



**HUBUNGAN ANTARA EKSKRESI IODIUM URIN DAN
EKSKRESI TIOSIANAT URIN DENGAN TOTAL GOITER
RATE**

**Studi pada Anak SD di Kecamatan Bulakamba, Kabupaten
Brebes Jawa Tengah**

**LAPORAN HASIL
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan sebagai syarat untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna mencapai derajat sarjana strata-1 kedokteran umum**

D. NINA SARTINI

G2A008043

PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2012

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL KTI

**HUBUNGAN ANTARA EKSKRESI IODIUM URIN
DAN EKSKRESI TIOSIANAT URIN DENGAN TOTAL GOITER RATE**

**Studi pada Anak SD di Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes
Jawa Tengah**

Disusun oleh

D. NINA SARTINI

G2A008043

Telah disetujui

Semarang, 11 Agustus 2012

Pembimbing

dr. Nyoman Suci Widyastiti, M.Kes, Sp.PK

NIP 19701023 1997702 2 001

Ketua Penguji

Penguji

Dr. Y.L Aryoko Widodo S, MSi,Med

NIP 19671011 199702 1 001

dr. Innawati Jusup, M.Kes, Sp.KJ

NIP 19630729 199203 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan ini,

Nama : D. Nina Sartini

NIM : G2A008043

Alamat : Jl. Yudistiro no 5, Semarang

Mahasiswa : Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran
UNDIP Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa,

- a) Karya tulis ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah dipublikasi atau diajukan untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Diponegoro maupun di perguruan tinggi lain.
- b) Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan orang lain kecuali pembimbing dan pihak lain sepengetahuan pembimbing.
- c) Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan judul buku aslinya serta dicantumkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 11 Agustus 2012
Yang membuat pernyataan,

D. Nina Sartini

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan karya tulis ilmiah berjudul: **Hubungan antara Ekskresi Iodium Urin dan Ekskresi Tiosianat Urin dengan Total Goiter Rate**. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai derajat sarjana strata-1 Kedokteran Umum di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang.

Selesainya penulisan karya tulis ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, dukungan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, perkenankanlah penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya, kepada:

1. Rektor Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar, meningkatkan mutu ilmu pengetahuan dan keahlian.
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan keahlian.
3. Dr. Nyoman Suci Widyastiti, M.Kes, Sp.PK, sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan banyak saran dan kritik sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan baik.

4. Dr. Innawati Jusup, M.Kes, Sp.KJ sebagai penguji pada seminar proposal dan seminar hasil akhir yang telah memberikan saran dan kritik sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan baik.
5. Dr. Y. L Aryoko Widodo S MSi, Med sebagai ketua penguji pada seminar hasil akhir penelitian karya tulis ilmiah ini.
6. Tim Dr. suhartono, M.Kes yang telah membantu penulis mengumpulkan berbagai data di Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes.
7. Ibu Farida Martyaningsih selaku staf Laboratorium GAKI Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah membantu penulis dalam melakukan pemeriksaan beberapa parameter yang menjadi variabel dalam penelitian ini.
8. R. Djoko Muljono SH dan dr. M.I Tjahjati, Sp.PK sebagai orangtua dan juga kakak-kakak, tunangan, dan ponakan-ponakan yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah dengan lancar.
9. A. Nani Cahyanti, S.Si, M.Si kakak penulis yang membantu pengolahan data penulis dengan SPSS.
10. Elisabeth Edwina, Dyah Primasari, Dina Oktaviani, Gabriella Ariana C sahabat penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
11. Seluruh responden yang telah turut serta dalam penelitian ini.

12. Semua pihak yang telah membantu yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran demi kesempurnaan penelitian ini akan diterima dengan senang hati, penulis berharap penelitian ini dapat berguna bagi masyarakat dan memberikan sumbangan ilmu pengetahuan. Akhir kata penulis meminta maaf atas segala kesalahan baik yang disengaja maupun tidak, baik perkataan maupun perbuatan selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.

Semarang, 11 Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ..	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
ABSTRAK ..	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan penelitian	4
1.3 Tujuan penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum	4
1.3.2 Tujuan khusus	4
1.4 Manfaat penelitian	5
1.5 Keaslian penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI)	8
2.1.1 Definisi	8
2.1.2 Prevalensi	8
2.1.3 Spektrum GAKI	10
2.1.4 Etiologi	12
2.1.5 Pengukuran endemisitas	12
2.1.5.1 TGR	12
2.1.5.2 EIU	17
2.1.5.2.1 Metode pemeriksaan EIU	18

2.1.5.2.2 Stabilitas bahan pemeriksaan	21
2.1.5.2.3 Faktor yang berpengaruh pada pemeriksaan EIU	21
2.1.5.2.3.1 Intake	21
2.1.5.2.3.1.1 Kandungan iodium dalam air, tanah dan makanan	21
2.1.5.2.3.1.2 Proses pengolahan	23
2.1.5.2.3.2 Absorpsi iodium di usus	25
2.1.5.3 Kadar TSH darah	26
2.2 Iodium	26
2.2.1 Definisi iodium dan fungsinya	26
2.2.2 Ekologi dan demografi iodium	26
2.2.3 Sumber iodium	27
2.2.4 Kebutuhan iodium	27
2.2.5 Metabolisme iodium dalam tubuh	28
2.2.6 Metabolisme iodium dalam kelenjar tiroid	30
2.3 Tiosianat	32
2.3.1 Sumber tiosianat	32
2.3.2 Metabolisme tiosianat	34
2.3.3 Metoda pemeriksaan tiosianat urin	35
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP	
DAN HIPOTESIS	36
3.1 Kerangka teori	36
3.2 Kerangka konsep	37
3.3 Hipotesis	37
3.3.1 Hipotesis mayor	37
3.3.2 Hipotesis minor	37
BAB IV METODE PENELITIAN	38
4.1 Ruang lingkup penelitian	38
4.2 Tempat dan waktu penelitian	38
4.3 Jenis dan rancangan penelitian	38
4.4 Populasi dan sampel	39
4.4.1 Populasi target	39

4.4.2 Populasi terjangkau	39
4.4.3 Sampel	39
4.4.3.1 Kriteria inklusi	39
4.4.3.2 Kriteria eksklusi	39
4.4.4 Cara sampling	40
4.4.5 Besar sampel	40
4.5 Variabel penelitian	41
4.5.1 Variabel terikat	41
4.5.2 Variabel bebas	41
4.6 Definisi operasional	41
4.7 Cara pengumpulan data	42
4.7.1 Bahan	42
4.7.2 Alat	43
4.7.3 Jenis data	44
4.7.4 Cara kerja	44
4.7.4.1 Cara pengambilan sampel	44
4.7.4.2 Pengiriman	45
4.7.4.3 Prosedur pemeriksaan EIU	45
4.7.4.3.1 Reagen	45
4.7.4.3.2 Cara kerja	46
4.7.4.4 Prosedur pemeriksaan tiosianat	48
4.8 Alur penelitian	50
4.9 Analisis data	50
4.10 Etika penelitian	51
4.11 Jadwal penelitian	52
BAB V HASIL PENELITIAN	53
BAB VI PEMBAHASAN	59
BAB VII SIMPULAN DAN SARAN... ..	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data survei yang dilakukan pada tingkat kabupaten di seluruh Indonesia.....	9
Tabel 2. Spektrum GAKI	11
Tabel 3. Klasifikasi TGR secara palpasi	14
Tabel 4. Perbandingan hasil pemeriksaan palpasi dan USG	15
Tabel 5. Indikator prevalensi GAKI dan kriteria derajat problem kesehatan masyarakat	16
Tabel 6. Klasifikasi tingkat kelebihan dan kekurangan iodium dalam suatu wilayah berdasar median EIU	18
Tabel 7. Kandungan iodium air dan tanah di daerah endemik dan non-endemik	22
Tabel 8. Perbedaan skor rata-rata konsumsi pangan sumber iodium	22
Tabel 9. Jenis, pH dan jumlah kerusakan iodium dalam beberapa jenis makanan ...	24
Tabel 10. Angka kebutuhan iodium	28
Tabel 11. Pengaruh asupan tiosianat harian tiosianat 8 mg pada tingkat tiosianat dalam serum	33
Tabel 12. Kandungan tiosinamat pada berbagai sayuran	34
Tabel 13. Jumlah responden tiap SD yang diteliti	52
Tabel 14. Karakteristik dasar subyek penelitian	53
Tabel 15. Kadar EIU dan kadar tiosianat dalam urin	53
Tabel 16. Distribusi Kadar EIU	54
Tabel 17. Perbedaan EIU dan hasil palpasi anak SD	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Metabolisme iodium dalam tubuh	28
Gambar 2. Sintesis hormon tiroid	29
Gambar 3. Pengaturan sekresi hormon tiroid (Pengaturan Umpan Balik)	31
Gambar 4. Kerangka teori	36
Gambar 5. Kerangka konsep	37
Gambar 6. Alur penelitian	49
Gambar 7. Hubungan antara TGR dengan kadar EIU	56
Gambar 8. Hubungan antara TGR dengan kadar tiosianat urin	57

DAFTAR SINGKATAN

DIT	: <i>diodo tironin</i>
EIU	: Ekskresi Iodium Urin
GAKI	: Gangguan Akibat Kekurangan Iodium
ICCIDD	: <i>International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders</i>
IDD	: <i>Iodium deficiency disorder</i>
MIT	: <i>mono iodo tironin</i>
TGR	: <i>Total Goiter Rate</i>
TPO	: Tiroid peroksidase
TRH	: <i>Thyrotropin Releasing Hormone</i>
TSH	: <i>Thyroid Stimulating Hormone</i>
USG	: Ultrasonografi

DAFTAR ISTILAH

HCN	: asam sianida
I-	: iodida
I ⁰	: iodin
T4	: tetraiodotironin
T3	: triiodotironin

HUBUNGAN ANTARA EKSKRESI IODIUM URIN DAN EKSKRESI TIOSIANAT URIN DENGAN TOTAL GOITER RATE

Studi pada Anak SD di Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes

Jawa Tengah

D. Nina Sartini¹, Nyoman Suci Widyastiti²

ABSTRAK

Latar belakang: Gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI) merupakan masalah kesehatan masyarakat Indonesia. Gondok merupakan salah satu spektrum GAKI. Defisiensi iodium bukan penyebab tunggal terjadinya GAKI, GAKI juga bisa disebabkan oleh zat goitrogenik antara lain tiosianat yang dapat mengadakan kompetisi dengan iodium dalam proses sintesis hormon tiroid. Berat ringannya endemisitas suatu daerah selain dinilai berdasar dari adanya pembesaran kelenjar tiroid (TGR). Ekskresi Iodium Urin (EIU) menggambarkan asupan iodium. Ekskresi tiosianat terbesar melalui ginjal, sehingga kadarnya dapat diperiksa dalam urin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan EIU dan ekskresi tiosianat urin dengan TGR sehingga diketahui kejadian gondok karena kekurangan iodium atau karena mengkonsumsi tiosianat.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Sampel melibatkan 67 responden. Pengambilan sampel dengan *simple random sampling*. TGR merupakan data sekunder yang didapatkan dari Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes tahun 2010/2011. EIU diukur dengan metode *Acid Digestion* dengan larutan ammonium persulfate. Ekskresi tiosianat urin diukur dengan metode spektrofotometri. Analisa data diolah dengan menggunakan komputer dengan taraf signifikansi 0,05. Kemudian dicari besar hubungan tersebut dengan analisis regresi.

Hasil: Kadar EIU adalah $192,00 \pm 349$ (346,00) $\mu\text{g/L}$. Kadar ekskresi tiosianat urin adalah $0,36 \pm 4,64$ (1,69) $\mu\text{g/mL}$. Hasil uji *Spearman* menunjukkan terdapat hubungan yang bermakna antara EIU dengan TGR ($p=0,001$, $r=0,392$), dan tidak terdapat hubungan yang bermakna antara ekskresi tiosianat urin dengan TGR ($p=0,491$). Uji analisis regresi linier antara EIU dengan TGR diperoleh nilai $R^2 = 0,022$.

