

KADAR YODIUM AIR, EKSKRESI YODIUM URIN DAN GOITER DI DAERAH ENDEMIS DEFISIENSI YODIUM

Mutalazimah¹⁾, Setia Asyanti²⁾

¹Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta
email: mutalazimah@gmail.com

²Fakultas Psikologi Universitas Muhammadiyah Surakarta
email: setia_asyanti@yahoo.com

Abstract

Physical environmental factors contribute to human health, including the factor of iodine content of water in endemic areas related to urinary iodine excretion and goiter. Water iodine levels determine iodine intake comes from drinking water and determine the iodine content of foodstuffs produced from endemic areas. When iodine intake is too low, then the amount of iodine excreted in the urine is also low, it causes the thyroid gland is unable to maintain adequate hormone secretion, and goiter arise as compensation. This study aims to examine the relationship of water iodine levels, urinary iodine excretion (UIE) and goiter in women of childbearing age in endemic areas of iodine deficiency. This cross-sectional observational study, conducted in 115 women of childbearing age at Prambanan sub-district of Sleman, chosen at random. Water iodine levels and UIE were measured by acid digestion method, goiter measured by palpation method. The relationship between water iodine levels and UIE were analyzed with the Pearson correlation test, the relationship of water iodine levels and goiter were analyzed by Chi Square. The results showed that the average iodine content of water $4.95 \text{ mg/l} \pm 4.98 \text{ mg/l}$ and median 8.00 mg/l (0-12 mg l), the average value of UIE included in the category more adequate ($247.3 \pm 158.5 \text{ mg/l}$) and it also the median of 205 (0-774) mg/l. It was also found 13% sample have goitre. Statistical analysis result showed the relationship between water iodine levels and UIE ($p = 0.014$), while water iodine levels and goiter ($p = 0.077$). In conclusion there was a there relationship between water iodine levels and UIE and there was no correlation between water iodine levels and goiter.

Keywords: water iodine levels, UIE, goiter

1. PENDAHULUAN

Daerah endemis GAKY berisiko menyebabkan defisiensi yodium pada semua kelompok umur, mulai dari janin, neonatal, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Dampak dari defisiensi yodium mencakup spektrum yang sangat luas, seperti: *abortus*, lahir mati, cacat bawaan, kematian perinatal, kematian bayi, kretin, gondok, *hypothyroidism*, penurunan IQ, gangguan fungsi mental, gangguan fungsi otot, pertumbuhan terhambat dan *iodine induced hyperthyroidism* atau IHH (Verma dan Raghuvanshi, 2001; Sebotsa *et al.*, 2009).

Dewasa ini beberapa penelitian telah menemukan adanya kasus eksek yodium di daerah endemis, seperti Alsayed *et al.* (2008) menemukan 54,8% wanita di Mesir, mengalami eksek yodium dan berkorelasi dengan kondisi hipotiroid subklinis. Hasil penelitian Mutalazimah dan Asyanti (2010), pada pengukuran EYU anak sekolah dasar, di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman, menunjukkan prevalensi

defisiensi yodium sebesar 70% dan eksek yodium sebesar 10%. Penelitian Henjum *et al.* (2010) menunjukkan hasil yang sangat ekstrim, yakni menemukan 84% anak sekolah di daerah endemis Saharawi mengalami eksek yodium. Tidak berbeda dengan defisiensi yodium, eksek yodium juga berisiko terhadap kesehatan, seperti mengakibatkan tiroiditis, hipertiroid, hipotiroid, goiter (Henjum *et al.*, 2010) dan berbagai dampak IHH dengan berbagai manifestasi, seperti meningkatnya denyut nadi, menurunnya berat badan, keringat berlebihan dan tremor.

