

**KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN KADAR YODIUM PADA SUMBER MATA AIR
(Suatu Analisis Terhadap Faktor Terjadinya *Down Syndrome* Dengan Metode *Atomic Absorbtion Spectrofotometry* (AAS) Pada Masyarakat "Kampung Idiot" Sidowayah)**

ABSTRAK

Dusun Sidowayah merupakan salah satu Dusun yang dikenal oleh warga sekitar dengan istilah kampung Idiot, karena lebih dari 300 warganya menderita syndrome keterbelakangan mental atau idiot. Dinas Kesehatan mengklaim penyebabnya adalah asupan iodium pada makanan yang dikonsumsi sehari-hari mengandung sedikit kadar Iodium, sehingga beberapa dari masyarakat yang menderita Idiot kekurangan iodium, namun asumsi tersebut dirasa kurang cukup memenuhi data akan adanya masalah di kampung Idiot sidowayah, sehingga peneliti berusaha untuk mengumpulkan beberapa data lain terkait dengan defisiensi iodium. Adapun analisis penelitian ini meliputi analisis sampel air dari enam titik sumber mata air di Kampung Sidowayah dan analisis kadar iodiumnya. Dilakukan dengan cara uji Atomic Absorbtion Spectrofotometri dan uji titrasi untuk Iodiumnya. Dari hasil yang telah diperoleh diketahui bahwa Logam berat jenis Besi (Fe) yang terakumulasi dalam sumber mata air Ndawe telah melebihi ambang batas atas baku mutu air kelas I yang telah ditetapkan, demikian juga dengan jenis logam Timbal (Pb) pada sumber mata air sidowayah telah melebihi baku mutu air kelas I. Logam berat jenis Fe yang terakumulasi sumber mata air Ndawe sebesar 1,340 ppm, sedangkan logam berat jenis Pb pada Sumber mata air Sidowayah sebesar 0,08 ppm, dan pada sedimen Fe sebesar 3,23 ppm-5,45 ppm, sedangkan Mn sebesar 0,06 ppm-0,14 ppm Kadar Iodium pada Sumber Mata Air dan Sedimen Dusun sidowayah Keseluruhan setelah dilakukan uji kadar Iodium tidak menunjukkan hasil yang diinginkan, atau kadarnya tidak terdeteksi <0,00

Kata Kunci : Sidowayah, Logam, Iodium, Air, Sedimen, AAS

A. PENDAHULUAN

Kampung idiot merupakan sebutan lain bagi 3 desa yang ada di Kabupaten Ponorogo, yaitu Desa Sidoharjo Kecamatan Jambon, Desa Karangpatihan dan Desa Pandak yang keduanya berada di Kecamatan Balong yang sebagian masyarakatnya menyandang *down syndrome* atau dikenal dengan keterbelakangan mental/idiot. Keberadannya telah ada sejak 30 tahun lalu. Dari ketiga desa tersebut Desa Sidoharjo yang menjadi sorotan utama bagi banyak kalangan, karena menurut data grafis Heri tahun 2011 dan dari paparan Sukardi salah satu Pemuda Sidoharjo, di desa tersebut terdapat 323 orang Idiot yang terkumpul dalam satu Dusun yang bernama Sidowayah. Jumlah warga yang idiot yang sedemikian banyak itu tergolong dalam beberapa tingkatan mulai dari yang hanya bersifat IQ rendah, Keterbelakangan Mental, Idiot ringan yang masih dapat menanggapi berbagai pertanyaan, hingga Idiot berat yang sifat orang tersebut tidak dapat di ajak komunikasi maupun yang lainnya.

Beberapa Instansi Dinas Di Kabupaten ponorogo menganggap bahwa kejadian tersebut akibat kurangnya asupan Iodium. Namun hal tersebut belum cukup membuktikan sebagai penyebab satu-satunya. Dugaan peneliti dari hasil observasi awal bahwa menurut warga ada sebuah bukit yang biasa disebut dengan "rajek wesi", yaitu suatu bukit yang memisahkan 3 desa yang diyakini memiliki kadar logam berat yang cukup tinggi, sehingga sangat memungkinkan jika ketika musim hujan tiba air yang jatuh pada bukit tersebut mengakumulasi logam berat dan masuk kedalam sumber mata air dan sedimen yang dijadikan sebagai kebutuhan pokok mereka sehari-hari.

Sehingga dari masalah di atas, sangat perlu dilakukan suatu penelitian mengenai kandungan logam berat dan kadar Yodium pada sumber mata air dan sedimen yang kaitannya terhadap faktor *down syndrome* pada masyarakat kampung idiot khususnya di Dusun Sidowayah. Penelitian yang berkaitan dengan akumulasi logam berat di Dusun tersebut belum pernah dilakukan, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan analisis mengenai hal tersebut.

B. Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian singkat latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Logam berat jenis apakah yang terakumulasi dalam sumber mata air di Dusun Sidowayah Desa Sidoharjo Kecamatan Jambon?

2. Berapakah kandungan logam berat yang terakumulasi dalam sumber mata air di Dusun Sidowayah Desa Sidoharjo Kecamatan Jambon?
3. Berapakah kadar Yodium yang ada dalam sumber mata air di Dusun Sidowayah Desa Sidoharjo Kecamatan Jambon?

C. KAJIAN PUSTAKA

1. Definisi Tentang Logam Berat

Saeni (1997) mendefinisikan logam berat sebagai unsur-unsur kimia yang memiliki berat jenis 5g/cm^3 , terletak di sudut kanan bawah daftar berkala, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 hingga 92 dari periode 3 sampai 7 pada tabel periodik. Logam berat ini termasuk pula didalamnya unsur-unsur metalloid yang memiliki sifat berbahaya seperti logam berat sehingga jumlahnya mencapai kurang lebih 40 jenis. Beberapa logam berat yang beracun antara lain As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, dan Zn (Wild, 1995).

Menurut Darmono (1995), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam tersebut yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi. Menurut Hutagalung (1991), tanah yang memiliki tekstur yang semakin halus akan memiliki daya ikat logam berat yang semakin besar seperti tanah liat akan memiliki daya ikat logam berat lebih tinggi dibandingkan tanah berpasir. Dan logam berat dapat terabsorpsi dalam jaringan hidup dan akan terakumulasi pada jaringan tertinggi rantai makanan yaitu manusia.