Simpulan: Kadar EIU memiliki hubungan bermakna dengan TGR

Kata Kunci: GAKI, TGR, kadar EIU dan kadar ekskresi tiosianat urin

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

²⁾ Staf Pengajar Bagian Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang

**THE RELATIONSHIP BETWEEN URINE EXCRETION IODINE, URINE
THIOCYANATE EXCRETION AND TOTAL GOITER RATE**

Case study on Primary School Student in Bulakamba Sub District,

Brebes Regency -Central Java

D. Nina Sartini¹, Nyoman Suci Widyastiti²

ABSTRACT

Background: Health issue become a serious problem in Indonesia such as Iodine Deficiency Disorders (IDD) nowadays is more attended because of the effects i.e. goitre. Goitre is the one of several IDD spectrums. Iodine deficiency is not the only affector of IDD. The others like goitrogenic substances, for the example is thiocyanate can be a competitor with iodine in the tyroid hormone synthesis. The levels of endemicities for certain area is assessed based on the size alteration of tyroid gland (TGR). Urine Excretion Iodine can discribe the iodine intake by person. The most thiocyanate excretion is by the kidney, so that the levels can be checked in urine. It is important to know whether goitre is affected by iodine defficiency or thiocyanate consumption. Therefore this research aims to determine the relationship between UEI, Urine Thiocyanate Excretion and TGR.

Method: This was an analytical observational research with cross sectional design. Samples were 67 respondents. Simple random sampling were done with them. TGRs were secondary data from Dinas Kesehatan of Brebes Regency in 2010/2011. EIU was measured with Acid Digestion Methode with persulfate ammonium. Urine Thiocyanate Excretion was measured with spectrophotometri methode. The data were subjected to statistical analysis for correlation at 5% level of significance and regression, using SPSS 15.0 for Windows

Results : UEI levels were $192,00 \pm 349$ (346,00) $\mu\text{g/L}$. Urine Thiocyanate Levels were $0,36 \pm 4,64$ (1,69) $\mu\text{g/mL}$. With the Spearman Test was showed that there was a relationship between UEI and TGR at 5% level of significance ($p=0,001$). There was no relationship between Urine Thiocyanate Levels and TGR at 5% level of significance ($p=0,491$). The R^2 value was 0,022 using Regression Test for EIU and TGR.

Conclusion : The UEI levels have a significantly relationship with TGR

Keywords : IDD, TGR, UEI levels, Urine Thiocyanate Excretion levels

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang masalah

Gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI) masih merupakan masalah kesehatan masyarakat Indonesia dan perlu mendapatkan perhatian besar dari pemerintah mengingat dampak negatif yang ditimbulkannya dapat secara langsung mempengaruhi strategi pembangunan yaitu kualitas sumber daya manusia. Dampak GAKI pada dasarnya melibatkan gangguan tumbuh kembang manusia sejak awalnya, baik perkembangan fisik maupun mental. Masa yang paling peka adalah pada masa pertumbuhan susunan syaraf pusat (intra uterin dan sebagian post natal), masa pertumbuhan linier dan masa hamil. ¹

Berdasarkan data WHO tahun 2005, tercatat ada 130 negara di dunia mengalami masalah GAKI. WHO/UNICEF/*International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders* (ICCIDD) mengategorikan endemisitas daerah dalam 4 (empat) kategori menurut besar Total Goiter Rate (TGR). TGR digunakan untuk menilai status GAKI masyarakat sekaligus untuk evaluasi dampak program terhadap perbaikan status GAKI.

Berdasar survei yang dilakukan pada tingkat kabupaten di seluruh Indonesia, tahun 1996/1998, 5,8% kabupaten/kota termasuk endemik berat, 10,9% kabupaten/kota endemik sedang, 38,6% termasuk kategori endemik ringan, dan

44,7% termasuk dalam kategori non-endemik. Pada tahun 2003, 8,8% kabupaten/kota termasuk endemik berat, 12,2% termasuk endemik sedang, 35,7% termasuk endemik ringan, 43,3% termasuk dalam kategori non-endemik.²

Sebanyak 15.675.219 orang penduduk di Jawa Tengah tinggal di 15 (lima belas) kabupaten yang merupakan daerah kekurangan iodium termasuk Kabupaten Brebes. Pemetaan GAKI telah dilakukan di Kabupaten Brebes tahun 2004 oleh Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Tengah dengan hasil 8,49% dan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes dengan hasil 15,9%.³ Program evaluasi GAKI dengan palpasi gondok pada beberapa SD oleh Suhartono dkk dari Universitas Diponegoro di Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes pada tahun 2010 dijumpai prevalensi GAKI berkisar antara 26,88%-40,74%. Pada tahun 2011 di kecamatan yang sama diadakan kembali dan didapatkan prevalensi GAKI berkisar antara 29,85%-97,75%. Secara keseluruhan, angka TGR anak SD di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes adalah 53,545%, sehingga berdasar kedua penelitian diatas maka Kecamatan Bulakamba tersebut masuk dalam kategori daerah endemis berat.⁴

Berat ringannya endemisitas suatu daerah selain dinilai berdasar dari adanya pembesaran kelenjar tiroid (TGR), dapat juga dengan menilai median kadar iodium dalam urin atau Ekskresi Iodium Urin (EIU). EIU menggambarkan asupan iodium, sebab 90% iodium yang masuk tubuh diekskresi melalui urin.⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Djoko Kartono dan Djokomoeljanto menunjukkan bahwa adanya korelasi antara TGR dengan EIU, yaitu semakin tinggi EIU semakin rendah TGR.⁶

Defisiensi iodium bukan penyebab tunggal terjadinya GAKI, GAKI juga bisa disebabkan oleh zat goitrogenik. Zat goitrogenik adalah zat dapat mengadakan kompetisi dengan iodium dalam proses sintesis hormon tiroid (*trapping*). Tiosianat adalah zat goitrogenik yang paling potensial, oleh karena itu perlu dipikirkan adanya peran tiosianat sebagai zat goitrogenik yang dikonsumsi populasi setempat.⁷ Tiosianat terdapat pada sayur-sayuran famili *Cruciferae*, tanaman singkong (*cassava*) baik akar maupun daunnya, rebung, gaplek dan gadung.^{8,9} Bahan makanan tersebut masih sering dikonsumsi oleh warga Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes sebab daerah tersebut merupakan daerah pertanian. Jenis bahan makanan tersebut juga sering dikonsumsi oleh anak-anak mulai usia 5 tahun karena makanan anak sudah sama dengan makanan orang dewasa. Ekskresi tiosianat terbesar adalah melalui ginjal, oleh sebab itu pemeriksaan tiosianat dilakukan dengan mengukur kadarnya di dalam urin.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin mengetahui hubungan EIU dan ekskresi tiosianat urin dengan TGR untuk mengetahui penyebab terjadinya gondok di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes. Dengan mengetahui hubungan tersebut diharapkan dapat diketahui anak-anak di daerah tersebut mengalami gondok karena kekurangan iodium atau karena mengkonsumsi tiosianat.

1.2. Rumusan masalah

Apakah ada hubungan antara EIU dan ekskresi tiosianat urin dengan TGR pada anak SD di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes Jawa tengah?

1.3. Tujuan penelitian

1.3.1. Tujuan umum

Menganalisis hubungan antara EIU dan ekskresi tiosianat urin dengan TGR pada anak SD di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes Jawa tengah.

1.3.2. Tujuan khusus

- 1) Mengukur kadar EIU pada kelompok anak SD
- 2) Mengukur kadar tiosianat urin pada kelompok anak SD
- 3) Menganalisis hubungan EIU dengan TGR
- 4) Menganalisis hubungan ekskresi tiosianat urin dengan TGR

1.4. Manfaat penelitian

1) Bagi peneliti

Menambah pengetahuan dan pengalaman melaksanakan penelitian serta menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama perkuliahan

2) Bagi Institusi pelayanan kesehatan

Memberi masukan dan informasi sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan upaya pencegahan GAKI

3) Bagi institusi pendidikan

Memberikan sumbangan informasi demi perkembangan ilmu pengetahuan dalma hubungannya dengan upaya pencegahan masalah GAKI

4) Bagi masyarakat

Memberikan informasi pada masyarakat, khususnya yang berisiko tinggi terkena GAKI

5) Bagi peneliti lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dan motivasi bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian dan pengkajian lebih lanjut mengenai GAKI

1.5 Keaslian Penelitian

Nama penulis, Judul, Tahun	Metode penelitian: Jenis, desain, subyek, variabel bebas dan terikat	Hasil
Sudirman Manurung, Analisis Sistem Pelaksanaan Program Pendistribusian Kapsul Minyak Beryodium Dalam Rangka Penanggulangan GAKI Di Kabupaten Agam Tahun 2004, USU e-Repository, 2008 ¹⁰	Jenis penelitian deskriptif analitik, desain Cross sectional, subyek terdiri dari murid sekolah dasar (SD) kelas 3,4, dan 5 berumur 8-10 tahun, ibu rumah tangga (IRT), dan tenaga pelaksana gizi (TPG) Puskesmas, variabel bebas adalah konsumsi kapsul minyak beryodium dan zat goitrogenik, variabel terikat adalah TGR	Hasil uji regresi linier sederhana, membuktikan bahwa konsumsi kapsul minyak beryodium berkorelasi negatif dengan tingkat pembesaran kelenjar tiroid (r: -0.498 sig, 0.000), dan pengaruhnya adalah sebesar 24.8 % (R2 : 0.248). Konsumsi makanan zat goitrogenik berkorelasi positif dengan tingkat pembesaran kelenjar tiroid (r : 0.402 siq. 0.008), dan pengaruhnya sebesar 16.1 % (R2 : 0.161)
Djoko Kartono, Muhilal, Rahmi Untoro, Djokomoeljanto, Ekskresi Iodium Urine Anak Sekolah Survei Evaluasi Gangguan Akibat Kekurangan Iodium di Indonesia 2003. Jurnal GAKI Indonesia Desember 2006; Vol 5 no 3 dan April 2007; vol 6 no 1:1-7, 2007 ¹¹	Sample random selection, subyek anak SD Kelas 3 - 5 di 25 klaster di 28 propinsi di Indonesia, variabel terikat TGR, variabel bebas adalah EIU dan konsumsi garam beriodium	Terdapat hubungan positif dan cukup kuat antara nilai median EIU dengan konsumsi garam beriodium(r=0,69) Terdapat hubungan lemah dan negatif dengan r=-0,3 antara EIU dengan TGR

Perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya terletak pada subyek penelitian dan tempat dilakukan penelitian. Subyek terdahulu menggunakan murid sekolah dasar (SD) kelas 3,4, dan 5 berumur 8-10 tahun, ibu rumah tangga (IRT), dan tenaga pelaksana gizi (TPG) Puskesmas, sedangkan pada penelitian ini mengambil anak SD kelas 4 dan 5. Selain itu tempat penelitian sebelumnya adalah di Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat dan di 28 propinsi di seluruh Indonesia, sedangkan penelitian ini dilakukan di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes Jawa Tengah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI)

2.1.1. Definisi

Kekurangan iodium yang menyebabkan gondok telah diketahui sejak lama. Pada awalnya gondok disama artikan dengan GAKI. Namun saat ini sudah dibedakan sebab gondok hanya merupakan sebagian kecil dari spektrum GAKI. *Iodium deficiency disorder* (IDD) atau GAKI adalah istilah yang lebih tepat untuk menggambarkan defisiensi iodium.

