ikan+sayur+buah sebanyak 35%. Hal ini tak jauh beda dengan responden di daerah non endemik gondok sebanyak 50 % mempunyai pola konsumsi nasi+ikan+sayur dan selebihnya 25 % mengonsumsi nasi+ikan.+sayur+susu, 15 % mempunyai pola nasi+ikan+sayur+buah+susu dan 10 % mempunyai pola nasi+ikan+sayur+buah, yang tampak pada tabel 5.11

Tabel 5.11. Distribusi Frekuensi Jenis Makanan Yang Biasa Dikonsumsi Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Baferejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Jenis Makanan Yang Biasa Dikonsumsi	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Nasi+ikan (Tempe). +sayur	11	55	10	50	21	52,5
Nasi+ikan. -sayur-buah	7	35	2	10	9	22,5
Nasi+ikan. -sayur-susu	1	5	5	25	6	15
Nasi+ikan. -sayur-buah+susu	1	5	3	15	4	10
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n = jumlah; % = persen

5.1.3.2. Tingkat Kecukupan Protein

Gambaran kecukupan protein berdasarkan nilai RDA (*Recommended Dietary Allowance*) protein yang hasilnya dikategorikan $\geq 70\%$ RDA dan $< 70\%$ RDA

Berdasarkan tabel 5.12, nampak di daerah endemik gondok tingkat konsumsi protein responden 70 % adalah $< 70\%$ RDA, sedangkan di daerah non endemik gondok 80 % tingkat konsumsi protein $\geq 70\%$ RDA.

Tabel 5.12. Distribusi Frekuensi Kecukupan Protein Responden Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Kecukupan Protein	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
≥ 70 % RDA	6	30	16	80	22	55
< 70 % RDA	14	70	4	20	18	45
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n=jumlah ; %=persen

Berdasarkan tabel 5.12, nampak di daerah endemik gondok tingkat konsumsi protein responden 70 % adalah < 70 % RDA, sedangkan di daerah non endemik gondok 80 % tingkat konsumsi protein ≥ 70 % RDA.

5.1.3.3. Frekuensi Konsumsi Makanan Sumber Yodium

Tabel 5.13 Distribusi Frekuensi Konsumsi Makanan Yang Mengandung Yodium Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo, Kabupaten Madiun Tahun 2003

No	Jenis Makanan	FREKUENSI												
		A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	F	%	n
1	Ikan tawar basah	-	-	8	40	9	45	2	10	1	5	-	-	20
2	Ikan tawar kering	18	90	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-	20
3	Ikan Laut Basah	19	95	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	20
4	Ikan laut kering	15	75	2	10	3	15	-	-	-	-	-	-	20
5	Daging	1	5	5	25	7	35	4	20	1	5	2	10	20
6	Susu	13	65	2	10	2	10	1	5	2	10	-	-	20
7	Telur	-	-	4	20	5	25	5	25	6	30	-	-	20
8	Tahu	2	10	4	20	9	45	3	15	2	10	-	-	20
9	Tempe	-	-	1	5	2	10	2	10	8	40	7	35	20
10	Kacang-kacangan	1	5	5	25	7	35	5	25	2	10	-	-	20
11	Buah-buahan	3	15	8	40	3	15	1	5	5	25	2	10	20
12	Sayur-sayuran	-	-	-	-	2	10	3	15	13	65	-	-	20

Keterangan: n=jumlah ; %=persen

- Catatan: A : tidak pernah
 B : jarang dikonsumsi 1-3 kali perbulan
 C : dikonsumsi 2 kali seminggu
 D : dikonsumsi 3 kali seminggu
 E : dikonsumsi > 3 kali seminggu
 F : dikonsumsi > 1 kali sehari (tiap kali makan)

Berdasarkan tabel 5.13 responden di daerah endemik sebagian besar tidak pernah mengonsumsi jenis ikan laut, hanya sebagian kecil yang mengonsumsi ikan tawar basah. Daging, susu, telur juga jarang dikonsumsi sedangkan makanan nabati seperti tahu dan tempe serta sayuran rata-rata dikonsumsi tiap hari.

Tabel 5.14 Frekuensi Konsumsi Makanan Yang Mengandung Yodium Di Daerah Non Endemik Gondok (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

No	Jenis Makanan	FREKUENSI												n	%
		A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	F	%		
1.	Ikan tawar basah	2	10	1	5	4	20	1	5	1	5	-	-	20	10
2.	Ikan tawar kering	10	50	5	25	11	55	1	5	-	-	-	-	20	10
3.	Ikan Laut Basah	4	20	3	15	2	10	1	5	1	5	-	-	20	10
4.	Ikan laut kering	13	65	4	20	7	35	1	5	-	-	-	-	20	10
5.	Daging	-	-	4	20	4	20	8	40	1	5	-	-	20	10
6.	Susu	1	5	2	10	9	45	4	20	9	45	-	-	20	10
7.	Telur	-	-	1	5	6	30	2	10	8	40	-	-	20	10
8.	Tahu	-	-	4	20	1	5	5	25	5	25	-	-	20	10
9.	Tempe	-	-	-	-	10	50	7	35	12	60	-	-	20	10
10.	Kacang-kacangan	-	-	1	5	6	30	3	15	3	15	1	5	20	10
11.	Buah-buahan	-	-	5	25	2	10	2	10	7	35	-	-	20	10
12.	Sayur-sayuran	-	-	-	-	15	75	4	20	14	70	-	-	20	10

Keterangan: n=jumlah; %=persen

- Catatan: A : tidak pernah
 B : jarang dikonsumsi 1-3 kali perbulan

- C : dikonsumsi 2 kali seminggu
- D : dikonsumsi 3 kali seminggu
- E : dikonsumsi > 3 kali seminggu
- F : dikonsumsi > 1 kali sehari (tiap kali makan)

Responden di daerah non endemik, 55 % responden mengkonsumsi ikan laut basah, atau ikan tawar basah dengan frekuensi seminggu 2 kali sedangkan ikan tawar kering maupun ikan laut kering 50 % responden tidak pernah mengkonsumsi. Produk hewani (susu, telur) dan produk nabati (sayur-sayuran, buah, tahu dan tempe) sekitar 40-50 % mengkonsumsi 2 kali seminggu.

5.2. Hasil Pemeriksaan Laboratorium

5.2.1. Hasil Pemeriksaan Kandungan Yodium

5.2.1.1. Kandungan Yodium Urine Responden

Kecukupan konsumsi yodium dilakukan dengan pemeriksaan kandungan yodium urine di Laboratorium GAKY Universitas Diponegoro Semarang. Ekskresi yodium dalam urine secara langsung mencerminkan konsumsi yodium harian individu. Baik di daerah endemik maupun non endemik rata-rata kadar yodium urine responden adalah normal. Rata-rata kandungan yodium urine di daerah endemik adalah 302,85 µg/L sedangkan mediana sebesar 303,00 µg/L, sedangkan di daerah non endemik rata-rata kandungan yodium urin 305,15 µg/L dan mediana sebesar 311,00 µg/L. Pada daerah endemik gondok 100 % kandungan yodium urine adalah normal, hal ini dikarenakan adanya pemberian kapsul yodium pada daerah tersebut, sedangkan di daerah non endemik gondok 90 % kandungan yodium urine termasuk normal, 5 % defisiensi ringan dan 5 % defisiensi berat.

Tabel 5.15. Distribusi Frekuensi Kandungan Yodium Urine Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Status Yodium Urine	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Normal (Median $\geq 100\mu\text{g/L}$)	20	100	18	90	38	95
Defisiensi ringan (Median 50-99 $\mu\text{g/L}$)	-	-	1	5	1	2,5
Defisiensi sedang (Median 20-49 $\mu\text{g/L}$)	-	-	-	-	-	-
Defisiensi berat (Median $<20\mu\text{g/L}$)	-	-	1	5	1	2,5
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n jumlah; % persen

5.2.1.2. Kandungan Yodium Contoh Air Minum

Air minum sebagai salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan yodium. Sumber air minum responden di daerah endemik pada umumnya berasal dari sumur sedangkan untuk responden di daerah non endemik berasal dari PDAM. Analisa kandungan yodium air minum dilakukan di Laboratorium BATAN Yogyakarta dengan metode Analisis Aktivasi Neutron (AAN). Pada tabel di bawah ini menyajikan kandungan yodium air minum dari sumber air minum yang dikonsumsi responden.

Tabel 5.16. Kandungan Yodium Contoh Air Minum Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003 Dan Perbandingan

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Yodium Dalam Air Minum
Gunanti 1999	Daerah Pantai Non Endemik, Desa Labuhan, Kec. Brondong, Kab.Lamongan, Jatim	26 µg/l
Adriani dkk, 1999	Daerah Perkotaan Endemik Awal, Desa Kalijudan, Kec Mulyorejo, Kotamadya Surabaya, Jatim	19 µg/l
Sri Sumarni dkk, 1999	Daerah Pagar Desa Kalirejo Kec Klaton Kab.Pasuruan	78 µg/l
	Dataran Rendah, Desa Kebonsari Kab.Madun	17 µg/l
Kajian Peneliti	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec.Balerejo Kab.Madiun	26,7 µg/l
	Daerah Non Endemik, Desa Mejayan, Kec.Mejayan Kab Madiun	7,12 µg/l

Berdasarkan tabel 5.16 tampak kandungan yodium contoh air minum di daerah endemik gondok (26,7 µg/l) lebih tinggi dibandingkan kandungan yodium contoh air minum (7,12 µg/l) di daerah non endemik gondok. Dibandingkan dengan daerah penelitian sebelumnya tampak kandungan yodium contoh air minum di daerah endemik (Desa Gading, Kec.Balerejo Kab Madiun) lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kajian Adriani, dkk (1999) di Kalijudan Surabaya dan Sri Sumarni dkk (1999) di dataran rendah daerah endemik Desa Kebonsari Kabupaten Madiun. Sedangkan kandungan yodium contoh air minum di daerah non endemik (Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun) tampak paling rendah dibandingkan kajian penelitian sebelumnya.

5.2.1.3. Kandungan Yodium Contoh Tanah

Analisa kandungan yodium contoh tanah dilakukan dengan metode spektrofotometer. Dari hasil analisa didapatkan kandungan yodium contoh tanah sebagai berikut:

Tabel 5.17. Kandungan Yodium Contoh Tanah Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003 Dan Perbandingan (Kab.Malang Tahun 2001 dan Kab.Ngawi Tahun 2002)

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Yodium Dalam Tanah
Wahyuni, 2001	Daerah Endemik, Desa Pujon Kidul, Kec. Pujon, Kab.Malang, Jatim	0,02 µg/kg*
	Daerah Non Endemik, Desa Talangagung, Kec.Keparijen, Kab.Malang, Jatim	0,04 µg/kg*
Hadi Murbianto, 2002	Endemik Sedang, Dataran Rendah, Kec.Bringin Kab.Ngawi, Jatim	0,02 µg/kg**
	Endemik Berat, Dataran Rendah, Kec.Kwadungan, Kab.Ngawi, Jatim	0,02 µg/kg**
Kajian Peneliti	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec.Balerejo Kab.Madiun	0,037 µg/kg**
	Daerah Non Endemik, Desa Mejayan, Kec.Mejayan Kab Madiun	0,022 µg/kg**

* Dianalisis di Laboratorium Sentral Biomedik Fak.Kedokteran Universitas Brawijaya Malang

** Dianalisis di Laboratorium Basri Yogyakarta

Pada tabel 5.17 kandungan yodium contoh tanah baik di daerah endemik (Desa Gading) maupun non endemik gondok (Desa Mejayan) rata-rata sama dengan kajian penelitian sebelumnya di Kabupaten Ngawi dan Kabupaten Malang yaitu sekitar 0,02-0,04 µg/kg

5.2.2. Hasil Pemeriksaan Kandungan Selenium

5.2.2.1. Kandungan Selenium Serum Darah

Rata-rata kandungan selenium serum darah di daerah endemik gondok (Desa Gading) sebesar 0,11 µg/ml dan mediannya juga sebesar 0,11 µg/ml, sedangkan

untuk daerah non endemik gondok (Desa Mejayan) rata-rata kandungan selenium serum sebesar $0,10 \mu\text{g/ml}$ dan mediantnya juga sebesar $0,10 \mu\text{g/ml}$. Pada tabel 5.18, nampak bahwa sebagian besar responden mempunyai kandungan selenium serum normal, dan selebihnya responden yang mengalami defisiensi selenium dalam darahnya, yaitu 35 % di daerah endemik gondok dan 45 % daerah non endemik

Tabel 5.18. Distribusi Frekuensi Kandungan Selenium Serum Darah Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Status Selenium Serum ($\mu\text{g/ml}$)	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Normal : $0,1-1,1$	13	65	11	55	24	60
Defisiensi : $<0,1$	7	35	9	45	16	40
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n-jumlah, %-persen

5.2.2.2. Kandungan Selenium Contoh Air Minum

Tabel 5.19. Kandungan Selenium Contoh Air Minum Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003 Dan Pembanding (Kab.Yogyakarta Tahun 1997 dan Kab.Tuban Tahun 2002)

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Selenium Dalam Air Minum
Purwaningsih, 1997	Daerah Endemik, Desa Plumpang, Kec Kokap, Kab.Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta	$0,008 \text{ ppm}^*$
	Daerah Non Endemik, Desa Banjar Harjo, Kec.Kalibawang, Kab.Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta	$0,01-45 \text{ ppm}^*$
Efi Erliyanti, 2002	Daerah Endemik Awal, Daerah Pantai, Kabupaten Tuban, Jawa	$0,00464 \text{ ppm}^{**}$
Kajian Peneliti	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec.Balerejo Kab.Madiun	$0,0019 \text{ ppm}^{**}$
	Daerah Non Endemik,Desa Mejayan, Kec.Mejayan Kab.Madiun	$0,0012 \text{ ppm}^{**}$

* dianalisis di Laboratorium IPII Bogor

** dianalisis di Laboratorium Batas Yogyakarta

Kandungan selenium air minum di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 0,0019 $\mu\text{g}/\text{ml}$ sedangkan di daerah non endemik Desa Mejayan sebesar 0,0012 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Berdasarkan tabel 5.19, nampak bahwa kandungan selenium contoh air minum di daerah penelitian (Kabupaten Magelang lebih rendah dari kandungan selenium contoh air minum di daerah endemik GAKY di wilayah pegunungan (Kabupaten Yogyakarta) maupun di daerah pantai (Kabupaten Tuban).