Defisiensi yodium berkaitan erat dengan faktor geografis, seperti daerah pegunungan, yang lapisan humus tanah sebagai tempat menetapnya yodium, sudah tidak ada, akibat erosi tanah secara terus menerus, terkikis oleh banjir, lahar, hujan tropik pada lahan miring, tanah berkapur dan yodium larut dalam air yang terbawa sampai ke muara sungai dan laut, serta karena adanya pembakaran hutan. Beberapa kondisi geografis tersebut, menyebabkan keadaan

tanah, air dan bahan pangan kurang mengandung yodium. Suatu wilayah yang mempunyai karakteristik yang menyebabkan berkurangnya kandungan yodium dalam tanah ini disebut sebagai daerah endemis GAKY (Djokomoeljanto, 2008; Bayram *et al.*, 2009).

Metode standar yang digunakan untuk mengukur defisiensi yodium adalah pemeriksaan ekskresi yodium dalam urin (Demers dan Spencer, 2002; Temple *et al.*, 2004; Bogale *et al.*, 2009; Vejbjerg *et al.*, 2009; Singh *et al.*, 2010; Medani *et al.*, 2011). Sebagian besar yodium diekskresikan ke dalam urin, sehingga yodium urin 24 jam merupakan indeks yang paling baik menggambarkan asupan yodium melalui makanan, yang juga ditentukan oleh kadar yodium air sebagai sumber air minum dan kadar yodium dalam tanah sebagai tempat tumbuhnya tanaman pertanian.

Daerah endemis GAKY berisiko terhadap peningkatan angka total goiter rate (TGR), karena TGR yang ditandai dengan pembesaran kelenjar tiroid merupakan salah satu manifestasi klinis yang khas dari kondisi defisiensi yodium baik hipotiroid maupun hipertiroid (Lamfon, 2008). Dengan demikian TGR digunakan sebagai indikator endemisitas suatu wilayah (Zimmerman, 2009). Hasil survei di seluruh Indonesia, menunjukkan adanya peningkatan prevalensi *total goitre rate* (TGR), dari 9,8% pada tahun 1998, menjadi sebesar 11,1% pada tahun 2003 (Tim GAKY Pusat, 2005). Mutalazimah (2010) menemukan bahwa dari 35 anak sekolah yang mengalami defisiensi yodium, 5,7% (2 anak) mempunyai goiter dan dari 5 anak yang ekkses yodium, ditemukan 20% (1 anak) mempunyai goiter. Sementara itu, pemilihan lokasi penelitian di Kecamatan Prambanan karena memiliki TGR sebesar 35,8% merupakan daerah endemis berat (Dinkes Sleman, 2003).

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan kadar yodium dalam air sumur, kadar ekskresi yodium dalam urin (EYU) dan goiter pada wanita usia produktif di daerah endemis GAKY. Hasil penelitian ini diharapkan akan bermanfaat bagi perencanaan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan untuk mendukung program penanggulangan defisiensi yodium.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian observasional ini menggunakan pendekatan belah lintang, dengan variabel bebas kadar yodium dalam air, sedangkan variabel terikat ekskresi yodium urin dan goiter. Responden penelitian adalah 115 wanita usia produktif yang berumur 18 – 45 tahun di wilayah Desa Gayamharjo, Wukirharjo dan Sumberharjo di Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman yang dipilih secara random. Pengukuran kadar yodium air dilakukan dengan mengambil tujuh sampel air yang berasal dari sumur yang biasa dipakai warga. Kadar EYU diukur melalui prosedur penampungan urin, pelabelan dan pengemasan yang memenuhi persyaratan sehingga meminimalkan kontaminasi bahan lain. Air dan urin dianalisis kadar yodiumnya menggunakan metode *acid digestion* di Laboratorium Balai Penelitian dan Penanggulangan (BP2) GAKY di Magelang. Kadar yodium air dikategorikan: 1) kurang bila $\leq 3 \mu\text{g/l}$ dan 2) cukup bila $> 3 \mu\text{g/l}$, sedangkan EYU dikategorikan: 1) defisiensi yodium, bila kadar EYU $< 100 \mu\text{g/l}$ (tingkat berat, bila $< 20 \mu\text{g/l}$; tingkat sedang, bila $20\text{--}49 \mu\text{g/l}$ dan tingkat ringan, bila $50\text{--}99 \mu\text{g/l}$); 2) optimal bila $100\text{--}199 \mu\text{g/l}$; 3) lebih bila $200\text{--}299 \mu\text{g/l}$; dan 4) ekkses bila $\geq 300 \mu\text{g/l}$. Goiter diukur menggunakan metode palpasi oleh tenaga terlatih, dengan kategori “ya” (bila teraba atau terlihat) dan “tidak” bila tidak teraba atau tidak terlihat. Hubungan kadar yodium air dan EYU dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson, sedangkan hubungan status kadar yodium air dan goiter, dianalisis menggunakan uji Chi Kuadrat. Penelitian ini telah mendapatkan *ethics committee approval* dari Medical and Health Research Ethics Committee (MHREC) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan nomor KE/FK/270/EC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Kadar Yodium Air