2.1.2. Prevalensi

Telah dilakukan survei pada prevalensi GAKI di kabupaten seluruh Indonesia. Data menunjukkan terjadi perubahan prevalensi dari tahun ke tahun, yang dapat dilihat pada Tabel 1.²

Tabel 1. Data survei yang dilakukan pada tingkat kabupaten di seluruh Indonesia

Tahun	Kategori endemisitas			
	Endemik berat	Endemik sedang	Endemik ringan	Non-endemik
1996/1998	5,8%	10,9%	38,6%	44,7%
2003	8,8%	12,2%	35,7%	43,3%

Sumber: Profil Kesehatan Indonesia tahun 2004 ²

Sebanyak 15.675.219 orang penduduk di Jawa Tengah tinggal di 15 (lima belas) kabupaten yang merupakan daerah kekurangan iodium termasuk Kabupaten Brebes. Berdasarkan hasil Pemetaan GAKI yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes pada tahun 2004, prevalensi GAKI berdasarkan TGR di daerah tersebut adalah sekitar 15,9%. Namun hasil evaluasi Program Penanggulangan GAKI Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2004, TGR Kabupaten Brebes adalah sebesar 8,49%.³ Program evaluasi GAKI dengan palpasi gondok pada beberapa SD oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes di Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes pada tahun 2010 dijumpai prevalensi GAKI di SDN Kluwut 02 sebesar 27,63% (endemik sedang), SDN Bulakparen 01 sebesar 40,74% (endemik berat), MI Mujahidin Kluwut sebesar 26,88% (endemik sedang), SDN Dukuhlo 01 sebesar 63,39% (endemik berat), dan SDN Kluwut 02 sebesar 40,57% (endemik berat) dengan rata-rata prevalensi sebesar

38,50% . Pada tahun 2011 di kecamatan yang sama diadakan kembali dan didapatkan prevalensi GAKI di SDN Grinting 04 sebesar 29,85% (endemik sedang) dan SDN Dukuhlo 02 sebesar 97,75% (endemik berat), dengan rata-rata prevalensi sebesar 68,59%. Secara keseluruhan, angka TGR anak SD di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes adalah 53,545%, sehingga berdasar kedua penelitian diatas maka Kecamatan Bulakamba tersebut masuk dalam kategori daerah endemis berat.^{4,16}

2.1.3. Spektrum GAKI

Masalah GAKI mempunyai dampak negatif terhadap manusia sebab memiliki spektrum gangguan yang luas dan mengenai semua segmen usia dari fetus hingga dewasa sebagai akibat defisiensi iodium dalam makanan secara terus menerus. Akibat yang ditimbulkan dalam jangka waktu yang lama antara lain menurunnya kapasitas intelektual dan fisik; serta dapat bermanifestasi sebagai gondok, retardasi mental, defek mental secara fisik dan kretin endemik.¹² Pada dasarnya GAKI adalah fenomena gunung es. Gondok endemik, hipotiroidisme, dan kretin endemik muncul ke permukaan secara klinis, sedangkan banyak yang tidak terekspose khususnya kerusakan otak minimal.¹³

Rangkaian gangguan spektrum kekurangan iodium sangat bervariasi sesuai tingkat tumbuh kembang manusia. Spektrum GAKI dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Spektrum GAKI

Fetus	Abortus Lahir mati Peningkatan angka kematian perinatal Peningkatan angka kematian bayi Kretin neurologik: defisiensi mental Bisu-tuli; diplegi spastik; juling Kretin miksedematosa: defisiensi mental Cebol Defek psikomotor
Neonatus	Gondok Hipotiroid neonatal
Bayi, anak-anak dan remaja	Gondok Hipotiroid juvenile Gangguan fungsi mental Gangguan pertumbuhan fisik Peningkatan kerentanan terhadap radiasi nuklir
Dewasa	Gondok dan komplikasinya Hipotiroid Gangguan fungsi mental Hipertiroid diinduksi iodium Peningkatan kerentanan terhadap radiasi nuklir

Sumber: WHO/UNICEF/ICCIDD 2001¹⁴

2.1.4. Etiologi

Penyebab utama GAKI adalah kekurangan unsur iodium. Kurangnya konsumsi makanan sumber iodium dalam asupan sehari-hari dapat menjadi faktor risiko GAKI. Kebanyakan daerah endemik GAKI adalah daerah yang ketersediaan pangan sumber iodiumnya kurang. Beberapa penelitian yang dilakukan pada anak SD menunjukkan bahwa anak yang sering mengkonsumsi bahan makanan yang sarat akan iodium mempunyai kemungkinan lebih kecil terkena GAKI dibandingkan dengan anak yang tidak mengkonsumsi pangan beriodium. Demikian juga penelitian yang dilakukan di kabupaten Dairi, anak SD yang tidak mengkonsumsi pangan iodium 62,8% menderita GAKI.^{9,15}

Faktor lain penyebab GAKI adalah kelompok pangan goitrogenik yang dapat menghambat metabolisme iodium dalam kelenjar tiroid.

2.1.5. Pengukuran endemisitas

Dalam menentukan derajat endemisitas GAKI dapat diukur dengan pemeriksaan TGR, EIU dan kadar TSH dalam darah.

2.1.5.1. TGR

Ukuran kelenjar tiroid (TGR) akan berubah sesuai dengan asupan iodium. Pengukuran TGR dalam populasi mengindikasikan tingkat dan keparahan masalah. Hal tersebut juga dapat

mengindikasikan kemajuan dalam berkurangnya penderita GAKI. Pengukuran TGR dipakai sebagai informasi penting dalam memutuskan apakah suatu program pemberantasan GAKI masih diperlukan untuk menunjukkan keefektifannya dalam mengurangi jumlah penderita GAKI.

Cara tradisional untuk menentukan ukuran kelenjar tiroid adalah secara inspeksi dan palpasi. Penentuan TGR dapat dilakukan terhadap neonatus, anak usia 6-12 tahun atau pada dewasa terutama pada wanita usia subur, wanita hamil dan wanita laktasi. Pada survei penanggulangan GAKI, target utama pada wanita hamil oleh karena sangat sensitif terhadap defisiensi iodium.

Screening GAKI dilakukan pada anak SD dengan alasan kemudahan pengumpulan sampel dan dapat mewakili populasi di daerah survei. Pengukuran TGR didasarkan atas klasifikasi dalam Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi TGR secara palpasi

Derajat	Gambaran
0	Tidak terlihat dan tidak teraba
1	Kelenjar tidak terlihat tapi teraba
2	Terlihat pembesaran di leher meskipun dalam posisi leher normal sesuai dengan adanya pembesaran kelenjar secara palpasi

Sumber: WHO/UNICEF/ICCIDD 2001¹⁴

Terdapat beberapa kelebihan palpasi sebagai suatu metode pengukuran, palpasi adalah suatu teknik yang tidak memerlukan instrumen, bisa mencapai jumlah yang besar dalam periode waktu yang singkat, tidak bersifat invasif dan hanya menuntut sedikit ketrampilan. Meskipun demikian, palpasi mempunyai beberapa kelemahan yang menonjol di antaranya antar pemeriksa dengan kemampuan dan pengalaman yang berbeda-beda khususnya dalam gondok endemik grade 0 dan grade 1. Hal ini telah ditunjukkan oleh penelitian-penelitian para peneliti yang berpengalaman di mana kesalahan klasifikasi bisa sebesar 40%.³

Sebagai metode yang lebih tepat dan obyektif, dilakukan dengan cara pemeriksaan Ultrasonografi (USG), Kelebihan dari pemeriksaan USG adalah memberikan suatu pengukuran objektif dari volume tiroid, dalam beberapa kasus mungkin bisa menunjukkan pertimbangan

terhadap GAKI dan karenanya program pencegahan yang mahal bisa dihindarkan, ultrasonografi dengan cepat menggantikan palpasi.³ Pemeriksaan USG juga merupakan suatu pengukuran yang tepat untuk melihat pembesaran volume tiroid dibandingkan dengan palpasi. Volume tiroid yang dihitung berdasarkan panjang, jarak dan ketebalan dari kedua cuping, volume yang dihitung dibandingkan dengan standar dari suatu populasi dengan masukan iodium yang cukup. Perbandingan antara hasil pemeriksaan palpasi dan USG dalam menentukan TGR dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perbandingan antara hasil pemeriksaan palpasi dan USG

	TGR			
	0	1a	1b	2
Palpasi	105	88	101	10
Ultrasonografi (USG)				
Jumlah	63	72	89	10
Persentasi	60	82	88	100

Sumber : Indikator for assessing IDD¹⁶

Dalam menentukan derajat endemisitas GAKI yang kemudian dapat diteruskan dengan upaya tindak lanjut mengacu pada Kriteria WHO pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Indikator prevalensi GAKI dan kriteria derajat problem kesehatan masyarakat

Indikator	Populasi target	Derajat problem kesehatan masyarakat		
		Ringan	Sedang	Berat
Derajat pembesaran kelenjar tiroid >0	Anak sekolah	5.0-19.9%	20.0-29.9%	≥30.0%
Volume kelenjar tiroid >97 persentil dengan USG	Anak sekolah	5.0-19.9%	20.0-29.9%	≥30.0%
Kadar median EIU (µg/l)	Anak sekolah	50-99	20-49	<20
Kadar TSH>5mU/l (darah)	Bayi baru lahir	3.0-19.9%	20.0-39.9%	≥40.0%

Sumber: Indikator for assessing IDD¹⁶

2.1.5.2. EIU

Kecukupan iodium tubuh dinilai dari iodium yang masuk lewat makanan dan minuman, sebab tubuh manusia tidak dapat mensintesis iodium.³ Pemeriksaan EIU dalam urin sangat penting dilakukan mengingat hampir seluruh iodium (90%) diekskresikan melalui urin, dengan demikian EIU dapat menggambarkan *intake* seseorang. Indikator utama untuk melihat kemajuan penanganan GAKI ada dua, pertama untuk melihat nilai asupan iodium dipakai kadar iodium dalam garam, kedua untuk melihat dampak adalah dengan pemeriksaan EIU.

Berdasar WHO/UNICEF/ICCIDD telah disepakati pengambilan sampel urin menggunakan urin sewaktu sebab urin 24 jam atau urin pagi sulit didapatkan pada studi lapangan. Pada pengukuran kadar EIU, metode yang direkomendasikan WHO dan dipakai di seluruh dunia adalah metode *Acid digestion* dengan larutan ammonium persulfate.^{8,17} Pertimbangan pemilihan metode ini adalah mudah, cepat dan tidak memerlukan alat yang terlalu mahal. Metode ini menggunakan prinsip kolorimetri.

Klasifikasi tingkat kelebihan dan kekurangan iodium dalam suatu wilayah berdasar median EIU pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi tingkat kelebihan dan kekurangan iodium berdasar median EIU

Median EIU ($\mu\text{g/l}$)	Asupan Iodium	Kecukupan Iodium
<20	Insufisiensi	Defisiensi berat
20-49	Insufisiensi	Defisiensi sedang
50-99	Insufisiensi	Defisiensi ringan
100-200	Adekuat	Optimal
201-299	Lebih adekuat	Risiko <i>iodine induced</i>
>300		<i>hyperthyroidism</i> diantara 5-10 tahun setelah medapatkan garam beriodium pada kelompok yang rentan Risiko <i>iodine induces hyperthyroidism dan autoimmune thyroid disease</i>

Sumber: WHO/UNICEF/ICCIDD 2001¹⁴

2.1.5.2.1. Metode pemeriksaan EIU

Metode ini bermacam-macam, diantaranya:

1) Metode dengan Amonium Persulfat (Metode A)

Sampel kecil urin (250-500 ml) yang dilarutkan dengan amonium persulfat di 90-1100C, asam arsenious dan Ceric amonium sulfat kemudian ditambahkan. Penurunan

warna kuning selama periode waktu yang tetap kemudian diukur dengan spektrofotometer dan diplot terhadap kurva standar yang dibangun dengan jumlah yodium yang dikenal. Metode membutuhkan blok pemanas dan spektrofotometer, yang keduanya merupakan instrumen yang tidak mahal. Sekitar 100-500 sampel yang tidak diketahui dapat dijalankan dalam satu hari oleh satu teknisi yang berpengalaman.

2) Metode dengan Asam Klorida (Metode B)

Asam klor dapat digantikan ammonium persulfat pada langkah pencernaan, dan penentuan kalorimetrik dilakukan untuk metode A. Kerugiannya adalah kekhawatiran tentang keamanan, karena campuran bahan kimia dapat meledak jika residu mengering dalam sistem ventilasi. Penanganan bahan kimia dalam lemari asam dan menggunakan perangkap asam klorida saat melakukan pelarutan sampel sangat direkomendasikan.

3) Metode lain

Modifikasi metode B menggunakan ferroin indikator redoks dan stopwatch bukan spektrofotometer untuk mengukur perubahan warna. Urin dicerna dengan asam klorida dan perubahan warna dalam batch sampel diukur relative terhadap standar kandungan yodium yang diketahui. Ini tempat sampel dalam kategori (misalnya, di bawah 50 µg/liter, 50-100 µg/l, 100-

200 µg/l, dll) yang dapat disesuaikan ke tingkat yang diinginkan. Metode ini saat ini sedang disesuaikan dengan pencernaan ammonium persulfat.

Lainnya, metode semi-kuantitatif didasarkan pada oksidasi iodide katalis dari 3,3',5,5' - tetramethylbenzidine oleh asam perasetat/H₂O₂ untuk menghasilkan produk berwarna yang diakui pada strip warna menunjukkan tiga rentang: <100 µg/l, 100-300 µg/l, dan > 300 µg/l (22). Zat mengganggu dihilangkan dengan kolom pra-packed dengan arang aktif. Analisis harus dijalankan dalam waktu dua jam, dan prosedur membutuhkan kolom pra-packed pabrikan.¹⁴

Prinsip pemeriksaan kadar EIU didasarkan pada reaksi Sandell-Kolthoff yang mengubah ion Ceric yang berwarna kuning menjadi ion Cerous yang berwarna kuning muda sampai tidak berwarna.¹⁷ Pada metode ini dilakukan pengukuran intensitas cahaya yang melalui cairan urin. Warna urin dapat dipengaruhi beberapa hal misalnya akibat mengkonsumsi makanan tertentu dan konsumsi obat TBC (rifampisin) yang menyebabkan urin berwarna merah. Perubahan warna urin tersebut dapat mempengaruhi hasil pembacaan.