5.2.2.3. Kandungan Selenium Contoh Tanah

Tabel 5.20. Kandungan Selenium Contoh Tanah Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balorejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Magelang Tahun 2003 Dan Perbandingan (Kab.Yogyakarta Tahun 1997 dan Kab.Tuban dan Kab.Ngawi Tahun 2002)

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Selenium Dalam Tanah
Purwaningsih, 1997	Daerah Endemik, Desa Plampang, Kec. Kokap, Kab.Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta	0,439 $\mu\text{g}/\text{g}$ *
	Daerah Non Endemik, Desa Banjar Harjo, Kec.Kalibawang, Kab.Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta	0,107 $\mu\text{g}/\text{g}$ *
Bambang dkk, 2002	Daerah Endemik Awal, Daerah Pantai, Kabupaten Tuban, Jatim	3,753 $\mu\text{g}/\text{g}$ **
	Daerah Endemik Berat, Daerah Dataran Rendah, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur	3,505 $\mu\text{g}/\text{g}$ **
Kajian Penulis	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec Balorejo Kab.Magelang	4,0681 $\mu\text{g}/\text{g}$ **
	Daerah Non Endemik, Desa Mejayan, Kec.Mejayan Kab.Magelang	3,7470 $\mu\text{g}/\text{kg}$ **

* Laboratorium IPI Bogor

** Laboratorium Bahan Yogyakarta

Kandungan selenium contoh tanah di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 4,0681 $\mu\text{g}/\text{g}$ sedangkan di daerah non endemik di Desa Mejayan sebesar 3,7470 $\mu\text{g}/\text{g}$ yang masih jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan selenium tanah di daerah endemik dan non endemik di daerah pegunungan Yogyakarta. Tetapi

jika dibandingkan dengan kandungan selenium di dataran rendah di kabupaten Ngawi (5,505 $\mu\text{g/g}$) tampak kandungan selenium tanah di Desa Gading dan Desa Mejayan lebih rendah.

5.2.3. Hasil Pemeriksaan Kandungan Seng (Zn)

5.2.3.1. Kandungan Seng (Zn) Pada Rambut

Kandungan seng rata-rata pada rambut di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 147,42 $\mu\text{g/gr}$ dan mediannya sebesar 143,29 $\mu\text{g/gr}$ sedangkan di daerah non endemik 143,71 $\mu\text{g/gr}$ dan mediannya sebesar 136,93 $\mu\text{g/gr}$. Pada Tabel 5.21 di daerah endemik gondok 35 % kandungan seng pada rambut termasuk kategori normal dan 65 % termasuk defisiensi ($< 150\mu\text{g/gr}$) sedangkan di daerah non endemik gondok 30 % termasuk normal dan 70 % yang kandungan seng pada rambut termasuk defisiensi.

Tabel 5.21. Distribusi Frekuensi Kandungan Seng Pada Rambut Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Baterejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Status Seng Pada Rambut ($\mu\text{g/gr}$)	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Normal $> 150\mu\text{g/gr}$	7	35	6	30	13	32,5
Defisiensi $< 150\mu\text{g/gr}$	13	65	14	70	27	67,5
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan. n jumlah ; % persen

5.2.3.2. Kandungan Seng (Zn) Contoh Air Minum

Kandungan seng pada bahan makanan dipengaruhi kandungan seng pada air dan tanah. Kandungan seng contoh air minum di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 0,13 $\mu\text{g/ml}$ sedangkan di daerah non endemik 0,093 $\mu\text{g/ml}$ yang

hasilnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Asmika di Kabupaten Malang tahun 2000 yang hasilnya kandungan seng air minum tidak terdeteksi. (Tabel 5.22)

Tabel 5.22. Distribusi Kandungan Seng Contoh Air Minum Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003 Dan Pembanding (Kab. Malang Tahun 2000)

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Seng Contoh Air Minum
Asmika, 2000	Daerah Endemik, Desa Karangnongko, Kec. Poncokusumo, Kab. Malang	-(*)
	Daerah Non Endemik, Desa Tegalgondo, Kec. Karangploso, Kab. Malang	-(*)
Kajian Peneliti	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec. Balerejo Kab. Madiun	0,13 µg/ml **
	Daerah Non Endemik, Desa Mejayan, Kec. Mejayan Kab. Madiun	0,093 µg/ml **

*Laboratorium Universitas Brawijaya Malang

** Laboratorium Botani Yogyakarta

5.2.3.3. Kandungan Seng (Zn) Contoh Tanah

Tabel 5.23. Distribusi Kandungan Seng Contoh Tanah Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003 Dan Pembanding (Kab. Malang Tahun 2000)

Sumber Kajian	Lokasi	Kandungan Seng Tanah
Asmika, 2000	Daerah Endemik, Desa Karangnongko, Kec. Poncokusumo, Kab. Malang	0,092 µg/kg*
	Daerah Non Endemik, Desa Tegalgondo, Kec. Karangploso, Kab. Malang	0,098 µg/kg *
Kajian Peneliti	Daerah Endemik, Desa Gading, Kec. Balerejo Kab. Madiun	0,546 mg/Kg**
	Daerah Non Endemik, Desa Mejayan, Kec. Mejayan Kab. Madiun	0,737 mg/Kg **

*Laboratorium Universitas Brawijaya Malang

** Laboratorium Botani Yogyakarta

Pada tabel 5.23 kandungan seng pada contoh tanah baik di daerah endemik (Desa Gading) maupun non endemik (Desa Mejayan) hasilnya lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya di daerah endemik dan non endemik di Kabupaten Malang

5.2.4. Hasil Pemeriksaan Kandungan Nitrat (NO_3)

5.2.4.1. Kandungan Nitrat (NO_3) Pada Darah

Tabel 5.24. Distribusi Frekuensi Kadar Nitrat (NO_3) Darah Di Daerah Endemik Gondok (Desa Gading), Kecamatan Balerejo Dan Daerah Non Endemik (Desa Mejayan), Kecamatan Mejayan, Kabupaten Madiun Tahun 2003

Kandungan NO_3 Darah (ppm)	Endemik Gondok (Desa Gading)		Non Endemik Gondok (Desa Mejayan)		Jumlah	
	n	%	n	%	n	%
Normal < 0,1 ppm	1	5	7	35	8	20
Goitrogen > 0,1 ppm	19	95	13	65	32	80
Jumlah	20	100	20	100	40	100

Keterangan: n = jumlah ; % = persen

Berdasarkan tabel diatas, baik di daerah endemik gondok maupun non endemik, kandungan nitrat pada darah sudah bersifat goitrogen ($> 0,1$ ppm) yaitu untuk daerah endemik 95 % kadar nitrat lebih dari normal dan di daerah non endemik 65 %. Rata-rata kandungan nitrat di dalam darah untuk daerah endemik sebesar 880,33 ppm dan mediannya 869,71 ppm, sedangkan di daerah non endemik rata-rata kandungan nitrat dalam darah sebesar 1022,90 ppm dan mediannya sebesar 843,46 ppm

5.2.4.2. Kandungan NO_3 Contoh Air Minum

Kandungan NO_3 air minum di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 40.243,27 ppm sedangkan di daerah non endemik 24.470,23 ppm. Kandungan nitrat bebas yang direkomendasikan adalah 10 ppm Nitrat Nitrogen ($\text{NO}_3^- \text{N}$) = 44,3 ppm nitrat (NO_3^-) Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa kandungan nitrat air minum di daerah endemik gondok maupun non endemik sudah melebihi ambang batas normal.

5.2.4.3. Kandungan NO_3 Contoh Tanah

Kadar NO_3 tanah di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 15 903 ppm sedangkan di daerah non endemik 18.517,25 ppm

5.2.5. Hasil Pemeriksaan Kandungan Pb Dalam Darah, Air Dan Tanah

Kandungan Pb pada darah dan air minum sangat kecil sehingga tidak terdeteksi. Sedangkan kadar Pb tanah di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar $38,150 \pm 0,059$ ppm sedangkan di daerah non endemik $26,375,150 \pm 0,225$ ppm. Menurut (Swaine,1955) kadar Pb pada tanah sekitar 5-25 ppm, hal ini menunjukkan bahwa baik di daerah endemik maupun non endemik kadar Pb tanah sudah lebih dari normal.

5.3. Analisis Data

5.3.1. Hubungan Kandungan Yodium Urin, Selenium Serum Darah, Zn Rambut Dan Nitrat Darah Terhadap Kejadian Gondok

5.3.1.1. Hubungan Kandungan Yodium Urin Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Berdasarkan uji regresi logistik sederhana, hasilnya diperoleh nilai $p = 0,017$ ($p < 0,05$), maka terdapat hubungan yang signifikan atau bermakna antara kandungan yodium urin dan terjadinya gondok. Kandungan yodium urin penderita gondok ($mean = 302,85 \mu\text{g/ml}$) lebih tinggi dan rata-rata kandungan yodium urin bukan penderita gondok ($mean = 205,15 \mu\text{g/ml}$), karena di daerah endemik terdapat pemberian kapsul yodium dan di daerah non endemik tidak ada.

5.3.1.2. Hubungan Kandungan Selenium Serum Darah Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Hasil uji regresi logistik sederhana, diperoleh nilai $p=0,159$ ($p>0,05$), maka tidak terdapat hubungan yang signifikan atau bermakna antara kandungan selenium serum darah terhadap terjadinya gondok di daerah endemik dan non endemik. Rata-rata kadar selenium serum darah kedua daerah penelitian termasuk normal yaitu daerah endemik = $0,1187 \mu\text{g/ml}$ sedangkan untuk daerah non endemik = $0,104 \mu\text{g/ml}$.

5.3.1.3. Hubungan Kandungan Seng (Zn) Pada Rambut Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Berdasarkan hasil uji regresi logistik sederhana diperoleh nilai $p=0,736$ ($p>0,05$), maka tidak terdapat hubungan yang signifikan atau bermakna antara kandungan seng pada rambut terhadap terjadinya gondok di daerah endemik dan non endemik.

5.3.1.4. Hubungan Kandungan Nitrat Darah Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Berdasarkan hasil uji regresi logistik sederhana diperoleh nilai $p = 0,039$ ($p < 0,05$), maka terdapat hubungan yang signifikan antara kandungan NO_3 (nitrat) dalam darah terhadap terjadinya gondok di daerah endemik dan non endemik.

5.3.2. Hubungan Kecukupan Protein Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Uji regresi logistik sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan kecukupan protein di daerah non endemik dan endemik yang hasilnya $p = 0,001$ ($p < 0,05$), yang artinya terdapat hubungan yang signifikan/bermakna. Jadi kecukupan protein bukan penderita gondok berbeda dibandingkan dengan kecukupan protein di daerah endemik gondok. Rata-rata RDA protein daerah endemik gondok 51,03 % sedangkan di daerah non endemik RDA protein 72,6 %.

5.3.3. Hubungan Status Gizi Terhadap Kejadian Gondok Di Daerah Endemik Dan Non Endemik

Hubungan status gizi menurut tinggi badan umur, berdasarkan uji regresi logistik hasilnya $p=0,86$ ($p>0,05$) yaitu tidak ada hubungan yang signifikan dengan

kejadian gondok. Jadi status gizi di daerah non endemik maupun endemik kurang lebih adalah sama.

Untuk mengetahui hubungan beberapa variabel independen sekaligus dengan satu variabel dependen yang dikotomis, maka digunakan uji regresi logistik ganda. Berdasarkan hasil uji regresi logistik sederhana yang tidak mempunyai hubungan dengan kejadian gondok diantara enam variabel yaitu : kandungan yodium urin, selenium darah, Zn rambut, nitrat darah, kecukupan protein dan status gizi adalah variabel selenium serum darah, Zn rambut dan status gizi. Sedangkan variabel yang berhubungan dengan kejadian gondok adalah variabel kandungan yodium urin, kandungan nitrat darah dan kecukupan protein seperti yang terlihat pada tabel 5.24.