Kadar yodium dalam air di daerah endemis berperan dalam menentukan asupan yodium lewat air minum. Adapun karakteristik kadar yodium air sumur yang diambil di wilayah Desa Gayamharjo, Wukirharjo dan Sumberharjo di Kecamatan Prambanan menghasilkan nilai rata-rata sebesar $4,95 \mu\text{g/l} \pm 4,98 \mu\text{g/l}$ dan nilai median sebesar $8,00 \mu\text{g/l}$ ($0 - 12 \mu\text{g/l}$). Merujuk pada standar yang ditetapkan oleh

British Geological Survey yakni bila kadar yodium air < 3 µg/l (Johnson *et al.*, 2003), sebuah wilayah sudah dikategorikan kekurangan yodium, maka untuk nilai rata-rata pada ketiga desa di Kecamatan Prambanan masih berada pada tingkat normal. Namun, bila mengkaji data bahwa empat dari tujuh sampel air sumur mempunyai kadar yodium 0 µg/l, hal ini menunjukkan bahwa 57,1% sampel air tergolong defisiensi yodium. Hal tersebut perlu menjadi perhatian, karena selain akan berisiko secara langsung kekurangan asupan yodium melalui air minum, juga secara tidak langsung melalui bahan pangan nabati yang ditanam di daerah dengan kadar yodium dalam air yang rendah juga akan memiliki kadar yodium yang rendah (British Geological Survey, 2000).

Penelitian ini tidak jauh berbeda bila dibandingkan dengan hasil penelitian di

3.2. Karakteristik Kadar Yodium Urin Subjek

Pengukuran standar untuk defisiensi yodium adalah menggunakan kadar EYU, yang menggambarkan kecukupan asupan yodium yang berasal dari makanan dan minuman serta diekskresikan melalui urin. Adapun hasil pengukuran EYU subjek, tersaji pada Tabel 1

daerah endemis lainnya, seperti di kecamatan Kismantoro Wonogiri diperoleh rata-rata kadar yodium air sumur sebesar 0,9 – 4,9 µg/l dan di kecamatan Candi Ambarawa sebesar 2,4 µg/l (Harijoko, 2009). Survei yang lebih luas yang dilakukan oleh British Geological Survey pada tahun 2000, menghasilkan data bahwa variasi kadar yodium air di seluruh dunia berkisar antara 0,01 - 70 µg/l dengan kadar terendah di daerah pegunungan berbatu dan tertinggi pada air laut dengan rata-rata 58 µg/l. Perkembangan survei tahun 2003 menemukan variasi kadar yodium air di seluruh dunia berkisar antara < 0,1 - 150 µg/l dengan nilai rata-rata 4,4 µg/l. Air permukaan seperti sungai dan danau mempunyai kadar yodium antara 1 – 10 µg/l (Johnson *et al.*, 2003). Sementara itu, di China didapatkan variasi kadar yodium air berkisar antara 0,6 – 84,8 µg/l.