2.1.5.2.2. Stabilitas bahan pemeriksaan

Urin untuk pemeriksaan EIU tidak perlu dimasukkan ke lemari es selama masa transportasi dan tidak perlu ditambahkan pengawet urin. Dalam keadaan tertutup rapat urin tahan sampai berbulan-bulan bila disimpan dalam suhu ruangan, dan kurang lebih satu tahun bila disimpan dalam *freezer*.¹⁷

2.1.5.2.3. Faktor yang mempengaruhi kadar EIU

2.1.5.2.3.1. Intake/ asupan

2.1.5.2.3.1.1. Kandungan iodium air, tanah dan makanan

Kekurangan iodium dalam tubuh manusia disebabkan karena keadaan tanah, air dan bahan pangan kurang mengandung iodium. Suatu wilayah dapat menjadi kekurangan iodium disebabkan karena lapisan humus tanah sebagai tempat menetapnya iodium terkikis oleh karena erosi.¹⁸ Pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul Razak Thaha, terlihat bahwa tidak ada perbedaan kandungan iodium air di daerah endemik GAKI dan non endemik GAKI akan tetapi kandungan iodium dalam tanah terlihat berbeda secara bermakna antara daerah endemik GAKI dan non-endemik(Tabel 7).¹⁹

Tabel 7. Kandungan iodium air dan tanah di daerah endemik dan non-endemik

Variabel	Endemik	Non-endemik	P
Iodium di air	0,05± 0,02 (18)	0,06 ± 0,02 (17)	0,428
Iodium di tanah	0,13 ± 0,03(16)	0,21 ± 0,07 (12)	0,054

Perbedaan konsumsi pangan sumber iodium pada penelitian Triyono pada anak SD di Pasuruan didapatkan perbedaan yang signifikan antara gondok dan tidak gondok.(Tabel8)²⁰

Tabel 8. Perbedaan skor rata-rata konsumsi pangan sumber iodium

Pangan sumber iodium	Skor rata-rata konsumsi		Taraf signifikan
	Gondok	Normal	
Ikan tawar basah	3,75	20,44	0,000*
Ikan tawar kering	-	-	-
Ikan laut basah	17,75	9,40	0,000*
Ikan laut kering	2,50	3,24	0,000*
Daging sapi	12,75	13,16	0,000*
Susu	20,00	13,20	0,000*
Telur	41,04	40,48	0,027*
Daging ayam	19,33	17,72	0,000*

* Berbeda nyata ($p < 0,05$)

* Ada perbedaan rata-rata skor konsumsi makanan sumber iodium antara anak penderita gondok dengan anak yang tidak gondok (Hasil uji statistik Kolmogorov Smirnov)

Keterangan: Skoring Menurut Prihatini,dkk(1995)

0 : Tidak pernah dikonsumsi dalam 1 tahun

1 : Jarang dikonsumsi 1-3 kali per bulan

10 : Dikonsumsi kurang dari 3 kali per minggu

15 : Dikonsumsi 3-5 kali per minggu

30 : Dikonsumsi 1 kali sehari

60 : Dikonsumsi 2 kali sehari

90 : Dikonsumsi 3 kali sehari

2.1.5.2.3.1.2. Proses pengolahan

Dalam proses pengolahan bahan pangan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kadar iodium dalam masakan. Pengolahan bahan pangan terdiri dari lama memasak, keasaman makanan, pengeringan dan pengetahuan ibu.

Lama waktu pengolahan akan mempengaruhi kadar iodium dalam makanan. Hasil penelitian menunjukkan faktor keasaman, jenis bumbu dan lama waktu pengolahan akan menyebabkan kadar iodium dalam makanan berkurang. Tabel

dibawah ini menunjukkan ketersediaan iodium dalam berbagai masakan per 100 gram.²¹

Tabel 9. Jenis, pH, jumlah kerusakan iodium dalam beberapa jenis makanan

No	Jenis makanan	Daerah	pH	Kerusakan(%)
1	Rendang	Padang	5.0-6.0	75 (69-93)
2	Sambel cabe hijau	Padang	4.0-5.0	49 (45-60)
3	Empek-empek	Palembang	6.0	58 (40-65)
4	Kuah empek-empek	Palembang	3.0	85 (80-89)
5	Pindang ikan	Palembang	5.0-6.0	81 (73-86)
6	Gudeg	Yogyakarta	4.5-5.5	58 (50-61)
7	Sayur asam	Bogor	5.0	60 (55-61)
8	Asinan	Bogor	4.0	80 (75-81)

Kadar air sangat mempengaruhi kestabilan iodium dalam garam dimana semakin tinggi kadar air semakin banyak iodium yang terlepas. Hasil penelitian oleh Ranganatan yang dikutip oleh Marihati menyatakan bahwa garam krosok dengan kadar air 6% maka pada penyimpanan selama 3 bulan mengalami penurunan kandungan KIO_3 40%, 6 bulan 44%, 9 bulan 49% dan 51% pada penyimpanan 1 tahun. Mengingat kadar air cukup besar terhadap kestabilan iodium maka kegiatan control kualitas interval pada proses pengeringan sangat penting.²²

Pemahaman tentang pemilihan bahan makanan bergizi sangat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan seseorang. Hal ini dibuktikan dari penelitian Mus Joko Ritanto yang menyatakan terdapat perbedaan bermakna antara daerah endemik dan non endemik dalam hal pengetahuan ibu tentang konsumsi makanan kaya iodium, jenis garam beriodium, kadar iodium dalam garam sehari dengan p berturut-turut (<0.05 , 0.009 , 0.005).¹⁸

2.1.5.2.3.2. Absorpsi iodium di usus

Iodium yang masuk dikonsumsi akan dicerna oleh tubuh dan mengalami proses absorpsi di dalam usus, infeksi berat akibat adanya infestasi cacing dari saluran cerna dapat mengakibatkan malabsorpsi zat-zat gizi dalam usus, termasuk penyerapan iodium. Penelitian yang dilakukan oleh Galuh Nita Prameswari menyatakan terdapat perbedaan yang bermakna antara EIU awal (sebelum diberi kapsul iodol) antara kelompok yang Ascariasis dan tidak Ascariasis.²³

2.1.5.3. Kadar TSH darah

Kadar TSH juga dapat menunjukkan keadaan kurangnya hormon tiroid pada jaringan tirotrof kelenjar hipofise dengan manifestasi peningkatan kadar TSH sebagai respon rendahnya hormon tiroid. Kadar TSH neonatal adalah indikator sensitif untuk GAKI namun terlalu mahal untuk negara berkembang.²⁴

2.2. Iodium

2.2.1. Definisi iodium dan fungsinya

Iodium adalah suatu elemen non metal, diperlukan manusia untuk sintesis hormon tiroid, sebagai unsur paling penting dalam proses tumbuh kembang manusia. Unsur ini merupakan bagian integral dari kedua macam hormon tiroksin triiodotironin (T3) dan tetraiodotironin (T4). Fungsi utama hormon ini adalah mengatur pertumbuhan dan perkembangan tubuh. Tiroksin dapat merangsang metabolisme sampai 30%. Di samping itu kedua hormon ini mengatur suhu tubuh, reproduksi, pembentukan sel darah merah serta fungsi otot dan saraf.²⁵

2.2.2. Ekologi dan demografi iodium

Iodium berada dalam suatu siklus alam, pada umumnya di atas bumi ditemukan di lautan, dan di dalam tanah yang subur. Rendahnya kandungan

iodium dalam tanah secara geografis disebabkan oleh adanya erosi yang menyebabkan iodium terkikis, tanah sarang (tanah lahar, kapur) yang tidak dapat menyimpan air, sehingga air bersama iodium yang larut di dalamnya akan meresap ke lapisan tanah yang lebih dalam.²⁶ Selain dalam air, iodium didapatkan lewat hewan. Tumbuhan memperoleh iodium dari lahan di mana tanaman tersebut tumbuh, makin tinggi kadar iodium lahan, makin tinggi pula kadar iodium tanaman yang hidup di lahan tersebut begitu juga sebaliknya.^{3,25}

2.2.3. Sumber iodium

Kadar iodium dalam bahan makanan sangat bervariasi dan dipengaruhi letak geografis, musim, dan cara memasaknya. Bahan makanan laut mengandung iodium yang lebih banyak. Kadar iodium dalam makanan misalnya cumi-cumi (basah) 798 µg/kg, cumi-cumi (kering) 3.866 µg/kg, sayur 29 µg/kg, cereal 47 µg/kg, daging (basah) 50 µg/kg, ikan tawar (basah) 30 µg/kg, ikan tawar (kering) 116 µg/kg, ikan laut (basah) 812 µg/kg, dan ikan laut (kering) 3.715 µg/kg.^{27,28}

2.2.4. Kebutuhan iodium

Iodium ada dalam tubuh dalam jumlah sangat sedikit, yaitu kurang lebih 0,00004% dari berat badan atau 15-23mg. Sekitar 75% dari iodium ada

di dalam kelenjar tiroid, sisanya ada di dalam jaringan lain terutama kelenjar ludah, payudara, lambung serta di dalam ginjal.²⁵

Menurut WHO, kebutuhan iodium harian direkomendasikan *intake* iodium sebesar 150µg/hari untuk dewasa, 200µg/hari untuk ibu hamil dan menyusui, dan 50-120µg/hari untuk anak-anak.³¹ Ada juga angka kebutuhan iodium menurut Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi tahun 1998 pada Tabel 10 berikut.²⁵

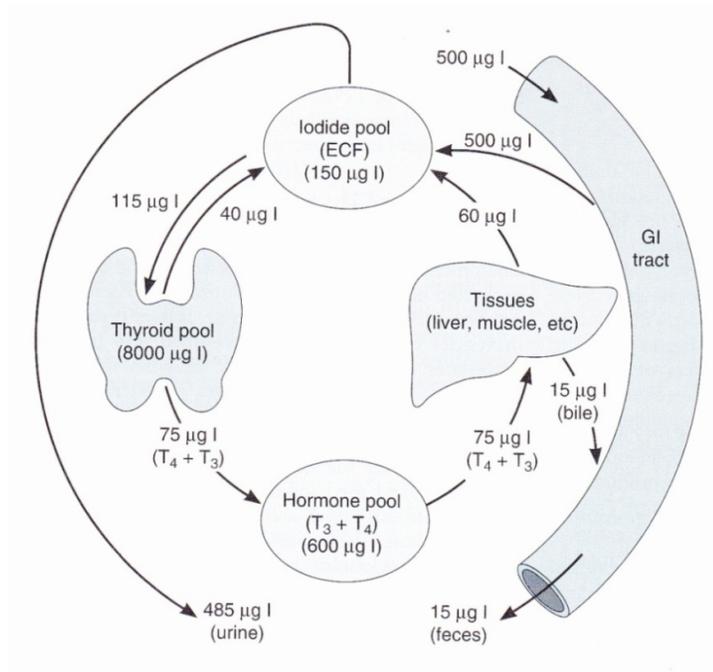
Tabel 10. Angka Kebutuhan Iodium

Kelompok	Kecukupan Iodium (µg/hari)
Bayi	50-70
Anak sekolah	70-120
Remaja dan dewasa	150
Ibu hamil	+25
Ibu menyusui	+50

Sumber: Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi tahun 1998

2.2.5. Metabolisme iodium dalam tubuh

Iodium masuk bersama makanan dan minuman dalam bentuk iodin(I⁰) yang akan dikonversi menjadi iodida(I⁻) di dalam lambung. Iodida diabsorpsi di traktus gastrointestinal dan didistribusikan dalam cairan ekstraseluler, air ludah, sekresi lambung dan air susu.²⁹