Tabel 5. 25. Hubungan Kandungan Yodium Urin, Selenium Serum Darah, Zn Rambut, Nitrat Darah, Kecukupan Protein Dan Status Gizi Antara Penderita Gondok Dengan Bukan Penderita Gondok

Variabel	β (Koefisien Regresi)	p	OR	Keterangan
Yodium Urin	0,014	0,015	1,014	Ada hubungan dengan gondok
Selenium Serum	16,274	0,159	11688782	Tidak ada hubungan dengan gondok
Zn rambut	0,000	0,947	1,000	Tidak ada hubungan dengan gondok
Nitrat < 0,1 ppm	-2,543	0,050	0,079	Ada hubungan dengan gondok
Nitrat > 0,1 ppm				perbandingan
Protein < 70 % RDA	3,238	0,004	25,472	Ada hubungan dengan gondok
Protein > 70 % RDA				perbandingan
Status Gizi		0,860		Tidak ada hubungan dengan gondok
Status Gizi normal	-8,539	0,718	0,000	Tidak ada hubungan dengan gondok
Status Gizi pendek	-8,202	0,778	0,000	Tidak ada hubungan dengan gondok
Status Gizi sangat pendek				perbandingan
Konstanta	-4,062	0,18	0,017	

Berdasarkan tabel 5.25 dapat dijelaskan variabel yang mempunyai hubungan signifikan dengan gondok, yaitu:

1. Kandungan yodium urin

Berdasarkan uji regresi logistik, menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara kadar yodium urin dengan gondok ($p=0,015$), yang artinya semakin tinggi kadar yodium urin maka semakin tinggi frekuensi terjadinya gondok. Hal ini karena adanya *blocking agent* yang menghambat proses metabolisme yodium dalam tubuh sehingga yodium dikeluarkan lewat urin

2. Kandungan nitrat dalam darah

Kandungan nitrat dalam darah menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan gondok ($p=0,05$). Tetapi kandungan nitrat yang signifikan dengan kejadian gondok adalah yang kadarnya $< 0,1$ ppm. Resiko terjadinya gondok 0,079 lebih besar jika kandungan nitrat dalam darah $< 0,1$ ppm yang artinya kadar nitrat dalam darah harus 0 (tidak ada kadar nitrat). Kadar nitrat $>0,1$ ppm adalah *reference group* sebagai kadar nitrat yang akan bersifat goitrogenik.

3. Kecukupan protein

Kecukupan protein (< 70 % RDA) menunjukkan hubungan yang signifikan dengan gondok ($p=0,004$). Artinya resiko terjadinya gondok 25,472 lebih besar jika kecukupan proteinnya < 70 % RDA.

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1. Gambaran Umum Subyek Penelitian

Desa Gading Kecamatan Balerejo merupakan salah satu dataran rendah yang termasuk endemik gondok berat (TGR = 31,9 %) di Kabupaten Madiun. Sedangkan Desa Mejayan Kecamatan Mejayan merupakan daerah yang termasuk endemik ringan dengan TGR 0,05 %. Dua daerah tersebut merupakan berada di wilayah barat Kabupaten Madiun yang merupakan daerah pertanian

Responden penelitian di Desa Gading Kecamatan Balerejo adalah yang secara *simple random sampling* terpilih dari populasi anak SD Gading I dan II kelas IV-VI yang gondok. Sedangkan sampel/responden penelitian dari Desa Mejayan, Kecamatan Mejayan adalah yang secara *simple random sampling* terpilih dari populasi anak SD Mejayan I dan II kelas IV-VI yang tidak gondok. Jumlah total sampel adalah 40 anak

Berdasarkan hasil palpasi dan penelitian pendahuluan terhadap responden didapatkan bahwa dari 20 sampel di daerah endemik gondok, 4 anak termasuk grade IB dan 16 anak termasuk grade IA. Sedangkan untuk daerah non endemik semua sampel adalah termasuk kategori grade 0 (tidak gondok). Gangguan Akibat Kurang Yodium (GAKY) merupakan salah satu masalah yang sampai saat ini belum dapat diatasi dengan tuntas. Gondok sebetulnya bukan penyakit gizi yang sangat merugikan atau membahayakan, karena tidak pernah dilaporkan adanya banyak kematian akibat pembesaran kelenjar tiroid itu sendiri, akan tetapi besarnya gangguan terhadap pertumbuhan fisik dan intelektualitas yang terjadi sebagai akibat

penyakit tersebut merupakan masalah kesehatan yang cukup serius dan perlu mendapat perhatian.

Jumlah anggota keluarga yang dimiliki responden di kedua daerah ini pada umumnya tergolong kecil yaitu sebuah keluarga yang terdiri dari ayah, ibu dan satu orang anak. Bila dilihat dari segi pendidikan orang tua responden, maka rata-rata orang tua responden tingkat pendidikannya rendah yaitu lulusan SD dan SMP. Sedangkan pekerjaan orang tua responden baik di daerah endemik gondok maupun non endemik adalah petani. Untuk daerah endemik, rata-rata ibu responden bekerja sebagai petani dan buruh tani, sedangkan untuk daerah non endemik rata-rata ibu responden tidak bekerja jadi kemungkinan perhatian terhadap kesehatan anaknya lebih besar dibandingkan dengan daerah endemik.

6.2. Pola Konsumsi dan Status Gizi Responden

Konsumsi makan seseorang dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kebiasaan makan, ketersediaan pangan, daya beli dan lain-lain. Kualitas dan frekuensi makanan yang dikonsumsi oleh keluarga erat kaitannya dengan asupan zat gizi yang akan berpengaruh terhadap proses kimiawi dalam tubuh. Keadaan asupan zat gizi ditentukan oleh keadaan tubuh serta usia. Pada umumnya peranan utama *macro nutrient* adalah untuk kelangsungan berbagai proses metabolisme. Anak usia sekolah dasar kelas IV-VI dengan rentang usia 9-12 tahun merupakan masa yang penting bagi pertumbuhannya. Jika asupan zat gizi yang digunakan rendah maka dapat berdampak negatif terhadap proses tumbuh kembangnya.

Pola konsumsi responden di daerah endemik gondok kebanyakan mengonsumsi makanan nabati dengan kualitas dan frekuensi cukup besar, hal ini

berpengaruh pada asupan zat gizi khususnya yodium yang sedikit dalam tubuh. Kebalikannya daerah non endemik gondok mengkonsumsi makanan hewani dengan kuantitas dan frekuensi cukup sering akan mempengaruhi asupan yodium lebih banyak dari daerah endemik gondok. Seperti yang dikatakan Hetzel (1987), bahwa susu, daging dan makanan yang berasal dari laut adalah sumber yodium yang tinggi. sehingga dapat disimpulkan responden di daerah endemik gondok lebih rawan terkena gondok karena konsumsi sumber yodium yang rendah.

Sumber protein yang banyak dikonsumsi oleh responden adalah protein nabati yaitu tahu dan tempe. Tingkat konsumsi responden pada kedua daerah penelitian tergolong rendah, hal ini bisa dikarenakan anak SD lebih banyak jajan sehingga mereka kenyang karena makan jajanan yang tergolong rendah kandungan proteinnya. Makanan jajanan yang biasa dikonsumsi berdasarkan observasi peneliti antara lain mie rebus, chiki, pentol caos, jajanan gorengan, permen, es dan sebagainya.

Pola konsumsi yang ada dalam keluarga merupakan cerminan asupan zat gizi yang diperlukan oleh tubuh dalam berbagai proses kimia untuk kelangsungan hidupnya. Dan hasil recall, diperoleh informasi daerah endemik gondok kecukupan protein yang $\geq 70\%$ RDA sebanyak 30 %, selebihnya 70 % responden kecukupan proteinnya $< 70\%$ RDA. Kebalikan dengan daerah non endemik dimana 80 % responden kecukupan proteinnya $\geq 70\%$ RDA dan 20 % responden kecukupan proteinnya $< 70\%$ RDA.

Hasil uji regresi logistik ganda terhadap tingkat kecukupan protein (RDA $< 70\%$) terhadap timbulnya gondok diperoleh $p = 0.004$ yang berarti ada hubungan yang bermakna antara tingkat kecukupan protein terhadap gondok di daerah endemik

dan non endemik. Data menunjukkan responden dengan pembesaran kelenjar thyroid mempunyai tingkat konsumsi protein $< 70 \%$, hal ini dapat dijelaskan karena bahan utama hormon tiroksin adalah asam amino tirosin yang merupakan fraksi dari protein jika bergabung dengan yodium akan membentuk hormon tiroksin. Jadi, protein merupakan alat angkut dari yodium (Thyroid Binding Globulin) sehingga jika tidak ada alatangkutnya (protein) maka pembentukan hormon thyroid akan terganggu. Meskipun konsumsi yodium cukup, jika tidak diimbangi dengan konsumsi protein yang cukup maka akan sedikit hormon tiroksin yang terbentuk, sehingga kerja hormon tiroksin akan lebih berat akibatnya terjadi *hipertrofi* kelenjar thyroid. Menurut Bambang W (2003) defisiensi protein yang sangat berat diduga yang berpengaruh terhadap terjadinya gondok.

Status gizi dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas makanan yang dikonsumsi serta metabolisme dalam tubuh. Tinggi badan Umur (TB/U) merupakan salah satu indeks status gizi yang dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan gizi masa lalu, dan klasifikasi yang digunakan untuk negara-negara berkembang yang cenderung bergizi kurang menurut Waterlow (1978) adalah nilai Z-score. Hasil pengukuran status gizi dengan indeks TB/U yang dilakukan terhadap responden di daerah endemik dan non endemik tampak bahwa rata-rata status gizi responden termasuk kategori normal, di daerah endemik 50 % dan daerah non endemik 70 %. Sedangkan yang termasuk kategori pendek baik daerah endemik maupun non endemik sebesar 30 % dan yang kategori sangat pendek hanya ada di daerah endemik gondok sebesar 20 %. Hubungan status gizi menurut tinggi badan/umur, berdasarkan uji regresi logistik hasilnya $p=0,86$ ($p>0,05$) yaitu tidak ada hubungan yang signifikan dengan kejadian gondok. Jadi status gizi di daerah non endemik maupun

endemik kurang tinggi adalah sama. Hal ini bisa dikarenakan variabel status gizi menurut tinggi badan/umur merupakan variabel yang tidak langsung berhubungan dengan gondok karena status gizi menurut tinggi badan/umur tidak hanya dipengaruhi konsumsi kalori maupun protein saja tetapi faktor genetik juga berperan terhadap tinggi badan.

7.3. Analisa Kandungan Yodium, Selenium, Seng, Nitrat Dan Pb Di Daerah Endemik dan Non Endemik Gondok

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kandungan yodium urine, selenium darah, seng (Zn) rambut, nitrat darah dan Pb dalam darah, di daerah endemik gondok dan non endemik gondok. Setelah dilakukan analisa regresi logistik sederhana, maka variabel yang secara signifikan berhubungan dengan kejadian gondok adalah kadar yodium urin ($p=0,015$) dan kadar nitrat darah ($p=0,039$). Sedangkan variabel kadar selenium darah ($p=0,159$) dan kadar seng rambut ($p=0,7364$) tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap gondok. Kandungan Pb hanya ditemukan di tanah sedangkan kandungan Pb di air maupun darah tidak terdeteksi.

Peranan factor lingkungan terhadap penyediaan bahan pangan merupakan faktor penting, untuk menentukan kandungan zat gizi bahan makanan. Kandungan zat gizi dalam bahan makanan lokal ditentukan oleh keadaan geografi daerah diantaranya adalah tanah sebagai lahan pertanian dan air yang digunakan untuk kebutuhan kehidupan sehari-hari oleh keluarga. Apabila kandungan yodium dalam tanah rendah, maka tanaman yang tumbuh di wilayah tersebut juga rendah kadar yodiumnya. Hal ini tentunya yang akan mempengaruhi rendahnya konsumsi yodium

di wilayah tersebut. Untuk mengetahui rendahnya konsumsi yodium, salah satu cara dideteksi dengan mengukur kadar yodium urine.

Kandungan yodium urine pada orang normal menurut WHO adalah sebesar $\geq 100 \mu\text{g/l}$ dan dikategorikan punya resiko gondok apabila kadarnya $< 100\mu\text{g/l}$. Kandungan yodium urin responden di Desa Gading lebih tinggi dari Desa Mejayan. Hal ini dapat dilihat dari nilai mean dan median kandungan yodium urin responden. Kandungan yodium urin penderita gondok (*mean* = $302,85 \mu\text{g/ml}$ dan *median* = $303 \mu\text{g/l}$) lebih tinggi dari rata-rata dan median kandungan yodium urin bukan penderita gondok (*mean* = $205,15\mu\text{g/ml}$ dan *median* = $211 \mu\text{g/l}$). Berdasarkan analisa statistik ternyata ada hubungan yang signifikan antara kandungan yodium urin terhadap kejadian gondok di dua daerah penelitian tersebut. Tingginya kandungan yodium urine di Desa Gading sebagai daerah endemik kemungkinan karena sudah mendapat kapsul yodium. Kandungan yodium responden penderita gondok seharusnya rendah, yaitu $< 100 \mu\text{g/l}$, karena dengan terjadinya pembesaran gondok merupakan kompensasi kekurangan zat yodium dalam konsumsi sehari-hari sehingga seharusnya yodium yang dikeluarkan melalui urine sedikit pula.

Pada daerah non endemik menunjukkan kandungan yodium urine responden 90 % normal, 5 % defisiensi ringan dan 5 % defisiensi berat. Adanya kandungan yodium yang rendah bisa karena daerah non endemik tidak diberikan suplementasi kapsul yodium (karena bukan daerah endemik gondok), konsumsi sumber protein yang rendah (35 % responden kecukupan proteinnya $< 70 \%$), dan sebagainya.