Menurut Darmono (1995) daftar urutan toksisitas logam paling tinggi ke paling rendah terhadap manusia yang mengkonsumsi ikan adalah sebagai berikut $\text{Hg}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ag}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{As}^{2+} > \text{Cr}^{2+} > \text{Sn}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$.

Yodium merupakan unsur yang reaktivitasnya paling rendah dan bersifat elektropositif. Dalam tabel periodik yodium memiliki simbol I dan nomor atom 53 dan diperlukan hampir seluruh makhluk hidup (Kurniawan, 2011). Garam beryodium adalah garam yang telah diperkaya atau telah mengalami fortifikasi dengan KIO_3 (Kalium Iodat) sebanyak 30 – 80 ppm (Instalasi Gizi RSKBR, 2006). Menurut Isna (2009) bahwa akibat yang dapat timbul dari GAKY atau penyakit gondok antara lain : (1) Pada ibu hamil menyebabkan keguguran spontan, lahir mati dan kematian bayi, mempengaruhi otak bayi dan kemungkinan menjadi cebol (kretinisme) pada saat dewasa nanti. Seorang ibu yang menderita pembesaran gondok akan

melahirkan bayi yang juga menderita kekurangan yodium. Jika tidak segera diobati, maka pada usia 1 tahun sudah akan terjadi pembesaran kelenjar gondoknya. (2) Pada masa kanak-kanak, terjadi kretinisme atau manusia kerdil yaitu yang menunjukkan gejala antara lain : misal tinggi badan di bawah normal, kondisi ini disertai berbagai tingkat keterlambatan perkembangan jiwa dan kecerdasan, dari hambatan jiwa ringan sampai dengan yang berat disebut debilitas. (3) Pada orang dewasa, kekurangan yodium menimbulkan keadaan lemas dan cepat lelah, produktivitas dan peran dalam kehidupan sosial rendah, serta gondok pada leher.

Adapun akumulasi logam berat terjadi pada akar tumbuhan dan dibawa ke jaringan lainnya dan proses ini bisa membatasi masuknya udara maupun zat hara lain seperti yodium ke dalam jaringan tersebut (Silva *et al.*, 1990) . Menurut De Groot dalam Iswani dkk (2003) pada individu yang kekurangan selenium dapat menyebabkan tubuh lebih rentan terhadap masuknya unsur timbal (Pb).

2. Definisi tentang Iodium

1. Iodium

Iodium merupakan zat gizi esensial bagi tubuh, karena merupakan komponen dari hormon *thyroxin*. Terdapat dua ikatan organik yang menunjukkan bioaktivitas hormon ini, yaitu *trijodotyronin* (T3) dan *tetrajodotyronin* (T4) atau *thyroxin*. Iodium dikonsentrasikan di dalam kelenjar gondok (*glandula thyroxin*) untuk dipergunakan dalam sintesa hormon *thyroxin*. Hormon ini ditimbun dalam folikel kelenjar gondok, terkonjugasi dengan protein (*globulin*) yang disebut *thyroglobulin* yang merupakan bentuk yodium yang disimpan dalam tubuh, apabila diperlukan, *thyroglobulin* dipecah dan akan melepaskan hormon *thyroxin* yang dikeluarkan oleh folikel kelenjar ke dalam aliran darah (Yuastika, 1995).

Kekurangan yodium memberikan kondisi *hypothyroidism* dan tubuh mencoba untuk mengkompensasikan dengan penambahan jaringan kelenjar gondok yang menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid tersebut.

Jumlah iodium dalam tubuh manusia relative sangat kecil dan kebutuhan untuk pertumbuhan normal hanya 100-150 mikrogram (0,1-0,15 mg) perhari. Kebutuhan ini dapat dipenuhi dari konsumsi 6 gram garam beriodium dengan kandungan minimal 40 ppm, sekitar 60 mikrogram iodium yang dikonsumsi tersebut akan ditangkap oleh kelenjar tiroid untuk pembentukan hormon *thyroxin* (Permaesih, 2000).

2. Zat Goitrogenik

Zat *Goitrogenik* adalah zat yang dapat menghambat pengambilan iodium oleh kelenjar gondok, sehingga konsentrasi iodium dalam kelenjar menjadi rendah. Aktivitas bahan goitrogenik pada prinsipnya bekerja pada tempat yang berlainan dalam rantai proses pembentukan hormon tiroid, dapat dibagi atas dua macam yaitu (Soekatri, 2001) :

- a. Menghambat pengambilan iodium oleh kelenjar *thyroid*, golongan ini termasuk kelompok *perchlorate*
- b. Menghalangi pembentukan ikatan organik antara iodium dan *thyroxin* untuk menjadi hormon thyroid, golongan ini adalah kelompok *tiouracils imidazoles*.

Dari hasil beberapa penelitian diketahui bahwa ada beberapa jenis makanan yang dikonsumsi oleh manusia dan hewan dapat bersifat goitrogenik. Penelitian dengan menggunakan tikus/kelinci sebagai objek, seperti penelitian oleh grup Baltimore terhadap kelinci yang diberi campuran makanan yang mengandung kubis segar, disimpulkan bahwa kubis merupakan salah satu faktor penyebab pembesaran kelenjar tiroid. Di New Zealand ditemukan bahwa famili kubis dapat menyebabkan gondok setelah diberi pada kelinci selama 60 hari. Selain itu Mc. Carrison melaporkan bahwa *soybean* dan *peanuts* (kacang kedele), juga menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid tikus 3x lebih besar daripada normal setelah diberi makan selama 3 bulan. Diketahui juga bahwa selain bahan makanan di atas ditemukan juga zat *goitrogenik* pada umbi singkong, daun singkong dan kacang-kacangan lainnya (Nurdjaman, dkk, 1987).

3. Metabolisme Iodium dalam Tubuh

Tahap pertama pembentukan hormon thyroid adalah pemindahan yodida dari cairan ekstrasel ke sel kelenjar thyroid dan kemudian ke folikel. Membran sel mempunyai kemampuan khas mentransport yodida secara aktif ke bagian dalam folikel. Hal ini dinamakan pompa yodida atau iodine trapping. Pada kelenjar normal, pompa yodida dapat memekatkan ion yodida sekitar 40 kali konsentrasi yodida dalam darah. Akan tetapi bila kelenjar thyroid menjadi aktif sepenuhnya, rasio konsentrasi dapat meningkat sampai beberapa kali lipat (Anonim, 2008).