Tabel 1. Parameter statistik deskriptif kadaryodium urin subjek(µg/l)

Minimal	Maksimal	Rerata total	Median total	SD total
0	774	247,3	205	158,5

Tabel 2. Distribusi subjek berdasarkan kategori kadar yodium urin

Kategori yodium urin	n	%
Defisiensi	18	15,7
Normal	36	31,3
Lebih	24	20,8
Ekses	37	32,2
Total	115	100,0

Menyimak Tabel 1, mengenai statistik deskriptif didapatkan nilai median EYU sebesar 205 (0 – 774) µg/l juga memberikan petunjuk bahwa median tersebut telah melebihi ambang batas median EYU untuk menentukan endemisitas defisiensi yodium sebesar 50 µg/l. Demikian juga dengan nilai rata-rata, secara umum menunjukkan bahwa EYU pada subjek penelitian di Kecamatan Prambanan tergolong dalam kategori lebih (247,3 ± 158,5) µg/l.

Sementara itu kategorisasi hasil pengukuran EYU pada penelitian ini (Tabel 2.) menunjukkan bahwa subjek tersebar pada 4 kategori yakni defisiensi yodium, sebesar 15,7% (tingkat berat 2,6%; tingkat sedang 3,5%; tingkat ringan 9,6%). Menguatkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang telah banyak menyoroti masalah fenomena eksek, penelitian ini juga menemukan angka kelebihan yodium sebesar 20,8% dan eksek yodium sebesar 32,2%. Angka ini lebih besar dari penemuan Mutalazimah (2010) sebelumnya di Kecamatan Cangkringan sebesar 10%.

3.3. Karakteristik Goiter Subjek

Goiter merupakan manifestasi klinis dari kondisi defisiensi yodium dan merupakan fenomena gunung es, sehingga keberadaannya bisa dijadikan ukuran untuk menggambarkan permasalahan dampak lain dari defisiensi yodium seperti kretinisme, gangguan psikomotor, gangguan perilaku termasuk risiko IIIH. Sebanyak 13% responden pada penelitian ini terdeteksi mengalami pembesaran kelenjar tiroid. WHO menentukan interpretasi kategori endemisitas suatu wilayah berdasarkan angka TGR. Kategori tersebut adalah: 1) TGR di bawah 5%, cukup yodium; 2) TGR 5,0–19,9%, defisiensi yodium tingkat ringan; 3) TGR 20,0–29,9%, defisiensi yodium tingkat sedang; dan di atas 30%, defisiensi yodium tingkat berat (Zimmerman, 2009). Menilik kategori WHO tersebut, maka data hasil penelitian ini menempatkan Kecamatan Prambanan dalam kategori endemis tingkat

ringan. Meskipun tergolong daerah endemis tingkat ringan, namun masih menjadi masalah kesehatan masyarakat karena seperti terurai sebelumnya bahwa goiter hanya fenomena gunung es yang berarti masih banyak dampak-dampak lain yang belum teridentifikasi.

3.4. Hubungan kadar yodium air, EYU dan goiter

Faktor lingkungan fisik seperti udara, tanah dan air berhubungan erat dengan kondisi kesehatan manusia, karena beberapa substansi yang terkandung pada lingkungan fisik tersebut sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia. Asumsi mengenai hubungan kadar yodium air dengan EYU didasari oleh mekanisme bahwa daerah endemis defisiensi yodium, secara ekologis akan mempunyai karakteristik tanah dan air yang rendah kandungan yodiumnya (Johnson *et al.*, 2003; Lu *et al.*, 2005). Faktor lingkungan dengan kondisi yodium yang rendah berimplikasi pada rendahnya asupan yodium, baik yang berasal dari makanan (karena tanaman dan hewan juga kekurangan yodium) maupun yang berasal dari sumber air minum. Berdasarkan analisis korelasi Pearson, penelitian ini menemukan adanya hubungan signifikan antara kadar yodium air dan kadar ekskresi yodium urin pada subjek dengan nilai p sebesar 0,014.