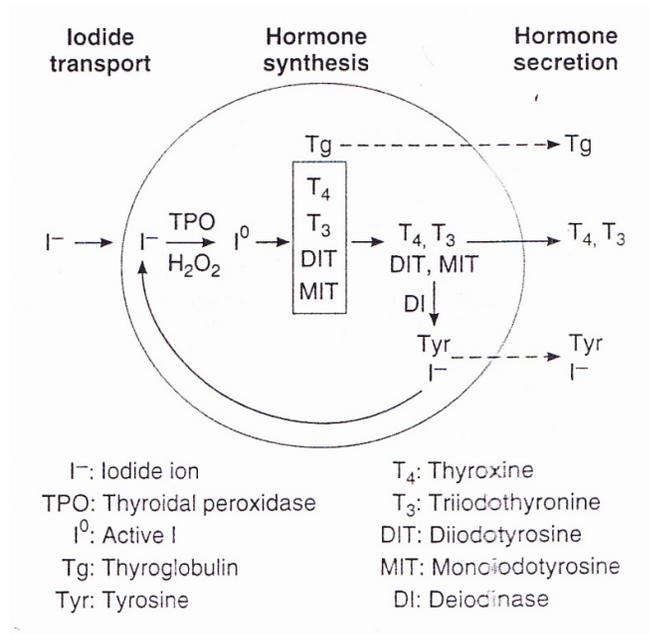


Gambar 1

Metabolisme Iodium²⁹

Kadar iodium anorganik pada cairan ekstraseluler bervariasi tergantung *intake* karena segera dibawa ke kelenjar tiroid dan diekskresikan lewat urin. Sebagai contoh konsentrasi iodida dalam cairan ekstraseluler 0,6µg/dl atau jumlah totalnya 150µg/25L. pada kelenjar tiroid terjadi transport aktif iodida, sebanyak 115µg diambil kelenjar tiroid selama 24 jam, kira-kira 75µg digunakan untuk sintesa hormon tiroid dan disimpan dalam tiroglobulin. Pada *pool* penyimpanan sekitar 75µg iodida sebagai T₃ dan T₄ digunakan untuk metabolisme jaringan. Sekitar 60µg hormonal iodida kembali ke *pool* dan 15µg sisanya berkonjugasi dengan asam glukoronat atau asam sulfat pada hati dan dikeluarkan lewat feses.²⁹

2.2.6. Metabolisme iodium dalam kelenjar tiroid

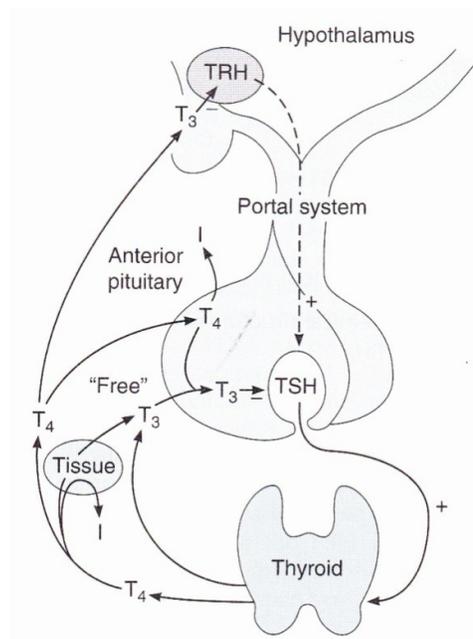


Gambar 2

Sintesis Hormon Tiroid³⁰

Iodium dalam plasma masuk ke dalam sel kelenjar tiroid dengan proses transport aktif I^- . Iodida kemudian berdifusi ke dalam koloid. Di dalam kelenjar tiroid iodida mengalami oksidasi menjadi iodin dengan bantuan enzim tiroid peroksidase (TPO). Iodin kemudian diikat pada posisi 3 residu tirosin dalam tiroglobulin, menjadi *mono iodo tironin* (MIT) dengan bantuan enzim tiroid peroksidase dan hidrogen diterima oleh H_2O_2 . Sesudah pada posisi 3, iodin diikat pada posisi 5 menjadi *diodo tironin* (DIT), proses ini dinamakan *organification* atau iodinasi. Jika sebuah molekul MIT terangkai dengan molekul DIT terbentuklah *triiodotironin* (T_3), dan jika

sebuah molekul DIT terangkai dengan molekul DIT lainnya maka terbentuk *tetraiodotironin* (T4). Dalam kelenjar tiroid, hormon T3 dan T4 bergabung dengan sebuah molekul protein menjadi tiroglobulin dan merupakan bentuk iodium yang disimpan. Dalam sel kelenjar tiroid, hormon T3 dan T4 dilepas dari kelenjar tiroid melalui proses proteolisis. Sekresi T3 dan T4 dari kelenjar tiroid berasal dari pengaruh *Thyroid Stimulating Hormone* (TSH) dan sekresinya di stimulasi oleh *Thyrotropin Releasing Hormone* (TRH) dari hipotalamus yang akan mendapat umpan balik dari hormon tiroid.



Gambar 3

Pengaturan Sekresi Hormon Tiroid (Pengaturan Umpan Balik)²⁹

Apabila kadar hormon tiroid pada darah menurun maka memacu hipofisis bekerja lebih keras untuk mensekresikan TSH yang akan memacu kelenjar tiroid memproduksi hormon tiroid, akibatnya kelenjar tiroid mengalami hiperplasi dan hipertrofi (gondok).

2.3. Tiosianat

Tiosianat merupakan turunan dari asam sianida (HCN) yang mempunyai sifat goitrogenik, dalam tubuh secara primer menghambat mekanisme transport aktif iodine masuk ke kelenjar tiroid. Ion ini memiliki volume molekul dan muatan yang mirip dengan iodida. Aktivitas goitrogeniknya dapat diatasi dengan pemberian iodium.³¹

Hasil penelitian oleh Abdul Razak Thaha(2002) mengenai analisis skor frekuensi makanan yang dikonsumsi di daerah Maluku menunjukkan bahwa, zat goitrogen paling potensial adalah tiosianat¹⁹ dan rata-rata konsumsi zat goitrogen pada penduduk daerah tersebut lebih dari 1 kali sehari.

2.3.1. Sumber tiosianat

Tiosianat dapat ditemukan dalam bahan pangan dan gas hidrogen sianida (HCN) asap rokok.⁷⁻⁹ Tiosianat yang terdapat pada asap rokok menyebabkan meningkatnya konsentrasi tiosianat dalam plasma. Peningkatan

ini dapat digunakan sebagai penanda jumlah tembakau yang dihisap oleh individu.³¹

Penelitian yang dilakukan Per-Anders Dahlberg dkk, menunjukkan bahwa pada kelompok perokok yang diintervensi selama 12 minggu mempunyai kadar tiosianat serum yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang tidak merokok. Hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 11.³²

Tabel 11. Pengaruh asupan harian tiosianat 8mg pada tingkat tiosianat dalam serum

Waktu (minggu)	Tidak merokok (mg/l)	Jumlah Sampel	Merokok (mg/l)	Jumlah Sampel
0	4.0 ± 0.4	32	8.4 ± 1.8	5
4	7.8 ± 0.3	32	10.7 ± 1.8	5
8	6.9±0.4	28	10.1 ± 1.7	4
12	7.0±0.3	32	8.9± 1.3	5

Tiosianat yang terdapat pada bahan pangan dapat ditemukan singkong, daun singkong, gaplek, gadung, kecipir, rebung, terong, dan pada sayur-sayuran famili *Cruciferae* seperti kembang kol, kubis, sawi dan lobak.⁸ Dibawah ini merupakan kandungan tiosianat pada beberapa jenis sayuran³³:

Tabel 12. Kandungan tiosianat pada berbagai sayuran

Nama Sayuran	Tiosianat dalam mg/100g
<i>Brassica Oleracea Capitata</i> (kubis atau kol)	3-6
<i>Brassica Oleracea Achepala</i> (kale atau borekale)	3-25
<i>Brassica Oleracea Sabauda</i>	18-31
<i>Brassica Oleracea Gemmifera</i> (kubis tunas)	10
<i>Brassica Oleracea Botrytis</i> (kubis bunga)	4-10
<i>Brassica Oleracea Gongylodes</i> (kolrabi)	2-3
<i>Brassica Rapifera</i> (rutabaga, lobak)	9
<i>Brassica Nappus</i> (rape)	2.5
Selada, bayam, bawang, seledri(daun dan akar),kacang hijau, tomat dan lobak	Dibawah 1mg, sering dibawah 0.5mg

2.3.2. Metabolisme tiosianat

Tiosianat berasal dari prekursor tiosianat yaitu glukosida sianogenik atau sering disebut linamarin. Setiap proses kerusakan sel bahan pangan yang mengandung linamarin akan menyebabkan kontak linamarin dengan enzim linamarase. Enzim linamarase memecah linamarin dan menghasilkan HCN. HCN didalam sel akan didetoksifikasi menjadi tiosianat atas bantuan enzim *rhodanese* (sulfur transferase) dan gugus sulfur yang berasal dari asam amino dengan rantai samping yang mengandung sulfur di dalam darah. Tiosianat yang dihasilkan akan diekskresikan tubuh melalui urin, dan sebagian kecil terikat di kelenjar tiroid.³¹

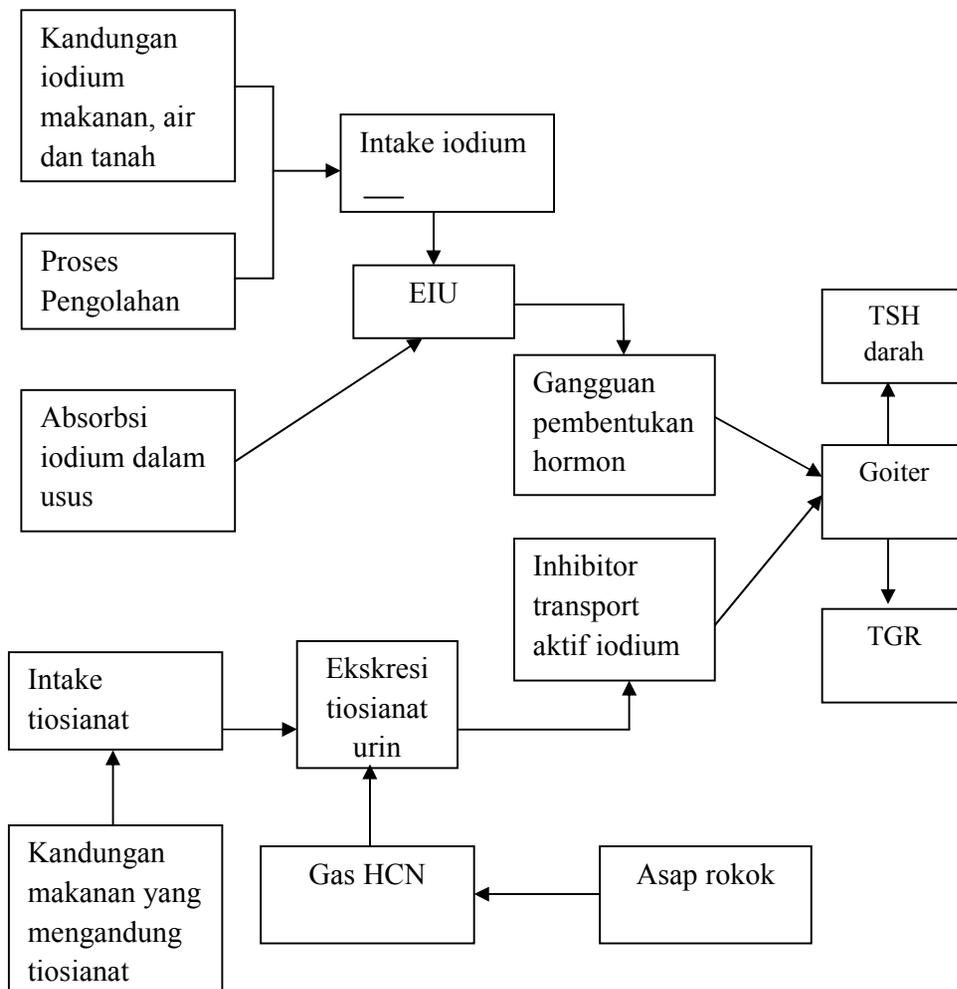
2.3.3. Metode pemeriksaan tiosianat urin

Pemeriksaan tiosianat yang lazim dikerjakan adalah dengan mengukur kadarnya dalam urin, hal ini disebabkan karena eksresi tiosianat terbesar melalui ginjal.¹⁹ Metode yang digunakan untuk pengukuran tiosianat dengan menggunakan metode spektrofotometri.³⁴

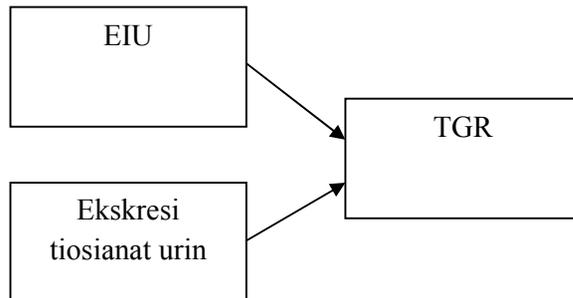
BAB III

KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

2.2. Kerangka Teori



2.3. Kerangka Konsep



2.4. Hipotesis

2.4.1. Hipotesis mayor

Ada hubungan antara kadar iodium dan tiosianat urin dengan TGR pada kelompok anak SD di Puskesmas Kluwut Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes Jawa tengah

3.4.1. Hipotesis minor

- 1) Ada korelasi negatif antara EIU dengan TGR
- 2) Ada korelasi positif antara ekskresi tiosianat urin dengan TGR

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Ruang lingkup penelitian

Bagian Ilmu Patologi Klinik

4.2. Tempat dan waktu penelitian

4.2.1. Lokasi Penelitian : SDN Dukuhlo 02, SDN Bulakparen dan
MIS Al-Mujahidin Kluwut, Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes
Provinsi Jawa Tengah, Lab GAKI Fakultas Kedokteran UNDIP

4.2.2. Waktu Penelitian : Juli 2011

4.3. Jenis dan rancangan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian obsevasional analitik dengan rancangan *cross sectional* karena pengukuran variabel independen dan dependen dilakukan pada waktu yang sama dalam satu kali pengukuran terhadap subyek penelitian.