D. METODOLOGI

Jenis dari penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dan kuantitatif dengan membandingkan hasil dari pemeriksaan AAS pada masing-masing desa yang telah diambil sampelnya. Adapun pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik yang dibagi dalam 2 stasiun masing-masing stasiun I yaitu 3 titik pada sumber mata air utama, dan stasiun II terdiri dari 2 titik sumber mata air

cadangan, 1 titik sumber sumur warga dengan memeriksa sumber mata air dan sedimen khususnya pada tiap-tiap rumah penderita *down syndrome* (Idiot).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada praktikum kali ini adalah spektrofotometer, timbangan, labu takar, Erlenmeyer, pipet dan kertas saring. Sedangkan bahan yang digunakan adalah KNO₃ 1%, NaOH 2%, NaOH 0.1 N, Asam Klorit, Asam Arsenit, Cerium dan sample.

Cara Kerja

Setelah sampel diperoleh maka akan dilakukan pengujian Logam Berat dan kadar Yodium di Laboratorium Pusat FMIPA Sublab Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengujian logam berat pada perairan, mula-mula sampel air pada sumber air diuji suhu, pH, BOD, COD yang semuanya dapat dilakukan dengan menggunakan BOD Kit Portable. Kemudian Contoh air permukaan diambil dengan botol *water sampler* yang bervolume 5 liter. Contoh air tersebut segera disaring dengan kertas saring *cellulose* nitrat yang berpori-pori (0,45 µm dengan garis tengah 47 mm) dan sebelumnya dicuci dengan HNO₃ (1:1). Setelah itu air diawetkan dengan HNO₃ (pH < 2). Contoh air kemudian dibawa ke laboratorium Kimia UNS. Di laboratorium, air tersebut (250 ml) dimasukkan dalam corong pisah *teflon*, kemudian diekstraksi dengan APDC/NaDDC/ MIBK. Fase organiknya diekstraksi kembali dengan HNO₃ (Rochyatun, dkk. 2006).

1. Pembuatan Larutan Blanko

0,31 mL HNO₃ pekat 16 M dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 mL dan ditambahkan dengan aquades sampai mencapai batas volume 500 mL. larutan dihomogenkan.

2. Pembuatan Larutan Standar (5ppm, 50mL)

0,25 mL Larutan stock tembaga 1000 ppm dipipet ke dalam labu ukur 50 mL. kemudian diencerkan dengan larutan blanko sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3. Pembuatan Larutan Standar (10ppm, 25mL)

0,25 mL Larutan stock tembaga 1000 ppm dipipet ke dalam labu ukur 25 mL. kemudian diencerkan dengan larutan blanko sampai tanda batas dan dihomogenkan. Langkah ini diulang untuk larutan standar 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm.

4. Preparasi Sampel

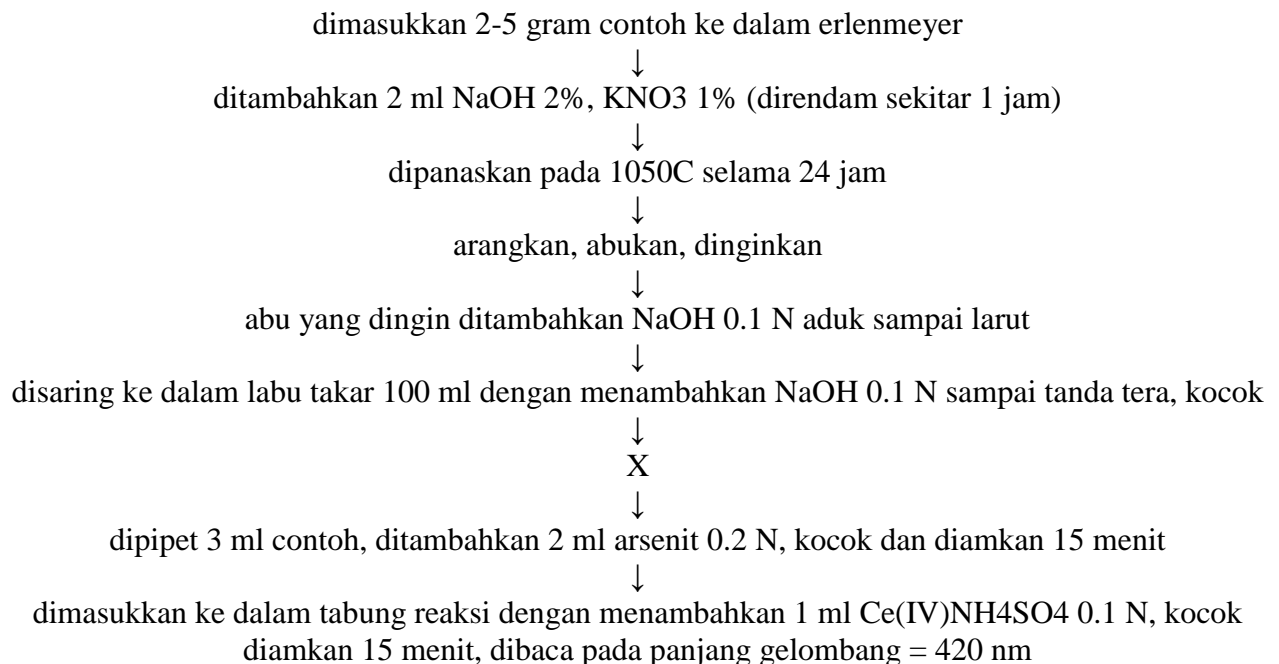
25 mL larutan sampel dipipet ke dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan HNO_3 1 M sebanyak 0,5mL. Kemudian diencerkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan, larutan dibuat duplo.

5. Pengukuran standar dan sampel dengan SSA

Larutan blanko disiapkan dan dinolkan serapaanya. Kemudian diganti dengan larutan standar dan larutan sampel , masing-masing diukur serapannya dan dicatat nilai absorbansinya.