Hubungan kondisi lingkungan mencakup kondisi kadar yodium tanah dan air ini dikemukakan juga oleh Harijoko (2009) yakni di Kecamatan Kismantoro Wonogiri, yang tanahnya terbentuk oleh proses pelapukan batuan vulkanik tersier mempunyai kandungan yodium 2,79 – 4,30 mg/kg, sedangkan kandungan yodium di air sumur 0,9 – 4,5 ppb. Di kecamatan tersebut ditemukan subjek yang menderita defisiensi yodium sebesar 23%. Selanjutnya di daerah Candi, Kecamatan Ambarawa tanahnya tersusun oleh proses pelapukan batuan vulkanik kuartar dan berada dekat dengan manifestasi geotermal mempunyai kandungan yodium 15,43 – 43,09 mg/kg dan

air 2,4 ppb. Sebesar 39% subjek yang tinggal di daerah Candi mengalami defisiensi yodium. Sementara itu kandungan yodium di soil dari Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali yang tersusun oleh proses pelapulan batuan vulkanik masa kini kandungan yodium berkisar dari 0,98 – 3,13 ppm. Harijoko menyimpulkan semua daerah dengan karakteristik tanah yang terbentuk

dari batuan vulkanik berpotensi terkena GAKY karena kandungan yodium di tanah sangat rendah.

Penelitian ini juga menganalisis hubungan kadar yodium air dan goiter, dengan tabel silang yang dapat disimak pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan kadar yodium air dan goiter

Kategori kadar yodium air	Kategori Goiter		Total n (%)	Nilai <i>p</i>
	Ya n (%)	Tidak n (%)		
Kurang	11(19,6)	45(80,4)	96(100)	0,077
Cukup	4(6,8)	55(93,2)	19(100)	

Menyimak Tabel 3, bisa dideskripsikan bahwa ada kecenderungan persentase subjek yang mengalami goiter lebih besar berasal dari yang menggunakan sumber air dengan kadar yodium kurang, sebaliknya persentase subjek yang tidak menderita goiter, lebih besar pada yang menggunakan sumber air dengan kadar yodium cukup. Namun demikian, secara statistik melalui uji Chi Square tidak ditemukan hubungan yang signifikan ($p = 0,077$). Tidak berhubungannya kadar yodium air dengan goiter secara statistik ini bukan berarti serta merta bisa dihilangkan begitu saja perhatian terhadap faktor lingkungan yang mempengaruhi terbentuknya goiter, termasuk rendahnya kandungan yodium dalam air. Adanya pola kecenderungan hubungan berdasarkan analisis deskriptif melalui tabel silang sudah merupakan sinyal bahwa goiter berkaitan dengan kondisi lingkungan yang secara geografis mengalami defisiensi yodium, khususnya kadar yodium air. Bagaimanapun juga hasil kajian Saidin (2009) menyebutkan bahwa prevalensi goiter di daerah dataran tinggi lebih tinggi yakni sebesar 30,3% dibandingkan dengan dataran rendah 8,7% dan daerah rawa 2,7%. Hal ini karena dataran tinggi memiliki risiko miskin kandungan yodium dalam permukaan tanah

di daerah pegunungan terus menerus mengalami gerusan dan kikisan terbawa air hujan, banjir, bahkan lahar (Djokomoeljanto, 2008). Kondisi tersebut membuat daerah pegunungan dan dataran tinggi mengalami risiko defisiensi yodium baik yang bersumber pada tanah maupun air. Dalam jangka waktu panjang defisiensi yodium ini berisiko menimbulkan goiter melalui mekanisme asupan yodium yang terlalu rendah, menyebabkan kelenjar tiroid tidak mampu mempertahankan sekresi hormon yang adekuat, sehingga timbul hipertrofi tiroid dan gangguan tiroid. Lebih detail dijelaskan bahwa defisiensi yodium menyebabkan pengambilan yodida berkurang dan kadar yodium dalam tiroid menurun. Di bawah tingkat kritis asupan yodium tersebut, terjadi peningkatan clearance iodida, untuk mempertahankan penyerapan yodida secara normal oleh tiroid. Jadi timbulnya goiter disebabkan karena kelenjar tiroid bekerja keras, sebagai konsekuensi agar kadar yodium organik tiroid tetap dalam batas normal (Eastman dan Zimmerman, 2009).