4.4. Populasi dan Sampel

4.4.1. Populasi target

Anak SD kelas 4 dan 5

4.4.2. Populasi terjangkau

Anak SD kelas 4 dan 5 di SDN Dukuhlo 02, SDN Bulakparen dan MIS Al-Mujahidin Kluwut, Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah.

4.4.3. Sampel

4.4.4.1. Kriteria Inklusi

- 1) Siswa SD kelas 4 dan 5 usia 9-12 tahun
- 2) Bersedia menjadi sampel melalui persetujuan *informed consent* dari subyek penelitian dan keluarganya.

4.4.4.2. Kriteria Eksklusi

- 1) Sakit
- 2) Mengonsumsi obat Rifampisin
- 3) Urin berwarna merah

4.4.4. Cara sampling

Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan *Simple random sampling*

4.4.5. Besar sampel

Besar sampel dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus:

$$n = \left\{ \frac{Z\alpha + Z\beta}{0,5 \ln \left[\frac{1+r}{1-r} \right]} \right\}^2 + 3$$

dimana:

n : besar sampel minimal yang diperlukan

α : Tingkat kemaknaan, dimana $Z= 1,64$ pada $\alpha=0,05$ dengan derajat interval kepercayaan 95% (ditetapkan peneliti)

β : Power/ kekuatan, dimana $Z= 1,28$ pada $\beta= 0,15$ dengan power penelitian 85% (ditetapkan peneliti)

r : koefisien korelasi = -0,498 (dari penelitian Sudirman Manurung) ¹⁰

$$n = \left\{ \frac{1,64 + 1,28}{0,5 \ln \left[\frac{1 - 0,498}{1 + 0,498} \right]} \right\}^2 + 3$$

$$n = 28,534 + 3$$

$$n = 31,566 \text{ (dibulatkan menjadi 32)}$$

Untuk mengantisipasi adanya *drop out* ditengah penelitian, maka pengambilan sampel ditambahkan sebanyak 10% dari besar sampel. Sehingga besar sampel minimal pada penelitian ini adalah 35 anak.

4.5. Variabel Penelitian

4.5.1. Variabel Terikat

TGR

4.5.2. Variabel Bebas

Kadar EIU dan kadar tiosianat urin

4.6. Definisi Operasional

No	Variabel	Unit	Skala
1.	Total Goiter Rate (TGR) Besarnya volume tiroid diperiksa secara palpasi oleh petugas yang sudah memiliki sertifikat untuk mengetahui tingkat pembesaran kelenjar tiroid	derajat	Ordinal
2.	Kadar Ekskresi Iodium Urin (EIU) Jumlah iodium yang terkandung dalam urin dengan menggunakan urin sewaktu, diukur dengan menggunakan metode <i>Acid Digestion</i> dengan larutan ammonium persulfate, dilakukan oleh analis di Laboratorium GAKI FK UNDIP Semarang	$\mu\text{g/l}$	Rasio

3.	Kadar Tiosianat urin	μg/ml	Rasio
	Jumlah tiosianat yang terkandung dalam urin dengan menggunakan urin sewaktu, diukur dengan menggunakan metode spektrofotometri, dilakukan oleh analis di Laboratorium GAKI FK UNDIP Semarang		

4.7.Cara Pengumpulan Data

4.7.1. Bahan

- 1) Larutan $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$
- 2) Aquadest
- 3) Larutan As_2O_3
- 4) Larutan NaCl
- 5) Larutan H_2SO_4 pekat
- 6) Larutan Ceric ammonium sulfate
- 7) Larutan TCA 20%
- 8) Larutan Aqua bromata
- 9) Larutan Na meta arsenit 1%
- 10) Larutan Piridin
- 11) Larutan Benzidin

4.7.2. Alat

- 1) Botol penampung bermulut lebar
- 2) Lakban
- 3) Label nama dan *ballpoint*
- 4) Tabung reaksi
- 5) Pipet automatic 250 μ L, 400 μ L, 1000 μ L
- 6) Pipet automatic 100 μ L-1000 μ L
- 7) Dry bath
- 8) Vortex mixer
- 9) Labu ukur
- 10) Beker glass
- 11) Lemari asam
- 12) Spektrofotometer *Spectronic 20D*
- 13) Spektrofotometer 4010
- 14) Centrifuge
- 15) Pengaduk
- 16) Magnetic stirrer

4.7.3. Jenis data

Dalam penelitian ini menggunakan 2 jenis data:

- 1) Data primer : Kadar EIU dan tiosianat urin

Data yang dikumpulkan merupakan hasil dari pemeriksaan di Laboratorium GAKI FK UNDIP

- 2) Data sekunder : TGR

Data TGR diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes tahun 2011

4.7.4. Cara kerja

4.7.4.1. Cara pengambilan sampel

Masing-masing responden diberi gelas plastik untuk menampung urin. Setelah itu dipindahkan ke botol plastik. 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 tabel.

4.7.4.2. Pengiriman

Botol diletakkan dalam kardus dalam posisi berdiri, saling berhimpitan dan dijaga agar tidak terbalik pada saat pengiriman dan dibawa dari lokasi ke Laboratorium GAKI FK UNDIP.

4.7.4.3. Prosedur pemeriksaan EIU

4.7.4.3.1. Reagen

a) Larutan ammonium persulfat

228.2 gram $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ditambah dengan 1L
 H_2O (deonized)



Ditempatkan di tempat gelap

b) Larutan arsenius acid 60 ml

5 gram As_2O_3 } ditambah H_2O sebesar 500mL

25 gram NaCl }



ditambah H_2SO_4 pekat



dipanaskan sambil di putar dengan magnetic stearer



dinginkan dalam suhu ruangan kemudian ditambah

H₂O sampai 1L



ditempatkan di tempat yang gelap

c) Larutan cerric ammonium sulfat

24 gram Cerric ammonium sulfat + 100mL H₂SO₄ pekat

+ 911.5 mL H₂O



Didiamkan 24 jam sebelum digunakan

(disimpan di tempat yang gelap)

*) Reagen diatas penyimpanannya dilakukan dalam botol yang berwarna gelap (coklat atau biru-ungu) sebab reagen mudah terurai bila terkena cahaya.

4.7.4.3.2. Cara kerja

Pipet 250µL standart in duplo larutan B (blangko, 12.5, 25, 50,100, 200), pipet 250µL sampel dan kontrol pada setiap tabung reaksi



Ammonium persulfate sebanyak 1.0mL ditambahkan pada setiap tabung reaksi kemudian dikocok



Semua tabung reaksi dipanaskan selama 1 jam dalam suhu 91-95° C di *dry bath*



Tabung reaksi didinginkan dalam suhu ruangan



Pada setiap tabung reaksi ditambahkan 3.5mL Arsenius acid, dicampur dengan menggunakan vortex mixer dan ditunggu \pm 15 menit



Cerric ammonium persulfate sebanyak 400 μ L ditambahkan pada setiap tabung reaksi dengan jarak interval 30 detik, dicampur setiap tabung reaksi dengan menggunakan vortex mixer setelah penambahan



Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 420nm persis 30 menit setelah penambahan Cerric ammonium persulfate pada tabung reaksi pertama



Data yang diperoleh diproses menggunakan komputer dengan program KC4

(Sumber: Laboratorium GAKI FK UNDIP)

4.7.4.4. Prosedur pemeriksaan tiosianat

Persiapan standart : 1cc standar + 1cc TCA 20%

Dipusing, diambil supernatan 500 μ l

Persiapan sampel : 1cc sampel + 1cc TCA 20%

Dipusing, diambil supernatan 500 μ L

	Blanko reagen	Blanko standart	Standart	Blanko sampel	Sampel
Aquadest	500 ul				
Standart		500 ul	500 ul		
Sampel				500 ul	500 ul
Aqua bromata	200 ul		200 ul		200 ul
Aquadest		200 ul		200 ul	
Na meta arsenit 1%	200 ul	200 ul	200 ul	200 ul	200 ul
Piridin	1500 ul	1500 ul	1500 ul	1500 ul	1500 ul
Benzidin					

Inkubasi suhu kamar selama 30 menit

(Terjadi warna merah kecoklatan dimana intensitas warna sesuai dengan kadar tiosianat)

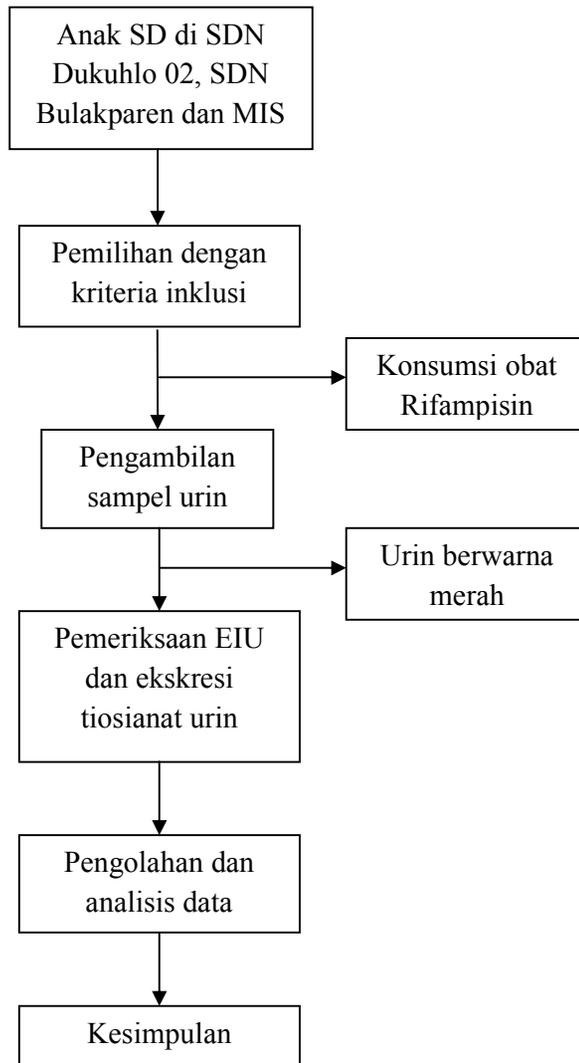
Baca pada panjang gelombang 532/546 nm

Perhitungan:
$$\frac{\text{Absorbance sampel} \times \text{konsentrasi standart}}{\text{Absorbance standart}}$$

Harga normal: 0,00 – 2,00 µg/ml

(Sumber: Laboratorium GAKI FK UNDIP)

4.8. Alur penelitian



4.9. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Statistical Package for the Sosial Science* (SPSS) dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

1) Analisis univariat

Analisis ini dilakukan untuk setiap variabel dari hasil penelitian. Analisis ini menghasilkan distribusi dan persentase dari setiap variabel, yaitu kadar iodium dalam urin dan kadar tiosianat dalam urin. Data tersebut terlebih dahulu di uji kenormalannya menggunakan Kolmogorov-Smirnov

2) Analisis bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel independen dengan variabel dependen dengan menggunakan uji korelasi *Spearman*.

4.10. Etika Penelitian

Persetujuan etik penelitian ini akan diajukan kepada Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.