6. Penetapan Kadar Iodium

Pada praktikum kali ini, kadar iodium yang akan diukur adalah kadar iodium dalam sample air dan sedimen sumber mata air. Kadar Iodium ditentukan dengan metode spektrofotometer yaitu dengan cara sebagai berikut :



Gambar 3.2 Cara Pemeriksaan Kadar Iodium

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidowayah adalah nama sebuah kampung / dusun yang dahulu berada di wilayah Desa Krebet Kecamatan Jambon Kabupaten Ponorogo Propinsi Jawa Timur. Sekitar 23 Km dari pusat pemerintahan atau kota Reyog Ponorogo

Namun karena adanya keinginan dan tujuan yang sama dari sebagian masyarakat yang berada atau terletak lebih jauh dari Balai desa Krebet, pada tahun 2006 desa Krebet kemudian

terpecah menjadi 2 (dua) desa yaitu desa Krebet dan desa Sidoharjo, namun saat itu desa Sidoharjo masih berstatus Definitif(perlu pendampingan).Desa Krebet terbagi mejadi 5 Kampung / Dusun, sedangkan desa Sidoharjo terbagi menjadi 3 Kampung / Dusun yaitu Dusun Karang Sengon, Dusun Klitik dan Dusun Sidowayah.Desi Sidoharjo diresmikan oleh Bupati Ponorogo, Muhadi Suyono pada tahun 2008. Dengan demikian sekarang Dusun Sidowayah merupakan bagian dari wilayah desa Sidoharjo.

Secara geografis dusun Sidowayah terletak dibawah kaki gunung Rajegwesi, sebelah barat daya kota reyog Ponorogo dan berbatasan dengan sebelah selatan daerah Bandar, Watu Pathok Kab.Pacitan, sebelah timur Jonggol, Kec.Jambon dan Karang Patihan, Balong, sebelah barat daerah Dayakan Badegan dan sebelah utara dusun Klithik dan Karang Sengon, Sidoharjo. Dinamakan “Sidowayah” karena dahulu di daerah ini banyak bunga atau tanaman Sidowayah, Wilayah dusun sidowayah termasuk dataran tinggi dan seluruhnya hampir dikelilingi oleh gunung, struktur tanahnya tandus dan miskin kandungan yodium.

Jumlah penduduk dusun Sidowayah saat ini sekitar 2727 jiwa¹ jumlah tersebut lebih banyak dibanding dengan jumlah dua dusun lainnya yang ada di desa Sidoharjo.Untuk menuju ke Dusun Sidowayah waktu yang dibutuhkan sekitar 45-60 menit jika dari kota reyog ponorogo, namun jika dari kantor kecamatan hanya membutuhkan waktu sekitar 20-30 menit karena jalannya masih berupa makadam, sehingga kendaraan hanya bisa berjalan dengan pelan.

A. Pemeriksaan Parameter Fisika dan Kimia Sumber Air

1. Parameter Fisika Air

Pengambilan titik sampel ditentukan berdasarkan karakteristik perairan, yakni masing-masing sumber mata air dibuat 3 stasiun. Stasiun 1 bagian hulu sungai, Stasiun 2 bagian tengah sungai dan stasiun 3 bagian hilir sungai. Berdasarkan analisa di laboratorium dan pengamatan secara langsung (*insitu*) pada masing-masing stasiun yang dilakukan dengan 3 kali ulangan diperoleh hasil kualitas air yang hampir mirip pada tiap stasiun pengamatan (Tabel 1).

Gambar 1.1. Rata-rata kualitas Fisika air pada tiap stasiun pengamatan

Stasiun	Sampel	Parameter Fisika Air		
		Suhu (°C)	TDS	TSS
I	L1 Sumber Mbisik	24	278,0	45,5
	L2 Sumber Tempuran	23	265,0	47,0

¹ Data dari kepala dusun (kamituwo)

	L3 Sidowayah	23	273,0	49,0
II	L4 Sumber Dawe	26.5	441,0	57,0
	L5 Sumber Sidowayah	26.5	346,0	52,0
	L6 Sumur Sidowayah	28	404,0	48,0

1.1 SUHU

Hasil pengukuran suhu pada tiap stasiun pengamatan menunjukkan bahwa suhu di perairan Sumber mata air berkisar antara 23-28⁰C. Suhu terendah terdapat pada bagian sumber sidowayah dan sumber tempuran dan tertinggi pada sumur sidowayah. Kondisi kisaran suhu perairan sumber mata air sidowayah masih dalam batas nilai toleransi bagi kehidupan organisme perairan pada umumnya.

Nybakken (1988) menjelaskan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Kaidah umum menyebutkan bahwa reaksi kimia dan biologi air (proses fisiologis) akan meningkat 2 kali lipat pada kenaikan temperatur 10⁰ C, selain itu suhu juga berpengaruh terhadap penyebaran dan komposisi organisme. Kisaran suhu yang baik bagi kehidupan organisme perairan adalah antara 18-30⁰C atau deviasi 3 menurut SNI 06-6989.23-2005. Berdasarkan hal tersebut, maka suhu perairan dilokasi penelitian sangat mendukung kehidupan organisme yang hidup di dalamnya.

1.2 TDS

Total Disolved Solid (TDS) atau total padatan terlarut yang menggambarkan besarnya senyawa-senyawa anorganik dan organik, mineral dan garam-garam yang larut dalam air. Nilai TDS ini nanti akan berkorelasi positif kekeruhan. Nilai TDS suatu perairan sangat dipengaruhi oleh proses alami maupun kegiatan manusia dilingkungan sekitar diantaranya adalah limpasan dari tanah (Run off), pelapukan batuan, limbah domestik dan industri (Effendi, 2000).

Namun pada sumber mata air di Dusun Sidowayah secara keseluruhan tidak menunjukkan adanya nilai TDS yang melebihi baku mutu air kelas I yaitu tidak lebih dari 1000 ppm (SNI 06-6989-27-2005).

1.3 TSS

Berdasarkan hasil pengukuran pada tiap stasiun menunjukkan bahwa kandungan TSS di perairan sumber mata air sidowayah lokasi L1-L3 dan L6 masih pada batas toleransi,

namun pada lokasi sampel L4-L5 (Sungai Sidowayah, Sumur Sidowayah, Sumber Dawe dan Sumur Sidowayah) menunjukkan nilai TSS yang melebihi baku mutu air Kelas I (50 ppm SNI 06-6989.3-2004) yaitu kisaran 52-67 ppm yaitu hal tersebut dapat diperkirakan penyebabnya berupa salah satunya akibat aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya padatan tersuspensi seperti kegiatan pembukaan lahan baik untuk pembangunan maupun untuk kegiatan pertanian.