Kandungan yodium air minum di kedua daerah tersebut tergolong rendah atau miskin yodium (daerah endemik $25,7 \mu\text{g/l}$ dan daerah non endemik $7,12 \mu\text{g/l}$) karena menurut rekomendasi WHO air minum yang baik mengandung yodium 100

$\mu\text{g/l}$ (Dikutip oleh Fisch, 1993) Sumber air minum di Desa Gading umumnya berasal dari sumur sedangkan di Desa Mejayan berasal dari PDAM. Menurut Beny Soegianto (1999), air minum diharapkan memberikan 10 % dari seluruh kebutuhan yodium, sedangkan dari sumber makanan nabati sebesar 80 % dari hewani 10 %. Apabila seorang anak minum 1 liter per hari, maka kandungan zat yodium yang dikonsumsi tubuh $< 10 \mu\text{g/l}$, maka yodium yang dikonsumsi tidak memenuhi atau kurang 10 % dari kebutuhan sehari untuk anak sekitar 100-150 $\mu\text{g/l}$.

Bahan makanan nabati tergantung dari kadar yodium tanah tempat tumbuhan nabati itu hidup. Apabila kadar yodium dalam tanah rendah maka kadar tumbuhan yang hidup di atas tanah tersebut juga rendah. Menurut Malovic (1974) kandungan yodium tanah menurut standar ialah 300 $\mu\text{g/Kg}$. Menurut hasil analisa kandungan yodium tanah di Desa Gading sebesar 0,037 $\mu\text{g/Kg}$. Lebih tinggi bila dibandingkan dengan Desa Mejayan sebesar 0,022 $\mu\text{g/Kg}$. Kadar ini tidak jauh berbeda dengan kadar yodium tanah pada penelitian di dataran rendah Desa Kwadungan Kabupaten Ngawi tahun 2001 sebesar 0,022 $\mu\text{g/Kg}$ yang hasilnya sama-sama jauh dari standar yang telah ditetapkan. Maka dengan demikian dapat disimpulkan makanan nabati yang dihasilkan di dua daerah tersebut akan rendah kadar yodiumnya. Padahal yodium dalam tubuh yang berasal dari makanan nabati ini diharapkan memberikan sumbangan paling besar 80 % dari seluruh konsumsi yang masuk selain dari hewan 10 % dan air minum 10 %.

Kegiatan penanggulangan GAKY di Kabupaten Madiun yang sudah dilakukan adalah pemberian kapsul yodium pada anak sekolah, WUS, ibu hamil dan ibu nifas di daerah endemik sedang dan endemik berat dan monitoring garam yodium. Tingginya kandungan yodium urine responden pada daerah endemik

gondok kemungkinan proporsi terbesar berasal dari kapsul yodium, hal ini dikarenakan : 1). Konsumsi makanan yang banyak mengandung yodium di daerah non endemik kurang karena pola makan responden sebagian besar banyak mengkonsumsi sumber protein nabati dan jarang yang mengkonsumsi sumber protein hewani yang kandungan yodiumnya sangat tinggi, 2). Kandungan yodium dalam tanah dan air yang rendah baik di daerah endemik maupun non endemik sehingga hasil pangan dari daerah tersebut pasti rendah kandungan yodiumnya dan 3). Program kegiatan monitoring garam yodium baik melalui sampel anak sekolah dasar, masyarakat maupun umum belum memenuhi target yang diharapkan (Capaiannya 46, 9%, berdasarkan Laporan Tahunan Program Gizi Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun Tahun 2001).

Timbulnya kejadian gondok juga dapat disebabkan oleh karena adanya "Blocking Agent". Pada prinsipnya, kerja *blocking agent* tersebut adalah menghambat pemanfaatan yodium oleh kelenjar thyroid. Sehingga meskipun konsumsi yodium cukup (melalui kapsul yodium), namun apabila ada gangguan pemanfaatan yodium oleh kelenjar thyroid maka kejadian gondok juga dapat timbul. Selain itu bahan goitrogenik juga dapat menimbulkan gondok karena bekerja secara kompetitif dalam proses pengikatan yodium oleh kelenjar thyroid, sehingga hal tersebut akan menyebabkan rendahnya kadar thyroxin yang selanjutnya akan berakibat membesanya kelenjar thyroid (Clements,1976). Tetapi, menurut Beny Sugiono (2002), kadar yodium yang lebih dari 200 µg/l pada responden telah menunjukkan adanya kelebihan kadar yodium dimana yodium itu sendiri merupakan *blocking agent* yang menghambat proses *trapping* pada proses pembentukan hormon tiroid. Tetapi pada kasus gondok di daerah penelitian ini, penyebabnya diduga bukan

kelebihan yodium karena pemberian kapsul yodium itu sendiri baru dilakukan setelah terjadinya gondok yaitu Desa Gading sebagai sasaran program karena merupakan desa endemik gondok. Penyebab gondok di daerah penelitian ini mungkin karena konsumsi sumber makanan yodium yang rendah dan karena adanya *blocking agent* yaitu nitrat maka yodium tidak dapat dimanfaatkan oleh hormon tiroksin, sehingga terjadi hipertropi dan hiperplasi kelenjar tiroid.

Defisiensi selenium endemik yang semula ditemukan pada masyarakat yang tinggal di daerah Khesan, Cina (Ge and Yang, 1993), akhir-akhir ini ternyata mulai dikaitkan juga dengan kejadian gondok di beberapa daerah endemis seperti Ubangi, Zaire (Thilly, dkk 1993). Di Indonesia, penelitian serupa telah dilakukan di daerah endemis dan non endemis gondok di Jawa Tengah (Faisal Anwar dkk, 1997). Kadar selenium serum darah lebih dari 50 % di kedua daerah tersebut termasuk kategori normal yaitu antara 0,1-1 µg/ml. Menurut Tim Peneliti IPB Bogor, 1997 mengemukakan bahwa responden dengan pembesaran kelenjar gondokpun cenderung memiliki kadar selenium darah normal. Rata-rata kadar selenium serum Desa Gading maupun Desa Mejayan sama yaitu 0,1 µg/ml. Berdasarkan uji logistik sederhana tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kandungan selenium serum terhadap kejadian gondok di daerah penelitian tersebut. Konsentrasi selenium di air biasanya sekitar 2-3 ppm (Ernakov & Kovalskij, 1974; US NAS/NRC). Berdasarkan Tabel 5.17 mengenai kadar selenium air minum dari berbagai lokasi penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa di Desa Gading maupun di desa Mejayan kadar selenium air minum sama-sama rendah dibandingkan dengan daerah endemik maupun non endemik penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Sun (1985) mengenai *Keshan Disease* (salah satu penyakit akibat kurang selenium) di Cina menunjukkan total

kandungan selenium tanah di daerah endemik Keshan Disease (2,2 – 8,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$) sedangkan di daerah non endemik (11,4 – 38,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Kadar selenium tanah di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 4,068 ($\mu\text{g}/\text{g}$) sedangkan di daerah non endemik 3,7470 $\mu\text{g}/\text{g}$ yang berarti kadar selenium tanah di dua daerah tersebut juga sangat rendah yang nantinya akan berpengaruh pada kandungan bahan makanan di daerah tersebut. Di daerah endemik gondok maupun non endemik bukan penghasil kacang-kacangan sebagai sumber protein yang mereka konsumsi hampir tiap hari. Keluarga responden mendapatkan bahan makanan didapatkan dari pasar, sehingga kemungkinan besar sumber protein dari kacang-kacangan yang mereka konsumsi kadar seleniumnya tidak terlalu miskin. Tetapi jika melihat pola konsumsi responden yang hanya mengkonsumsi protein nabati yang mempunyai kandungan protein dan selenium yang rendah apabila hal ini berlangsung terus menerus akan mengakibatkan daerah tersebut juga akan kekurangan selenium.

Defisiensi zat gizi tertentu khususnya *micro nutrient* menggambarkan kekurangan asupan zat gizi dalam jangka waktu lama. *Micro nutrient* seng (Zn) selain sebagai ko-faktor pada metalloenzym juga mediator dari aktifitas pertumbuhan. Metode pengkujian status seng secara relatif sangat tidak peka. Pada keadaan defisiensi, tingkat seng dalam rambut bisa meningkat atau bisa saja tidak. Pada keadaan defisiensi yang parah, tingkat seng dalam rambut pada kenyataannya meningkat. Kadar seng rata-rata pada rambut di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar 147,42 $\mu\text{g}/\text{gr}$ sedangkan di daerah non endemik 148,71 $\mu\text{g}/\text{gr}$. Angka ini cukup tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Leka (2002) terhadap status seng anak usia 1-3 tahun di daerah Surabaya dimana pada kelompok perlakuan rata-rata kadar seng rambut 55,43 = 27,60 mg/kg dan pada kelompok kontrol sebesar

$75,94 \pm 51,39$ mg/kg Angka kecukupan seng menurut WHO (1996) adalah $> 150-200$ $\mu\text{g}/\text{gr}$. Kadar seng di air biasanya $0,1-50$ $\mu\text{g}/\text{l}$ sedangkan kadar seng di tanah normalnya $10-300$ mg/Kg. Kadar seng air minum di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar $0,13$ $\mu\text{g}/\text{l}$ sedangkan di daerah non endemik $0,093$ $\mu\text{g}/\text{l}$, sehingga kadar seng air dari dua daerah penelitian tersebut kurang dari normal. Kadar seng tanah untuk daerah endemik $0,946$ mg/kg sedangkan untuk daerah non endemik $0,737$ mg/kg yang juga termasuk kurang dari normal. Tidak berhubungan secara signifikan antara kadar Zn rambut dengan kejadian gondok artinya kandungan seng rambut pada daerah endemik maupun non endemik rata-rata sama. Walaupun kadar Zn di air dan tanah di dua daerah tersebut rendah, tetapi karena bahan makanan yang dikonsumsi di daerah tersebut berasal dari daerah lain maka kemungkinan besar kadar Zn dalam bahan makanan juga tinggi.

Kadar Pb pada darah dan air minum sangat kecil sehingga tidak terdeteksi. Sedangkan kadar Pb tanah di daerah endemik gondok di Desa Gading sebesar $38,150 \pm 0,050$ ppm sedangkan di daerah non endemik $26,375.150 \pm 0,225$ ppm. Menurut (Swaine, 1955) kadar Pb pada tanah sekitar $5-25$ ppm. Hal ini menunjukkan bahwa baik di daerah endemik maupun non endemik kadar Pb tanah sudah lebih dari normal. Hal ini menunjukkan bahwa di Kabupaten Madiun, lingkungannya sudah mulai tercemar oleh unsur toksik Pb. Debu, udara, tanah yang mengandung Pb akan mengkontaminasi air minum dan dikonsumsi oleh manusia. Selain itu manusia mendapatkan Pb dari cara langsung, yaitu apabila manusia manusia mengkonsumsi tumbuhan sayur yang terkontaminasi Pb dari air dan tanah. Tingginya kadar Pb dalam tanah, hal ini diduga dari kebiasaan petani setempat yang menggunakan

baterai/bahan accu yang mengandung Pb yang ditancurkan dan ditatakan di tanah sebagai cara pengolahan tanah sehingga tanah lebih gembur.

Kandungan nitrat darah, nitrat dalam air maupun nitrat dalam tanah di dua daerah penelitian ini sangat tinggi. Berdasarkan hasil uji regresi logistik terdapat hubungan antara kadar nitrat darah terhadap terjadinya gondok ($P=0,059$).

Sumber nitrat yang masuk dalam tubuh antara lain selain dari air minum adalah berasal dari konsumsi nitrat yang berasal dari sayuran (tergantung tipe dan penyimpanannya) atau daging yang diproses. Konsentrasi sayuran yang segar rendah sekitar 1-2 mg/kg sampai 10 mg/kg. Diperkirakan sayuran menyediakan sampai 85 % nitrat yang masuk dalam tubuh. Sumber nitrat lain adalah daging yang di *curing* dimana nitrat dan nitrit berasal dari proses *curing* dan pemasakan. Nitrat merupakan unsur yang mudah sekali terbawa air dan masuk ke saluran air, sungai, air tanah dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Nitrat yang masuk ke dalam tubuh akan diubah menjadi nitrit. Selanjutnya nitrit akan masuk ke dalam darah dan bereaksi dengan haemoglobin sehingga menghasilkan methemoglobin yang dapat merusak sistem transportasi oksigen di dalam darah. Nitrat yang telah berubah menjadi nitrit dapat juga bereaksi dengan amina sekunder sehingga menghasilkan nitrosamina. Senyawa ini dapat menimbulkan kanker, mutasi dan abnormalitas. Dalam dosis tertentu, nitrosamina bahkan mampu menembus plasenta sehingga menyebabkan tumor pada janin. Dosis 50 ppm (bagian per sejuta) dalam makanan yang diberikan pada binatang percobaan (tikus) selama 20-40 minggu menyebabkan munculnya tumor ganas pada hati, sedang dosis 20-40 ppm menyebabkan tumor ganas pada ginjal. Oleh sebab itu, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan beberapa negara telah menetapkan standar kualitas air yang boleh dikonsumsi oleh manusia. Standar

tertinggi kandungannya adalah 10 ppm nitrat (10 mg per liter air). Sumber nitrat yang masuk dalam tubuh antara lain selain dari air minum adalah berasal dari konsumsi nitrat yang berasal dari sayuran (tergantung tipe dan penyimpanannya) atau daging yang diproses. Konsentrasi sayuran yang segar rendah sekitar 1-2 mg/kg sampai 10 mg/kg. Secara normal, yodium dalam pembuluh darah dalam bentuk (I⁻) akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya perbedaan konsentrasi dan adanya ATP maka yodium akan masuk ke dalam plasma darah karena adanya nitrat dan yodium dalam darah maka nitrat akan direduksi menjadi nitrit yang dapat mengganggu proses hormonogenesis yaitu mengganggu pembentukan hormon thyroid

Daerah Gading Kecamatan Balerejo merupakan daerah pertanian (tebu) yang banyak membutuhkan mineral (*biomass generated*). Penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat dalam bidang pertanian telah dilakukan sejak lama secara meluas. Pupuk kimia ini dapat menghasilkan produksi tanaman pangan yang tinggi sehingga menguntungkan petani tetapi di lain pihak, nitrat dan fosfat dapat mencemari sungai dan air tanah.