KESIMPULAN

Karakteristik kadar yodium air sumur yang diambil di wilayah Desa Gayamharjo, Wukirharjo dan Sumberharjo di Kecamatan Prambanan menghasilkan data bahwa empat dari tujuh sampel air sumur mempunyai kadar yodium 0 µg/l, hal ini menunjukkan bahwa 57,1% sampel air tergolong defisiensi yodium, dengan nilai rata-rata 4,95 µg/l ± 4,98 µg/l dan nilai median 8,00 µg/l (0 – 12 µg/l). Nilai rata-rata EYU subjek (247,3 ± 158,5) µg/l termasuk dalam kategori lebih, demikian juga dengan median 205 (0 – 774) µg/l telah melebihi ambang batas median untuk menentukan endemisitas defisiensi yodium. Sebesar 13% subjek ditemukan mempunyai goiter. Terdapat hubungan antara kadar yodium air dan EYU ($p = 0,014$) dan tidak terdapat hubungan antara kadar yodium air dan goiter ($p = 0,077$).

4. SARAN

Hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi instansi terkait, untuk dapat melakukan program-program yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan yang berdampak pada kesehatan khususnya gangguan fungsi tiroid di daerah endemis yodium. Penelitian lebih lanjut bisa dilakukan dengan menindaklanjuti penemuan ini dengan membandingkan kadar yodium pada air permukaan dan air sumur, mengukur kadar yodium dalam tanah dan menggunakan *marker* lain dalam mengkaji lebih dalam terhadap variabel yang berkaitan dengan gangguan fungsi tiroid seperti pengukuran *thyroid stimulating hormone* (TSH) dan *free thyroxine* (FT4).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada segenap pimpinan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penulis juga berterimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, atas dukungan dana melalui skim Penelitian Fundamental. Terima kasih juga kepada semua responden, yang bersedia membantu dalam kepentingan pengembangan keilmuan, serta semua yang terlibat dalam penelitian ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsayed, A., Gad, A.M., Baset, H.A., Fattah, A.A., Ahmed, A., Azab, A. (2008) Excess urinary iodine is associated with autoimmune subclinical hypothyroidism among Egyptian women. *Endocrine Journal*; 55(3):601-605.
- Bayram, F., Beyazyildiz, A., Gökçe, C., Budak, N., Erdoğan, N., Kurtoğlu, S., Kula, M., Ünlühızarıcı K, Keleştimur S. (2009) The prevalence of iodine deficiency, serum thyroglobulin, anti-thyroglobulin and thyroid peroxidase antibody levels in the urban areas of Kayseri, Central Anatolia. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*; 117(2): 64-68.
- Bogale, A., Abebe, Y., Stoecker, B.J., Abuye, C., Ketema, K., Hambidge, K.M. (2009) Iodine status and cognitive function of women and their five year old children in rural Sidama, Southern Ethiopia. *East African Journal of Public Health*;6(3):299-302.
- Demers, L.M., Spencer, C.A. (2002) *Laboratory medicine practice guidelines: laboratory support for the diagnosis and monitoring of thyroid disease*. National Academy of Clinical Biochemistry.
- Dinkes Kabupaten Sleman. (2003) *Hasil pemantauan garam beryodium dan pemuatkhiran data GAKY Kabupaten Sleman*, Sleman.
- Djokomoeljanto, R. (2008) *Gangguan akibat kekurangan iodium*, Makalah Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Melalui Penanggulangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI), Balai Litbang GAKI Depkes RI Magelang, 19 Januari 2008.
- Eastman, C.J., Zimmermann, M.B. (2009) *The iodine deficiency disorders*, Sydney Medical School, University of Sydney, www.thyroidmanager.org.
- Harijoko, A. (2009) Hubungan antara kandungan yodium di tanah dan endemi gangguan akibat kekurangan yodium. Prosiding IAGI