Peningkatan kandungan TSS di lokasi L4-L5 diduga berhubungan erat dengan aliran air yang membawa bahan-bahan yang terlarut ke perairan yang lebih rendah atau dari hulu ke hilir. Peningkatan nilai TSS ini juga dapat disebabkan oleh banyak faktor salah satunya semakin banyak terjadi penggundulan hutan yang menyebabkan terjadi pengikisan tanah yang masuk ke perairan melalui proses *run-off*.

2. Parameter Kimia Sumber Mata Air Dusun Sidowayah

Adapun hasil dari pengujian AAS pada sumber mata air diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1.1 Parameter Kimia Sumber Mata Air

St	Sa m	Parameter Kimia Air															
		DH L	pH	Fe	Mn	Cd	Zn	Pb	Cu	Cr	Nat	Nit	Am	Ph	Cl	CO D	BO D
I	L1	283 3	8,2 53	0,0 03	<0,0 03	<0,0 01	<0,0 02	<0,0 08	<0,0 04	<0,0 03	1,0 11	0,0 07	<0,0 02	0,0 70	<0, 5	1,6 74	1,0
	L2	137 ,5	8,2 4	0,0 65	<0,00 3	<0,0 01	<0,0 02	<0,0 08	<0,0 04	<0,0 03	0,6 00	0,0 04	<0,0 02	0,0 67	<0, 5	6,9 60	2,5 5
	L3	142 ,3	8,3 9	0,1 78	<0,00 3	<0,0 01	0,01 5	<0,0 08	<0,0 04	<0,0 03	0,9 27	0,0 06	0,00 2	0,0 52	0,7 48	1,2 33	0,8 6
II	L4	295 1	6,9 78	0,1 01	0,001 01	<0,0 1	0,01 08	<0,0 04	<0,0 03	3,2 66	0,0 10	0,00 6	0,0 63	2,7 4	1,2 33	0,5 7	
	L5	243 2	6,9 2	1,3 40	0,002	<0,0 01	0,01 1	<0,0 08	<0,0 04	<0,0 03	3,0 95	0,0 16	0,00 2	0,0 69	0,9 97	1,2 33	1,0 2
	L6	294 3	6,9 54	0,0 01	0,004	<0,0 01	0,02 4	<0,0 08	<0,0 04	<0,0 03	5,4 94	0,0 27	0,00 2	0,0 67	1,7 95	1,6 74	0,8 8
		Keterangan: St: Stasiun			Sam: Sampel			DHL:Daya Hantar Listrik					Melebihi Baku mutu air				

2.1 DHL

Daya Hantar Listrik (DHL) menunjukkan kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik (Saeni, 1989). Kemampuan ini tergantung oleh adanya ion-ion pada total konsentrasinya, mobilitas dan bilangan valensi, serta suhu pada saat pengukuran (APHA, 1985; Saeni, 1989).

Adapun pada lokasi penelitian di sumber mata air Dusun Sidowayah menunjukkan tidak adanya nilai DHL yang melebihi baku mutu perairan kelas I yaitu antara 122-295.

2.2 pH

Nilai pH suatu perairan memiliki ciri yang khusus, adanya keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan yang diukur adalah konsentrasi ion hidrogen. Dengan adanya asam-

asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan pH, sementara adanya karbonat, hidroksida dan bikarbonat dapat menaikkan kebasaaan air. Nilai derajat keasaman (pH) perairan sumber mata air Dusun Sidowayah berkisar antara 6 - 8. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa lokasi cenderung bersifat basa yaitu L1-L6. adanya nilai pH yang cenderung basa bisa disebabkan karena pipanisasi air yang dibuat untuk mengalirkan air dari sumber pegunungan ke perkampungan, dan beberapa asumsi lain yang menyebabkan nilai pH cenderung Basa kemungkinan karena akumulasi materi-materi organik maupun anorganik dari tanah pegunungan ke sumber mata air, dan materi-materi ini kemungkinan dapat menyebabkan akumulasi logam pada sumber mata ai seperti Besi dan Mangan.

Ada 2 fungsi dari pH yaitu sebagai faktor pembatas, setiap organisme mempunyai toleransi yang berbeda terhadap pH maksimal, minimal serta optimal dan sebagai indeks keadaan lingkungan. Nilai pH air yang normal sekitar netral yaitu antara 6-8, sedangkan pH air yang tercemar beragam tergantung dari jenis buangnya. Batas organisme terhadap pH bervariasi tergantung pada suhu air, oksigen terlarut, adanya berbagai anion dan kation serta jenis organisme. Dengan demikian pH perairan di lokasi penelitian masih dapat mendukung kehidupan yang ada di dalamnya.

2.3 Besi (Fe)

Kadar besi dalam perairan alami sekitar 0,05-0,2 mg/l (Boyd, 1982). Dan air yang diperuntukkan untuk air minum sebaiknya memiliki kadar besi kurang dari 0,3 mg/l. Kadar besi lebih dari 0,1 mg/l dianggap membahayakan bagi kehidupan organisme akuatik (Moore, 1991).

Pada sumber mata air Dusun Sidowayah setelah dilakukan analisis kadar Logam berat besi diketahui, bahwa pada lokasi pengambilan sampel L5 sumber mata air Sidowayah di sekitar Dawe memiliki kadar logam berat Besi yang melebihi baku mutu (0,3 ppm SNI 6989.4-2009) yaitu 1,340 ppm, hal tersebut dapat dihubungkan dengan kadar TSS yang melebihi baku mutu air kelas I yaitu 52,0 ppm, sehingga dapat diperkirakan bahwa kadar TSS pada sumber sidowayah ini sebagian merupakan logam berat zat besi. Adanya kadar logam berat besi yang melebihi baku mutu yang ada pada sumber mata air Ndawe belum bayak di ketahui, karena secara geografis sumber ini sebenarnya telah terpisah dari sumber mata air lain di Dusun Sidowayah, sumber ini telah menjadi mata air utama warga pada tahun 1970an silam.

2.4 Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah kation logam yang karakteristik kimiawinya serupa dengan besi. Mangan merupakan nutrisi esensial bagi tumbuhan dan hewan. Mangan berperan dalam pertumbuhan, dan merupakan salah satu komponen yang penting pada sistem enzim. Defisiensi mangan dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan terganggunya sistem saraf dan reproduksi. Meskipun mangan tidak bersifat toksik tetapi keberadaannya dapat mengendalikan kadar unsur toksik lainnya di perairan seperti logam berat (Effendi, 2000).