BAB VII

KESIMPULAN

7.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Ada hubungan kandungan yodium urin, kandungan nitrat dan kecukupan protein terhadap timbulnya gondok. Semakin tinggi kandungan yodium urin maka semakin besar kemungkinan terjadinya gondok. Semakin rendah kandungan nitrat (<0,1 ppm) semakin kecil kemungkinan terjadinya gondok. Semakin rendah kecukupan protein (< 70 % RDA) semakin besar kemungkinan terjadinya gondok.
2. Tidak ada hubungan antara kandungan selenium serum, seng rambut dan status gizi terhadap timbulnya gondok.
3. Kandungan yodium tanah di daerah non endemik gondok lebih tinggi daripada daerah endemik gondok.
4. Kandungan yodium air minum di daerah endemik gondok maupun daerah non endemik kurang dari normal.
5. Kandungan selenium tanah di daerah endemik gondok lebih tinggi daripada daerah non endemik gondok.
6. Kandungan selenium air minum di daerah endemik gondok lebih kecil daripada daerah non endemik gondok.
7. Kandungan seng pada tanah di daerah endemik gondok lebih tinggi daripada daerah non endemik gondok.

8. Kandungan seng air minum di daerah endemik gondok lebih tinggi daripada daerah non endemik gondok
9. Kandungan nitrat tanah di daerah endemik gondok lebih rendah daripada daerah non endemik gondok
10. Kandungan nitrat air minum di daerah endemik gondok lebih tinggi daripada daerah non endemik gondok

7.2. Saran

1. Pemberian kapsul yodium untuk daerah endemik gondok sebaiknya diberikan sejak awal yaitu sejak bayi dengan waktu yang tepat untuk memperbaiki kondisi GAKY, karena mengingat prevalensi gondok anak SD sudah cukup tinggi.
2. Upaya perbaikan lingkungan dengan kerjasama lintas sektor karena kadar nitrat baik di daerah endemik maupun non endemik cukup tinggi dimana nitrat sebagai salah satu zat geotrogenik, yaitu dengan menanam tanaman misalnya jambu mente atau tanaman lain yang dapat menjadi barrier agar nitrat agar tidak mengkontaminasi air tanah/air minum penduduk setempat.
3. Penelitian epidemiologi lebih lanjut mengenai matri pada darah dan efek kronis pada manusia

DAFTAR PUSTAKA

- Asmika. 2000. Pola Konsumsi Makanan Dan Defisiensi Zinc (Zn): Kaitannya Dengan Tinggi Badan Pada Anak Sekolah Dasar Di Desa Gondok Endemik Dan Non Endemik Kabupaten Malang. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya
- Aihara, K., Y.Nishi, S.Hatano.1984. Zinc, Copper, Manganese, and Selenium Metabolism in Thyroid Disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 40:26-35
- Anke M, Groppe B, Krause U.1991. *The essentiality of the toxic elements cadmium, arsenic and nickel*. Trace elements in man and animals. Ins for Med Res and Occ.Health, University of Zagreb, IML, 1991.11 6-11 8
- Bambang W. 1994. Kecenderungan Masalah Gizi dan Penyakit-Penyakit Yang Berhubungan Dengan Gizi Di Jawa Timur. Surabaya: *Laporan Penelitian*, Lembaga Penelitian UNAIR Surabaya
- Bambang W dan Merryana A. 1998. Gambaran GAKY Di desa Paatar : Studi Kasus Anak Sekolah Dasar Di Desa Bancar, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban (Jawa Timur). *Forum Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Tahun ke XVII, No.13-14, Januari-Juni 1998, hal 1-7
- Bambang W., Merryana, A. dan Irong R G. 2001. *Identifikasi Gangguan Akibat Kekurangan Yodium Di Dataran Rendah*. Laporan Penelitian. Kerjasama Antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Lembaga Penelitian, UNAIR dengan Kantor Wilayah Kesehatan Propns: Jawa Timur
- Bambang W.2002. Perubahan Epidemiologi Dari Beberapa Masalah Gizi (Gangguan Pertumbuhan dan Gondok) Di Indonesia. *Atakalah, Pertemuan Ahli Gizi dan Pangan di Malang*
- Bremner, W F , G S.Fell 1977. Zinc Metabolism and Thyroid Status. *Postgraduate Medical Journal* 53:143-145
- Dean CE, Hargis BM, Hargis PS 1991. Effects of zinc toxicity on thyroid function and histology in broiler chicks. *Toxicology letters*. 57. 309
- Drexhage HA, van der Gaag RD 1986. *Thyroid growth Stimulating Immunoglobulins (IGI) and Goitre*. In : Thyroid and Autoimmunity eds Drexhage HA and Wiersinga WM. Excerpta Med ICS 722: 173

- Dinkes Dati I, Prop.Jatim.1997 dan 1998. *Hasil Survei Prevalensi Gondok di Jawa Timur tahun 1995*. Seksi Bina Gizi Dinas Kesehatan Daerah Tingkat I, Propinsi Jawa Timur Surabaya
- Dinas Kesehatan Kabupaten Madiun.2001 *Laporan Tahunan Program Gizi Tahun 2001 Kabupaten Madiun*
- Djakumeljanto R. 1974 *The Effect of severe iodine deficiency: a study on population in Central Java Indonesia. Doctoral dissertation*. Diponegoro University, Semarang Indonesia
- _____ 1992^a. Peranan Zat Gizi Mikro (Iodium) dalam Menurunkan Angka Mortalitas dan Morbiditas Anak. *Gizi Indonesia*. 17 (1/2) : 6-14
- _____ 1992^b. *The Role of Trace Element in Endemic Goiter Proceedings Volume II. Supplement: The Fifth Asia and Oceania Congress of Nuclear Medicine and Biology, Jakarta-Bali, 25-30 October 1992*
- _____ 1993^c. Apa yang Perlu Anda Ketahui tentang GAKY. *Atakalah dalam Kursus Singkat Iodium dan Mikro Nutrient Esensial UGM, Yogyakarta*. Februari
- Dunn, J.T. 1990. *A Practical Guide To The Correction Of Iodine Deficiency* Wageningen, The Netherlands Charlottesville, VA, USA
- _____ 1993^d. *Methods for Measuring Iodine in Urine International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders*.Unroof. WHO
- Fisch, A 1993 A. New Approach to Combating Iodine Deficiency in Developing Countries : The Controlled Release of Iodine in Water by a Silicone Elastomer, *American Journal of Nutrition*, volume: 83 no.4
- Garan, E. 1980 *Goitrogens in the Etiology of Endemic Goiter. In Stanbury and Hetzel (Eds), Endemic Goiter and Endemic Cretinism. Iodine Nutrition in Health and Disease* Jhon Willey and Son, Toronto
- Ge and Gwangaqi Yang.1993. The Epidemiology of Selenium Deficiency in the Etiological Study of Endemic Diseases in China. *American Journal Clinical Supplement*. 57 259 S-63 S
- Gibson, R.S. 1990. *Principles of Nutritional Assessment* Oxford University Press. Oxford
- Hetzel, B.S and G.F.Maberly, 1988. Iodine, In:W.Mertz (eds) *Trace Elements in Human and Animal Nutrition* 5 th eds. Vol 2 Academic Press. New York

- Hetzel, B.S. 1988. The Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorders. ACC/SCN State of The Art Series, *Nutrition Policy Discussion paper No. 3*
- Inghar, 1977. *Disease of Thyroid*, Harisons. S. Principles of Internal Medicine, 8 th ed. Mc Graw Hill, Koganusha Ltd Tokyo, pg 501-509
- Inong, R.G. 1999. Pola Konsumsi Pangan Kaitannya dengan Kejadian Gondok Pada Anak Sekolah Dasar Di Daerah Pantai. *Tesis* Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Koutras D.A.1980. *Trace Elements, genetic and other factors In: Endemic Goiter and endemic Cretinism*. Iodine nutrition in health and disease. Eds. JB Stanbury and BS Hetzel, Wiley Medical Publ. John Wiley and Sons, Inc, New York, 1980. pg 255
- Levander OA, Burk BF.1996. Selenium In : Ziegler EE, Filer LJ. Eds. *Present knowledge in nutrition* Washington ILSI Press
- Loffi, M. and J.B. Mason. 1988. Introduction and Policy Implications. In B.S. Hetzel - The Prevention and Control of Iodine Deficiency Disorder. ACC/SCN State of Art Series, *Nutrition Policy Discussion Paper No. 3*
- Linder, M.C. 1992. *Buku saku Nutrisi dan Metabolisme dengan Penekanan Secara Khusus* (Penerjemah : Aminuddin Parakkasi). UI Press Jakarta
- Matovinovic, J. (1974). *Endemic Goiter and Cretinism: Continuing Threats to World Health*. J.F. Dunn and G.A. Medeiros-Neto, Editors, Scientific Publication No.292, pp.67-94. Pan American Health Organization, Washington DC
- Nermyana A. dan Bambang W. (1998). Gangguan Akibat Kekurangan Yodium Di Desa Pantai: Studi Kasus Anak Sekolah Dasar Di Desa Brengkok, Kecamatan Brandong, Kabupaten Lamongan (Jawa Timur) *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Tahun XVII, No. 15, Juli-Desember 1998. hal 25-31
- Marley, J.E, J.Gordon, J.M Hersman. 1980 Zinc Deficiency, Chronic Starvation, and hypothalamic-pituitary-thyroid function. *American Journal Of Clinical Nutrition*. 33: 1767-1770
- Muhalaq, F.Jalal, Hardinsyah. 1998 *Angka Kecukupan Gizi yang Diupayakan* Prosiding Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi VI LIPI. Jakarta
- Nishi, Y., R Kawate, T. Usui. 1980. Zinc Metabolism in Thyroid Disease. *Postgraduate Medical Journal*. 56:833-837
- O'iver, J.W, D.S.Sachan, P.Su.1987. Effects of Zinc Deficiency on Thyroid Function *Drug-Nutrient Interaction* 5.113

- Thaba A Rozak, Djunaidi, M.Dachlan dan Jafar N, 2002. Analisis Faktor Resiko Coastal Goiter. *Jurnal GAKF Indonesia*. Volume I, April 2002
- Pangrango, J A., M.Weinstein,M.C.Devetak, R J.Soto.1974 Red Cell Zinc and Red Cell Zinc Metalloenzymes in Hyperthyroidism. *Acta Endocrinol* 76:645-650
- Roti E, Minoia C, Minelli R, Salvi M. 1996. Selenium administration does not change thyroid function in euthyroid subjects. *CD Rom Proceeding of 6th Thyroid Symposium*.Graz-Eggenberg :48-51
- Soegianto.1999. *Kuliah Pendidikan dan Penyuluhan Gizi*, Pasca Sarjana UNAIR jurusan IKM.Peminatan Gizi Masyarakat
- Studer H, Gerber H.1991. *Clinical manifestations and management of non toxic diffuse and nodular goiter*.in. Bravenmann, Unger eds. Werner and Ingbar's The Thyroid a fundamental and Clinical Text. 6 th ed. JB Lippincott Co.Phil 1114 .
- Sumarmi, S , Anis Catur Adi, Meirna Ernawati, E 1999 *Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Masalah Gigitangan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY) di daerah pantai dan dataran rendah*. Laporan Penelitian Dosen Muda. FKM-UNAIR
- Sun S ,Zhai, F., Zhou, L., Yang, G 1985. The bioavailability of soil selenium in Keshan Disease And High Selenium Areas. *Chinese Jend Div.*, 4:21-28
- Swaminathan, R., N.H.Segall, C Chapman, D.B Morgan.1976 Red-Blood-Cell Composition in Thyroid Disease. *Lancet* 2 . 1382-1385
- Taniguchi N., N.Ishikawa, T Kondo.1978. Inhibitory Effect of Thyroxine on Carbonic Anhydrase B Isozyme Biosyntheses in Rabbit Reticulocyte Lysates. *Biochem Biophys Res Commun* 85:952-958
- Thilly Gaule – Hector, B.Swenmen, P.Bourdoux, K Ntambue and J.B. Vanderpas. 1993 The Epidemiology of Iodine-Deficiency Disorders in Relation to Goitrogenic Factors and Thyroid-Stimulating-Hormone Regulation. *American Journal of Clinical Supplemets* 57 : 267 S-70S
- Yadav.H , K.K Nagpal, B.N.Sharma, B N Chaudhri.1983. *Influence of Thyroxine and Temperature on Zinc Metabolism*. *Indian J.Lap Biol* 18:993-996
- Vanderpass JB, Contempre B, Ngidi I, Duade. 1990. Iodine and selenium deficiency associated with cretinism in northern Zaire. *American Journal Of Clinical Nutrition* ; 52. 1087
- WHO.1996. *Trace Element in Human Nutrition and Health*. Geneva