4.11. Jadwal Penelitian

Bulan	Bulan	Bulan	Bulan	Bulan VII		Bulan	Bulan
I-III	IV	V	VI	Minggu	Minggu	VIII-IX	X
				I-II	III-IV		
Penyusunan proposal	Pengujian proposal	Revisi proposal	Persiapan perijinan daerah setempat	Pelaksanaan penelitian (sampling)	Pengolahan data	Penyusunan laporan hasil	Presentasi hasil Karya Tulis Ilmiah

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Analisis sampel

Penelitian mengenai hubungan antara TGR dengan EIU dan tiosianat urin ini dilakukan pada siswa SDN Dukuhlo 02, SDN Bulakparen dan MIS Al-Mujahidin Kluwut, Kecamatan Bulakamba, Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah, untuk pemeriksaan sampel dilakukan di Lab GAKI Fakultas Kedokteran UNDIP. Jumlah responden keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Jumlah responden tiap SD yang diteliti

Nama SD	Jumlah responden
SDN Dukuhlo 02	20
SDN Bulakparen	28
MIS Al-Mujahidin	19
Total	67

5.2 Analisis deskriptif

5.2.1 Karakteristik Dasar Subyek Penelitian

Karakteristik dasar responden dilihat dari jenis kelamin dalam Tabel 14.

Tabel 14. Karakteristik dasar subyek penelitian

Karakteristik subyek penelitian (Jenis kelamin)	n, (%)
Laki- laki	28, (41,8%)
Perempuan	39, (58,2%)

Berdasarkan tabel 14 tampak subyek penelitian terdiri dari 28 responden (41,8%) laki-laki dan 39 responden (58,2%) perempuan.

Uji normalitas dengan metode *Kolmogorov-Smirnov* ($n > 50$) pada data kadar EIU menghasilkan distribusi data tidak normal ($p = 0,000$), dan data kadar tiosianat urin menghasilkan distribusi data yang tidak normal ($p = 0,006$).

Kadar EIU dan tiosianat urin dari responden dijelaskan pada Tabel 15.

Tabel 15. Kadar EIU dan kadar tiosianat dalam urin

	N	Median	Minimum	Maximum
Kadar EIU	67	346.00	192.00	349.00
Kadar tiosianat urin	67	1.69	0.36	4.64

Berdasarkan tabel 15 didapatkan median kadar EIU 346.00 $\mu\text{g/L}$, dengan kadar minimum 192.00 $\mu\text{g/L}$ dan kadar maksimum 349.00 $\mu\text{g/L}$. Nilai median EIU tersebut berada diatas nilai rujukan normal (100-200 $\mu\text{g/L}$). Nilai median kadar tiosianat urin berada pada rentang nilai rujukan normal yaitu 1.69 $\mu\text{g/mL}$, dengan kadar minimum sebesar 0,36 $\mu\text{g/mL}$ dan kadar maksimum 4,64 $\mu\text{g/mL}$.

Distribusi kadar EIU responden berdasar rentang nilai rujukan ditampilkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Distribusi Kadar EIU

EIU (µg/L)	N (anak)	Persentase (%)
< 20	-	0
20 – 49	-	0
50- 99	-	0
100-200	1	1,49
201-299	8	11,94
>300	58	86,57
Total	67	100

Berdasarkan tabel 16 didapatkan 66 dari 67 responden (98,51%) memiliki kadar median EIU berada diatas rentang nilai rujukan normal (>200 µg/L), dimana 8 orang responden (11,94%) digolongkan pada risiko *iodine induced hyperthyroidism* (201-299 µg/L) dan 58 responden (86,57%) digolongkan pada risiko *iodine induces hyperthyroidism dan autoimmune thyroid disease*.(>300 µg/L). Kadar EIU responden berdasar hasil palpasi TGR ditampilkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Perbedaan EIU dan hasil palpasi anak SD

EIU ($\mu\text{g/L}$)	Derajat Gondok						Total	
	Grade 0		Grade 1		Grade 2		N	%
	N	%	N	%	N	%		
< 100	-	0	-	0	-	0	-	0
100- 200	-	0	1	1,49	-	0	1	1,49
>200	30	44,78	18	26,86	18	26,87	66	98,51
Total	30	44,78	19	28,35	18	26,87	67	100

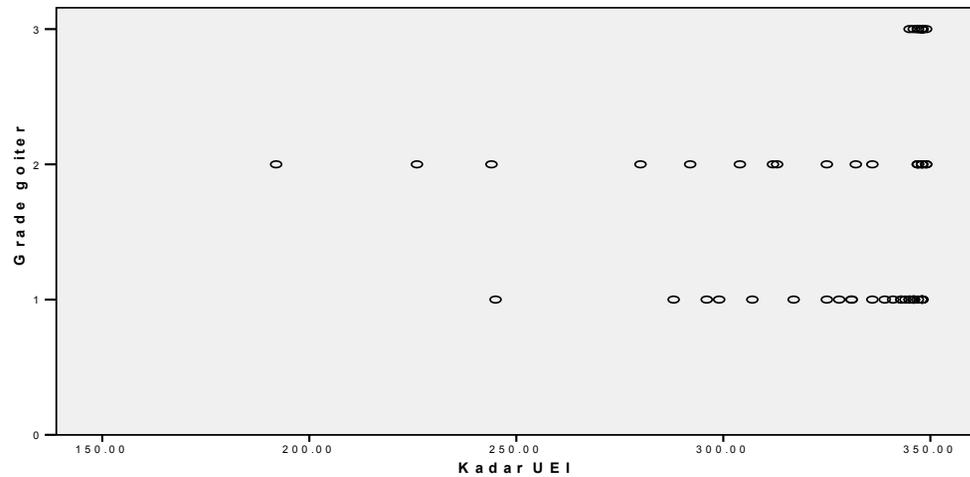
Berdasarkan tabel 17 didapatkan hanya 1 responden (1,49%) dengan kadar EIU normal dan responden tersebut berdasar hasil palpasi TGR termasuk grade 1. Sebagian besar responden (66 responden, 98,51%) memiliki kadar EIU diatas rentang nilai rujukan normal. Dari responden dengan kadar EIU meningkat tersebut terdapat 30 responden (44,78%) dengan hasil palpasi TGR grade 0 (tidak gondok), 18 responden (26,86%) dengan hasil palpasi TGR grade 1 (gondok teraba) dan 18 responden (26,87%) dengan hasil palpasi TGR grade 2 (gondok teraba dan terlihat).

5.3 Analisis Inferensial

Data TGR berupa data ordinal, merupakan data sekunder yang diperoleh dari data Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes tahun 2011. Data kadar EIU dan kadar tiosianat urin berupa data numerik, merupakan data primer yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium.

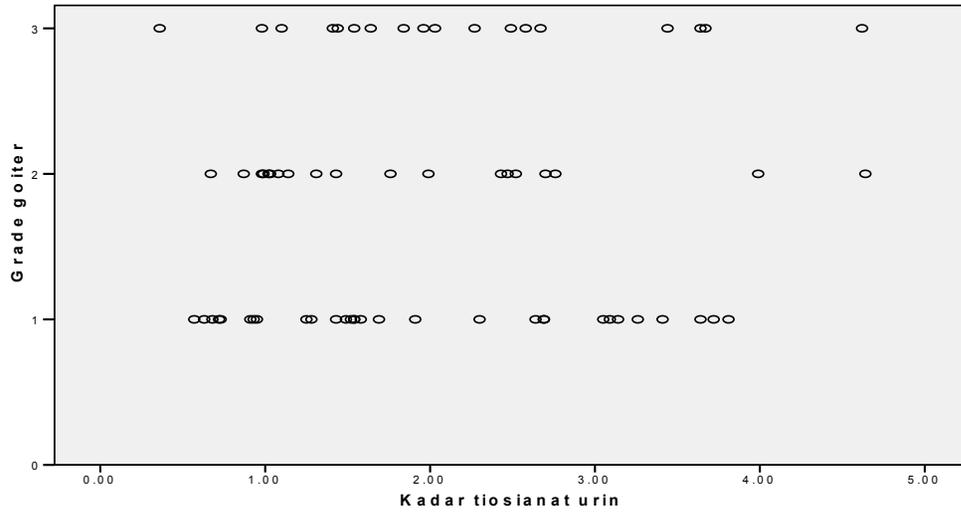
Berdasarkan hasil uji analisis *Spearman* antara TGR dengan kadar EIU, diperoleh nilai kemaknaan (p) 0,001 yang menunjukkan bahwa terdapat

korelasi yang bermakna antara derajat goiter dengan kadar EIU. Nilai korelasi Spearman (r) sebesar 0,392 menunjukkan bahwa arah korelasi positif dengan kekuatan korelasi yang lemah.



Gambar 7. Hubungan antara TGR dengan Kadar EIU

Sedangkan uji analisis Spearman antara TGR dengan kadar tirosianat urin diperoleh nilai kemaknaan (p) 0,491 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara derajat goiter dengan kadar tirosianat urin.



Gambar 8. Hubungan antara TGR dengan kadar tiosianat urin

Berdasarkan hasil uji analisis regresi antara TGR dengan kadar EIU, diperoleh nilai R^2 0,022 artinya persamaan regresi linier yang diperoleh tersebut hanya mampu menjelaskan derajat goiter yang disebabkan oleh EIU ialah sebesar 2,2%. Sedangkan 97,8% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti.

BAB VI

PEMBAHASAN

GAKI merupakan istilah untuk menggambarkan kekurangan iodium yang salah satu akibatnya adalah gondok. Selain karena kurangnya asupan iodium dalam bahan pangan, GAKI juga dapat terjadi akibat zat goitrogenik antara lain tiosianat yang dikonsumsi. Iodium dan tiosianat dideteksi menggunakan pemeriksaan urin mengingat kedua unsur tersebut diekskresikan melalui urin.

Dari penelitian ini didapatkan nilai median EIU sebesar 346,00 $\mu\text{g/L}$ dengan kadar minimum 192,00 $\mu\text{g/L}$ dan kadar maksimum 349,00 $\mu\text{g/L}$. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari nilai rujukan normal (100-200 $\mu\text{g/L}$). Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Abdul Razak Thaha (2002) dimana nilai median EIU pada penelitian Abdul Razak Thaha tersebut jauh lebih rendah dari nilai rujukan normal penelitian dan dari kadar EIU yang peneliti lakukan, yaitu sebesar $66,4 \pm 3,1 \text{ ug/L}$.¹⁹

Dari hasil penelitian ini terdapat korelasi bermakna ($p=0,001$) antara TGR dengan EIU. Koefisien korelasi Spearman (r) antara kedua variabel adalah 0,392, ini berarti bahwa semakin tinggi derajat TGR semakin tinggi kadar EIU. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Abdul Razak Thaha (2002) dimana terdapat korelasi bermakna ($p=0,094$) antara derajat TGR

dengan kadar EIU.¹⁹ Penelitian serupa Djoko Kartono (2011) yang dilakukan pada tingkat provinsi di seluruh Indonesia berdasar data survey evaluasi 2003. Uji korelasi Pearson pada penelitian terdahulu tersebut menyimpulkan bahwa terdapat korelasi antara kedua variabel dengan koefisien korelasi adalah -0,30 atau terdapat suatu hubungan lemah dan negatif yang berarti semakin tinggi derajat TGR semakin rendah kadar EIU. Hasil penelitian tersebut berbeda dengan penelitian yang peneliti lakukan. Tetapi penelitian pada provinsi Lamongan (2003), Bangkalan (2003), Pamekasan (2003), Sampang Jawa Timur (2003) dan Sawahlunto Sumatera Barat (2003) menunjukkan hasil yang serupa dengan penelitian ini.³⁵

Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan hipotesis penelitian. Hubungan antara TGR dengan EIU diharapkan negatif, namun hasil penelitian tidak mendukung harapan itu. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh karena pemerintah sudah mencanangkan suplementasi iodium untuk menekan GAKI, diantaranya iodisasi garam, berdasar pada KEPPRES no. 69 tahun 1994 tentang pengadaan garam beriodium. Asih Luh Gatie (2006) meneliti mengenai kandungan iodium garam konsumsi di Kecamatan Sirampog Kabupaten Brebes. Berdasarkan penelitian tersebut, dari 7 merk garam yang diteliti, didapatkan kadar iodium dari seluruh garam yang diteliti telah sesuai dengan kadar iodium yang direkomendasikan WHO/UNICEF ($>40 \mu\text{g/L}$). Dari 100 responden penelitian, didapatkan 88 responden mengkonsumsi garam yang beriodium antara $30-80 \mu\text{g/L}$.³ Kemungkinan responden penelitian ini yang mengalami gondok (TGR 1 dan 2) sudah mengkonsumsi

garam beriodium untuk mencukupi kebutuhan iodium sehari-hari, namun kelenjar tiroid yang sudah terlanjur membesar hampir tidak dapat kembali lagi ke ukuran semula. Hal ini dibuktikan oleh R. Djokomoeljanto (1999) bahwa di daerah defisiensi iodium ringan pemberian iodium 400-1000ug sehari menyebabkan ukuran kelenjar tiroid mengecil 30-38% (tidak mencapai 100%).³⁶ Penelitian oleh Roti (1993) dan La Rosa (1995) dalam kumpulan makalah R. Djokomoeljanto (1999) menemukan bahwa tidak terlihat pengecilan ukuran kelenjar tiroid dengan pemberian iodium 3ug/kg/hari selama 6 bulan.³⁶