Kadar mangan di perairan tawar bervariasi mulai dari 0,002 ppm hingga > 4,0 ppm. Kadar maksimum mangan pada air minum 0,05 ppm (Moore, 1991).

Kadar mangan pada semua lokasi sumber mata air di dusun sidowayah masih di bawah toleransi baku mutu sir kelas I yaitu 0,1 ppm SNI 6989.5-2009.

2.5 Kadmium (Cd)

Adapun pada sumber mata air sidowayah setelah dilakukan uji kadar logam berat tidak menampakkan kadar logam berat yang melebihi baku mutu air Kelas I pada sumber mata air di Dusun Sidowayah yaitu 0,01 ppm SNI 6989.16-2009. karena di Dusun Sidowayah tidak ada pabrik baja ataupun elektroplating.

Cd dalam industri banyak digunakan untuk campuran pembuatan keramik dan plastik, untuk melapisi baja, elektrolisis bahan pigmen industri cat serta stabilisator pada pembuatan plastik (Darmono, 1995). Berdasarkan hasil penelitian kadar Cd di perairan tercemar berkisar antara 0,2 – 0,5 ppb. Sedangkan pada perairan tidak tercemar 0,01 – 0,1 ppb (benhard, 1973 dalam sanusi, 1983). Cd diubah oleh aktivitas organisme menjadi senyawa organik yang lebih beracun. Logam Cd dalam tubuh organisme sebagian besar terakumulasi dalam ginjal dan hati, dalam bentuk metallothionin. Cd mempunyai aktifitas ATP ase, menstimulir pembuatan enzim sintesa AMP, mengurangi unsur Zn, mempengaruhi tingkat insulin dalam serum dan menghambat transportasi glukosa dalam sel (sanusi, 1983). Kadmium masuk kedalam tubuh melalui saluran pernapasan dan pencemaran (Darmono, 1995). Tingkat toksisitas logam Cd meningkat terhadap biota akuatik meningkat apabila kadar Cu dan Zn meningkat (EPA, 1973).

2.6 Seng (Zn)

Pada saat senyawa Zn masuk ke dalam tubuh melalui insang melebihi kebutuhan, kelebihan akan dibuang melalui ekresi yang dikenal dengan purifikasi (lloyd, 1992 dalam damaiyanti, 1997). Unsur Zn pada kadar tertentu dapat menyebabkan warna hijau biru pada ikan

dan kerang. Pada kadar 0.04 ppm Zn sudah bersifat lethal terhadap larva moskula dan pada kadar 10 ppm bersifat racun pada ikan dan kerang dewasa (venberg, 1983 dalam koropitan, 1997).

Adapun pada sumber mata air sidowayah setelah dilakukan uji kadar logam berat tidak menampakkan kadar logam berat yang melebihi baku mutu air Kelas I logam Zn pada sumber mata air di Dusun Sidowayah yaitu 0,05 ppm SNI 6989.7-2009. karena di Dusun Sidowayah tidak ada pabrik baja ataupun elektroplating.

2.7 Timbal (Pb)

Timbal dapat ditemukan terlarut dan tersuspensi pada perairan. Timbal bersifat sukar larut dalam air sehingga kadar relatif sedikit. Perairan tawar alami biasanya memiliki kadar timbal sekitar 0,05 ppm. Kadar maksimum timbal diperairan yang diperuntukkan bagi air minum adalah 0,05 ppm (Moore, 1991).

Darmono (2001) menyebutkan keracunan Pb dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut dapat ditandai dengan rasa terbakarnya mulut, terjadinya perangsangan pada gastrointestinal dan disertai diare. Sedang gejala keracunan kronis ditandai dengan rasa mual, anemia, sakit perut dan dapat menyebabkan kelumpuhan.

Pada pengujian logam berat di Sumber mata air dusun Sidowayah tidak ditemukan kadar Pb yang melebihi ambang batas (baku mutu air kelas I 0,03 ppm SNI 6989.8-2009). Masuknya logam Pb ke dalam perairan melalui proses pengendapan yang berasal dari aktivitas di darat seperti industri, rumah tangga dan erosi, jatuhnya partikel-partikel dari sisa proses pembakaran yang mengandung tetraetil Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 1994).

2.8 Tembaga (Cu)

Tembaga banyak digunakan dalam industri metalurgi, tekstil, elektronika dan sebagai cat anti karat. Kadar tembaga pada perairan alami biasanya ,0,002 ppm dan bagi air minum sebaiknya <,1 ppm (Moore, 1991). Tubuh manusia membutuhkan Cu untuk metabolisme, tetapi jika yang masuk ke dalam tubuh manusia berlebihan amaka akan menyebabkan keracunan, penyakit kuning, kerusakan ginjal atau gangguan saluran pencernaan (Jumariyah, 2001). Konsentrasi Cu sebesar 2 ppm dapat membunuh ikan (Connel and Miller, 1995).

Gejala yang timbul pada keracunan Cu akut pada manusia adalah mual, muntah, sakit perut, hemolisis netrofisis, kejang dan akhirnya mati. Pada keracunan kronis, Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunya H₂O₂ dalam sel darah

merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. Definisi suhu dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat (Darmono, 1995).

Adapun pada sumber mata air sidowayah setelah dilakukan uji kadar logam berat tidak menampakkan kadar logam berat yang melebihi baku mutu air Kelas I yaitu Cu pada sumber mata air di Dusun Sidowayah yaitu 0,02 ppm SNI 6989.6-2009. karena di Dusun Sidowayah tidak ada pabrik baja ataupun elektroplating.

2.9 Cromium (Cr)

Toksisitas unsur Cr terhadap organisme perairan tergantung pada bentuk kromium, bilangan oksidasinya, dan pH (Hutagalung, 1991). Penurunan pH dan kenaikan suhu dapat meningkatkan toksisitas Cr^{6+} terhadap organisme air. Toksisitas Cr^{6+} lebih besar daripada toksisitas Cr^{3+} . Cr^{6+} yang larut di dalam air sebagian besar diserap oleh ikan melalui insang sehingga akumulasinya paling banyak didapatkan pada insang daripada organ lainnya. Kadar kromium pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,001 mg/l dan pada perairan laut sekitar 0,00005 mg/l. Kromium trivalen biasanya tidak ditemukan pada perairan tawar; sedangkan pada perairan laut sekitar 50% kromium merupakan kromium trivalen (McNeely *et al.*, 1979 in Effendi, 2003).