WHO, UNICEF and ICCIDD.1994. *Indicator for Assessing Iodine Deficiency Disorders and Their Control Through Salt Iodization*.Geneva



DATA PRIMER PENELITIAN

DAERAH ENDEMIK GONDOK
Desa Gading, Kec. Bularejo, Kab. Madiun

No.	Nama	Umur (BULAN)	Jenis Kelamin	Palpasi (Grade)	Tinggi Badan (cm)	Protein (Gram)	Kadar Yodium Urine ($\mu\text{g/l}$)	Kadar Selenium ($\mu\text{g/ml}$)	Kadar Zn Rambut ($\mu\text{g/g}$)	Kadar Nitrat Darah (ppm)
1	REKH	133	P	3b	137,5	27,60	285	1717	120,6825	2154,929
2	RIGS	122	L	3a	124,4	29,50	237	1164	139,9828	1278,649
3	REFI	126	L	3a	129,5	21,60	355	1165	147,1026	1278,649
4	DMS	125	L	3a	125,5	33,80	320	10919	166,7192	869,7183
5	RHD	126	L	3a	126,4	24,80	305	1226	157,1818	254,4174
6	LINT	140	L	3b	143,2	27,20	374	2149	77,2195	691,4522
7	ADK	131	P	3a	125,6	34,10	425	1104	167,8970	1103,393
8	DIN	144	L	3a	128,5	22,80	385	1289	302,5586	869,7183
9	NTA	131	P	3a	137,4	31,90	395	1227	77,7983	869,7183
10	RST	142	P	3a	141,2	24,30	723	10982	148,5792	928,1379
11	MMN	147	P	3a	147,5	21,10	111	1105	98,6481	636,0435
12	DNI	144	L	3a	127,9	36,60	303	10982	98,2815	869,7183
13	AND	149	L	3a	139,5	29,60	328	1368	75,7855	405,6498
14	VND	139	P	3a	145,2	37,60	361	10809	240,8484	986,5556
15	DNA	140	P	3a	150,1	20,80	107	10685	143,6603	752,8809
16	RIO	121	L	3b	126,5	27,40	281	10934	142,9303	811,2996
17	SYN	130	L	3a	128,9	39,30	356	10658	78,3755	928,1370
18	LIA	144	P	3a	132,0	26,60	238	1894	113,9462	869,7183
19	YNI	134	P	3a	132,5	23,80	171	1494	186,7821	1044,974
20	MII	132	L	3b	135,0	30,40	104	10561	263,7411	1000

DAERAH NON ENDEMIK GONDOK
Desa Mejayan, Kec. Mejayan, Kab. Madiun

No.	Nama	Umur (BULAN)	Jenis Kelamin	Palpasi (Grade)	Tinggi Badan (cm)	Protein (Gram)	Kadar Yodium Urine (µg/l)	Kadar Selenium (µg/ml)	Kadar Zn Rambut (µg/gc)	Kadar Nitrat Darah (ppm)
21	LGG	139	L	O	129,2	30,40	165	1059	192,9030	843,4699
22	RZL	128	L	O	131,0	37,30	219	0935	123,8452	1427,656
23	AJR	140	P	O	134,5	31,00	235	0624	271,8576	2303,937
24	HRU	126	L	O	127,5	34,30	221	1129	369,7367	1719,730
25	DWL	123	P	O	136,0	38,50	9	1433	87,8111	697,4231
26	NRL	118	P	O	118,5	37,40	192	1309	59,7573	6000
27	RZK	145	L	O	144,0	37,30	111	0753	154,8411	1719,750
28	HNP	142	L	O	152,4	36,30	324	3002	123,3577	6000
29	LKY	129	P	O	144,6	35,30	215	0816	138,2030	6000
30	MGA	140	P	O	143,0	38,10	292	1191	147,3456	6000
31	VTI	130	P	O	144,0	36,30	197	0941	203,4050	6000
32	RKA	136	P	O	128,5	33,30	90	1066	200,7888	843,4699
33	ARD	150	P	O	138,1	38,60	245	0942	141,2494	2888,124
34	NUR	155	P	O	140,4	37,30	148	1504	100,6975	2503,937
35	PRS	147	P	O	140,0	41,50	185	0879	147,7990	1427,656
36	DNI	145	P	O	135,5	36,90	179	1129	102,2185	843,4699
37	DEN	147	P	O	139,6	32,10	214	1129	135,6631	3000
38	KKH	147	L	O	140,0	37,80	335	0944	134,4480	6000
39	FBR	143	L	O	143,8	30,70	329	1193	134,0398	2596,030
40	JKA	145	L	O	131,9	30,20	251	0880	192,9030	843,4699

LOGIT LOGISTIK

Case Processing Summary

Weighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	40	100,0
Deleted Cases		0	,0
Total		40	100,0

If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Independent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Step 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
			normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	,000	,315	,000	1	1,000

Variables not in the Equation

	Score	df	Sig.		
Step 0	Variables	YQCIUM	6,921	1	,010
Overall Statistics			6,531	1	,010

Step 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	8,058	1	,005
	Block	8,058	1	,005
	Model	8,058	1	,005

Model Summary

	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
Step 1	47,394	,152	,243

Classification Table^a

Observed		Predicted		
		Kategori gondok		Percentage Correct
		normal	gondok	
Step 1	Kategori gondok	normal 6	gondok 4	80,0
		normal 6	gondok 14	70,0
Overall Percentage				75,0

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	
Step 1	YODIUM	,010	,004	3,078	1	,017	1,010
	Constant	-2,460	1,076	5,171	1	,023	,085

a. Variable(s) entered on step 1: YODIUM.

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	40	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		40	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter (1)
Kategori Zn	Normal > 150	13	1,000
rambul	<150	27	0,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a, b}

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
			normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	,0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	,000	,316	,000	1	1,000	,000

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	KAT_Zn(1)	,114	1	,736
Overall Statistics			,114	1	,735

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	,114	1	,736
	Block	,114	1	,736
	Model	,114	1	,736

Model Summary

Step	-2 Log Likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	55,335	,003	,004

Classification Table^a

Observed		Predicted		
		Kategori gondok		Percentage Correct
Step 1	Kategori gondok	normal	gondok	
	normal	14	6	70,0
	gondok	13	7	35,0
Overall Percentage				52,5

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

Step		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KAT.ZN(1)	,228	,677	,114	1	,736	1,255
	Constant	-,074	,385	,037	1	,847	,929

a. Variable(s) entered on step 1: KAT.ZN

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100.0
	Missing Cases	0	.0
	Total	40	100.0
Unselected Cases		0	.0
Total		40	100.0

a. If weight is in effect, see classical on table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		Percentage Correct
			Kategori gondok		
			normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	.0
		gondok	0	20	100.0
Overall Percentage					50.0

a. Constant is included in the model

b. The cut value is .500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	
Step 0	Constant	.000	.316	.000	1	1.000	1.000

Variables not in the Equation

		Sig.	df	Sig.
Step 0	Variables	.571	2	.143
	Overall Statistics	2.150	1	.143

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	2.248	1	.134
	Block	2.248	1	.134
	Model	2.248	1	.134

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	53,204	.55	.073

Classification Table^a

Observed		Predicted			
		Kategori gondok		Percentage Correct	
		normal	gondok		
Step 1	Kategori gondok	normal	12	0	60.0
		gondok	10	10	50.0
Overall Percentage					55.0

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

Step	SE	B	SE	Wald	df	Sig.	Exp(B)
1		16,274	11,555	1.980	1	.159	11688762
		Constant	-1,805	1.312	1.892	1	.165

a. Variable(s) entered on step 1: SE.

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	40	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		40	100,0

a. If weight is in effect, see Classification table for the (obs) number of cases

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Categorical Variables Codings

	Frequency	Parameter
		(1)
Kadar nitrat pada darah (Ordinal) <0,1	8	1,000
>0,1	32	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
	normal	gondok	normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	,0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	
Step 0	Constant	,000	,316	,000	1	1,000	1,000

Variables not in the Equation

	Score	df	Sig.		
Step 0	Variables	KAT_N03(1)	5,625	1	,015
	Overall Statistics		5,625	1	,015

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	6,194	1	,013
	Block	6,194	1	,013
	Model	6,194	1	,013

Model Summary

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	40,258	,143	,191

Classification Table^a

Observed		Predicted			
		Kategori gondok		Percentage Correct	
		normal	gondok		
Step 1	Kategori gondok	normal	7	13	35,0
		gondok	1	19	95,0
Overall Percentage					65,0

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

Step		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KAT.NO3(1)	-2,324	1,137	4,248	1	,039	,092
1	Constant	,379	,260	2,112	1	,202	1,462

a. Variable(s) entered on step 1: KAT NO3.

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	40	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		40	100,0

a. If weight is in effect, see Classification Table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter coding	
			(1)	(2)
Status gizi menurut tinggi badan/umur	normal	24	1,000	,000
	pendek	12	,000	1,000
	sangat pendek	4	,000	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		Percentage Correct
			Kategori gondok normal	Kategori gondok gondok	
Step 0	Kategori gondok normal	normal	0	20	,0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	,000	,316	,000	1	1,000	1,000

Variables not in the Equation

Step	Variables	Score	df	Sig.
0	STA.GIZI	4,887	2	,097
	STA.GIZI(1)	1,667	1	,197
	STA.GIZI(2)	,000	1	1,000
Overall Statistics		4,887	2	,097

Block 1: Method = Enter

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	6,213	2	,045
	Block	6,213	2	,045
	Model	6,213	2	,045

Model Summary

Step	-2 Log Likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	49,239	,144	,192

Classification Table^a

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
			normal	gondok	
Step 1	Kategori gondok	normal	14	6	70,0
		gondok	10	10	50,0
Overall Percentage					60,0

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	STA.GIZI			,302	2	,860	
	STA.GIZI(1)	-8,539	30,218	,080	1	,778	,000
	STA.GIZI(2)	-8,202	30,221	,074	1	,708	,000
	Constant	8,202	30,216	,074	1	,786	3649,073

a. Variable(s) entered on step 1: STA.GIZI

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	40	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		40	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Categorical Variables Codings

	Frequency	Parameter (1)
Kategori protein < 70 % RDA dalam RDA	15	1,000
> 70 % RDA	22	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a, b}

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
			normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is ,500

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	,000	,316	,000	1	1,000	1,000

Variables not in the Equation

	Score	df	Sig.
Step 0 Variables KA.PROT(1)	10,101	1	,001
Overall Statistics	10,101	1	,001

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-Square	df	Sig.
Step 1	Step	10,600	1	,001
	Block	10,600	1	,001
	Model	10,600	1	,001

Model Summary

Step	-2 Log Likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	44,851	,233	,310

Classification Table^a

Observed		Predicted		
		Kategori gondok		Percentage Correct
		normal	gondok	
Step 1	Kategori gondok normal	16	4	80,0
	gondok	6	14	70,0
Overall Percentage				75,0

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

Step		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	KA PROT(1)	2,234	,742	9,061	1	,003	9,332
	Constant	-,951	,475	4,195	1	,040	,375

a. Variable(s) entered on step 1: KA PROT.

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	26,211 ^a	3	,000
	Block	26,211	3	,000
	Model	26,211 ^a	3	,000

Model Summary

Step	-2 Log Likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	29,241	,461	,641

Classification Table^a

Observed		Predicted			
		Kategori gondok		Percentage Correct	
		normal	gondok		
Step 1	Kategori gondok	normal	17	3	85,0
		gondok	2	18	90,0
Overall Percentage					87,5

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation

Step		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
1	YODIUM	,014	,006	5,895	1	,015	1,014
	KAT.NO3(1)	-2,543	1,295	3,855	1	,050	,079
	KA.PROT(1)	3,238	1,136	8,110	1	,004	25,472
	Constant	-4,453	1,789	6,198	1	,013	,012

a. Variable(s) entered on step 1: YODIUM, KAT.NO3, KA.PROT.