Pada penelitian kadar tiosianat urin, didapatkan nilai median 1,69 µg/mL dengan kadar minimum sebesar 0,36 µg/mL dan kadar maksimum 4,64 µg/mL yang artinya masih dalam rentang nilai rujukan normal ($\leq 2,00$ µg/mL). Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Abdul Razak Thaha (2002) dimana nilai median kadar tiosianat urin pada Abdul Razak Thaha tersebut jauh lebih tinggi dari nilai rujukan normal dan dari hasil penelitian yang peneliti lakukan, yaitu sebesar $38,1 \pm 0,4$ µg/mL.¹⁹

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan korelasi bermakna ($p=0,491$) antara TGR dengan kadar tiosianat urin. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Abdul Razak Thaha yang mendapatkan korelasi bermakna ($p=0,044$) antara TGR dengan kadar tiosianat urin. Pada penelitian yang peneliti lakukan, tiosianat tidak berkorelasi dengan TGR kemungkinan disebabkan karena kadar iodium dalam tubuh responden penelitian sudah cukup. Sebab dalam kondisi tubuh yang cukup iodium dan kadar tiosianat

rendah, tiosianat tidak dapat menghambat penyerapan iodium.³⁷ Hal ini sesuai dengan data penelitian ini bahwa median kadar EIU adalah 346 µg/L dan median kadar ekskresi tiosianat urin adalah 1,69 µg/mL. Berbeda dengan penelitian Abdul Razak Thaha, tiosianat berkorelasi dengan TGR. Hal ini kemungkinan disebabkan karena kadar iodium yang rendah dan kadar tiosianat urin yang tinggi pada responden penelitian tersebut, sehingga tiosianat dapat menghambat pengambilan iodium dalam proses transport aktif. Hal tersebut diperkuat dengan adanya penelitian bahwa tidak adanya sampel garam yang mengandung iodium pada lokasi penelitian Abdul Razak Thaha tersebut.¹⁹

Hasil analisis regresi antara TGR dengan kadar EIU, diperoleh nilai R^2 0,022 yang berarti bahwa regresi linier yang diperoleh hanya mampu menjelaskan derajat goiter yang disebabkan oleh kadar EIU ialah sebesar 2,2%, sedangkan 97,8% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti.

Gondok selain disebabkan oleh kekurangan iodium dan konsumsi zat goitrogenik (tiosianat), dapat juga disebabkan oleh pajanan pestisida. Penelitian Hendra Budi Sungkawa (2008) mengenai hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang didapatkan korelasi bermakna antara jenis pestisida dengan kejadian goiter ($p=0,001$), dan antara dosis pestisida dengan kejadian goiter ($p=0,009$)³⁸. Penelitian Suhartono (2010) juga mendapatkan korelasi bermakna antara riwayat pajanan pestisida dan kejadian disfungsi tiroid ($p=0,033$)³⁹. Berdasarkan penelitian diatas, perlu

dipikirkan pajanan pestisida sebagai faktor risiko gondok di daerah penelitian, sebab Kabupaten Brebes masih didominasi oleh sektor pertanian. Seluas 627,03 km² dari 1662,96 km² (37,71%) luas tanah digunakan untuk lahan pertanian.⁴⁰

Keterbatasan penelitian ini adalah data TGR yang didapat bukan merupakan data primer peneliti melainkan data sekunder dari Dinas Kesehatan Kabupaten Brebes dan tidak adanya data sejak kapan masyarakat di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes Jawa Tengah mengonsumsi garam beriodium.

BAB VII

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Dari penelitian didapatkan Kadar EIU adalah $192,00 \pm 349$ (346,00) $\mu\text{g/L}$ dan terdapat hubungan yang lemah antara EIU dengan TGR ($p=0,001$, $r=0,392$). Didapatkan pula kadar ekskresi tiosianat urin adalah $0,36 \pm 4,64$ (1,69) $\mu\text{g/mL}$ dan tidak terdapat hubungan antara ekskresi tiosianat urin dengan TGR.

7.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang menjadi penyebab terjadinya gondok di Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes

DAFTAR PUSTAKA

1. Djokomoeljanto R. Peran zat gizi mikro (iodium) dalam menurunkan angka mortalitas dan morbiditas anak. *Gizi Indonesia*. 1992;17:6-14.
2. Departemen Kesehatan RI. Profil kesehatan Indonesia 2004. Indonesia: Departemen Kesehatan RI; 2006.
3. Gatie AL. Validasi total goiter rate (TGR) berdasar palpasi terhadap ultrasonografi (USG) tiroid serta kandungan yodium garam dan air di Kecamatan Sirampog Kabupaten Brebes. Semarang: Prodi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro; 2006.
4. Departemen Kesehatan RI. Data Dinas Kabupaten Brebes 2011. Indonesia: Departemen Kesehatan RI; 2011.
5. Susiana SL. Faktor yang berhubungan dengan kadar UEI pada anak sekolah dasar di SDN 1 Sumberejo Kecamatan Randublantung Kabupaten Blora. Semarang: Prodi Ilmu Gizi Universitas Diponegoro; 2006.
6. Kartono D, Djokomoeljanto. Total goiter rate (TGR), ekskresi iodium urin (EIU) dan konsumsi garam beryodium di Propinsi Jawa Tengah. Available from:
<http://www.litbang.depkes.go.id/~djunaedi/documentation/360pdf208pdf/tg.pdf>
7. Indrawati. Stabilitas tiosianat dalam urin dengan waktu penyimpanan yang berbeda. Semarang: Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2001.
8. Aritonang E, Evinaria. Pola konsumsi pangan, hubungannya dengan status gizi dan prestasi belajar pada pelajar SD di daerah endemik GAKI Desa Kuta Dame Kecamatan Kerajaan Kabupaten Dairi propinsi Sumatera Utara. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara; 2004.
9. Kartasurya IM. Goitrogenik substances. *Jurnal GAKI* April dan Agustus 2006; 5(1-2):18.

10. Manurung S. Analisis sistem pelaksanaan program pendistribusian kapsul minyak beryodium dalam rangka penanggulangan GAKI di Kabupaten Agam Tahun 2004. Medan: Tesis Program Pendidikan Administrasi dan Kebijakan Kesehatan Universitas Sumatera Utara; 2004.
11. Kartono D, Muhilal, Untoro R, Djokomoeljanto. Ekskresi iodium urine anak sekolah survei evaluasi gangguan akibat kekurangan iodium di Indonesia 2003. *Jurnal GAKI Indonesia* April 2007; 6(1):1-7.
12. Djokomoeljanto. Buku ajar tiroidologi klinik. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro; 2009.
13. Syahbudin S. GAKI dan usia. *Jurnal GAKI Indonesia*. 2002;1(1):13.
14. WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. WHO/UNICEF/ICCIDD Second Edition; 2001.
15. Panjaitan R. Pengaruh karakteristik ibu dan pola konsumsi pangan keluarga terhadap status GAKI anak SD di Kabupaten Dairi tahun 2007. Medan: Tesis Program Pendidikan Administrasi dan Kebijakan Kesehatan Universitas Sumatera Utara; 2008.
16. WHO/UNICEF/ICCIDD Indicator for assessing iodine deficiency disorder and their control through salt iodization. In: WHO/UNICEF/ICCIDD , editor: WHO/NUT/94.6.
17. Rachmawati B. Pengaruh waktu penyimpanan dalam suhu ruang (26-34 derajat celcius) terhadap kadar iodium dalam urin. Semarang: Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 1997.
18. Ritanto MJ. Faktor risiko kekurangan iodium pada anak sekolah dasar di Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali. *Jurnal GAKI* April dan Agustus 2006; 5(1-2):14.
19. Thaha AR, Djunaidi M.D, dan Nurhaedar J. Analisis faktor risiko coastal goiter. *Jurnal GAKI Indonesia* April 2002; 1(1):14.
20. Triyono, Gunanti IR. Identifikasi faktor yang diduga berhubungan dengan kejadian gondok pada anak sekolah dasar di daerah dataran rendah. *Jurnal GAKI Indonesia* April, Agustus dan Desember 2004;3(1-3):12.

21. Dahro AM, Saidin S, Chaerani N, Muhilal. Kestabilan iodium dalam garam pada berbagai jenis masakan Indonesia. Kumpulan Naskah Temu Ilmiah dan Simposium Nasional III Penyakit Kelenjar Tiroid. Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang; 1996.
22. Marihati. Pemantauan mutu garam beriodium. Jurnal GAKI April dan Agustus 2006;5(1-2):6.
23. Prameswari GN. Perbedaan peningkatan kadar iodium dalam urin antara anak sekolah dasar yang ascariasis dan tidak ascariasis setelah pemberian kapsul iodiol studi di Kecamatan Pakis Kabupaten Magelang Semarang: Tesis Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro; 2005.
24. Rachmawati B, Tjahjati DM. Pemeriksaan laboratorium yang diperlukan pada studi defisiensi iodium. jurnal GAKI Indonesia Semarang April 2007;6(1): 8-16.
25. Almtsier S. Prinsip dasar ilmu gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2005.
26. Sutomo. Prestasi belajar anak yang menderita gaki dan tidak menderita gaki di daerah endemik berat di SD Negeri 1 dan 2 Tribudaya Kecamatan Amonggedo, Kabupaten Konawe, Propinsi Sulawesi Tenggara. Bogor: Skripsi Program Studi Gizi Masyarakat Dan Sumberdaya Keluarga Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor; 2007.
27. Firdanisa R. Hubungan antara pola konsumsi iodium dan tiosianat dengan ekskresi iodium urine dan ekskresi tiosianat urine pada anak sekolah dasar di daerah endemik GAKI. Semarang: Prodi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2010.
28. Harsono FX. Kelebihan iodium sebagai penyebab gondok. Medika. 1994; No.5 Tahun XX : 56.
29. David G, Dolores S. Basic and clinical endocrinology. Greenspan's eight edition. States of America: McGraw Hills companies; 2007.
30. David G, Dolores S. Basic and clinical endocrinology six edition. United States of America: McGraw Hills companies; 2004.
31. Gaitan E. Environmental goitrogenesis. Florida: CRC Press; 1989.

32. Dahlberg P, Bergmark A, Bjorck L, Bruce A, Hambraeus L, Claesson O. Intake of thiocyanate by way of milk and its possible effect on thyroid function. *Am J Clin Nutr.* March 1984;39(3):416-420.
33. Noor Z. *Senyawa anti gizi.* Yogyakarta: Aditya Media; 1992.
34. Lubis Z, Jumirah. Analisis kandungan tiosianat (SCN) pada singkong, kol, dan daun singkong. Available from: [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18872/1/ikm-okt2005-9%20\(9\).pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18872/1/ikm-okt2005-9%20(9).pdf)
35. Kartono, Djoko. Hubungan antara indikator gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI) pada anak sekolah dasar. *Jurnal GAKI Indonesia* September 2011;1(1):18-37.
36. Djokomoeljanto. *Penggunaan hormon tiroid secara rasional.* Semarang: Kumpulan makalah penyakit kelenjar tiroid; 1999.
37. Meiria Wulansari. Hubungan asupan sianida dengan kadar iodium ASI pada ibu menyusui. Semarang: Prodi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro; 2011.
38. Hendra Budi Sungkawa. Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Semarang: tesis program pascasarjana UNDIP Magister kesehatan lingkungan; 2008
39. Suhartono. Pajanan pestisida sebagai factor risiko disfungsi tiroid pada kelompok wanita usia subur di daerah pertanian dataran rendah. Semarang: disertasi gelar doktor UNDIP Magister Kesehatan Lingkungan; 2010
40. Badan Pusat Statistik Kab Brebes. Geografi dan iklim Kabupaten Brebes 2010. Available from: http://brebeskab.bps.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=28