Pada sumber mata air Dusun Sidowayah khususnya untuk logam jenis kromium tidak ditemukan adanya logam yang melebihi ambang batas atas baku mutu perairan kelas I.

2.10 Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2) dan Ammonia (NH_3)

Nitrogen di perairan terdapat dalam berbagai bentuk, yaitu bisa dalam bentuk gas N_2 , NO_2^- (Nitrit), NO_3^- (Nitrat), NH_3 (ammonia) dan NH_4^+ (Ammonium) serta sejumlah besar N yang berkaitan dalam organik kompleks. Nitrat adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat dihasilkan oleh proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses penting dalam siklus nitrogen (Effendi, 2000).

Dari ketiga unsur yang ada pada sumber mata air Dusun Sidowayah tidak didapatkan ketiga unsur tersebut yang melebihi baku mutu air Kelas I.

2.11 Fosfat (Ph)

Keberadaan fosfor yang berlebihan yang dibarengi dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir peledakan pertumbuhan algae perairan (algae bloom). Kadar fosfor yang

diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0,2 mg/l dalam bentuk fosfat (PO₄) (Boyd, 1982).

Pada sumber mata air Dusun Sidowayah khususnya untuk logam jenis fosfor tidak ditemukan adanya logam yang melebihi ambang batas atas baku mutu perairan kelas I.

2.12 Klorida (Cl)

Klorida bersifat mudah larut dalam air dan tidak membahayakan bagi makhluk hidup. Namun perairan yang diperuntukkan bagi keperluan domestik dan air minum serta industri sebaiknya memiliki kadar klorida kurang dari 100 mg/l (Sawyer dan McCarty, 1978).

Untuk Klorida sendiri di Semua Sumber mata air Dusun Sidowayah tidak menunjukkan kadar Klorida yang melebihi ambang batas atas baku mutu air kelas I yaitu 0,2 ppm APHA 2005: 4500 P-D.

2.13 Biological Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan oksigen biokimiawi (Biochemical Oxygen Demand) menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat pada botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20°C selama lima hari dalam keadaan tanpa cahaya (Saeni, 1989). Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi (Fardiaz, 1999).

BOD₅ merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD₅ tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologik dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. Oksidasi aerobik dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan sampai pada tingkat terendah, sehingga kondisi perairan menjadi anaerob yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik. Lee *et al.* (1978) menyatakan bahwa tingkat pencemaran suatu perairan dapat dinilai berdasarkan nilai BOD₅-nya, jika nilainya ≤ 2,9 berarti tidak tercemar, jika nilainya 3,0-5,0 maka tercemar ringan, jika nilainya 5,1-14,9 berarti tercemar sedang dan jika ≤15 maka tercemar berat (Lee et al, 1978).

2.14 Chemical Oxygen Demand (COD)

Kebutuhan oksigen kimiawi (Chemical Oxygen Demand) menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimiawi bahan organik, baik yang bisa didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi menjadi CO₂ dan H₂O (Boyd, 1982).

Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap rekasi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Ryadi, 1984).

Effendi (2003) menggambarkan COD sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO₂ dan H₂O. Berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan organik baik yang dapat didekomposisi secara biologis maupun yang tidak.

Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L (Effendi, 2000).

Pada sumber mata air Dusun Sidowayah khususnya untuk COD tidak ditemukan adanya COD yang melebihi ambang batas atas baku mutu perairan kelas I.

B. Akumulasi Logam Berat Besi dan Defisiensi Iodium Menjadi Faktor Penyebab GAKY

Adanya kasus GAKY pada masyarakat Sidowayah telah berlangsung sejak tahun 1970 an, saat itu masyarakat rata-rata masih jauh dari kehidupan mapan. Akibatnya tingkat pendidikan pun rata-rata hanya sebatas tingkat SMP. Pengetahuan mengenai agama pun juga masih kurang. Saat itu masyarakat dalam konsumsi keseharian masih mengandalkan hasil hutan dan hasil bercocok tanam, untuk minum sehari-hari mereka masih mengandalkan sumber mata air Ndawe yang notabennya sebagai satu-satunya sumber mata air yang ada untuk keperluan sehari-hari sebelum ditemukannya sumber Mbisik dan Sumber Sidowayah serta beberapa sumur buatan.

Namun untuk saat ini sumber Ndawe sudah tidak banyak digunakan lagi, beberapa ada yang masih memanfaatkannya namun mereka bukan dari dusun Sidowayah, Tapi dari Desa Pandak.

Sehingga dapat dibuat suatu asumsi mendasar bahwa tahun 1970an merupakan masa paling banyak warga dusun sidowayah yang menderita GAKY, karena kadar logam berat yang tinggi pada sumber mata air di dusun tersebut serta kadar logam berat telah mengikat kadar iodium baik yang terlarut dalam air maupun yang terlarut dalam sedimen, sehingga pada beberapa tanaman yang dikonsumsi dari hasil tanam, kemungkinan kadar iodium juga akan sangat rendah sehingga kurang mampu mencukupi kadar iodium dalam tubuh, disamping beberapa makanan yang mereka makan juga merupakan makanan goitrogenik, seperti tiwul.

C. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Logam berat jenis Besi (Fe) yang terakumulasi dalam sumber mata air Ndawe telah melebihi ambang batas atas baku mutu air kelas I yang telah ditetapkan, demikian juga dengan jenis logam Timbal (Pb) pada sumber mata air sidowayah telah melebihi baku mutu air kelas I. Sedangkan pada sedimen air kandungan Besi (Pb) dan Mangan (Mn) jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis logam berat lain pada sedimen. Logam berat jenis Fe yang terakumulasi dan sumber mata air Ndawe sebesar 1,340 ppm, sedangkan logam berat jenis Pb pada Sumber mata air Sidowayah sebesar 0,08 ppm, dan pada sedimen Fe sebesar 3,23 ppm-5,45 ppm, sedangkan Mn sebesar 0,06 ppm-0,14 ppm Kadar Iodium pada Sumber Mata Air dan Sedimen Dusun sidowayah Keseluruhan setelah dilakukan uji kadar Iodium tidak menunjukkan hasil yang diinginkan, atau kadarnya tidak terdeteksi <0,00