- 2009.<http://www.iagi.or.id>.Akses tanggal 14 Januari 2014.
- Henjum, H., Barikmo, I., Gjerlaug, A.K., Lehabib, A.M., Oshaug, A., Strand, T.A., Torheim, L.E. (2010) Endemic goitre and excessive iodine in urine and drinking water among Saharawi refugee children. *Public Health Nutrition*: 13(9):1472–1477.
- Johnson, C.C., Fordyce, F.M., Stewart, A.G. (2003). Environmental controls in iodine deficiency disorders project summary report. British Geological survey Commissioned Report CR/03/058N. BGS, Keyworth, Nottingham, UK.
- Lamfon, H.A. (2008) Thyroid disorders in Makkah, Saudi Arabia. *Ozean Journal of Applied Sciences*;1(1):55-58.
- Lu, Y., Wang, N., Zhu Lan., Wang, G., Wu, H., Kung L., Zhu, W. (2005) Investigation of iodine concentration in salt, water and soil along the coast of Zhejiang, China. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. ISSN 1673-1581.<http://www.zju.edu.cn/jzus>.Akses 5 Januari 2014.
- Medani, A.M.M.H., Elnour, A.A., Saeed, A.M. (2011) Endemic goitre in the Sudan despite long-standing programmes for the control of iodine deficiency disorders. *Bulletin of The World Health Organization*;89:121-126.
- Mutalazimah, Asyanti, S. (2010) Angka kecerdasan anak sekolah menurut perspektif kadar yodium dalam urin,*Jurnal Nutrisia*;12(1):1-7.
- Mutalazimah. (2010) Status klinis sebagai prediktor status yodium urin pada kasus *thyroid dysfunction* anak sekolah,*Jurnal Nutrisia*;12(2):79-85.
- Saidin, S. (2009) Hubungan keadaan geografi dan lingkungan dengan gangguan akibat kurang yodium (GAKY). *Media Litbang Kesehatan Volume XIX Nomor 2*.<http://www.ejournal.litbang.depkes.go.id>. *Akses tanggal 14 Januari 2014*.
- Sebotsa, M.L.D., Dannhauser, A., Mollentze, W.F., Oosthuizen, G.M., Mahomed F.A., Jooste, P.L. (2009) Knowledge, attitudes and practices regarding iodine among patients with hyperthyroidism in the Free State, South Africa. *South African Journal of Clinical Nutrition*;22(1):18-21.
- Singh, M.B., Marwal, R., Lakshminarayana, J. (2010) Assessment of iodine deficiency disorders in school age children in Jodhpur district of Rajasthan. *Journal of Human Ecology*;32(2):79-83.
- Temple, V., Mapira, P., Adeniyi, K., Sims, P. (2004) Iodine deficiency in Papua New Guinea (sub-clinical iodine deficiency and salt iodization in the highlands of Papua New Guinea). *Journal of Public Health*, November; 27(1):45–48.
- Tim GAKY Pusat.(2005) *Rencana aksi nasional kesinambungan program penanggulangan gangguan akibat kurang yodium*, Tim GAKY Pusat, Jakarta.
- Verma, M., Raghuvanshi, R.S. (2001) Dietary iodine intake and prevalence of iodine deficiency disorders in adults. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*;11:175–180.
- Vejbjerg, P., Knudsen, N., Perrild, H., Laurberg, P., Andersen, S., Rasmussen, L.B, Ovesen, L., Jørgensen, T. (2009) Estimation of iodine intake from various urinary iodine measurements in population studies.*Thyroid*. November, 19(11): 1281-1286.
- Zimmermann M.B. (2009) Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: a review.*American Journal of Clinical Nutrition* [serial on the Internet]. 2009 Feb [cited 2010 Dec 26];89(suppl):668S–72S. <http://ajcn.nutrition.org/>.