Model if Term Removed

Variable	Model Log Likelihood	Change in -2 Log Likelihood	df	Sig. of the Change
Step 1	YODIUM	-19,008	1	,003
	KAT.NO3	-17,240	1	,022
	KA.PROT	-20,753	1	,000

Logistic Regression

Case Processing Summary

Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	40	100,0
	Missing Cases	0	0
	Total	40	100,0
Unselected Cases		0	0
Total		40	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
normal	0
gondok	1

Categorical Variables Codings

		Frequency	Parameter
			(1)
Kategori protein dalam RDA	< 70 % RDA	18	1,000
	> 70 % RDA	22	,000
Kadar nitrat pada darah (Ordinal)	<0,1	8	1,000
	>0,1	32	,000

Block 0: Beginning Block

Classification Table^{a,b}

Observed			Predicted		
			Kategori gondok		Percentage Correct
			normal	gondok	
Step 0	Kategori gondok	normal	0	20	0
		gondok	0	20	100,0
Overall Percentage					50,0

a. Constant is included in the model.

b. The cut value is .500

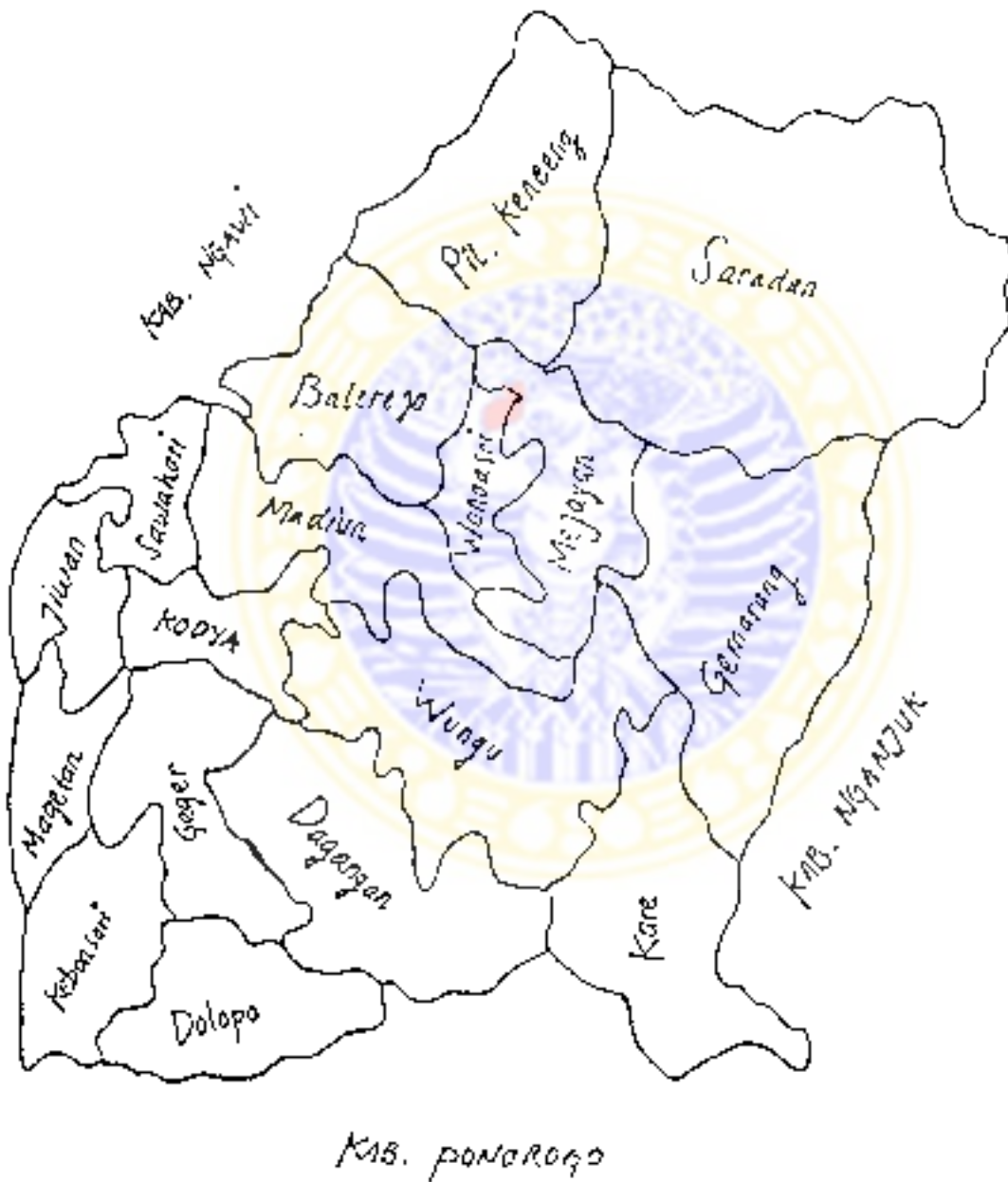
Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 Constant	,000	3,16	,000	1	1,000	1,000

Variables not in the Equation

Step	Variables	Score	df	Sig.
0	YODIUM	0,631	1	,010
	KAT.NO3(1)	5,825	1	,018
	KAPRO(1)	10,101	1	,000
Overall Statistics		16,206	3	,000

PETA DAERAH ENDEMIK GONDOK KABUPATEN MADIUN



Kuesioner

**HUBUNGAN KANDUNGAN YODIUM (I), SELENIUM (Se), SENG (Zn),
NITRAT (NO₃) DAN TIMAH HITAM (Pb) TERHADAP KEJADIAN
GONDOK DI DAERAH ENDEMIK GONDOK DAN NON ENDEMIK
GONDOK DI KABUPATEN MADIUN**

(Studi Pada Anak Sekolah Dasar Penderita Gondok Di desa Gading Kecamatan
Balerejo dan Anak Sekolah Dasar Tidak Gondok Di Desa Mejayan Kecamatan
Mejayan Kabupaten Madiun)

Nomor Sampel :

KETERANGAN SAMPEL

1. Nama anak yang diperiksa :
2. Tempat/Tgl lahir :
3. Tinggi Badan :
4. RT/RW :
5. Dukuh :
6. Desa :
7. Kecamatan :
8. Kabupaten Madiun :

I. IDENTITAS RESPONDEN

A. Kepala Keluarga

Nama :

Umur :

- Pekerjaan umum : 1. Pegawai Negari /ABRI
2. Pegawai Swasta
3. Petani / buruh tani
4. Wihastawawan (pedagang, pengrajin, tukang, dll)
5. Tidak bekerja

5. Lain-lain, sebutkan

Pendidikan

1. Tidak sekolah
2. Sekolah Dasar – tamat sekolah dasar
3. SLTP – tamat SLTP
4. SLTA – tamat SLTA
5. Akademi / Perguruan Tinggi
6. Tamat Akademi / Perguruan Tinggi

Agama

- : 1. Islam
2. Kristen
 3. Katolik
 4. Hindu
 5. Budha
 6. Kepercayaan Kepada Tuhan YME
 7. Lain-lain, sebutkan

B. Ibu

Nama

:

Umur

:

Pekerjaan utama

1. Pegawai Negeri / ABRI
2. Pegawai Swasta
3. Petani / buruh tani
4. Wirausaha (pedagang, pengrajin, tukang dll)
5. Tidak bekerja
6. Lain-lain, sebutkan

Pendidikan

- : 1. Tidak sekolah
2. Sekolah Dasar – tamat sekolah dasar
 3. SLTP – tamat SLTP
 4. SLTA – tamat SLTA
 5. Akademi / Perguruan Tinggi
 6. Tamat Akademi / Perguruan Tinggi

Agama

- : 1. Islam
2. Kristen
 3. Katolik

- 4. Hindu
- 5. Budha
- 6. Kepercayaan Kepada Tuhan YME

C. Susunan Keluarga

Jumlah anggota keluarga :

Jumlah anak :

II. POLA KONSUMSI

1. Bagaimana bentuk susunan makanan di keluarga sehari-hari :
- a. Nasi + Ikan
 - b. Nasi + Sayur
 - c. Nasi + Ikan + Sayur
 - d. Nasi + Ikan + Buah
 - e. Nasi + Sayur + Buah
 - f. Nasi + Ikan + Sayur + Buah
 - g. Nasi + Ikan + Susu
 - h. Nasi + Sayur + Susu
 - i. Nasi + Ikan + Sayur + susu
 - j. Nasi + Ikan + Buah + Susu
 - k. Nasi + Sayur + Buah + Susu
 - l. Nasi + Ikan + Sayur + Buah + Susu
 - m. Lain-lain, sebutkan,
2. Apakah bahan makanan diatas (no.1), dikonsumsi oleh seluruh anak saudara?
- a. Ya
 - b. Tidak
3. Bila tidak, bagaimana susunan pola makan anak saudara ? Sebutkan !
-

III. Macam Bahan Makanan Yang Dikonsumsi

4. Jenis sayur yang biasa dikonsumsi :
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
 - e.
 - f.
 - g.
 - h.
5. Jenis buah yang biasa dikonsumsi :
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
 - e.
 - f.
 - g.
 - h.

6. Jenis ikan/kerang/kepiting/tasman laut lain yang biasa dikonsumsi antara lain:
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
 - e.
 - f.
 - g.
 - h.
7. Jenis daging unggas/sapi/kaubing/kerbau yang biasa dikonsumsi :
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
 - e.
 - f.
 - g.
 - h.

TABEL FREKUENSI MASUKAN MAKANAN SUMBER YODIUM

Bahan Makanan	Frekuensi								Tidak pernah
	Harian				Mingguan				
	P	S	M	A	1x	2x	3x	>3x	
Ikan tawar basah									
Ikan tawar kering									
Ikan laut basah									
Ikan laut kering									
Daging									
Susu									
Telur									
Tahu									
Tempe									
Kacang-kacangan									
Buah-buahan									
Sayuran									

Keterangan :

P = Pagi; S = Siang, M = Malam;

A = Asal makanan, tuliskan B bila beli, D bila diberi, K bila dari hasil sendiri

TABEL RECALL 24 JAM

Waktu Makan	Nama Makanan	Komposisi	URT	gram	keterangan

Lampiran 5

SURAT PERNYATAAN

Yang Beranda Tangan di bawah ini :

Nama :

Alamat:

Menyatakan Kesiediaan untuk memperbolehkan anak kami:

Nama :

Kelas:

Sekolah:

Alamat:

Untuk dijadikan sampel penelitian, karena penelitian ini sudah mendapat ijin dari Puskesmas Setempat dan Sekolah yang bersangkutan.

Mengetahui,

Yang membuat pernyataan,

Kepala Sekolah

.....

**HASIL PEMERIKSAAN UET
LABORATORIUM GAKI (GANGGUAN AKIBAT KURANG JODIUM)
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

No.	KODE SAMPEL	HASIL $\mu\text{g/l}$	Keterangan
1.	1	284	
2.	2	237	
3.	3	353	
4.	4	320	
5.	5	303	
6.	6	374	
7.	7	425	
8.	8	283	
9.	9	3995	
10.	10	723	Diulang 2 kali
11.	11	111	
12.	12	303	
13.	13	328	
14.	14	361	
15.	15	107	
16.	16	281	
17.	17	356	
18.	18	238	
19.	19	171	
20.	20	104	
21.	21	165	
22.	22	219	
23.	23	220	

No.	KODE SAMPEL.	HASIL $\mu\text{g/L}$	Keterangan
24.	24	221	
25.	25	9	Diulang 2 kali
26.	26	192	
27.	27	111	
28.	28	324	
29.	29	203	
30.	30	292	
31.	31	197	
32.	32	90	
33.	33	245	
34.	34	148	
35.	35	185	
36.	36	170	
37.	37	219	
38.	38	333	
39.	39	229	
40.	40	231	

CARA SAMPLING URIN UNTUK PEMERIKSAAN UEI

ALAT:

- Botol penampung dari plastik bening/lebar (100 cc)
- Lakban
- Kertas label
- Ballpoint

MACAM SAMPEL :

Urin sewaktu

JUMLAH SAMPEL yang dibutuhkan.

25 ml urin

PENGAWET/PRESERVASI:

Menurut Dunn JK dkk, urin tidak membutuhkan pengawet selama masa transportasi dan sesudah tiba di laboratorium disimpan dalam lemari es. Berdasarkan pengalaman, laboratorium GAKI UNDIP tetap menambahkan preservasi kristal timol sebanyak sepecah sendok kecil dengan tujuan menghambat pertumbuhan bakteri supaya tidak menimbulkan bau.

CARA SAMPLING:

- Botol plastik bening/lebar diberikan kepada responden
- Responden diminta menampung urin lebih kurang 25 ml (seperempat botol)
- Bila sulit dapat digunakan penampung perantara seperti plastik asal bersih
- Botol ditutup setelah itu dilapisi dengan lakban agar tidak tumpah
- Kemudian ditempel label yang berisi identitas yang diperlukan. Identitas ditulis dengan ballpoint agar tidak luntur dan dicocokkan dengan daftar sampel
- Selama di lapangan tidak usah disimpan dalam almari es cukup dalam temperatur ruang dan dijaga dari penguapan

PENGIRIMAN:

- Botol diletakkan dalam dus dalam posisi berdiri, saling berimpitan dan dijaga agar tidak terbalik pada saat pengiriman
- Batas waktu pengiriman maksimal 1 bulan sejak pengambilan sampel di lapangan

STABILITAS BAHAN:

Dalam keadaan tertutup rapat dan terlindung dari penguapan sampel tahan beberapa bulan bila disimpan dalam almari es



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
NATIONAL NUCLEAR ENERGY AGENCY
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MAJU
CENTRE FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ADVANCED TECHNOLOGY
Jl. Raya Pahlawan 10, Gedung 1, TRODIS, 60115 KAROLIA, ANGLIA

**PREPARASI SAMPEL UNTUK ANALIS TIMBAL (Pb)
MENGUNAKAN ALAT AAS VARIAN, TYPE AA-300 P**

I. LENYANG SAMPEL

1. Air
2. Tanah
3. Whole Blood

II. LENYANG

1. AIR

- Ambil sampel air sebanyak 3 ml dengan pipet.
- Sampel yang telah dipipet, langsung analisis Pb dengan alat AAS

2. TANAH

- Sampel tanah dikeringkan
- Ligernis sampel bebas dan diayak sampai lolos 100 mesh
- Timbang 10 mg tanah dimasukkan dalam Buret Ligetier Teflon
- Tambahkan 2 ml Asam Nitrat (HNO₃) pekat dan 200 µl Asam Fluorida (HF), kemudian ditutup
- Ditanamkan dengan suhu pada suhu 150 °C selama 4 jam.
- Dididihkan dan dituangkan ke dalam beaker teflon.
- Dibilas dengan aquadest.
- Pemasukan pada Sand Bath sampai bebas asam untuk menghidangkan HNO₃ & HF
- Masukkan dalam labu ukur volume akhir hingga 5 ml.
- Sampel telah siap untuk analisis Pb dengan AAS.