Daftar Pustaka

- Adriani M, Wirjatmadi B, Gunanti RI. 2002. *Identifikasi Gondok Di Daerah Pantai : Suatu Gangguan Akibat Kekurangan Yodium*. Jurnal GAKY Indonesia Vol 3 No 1 2002;pp.17-30.
- Andriani, R. 2005. *Identifikasi Masalah GAKY Di Daerah Pantai Kaitannya Dengan Pencemaran Logam Berat Pb Di Kecamatan Bulak Surabaya*. Balitbang Kemenristek,. <http://www.infolitbang.ristek.go.id/index.php?l=id&go=d&i=424> akses 10 Februari 2012
- Barus, ITA. 2001. *Pengantar Limnologi*. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada masyarakat. Dirjen Dikti. Jakarta. 164 p.
- Boyd, C. F., 1979. *Water Quality In Warmwater Fresh Pound*. Auburn University. Agricultural Experimen in Alabama. USA 359 p
- Connel D.W dan G J Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemah oleh Yanti Koestor dan Sahati. UI Press 520 p.
- Darmono. S. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta. 140 p.
- Effendi, H. 2000. *Telaan Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan IPB. Bogor Indonesia (Non Publikasi) 259 p.
- Hutagalung, H.P. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat*. Puslitbang Oseanologi. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. LIPI. Jakarta

- Hutagalung, H.P., D. Setiapermana. Riyono. 1997. *Metode Analisa Air Laut, Sediment Dan Biota*. Buku kedua. Jakarta P30-LIPI. 182: 59-77.
- Instalasi Gizi, 2006. *Materi Penyuluhan Gizi Pastoral Care*, RSK Budi Rahayu, <http://radioharmonifm.com/home/pentingnya-garam-beryodium-materi-talkshow/> diakses 12 Februari 2012
- Isna, N.R. *Hidup Berkualitas Dengan Yodium*. PSIKM FK Universitas Andalas. Padang
- Kurniawan, 2011. *Kegunaan Unsur Kimia Yodium*. <http://panglimaw1.blogspot.com/> di akses 12 Februari 2012
- Lagahu F, Trisnowo, JE, Iswani S, Djokowidodo. *Unsur Kelumit Dalam Bahan Lingkungan Hidup dan Tubuh Manusia Pada Penduduk Daerah GAKY di Kabupaten Magelang Dalam Kumpulan Naskah Lengkap Simposium GAKY, Kongres Nasional III Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI)*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro;1993
- Marganof. 2003. *Potensi Limbah udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di perairan*. Makalah Falsafah sains. IPB. Bogor
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi dan Logam Berat*. Rineka Cipta Jakarta. 152 hlm
- Patuti, N., Sudargo, T., Wachid, D.N. 2010. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian GAKY pada anak sekolah dasar di pinggiran pantai Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia Vol. 7, No. 1, Juli 2010: 17-26*
- Rochyatun, E. Kaisupy, M.T, Rozak, A. 2006. *Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane*. *Jurnal Makara Sains Vol. 10, No. 1, April 2006.: 35-40*. LIPI. Jakarta
- Rusdiana. 2011. *Metabolisme Mineral*. Modul Pembelajaran FK USU. Sumatra Utara. http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=metabolisme%20yodium%20dalam%20tubuh&source=web&cd=9&sqi=2&ved=0CFMQFjAI&url=http%3A%2F%2Focw.usu.ac.id%2Fcourse%2Fdownload%2F1110000100-basic-biology-of-cell-1%2Fbbc115_slide_metabolisme_mineral.pdf&ei=xbtBT-mUIonprQfhI3YBw&usg=AFQjCNGis4GMI6cP5gbsghzx3fA1bYQwGg&cad=rja akses 11 Februari 2012.
- Saeni, 1997. *Penentuan Analisis Rambut*. Orasi Ilmiah. FMIPA IPB. Bogor
- Silva, J.L., J.X. Huang, J.O. Garner, T. Bardwell and L. Newwill, 1990. *Enzymatic activity and quality changes in refrigerated southern peas*. *J. Mississippi Acad. Sci.*, 35: 45-48.
- Syabatini, A., 2009. *Laporan Praktikum Kimia Analitik II Iodometri dan Iodimetri*. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

- Wild, A. 1995. *Tingkat Pencemaran Logam Berat di tanah: Sebuah Pengantar*. Cambridge University Press. Great Britania.
- Departemen Kesehatan (DepKes). 1996. *Gangguan Akibat Kekurangan Iodium dan Garam Beriodium*. Pusat Penyuluhan Kesehatan Masyarakat: Jakarta.
- Rusmiati, Y. 2006. Penanggulangan GAKI. <http://www.kompas.co.id>. [14 September i 2008].
- Dedy M.1995. *Metabolismme Zat Gizi I.Sumber, Fungsi dan Kebutuhan bagi Tubuh Manusia*. Pustaka Sinar Harapan.
- , 2005. Laporan Dinas Kesehatan Propinsi Sumatera Utara, Medan.
- Depkes RI, 1985. *Penelitian Gizi dan Makanan*. Jakarta.
- , 2000/2002. *Pedoman Pelaksanaan Pemantauan Garam Beriodium di Tingkat Masyarakat*. Jakarta.
- , 2005. *Pencegahan dan Penanggulangan Gangguan Akibat Kurang Iodium (GAKI) di Indonesia*. Jakarta.
- Departemen Perindustrian Banjarbaru, 1989. *Usaha Peningkatan Mutu Garam Konsumsi Beriodium*. Banjar Baru.
- Djokomeoldjanto. R., 1974, *Akibat Defisiensi Iodium Berat*. Semarang.
- Eddy S & Zulkipli, 1999. *Dasar-Dasar Pendidikan Kesehatan dan Ilmu Perilaku*. Fakultas Kesehatan Masyarakat USU, Medan.
- Moehyi, S., 1986. *Penyelenggaraan Makanan Institusi dan Jasa Boga*. Semarang.
- Muhilal; J. Idrus; Husaini; Dj. Fasli dan Ig. Tarwotjo., 1998. *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan dalam Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi IV*. Jakarta.
- Notoatmodjo Soekidjo., 1993. *Dasar-Dasar Ilmu Perilaku*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 0140-76. *Garam Konsumsi*.
- Sutrisno, Totok, C., 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Cetakan Keli Jakarta.
- Winarno F.G., 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta.
- Yuastika, Ketut, D.S.P.D., 1985. *Penyakit Kelenjat Tiroid*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Zulkarnaen., 2005. *Analisa Kadar KIO₃ Pada Garam Berodium*. USU, Medan.