3. WHOLE BLOOD

- Pipet 100 µl sampel Whole Blood.
- Masukkan beaker gelas.
- Tambahkan 2 ml asam nitrat pekat
- Campurkan sampai habis
- Masukkan labu ukur hingga volume 10 ml.
- Sampel telah siap untuk analisis Pb dengan AAS.

11/05/2024 10:00:00

METODE ANALISIS AKTIVASI NETRON (AAN)LARUTAN STANDAR YANG DIGUNAKAN

1. Serum : Se 5 ppm.
2. Rambut : Zn 100 ppm
3. Tanah : a. Zn = 100 ppm
b. Se = 25 ppm
c. I = 5 ppm
4. Air : a. Zn = 100 ppm
b. Se = 25 ppm
c. I = 5 ppm

Prosedur :A. Umur paruh panjang (Se, Zn)

1. Ambil 0,5 ml Serum, masukkan kedalam vial poly propylene.
2. Timbang 0,2 gr rambut yang telah preparasi, masukkan vial pp
3. Timbang tanah 0,1 gr, masukkan kedalam vial pp
4. Ambil 1 ml air (Gading & Mejayan), masukkan kedalam vial pp.
5. Ambil larutan standar, masing-masing sbb :
a. Se 5 ppm, 0,5 ppm, masukkan vial
b. Zn 100 ppm, 0,5 ml, masukkan vial.
6. Sampel /cuplikan dan standar sekunder dimasukkan kedalam kelongsong polyethylene (PE).
7. Aktivasi pada reaktor Kartini selama : 2 x 6 jam, daya 100 KW.
8. Didinginkan selama 10 - 14 hari.
9. Pencacahan sampel : Se, Zn menggunakan alat cacah spektrometer gamma merk ORTEC, Type Spectrum Master 92X.
10. Perhitungan data secara komparatif, yaitu dengan cara membandingkan cacah cuplikan dengan cacah standar x kadar unsur dlna cuplikan.

B. Umur paruh pendek (Jodium)

1. Ambil 1 ml air Gading & Mejayan, masukkan kedalam vial.
2. Timbang 0,1 gr. tanah Gading & Mejayan
3. Ambil larutan std. masing-masing 0,5 ml.
4. Aktivasi selama 5 menit pada fasilitas Pneumatik, daya 100 KW, di reaktor Kartini
5. Setelah aktivasi, langsung dicacah dengan dengan alat : spectrometer Gamma Merk ORTEC, Type Spectrum Master 92X
6. Kadar Iodium ditentukan secara komparatif.

Yogyakarta, 19 Oktober 2003.

PROSEDUR ANALISIS NO_3^- bebas *Dalam Tanah, Air, Whole Blood*

1. Bahan

Natrium Borat Glukonat, Asam Borat, Natrium Tetra borat, Gliserin, Asetonitril, Butanol, Metanol, air, NaNO_3 , sampel/cuplikan air.

2. Alat

Seperangkat alat HPLC merk WATERS yang terdiri dari : Pompa, injektor (Rheodyne 100 µl 7010B), kolom (IC-Pak Anion), detektor (Konduktivitas 431), recorder (Servogor 120), bejana ultrasonik, seperangkat penyaring air, seperangkat penyaring cuplikan, pengulang bahan organik, membran filter 0,2 µm, Distriman dispenser pipet, alat-alat gelas.

3. Preparasi Eluen, Standar dan Cuplikan :

Pembuatan Eluen (Waters, 1989)

- a. Dibuat 1 liter konsentrasi Natrium borat glukonat dengan menimbang :
 - 16 g Natrium glukonat
 - 18 g Asam borat
 - 25 g Natrium tetraborat dekahidrat
- b. Ketiganya dimasukkan ke dalam labu takar 1000 ml dan ditambahkan 250 ml Gliserin.
- c. Ditambah air sampai tanda, kemudian dihomogenkan dengan putar guling sebanyak 21 kali putaran.
- d. Dari konsentrasi yang diperoleh, dipipet 20 ml dengan pipet gondok.
- e. Dimasukkan ke dalam labu takar 1000 ml.
- f. Ditambahkan 20 ml n-Butanol dan 120 ml Asetonitril
- g. Ditambahkan air sampai tanda
- h. Dihomogenkan dengan putar guling sebanyak 21 kali putaran.
- i. Eluen yang diperoleh adalah perbandingan (1:1:6), disaring dengan membran filter 0.2 µm dan degassing hanya dilakukan jika eluen akan digunakan.

Pembuatan Larutan Standar

- a. Membuat larutan induk standar NO_3^- 1000 µg/ml atau (1000 ppm)
 1. Ditimbang 0,1385 g NaNO_3 , dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml
 2. Dilarutkan dengan air, lalu ditambah air sampai tanda batas, kemudian dihomogenkan

- b. Membuat Cerat larutan Standar NO_3^- 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15 $\mu\text{g/ml}$ (ppm)
 1. Diambil 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150 μL dari larutan induk NO_3^- 1000 $\mu\text{g/ml}$
 2. Dimasukkan kedalam labu takar 10 ml
 3. Ditambahkan air hingga tepat tanda batas, dan dihomogenkan dengan putar gasing sebanyak 21 kali putaran.

Preparasi sampel/Cuplikan

1. Cuplikan tanah dikeringkan, digerus kemudian diayak dengan keros 100 mesh. Ditimbang 1 gram cuplikan tanah, dimasukkan dalam labu ukur 100 mL, kemudian disaring menggunakan membran filter ukuran 0,2 μm .
2. Cuplikan air disaring menggunakan membran filter 0,2 μm , yang sebelumnya diagejog terlebih dahulu.
3. Cuplikan darah (Whole Blood), diagejog terlebih dahulu, diambil sejumlah volum tertentu dengan pipet ependorf kemudian dimasukkan dalam labu ukur 10 mL, selanjutnya dipindah dalam tabung gelas dan disentrifus, filtrat disaring dengan membran filter 0,2 μm .
4. Faktor pengenceran sampel/cuplikan (tanah, air, dan whole blood) dibuat dan dihitung dengan menyesuaikan persamaan kurva baku standar NO_3^- .

PENGOPERASIAN HPLC

- a. Disiapkan tiga buah larutan dalam botol, yaitu air, Metanol dan eluen yang masing-masing telah disaring dan *dedegassing*, lalu dihubungkan dengan selang pada *solvent select*.
- b. Aliran listrik dihubungkan dengan stabilisator tegangan, dihidupkan, kemudian dihubungkan dengan alat HPLC, kemudian dihidupkan
- c. Pompa dihidupkan
- d. Detektor konduktivitas dihidupkan, diatur *response* ke pada standar.
- e. Metanol diaktifkan dengan kecepatan 0,3 ml/menit.
- f. Setelah sistem stabil, kecepatan alir Metanol ditambah sedikit demi sedikit, dengan menambah kecepatan pompa.
- g. Gelembung udara dibersihkan, *select solvent* diatur pada posisi Metanol, kemudian kedalam lubang *solvent draw off* dimasukkan *syringe*, dibuka (diputar kekanan), udara didalam selang dikeluarkan sampai tidak ada lagi gelembung. Setelah tidak ada lagi gelembung udara, aliran dipindahkan pada air dengan mengatur *select solvent* pada posisi air.
- h. Air dialirkan selama ≈ 30 menit dengan kecepatan alir 1,2 ml/menit. Pengaturan kecepatan alir dilakukan dengan cara menaikkan kecepatan pompa secara bertahap.
- i. Kecepatan alir dinolkan, kolom dipasang, *solvent select* pada posisi eluen, kemudian eluen dipompa dengan kecepatan 1,2 ml/menit. Dilhal apakah

- tekanan pompa stabil. Jika belum stabil, dilakukan *priming pump*.
- h. *Priming Pump*
Katup pengatur aliran dibuka agar aliran tidak masuk ke kolom, *solvent select* diatur pada posisi Metanol. Dialirkan pada kecepatan 5 ml/ menit (kenaikan 1 ml/ menit). Pada tombol *solvent draw off* dikendalikan, lalu dimasukkan *average*. Metanol dihisap dengan *syringe* tersebut, kemudian dengan tekanan yang kuat dimasukkan kembali agar udara yang terjebak di dalam sistem keluar. Kecepatan diturunkan dan dilihat aliran Metanol sudah stabil atau belum. Jika belum maka pekerjaan *priming pump* diulangi lagi. Jika sudah stabil maka kecepatan dinolkan, *solvent select* diganti pada posisi eluen, katup pengatur aliran ditutup, dan eluen dialirkan lagi pada kecepatan 1,2 ml/ menit.
 - i. Rekorder (pencatat) dihidupkan, pena dipasang, kecepatan kertas diatur 1 cm/menit, skala kertas diatur posisi 1.
 - j. Injektor diisi dengan cara menyuntikkan eluen pada posisi *Load* maupun *inject*.
 - k. Ditinjau nilai *base line* pada detektor, jika LED menunjukkan nilai 10 kali *titik anula base*.
 - l. Bila nilai *base line* telah stabil, tekan tombol *zero*, dan ditentukan sensitivitasnya.
 - m. Jika pena stabil, kertas diputar untuk menguji kelurusan *base line*.
 - n. Sampel diinjeksikan pada kondisi *Load* dengan arah *inject* bersamaan dengan menggerakkan pena pada rekorder.
 - o. Setelah analisis selesai, injektor diisi, eluen dialirkan selama 10 menit, kecepatan dinolkan, kolom dilepas, sistem diisi dengan mengalirkan air selama 30 menit, kemudian dialirkan Metanol selama 5 menit. *Power pump* dimatikan, *power* detektor dimatikan, *power* rekorder dimatikan dan sistem dimatikan.
 - p. Hasil kromatogram pada kertas diberi catatan kondisi operasi.

ANALISIS

1. **Najwa Kiri, Kiriistik Kromatogram**
Dilakukan dengan menganalisis kromatogram, dari kromatogram standar tunggal.
2. **Analisis Kualitatif**
Dilakukan dengan menyuntikkan larutan standar NO_2^- secara tunggal maupun campuran. Dari kromatogram yang diperoleh diukur waktu retensinya dengan penggaris, dengan demikian waktu retensinya dinyatakan dalam menit. Dengan membandingkan waktu retensi secara tunggal, maka akan dapat diketahui puncak-puncak kromatogram cuplikan.

4. Analisis Kuantitatif

- Persamaan regresi linier

Persamaan dibuat dengan mengetahui sejumlah larutan standar, kemudian dibuat persamaan regresinya berdasarkan rumus :

$$Y = bX + a$$

- Analisis cuplikan

Cuplikan diinjeksikan langsung, sesuai dengan kondisi eluen untuk analisis kualitatif, dengan cara yang sama dengan larutan standar. Selanjutnya dilakukan analisis kuantitatif pada cuplikan, dengan memasukkan tinggi kromatogram anion yang terdapat pada cuplikan, ke dalam persamaan standar, dengan tinggi kromatogram sebagai y dan konsentrasi sebagai x . Sehingga akan diketahui konsentrasi anion di dalam cuplikan. Perhitungan konsentrasi cuplikan dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

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



PEMERINTAH KABUPATEN MADIUN
DINAS KESEHATAN
 Jl. Raya Solo Jiwon Nomor 32 Telp. (0351) 462728
MADIUN

Madiun, tgl. 20 Februari 2003

Nomor : 072/B7/402.102/2003
 Sifat : Segera
 Lampiran : 1 (satu) lembar
 Perihal : Penelitian/Survey/Riset

K e p a d a
 Yth. 1. Kepala Puskesmas Mejayan
 2. Kepala Puskesmas Balerejo
 Kabupaten Madiun
 Di -

M A D I U N


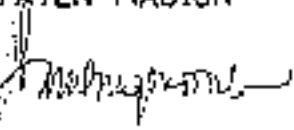
Menindaklanjuti surat dari Kepala Badan Kesbang dan Linmas Kabupaten Madiun, Nomor : 072/B7/402.202/2003, tanggal 13 Februari 2003, perihal seperti pada pokok surat: Maka bersama ini diberitahukan bahwa di wilayah saudara akan dilaksanakan survey tentang :

**"INTERAKSI YODIUM, SELENIUM, NITRAT, Zn, Pb
 TERHADAP TIMBULNYA GONDOK DI KABUPATEN MADIUN
 PROPINSI JAWA TIMUR"**

Adapun ketentuan survey sebagai berikut :

1. Pelaksana Survey : MIRZA ESWANTI, SKM
2. Mahasiswa : Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya.
3. Lama Survey : 6 (enam) bulan terhitung tanggal surat dikeluarkan.
4. Lokasi Survey : SD Garon I & II, Kecamatan Balerejo
 SD Mejayan, Kecamatan Mejayan

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas kerjasamanya disampaikan terima kasih.


 KEPALA DINAS KESEHATAN
 KABUPATEN MADIUN

BAMBANG SURANTO
 NIP. 140 101 202