

KARYA ILMIAH



**Studi Kandungan Nitrat (NO-3) Pada Sumber
Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan
Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon**

Oleh :

**dr. Aaltje E. Manampiring, M. Kes
Nip. 196408091996012001**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SAM
RATULANGI
MANADO
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

N a m a : dr. Aaltje E. Manmpiring, M.Kes
N I P : 196408091996012001
Pangkat/Golongan : Pembina/IV/a
Fakultas : Kedokteran Unsrat
Jurusan/Bagian : Kimia
Judul : Studi Kandungan Nitrat (NO-3) Pada
Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan
Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota
Tomohon

Mengetahui
Dekan Fakultas Kedokteran UNSRAT

Penulis,

Prof. Dr.dr.S.M.Warouw.SpAK
Manampiring, M.Kes
NIP. 194903271979032001

dr. Aalje E.
Nip. 196408091996012001

PRAKATA

Segala Puji Syukur Penulis menaikkan kepadaMu Bapa, sehingga penelitian ini bisa selesai dengan berkat kasih Bapa.

Adapun penelitian ini dengan judul **Studi Kandungan Nitrat (NO-3) Pada Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon.**

Semua yang penelitian ini dicapai hingga saat ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari orang-orang yang ada di sekitar penulis. Oleh karenanya , pada saat ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada teman-teman sejawat yang telah membantu dalam penelitian ini.

Semoga Allah Sumber Berkat kiranya menyertai kita dan memberikan berkat yang melimpah bagi kita semua.

Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Definisi Nitrat</i>	5
2.2. <i>Sifat Fisik Dan Struktur Kimia</i>	5
2.3. Dosis dan Kadar Normal.....	6
2.4. Farmakokinetik.....	7
2.5. Klasifikasi.....	7
2.6. Gejala dan Manifestasi Klinis	8
2.7. Pengobatan dan Penanganan	11
2.8. Pencegahan.....	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Desain Penelitian	12
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian	12
3.4. Definisi Operasional	13
3.5. Teknik Pengumpulan Data	13
3.6. Cara Kerja.....	13
3.7. Pengolahan Data dan Deskripsi Data	16
BAB IV. HASIL PENELITIAN	17
BAB V PEMBAHASAN	21
BAB VI. PENUTUP	24
DAFTAR PUSTAKA	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Air merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan untuk kehidupan manusia, karena air mengambil peran penting dalam berbagai hal. Di antaranya untuk kebutuhan Rumah Tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan industri. Air juga merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup. Bila manusia, hewan, dan tumbuhan kekurangan air, maka akan mati. Pengaruh air sangat luas bagi kehidupan, khususnya air untuk makan dan minum. Orang akan dehidrasi atau terserang penyakit bila kekurangan cairan dalam tubuhnya. Air pula dapat menyebabkan sumber penyakit bagi manusia ketika mengkonsumsi air yang tercemar.^{1,2}

Di Daerah Pedesaan masyarakat seringkali mengalami krisis air yang layak untuk diminum. Penggunaan pupuk kimia berlebihan mencemari Air di daerah pertanian yang kemudian mengalir ke Sungai dan dimanfaatkan masyarakat untuk kehidupan sehari – hari. Salah satu bahan pencemar air di Daerah pertanian adalah yang berasal dari pupuk kimia yaitu nitrat. Peningkatan nitrat di dalam tanah dan air terutama merupakan akibat pemakaian pupuk secara insentif. Pencemaran nitrat disebabkan air limbah pertanian mengandung senyawa nitrat akibat penggunaan pupuk nitrogen (urea). Nitrat yang berlebih akan masuk ke dalam air sumur penduduk melalui air sungai.^{2,3,4}

Pada Daerah dimana pupuk nitrogen secara luas digunakan, sumur – sumur perumahan yang ada disana hampir pasti tercemar oleh nitrat. Diperkirakan 14juta Rumah tangga di Amerika Serikat menggunakan sumur pribadi untuk memenuhi kebutuhan air minumnya (Badan Sensus Amerika Serikat 1993). Pada Daerah pertanian, pupuk nitrogen merupakan sumber utama pencemaran terhadap air bawah tanah yang digunakan sebagai air minum. Sebuah penelitian oleh United States geological Survey menunjukkan bahwa > 8200 sumur di seluruh AS terkontaminasi oleh nitrat melebihi standar air minum yang telah ditetapkan oleh Environmental Protection Agency (EPA), yaitu 10 ppm.³

Nitrat (NO_3) adalah ion – ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktivitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama – tama menjadi ammonia,

Kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah Tanah maupun air yang terdapat di permukaan. Pencemaran oleh pupuk nitrogen, termasuk ammonia anhidrat seperti juga sampah organik hewan maupun manusia, dapat meningkatkan kadar nitran di dalam air. Senyawa yang mengandung nitrat di dalam tanah biasanya larut dan dengan mudah bermigrasi dengan air bawah tanah.³

Kontaminasi nitrat pada air sumur ditengarai juga disebabkan jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dengan Sawah (sebagai sumber kontaminasi) yang terlalu dekat. Menurut Glanville (1993) jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dan Sawah yang direkomendasikan adalah minimum 150 feet, yaitu sekitar 50 meter radius nitrat yang terbawa aliran air tanah mencapai 30 feet hingga 500 feet, yaitu sejauh 10 samapai dengan > 150 meter tergantung jumlah kosentrasi nitrat yang mencemari, jenis dan prositasi dari tanah.⁴

Pemerintah telah mengeluarkan Kepmenkes No 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang syarat dan Pengawasan Kualitas Air minum. Syarat air minum sesuai Perkenkes itu harus bebas dari bahan – bahan anorganik dan organic. Keputusan Gubernur No. 99 Tahun 2003 tentang Buku Mutu Air di Propinsi Sulawesi Utara. Dengan kata lain kualitas air minum harus bebas bakteri, zat kimia, racun, limbah berbahaya.^{2,4,5,6,7}

Batas normal kadar nitrat pada air bersih menurut Permenkes No.416/1990 adalah sebesar 50mg/L, dan pada air minum adalah 10 mg/L (WHO).^{4,6}

para meter kualitas air minum yang berhubungan dengan kimia anorganik diantaranya adalah nitrat. Sedangkan para meter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan, antara lain : berupa bau, warna, jumlah zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, dan suhu.^{2,5,6}

Ir. Widjajanti dari bidang Anarlisis Dampak Lingkungan balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan pemberantasan Penyakit Menular (BBTKL-PPM) mengemukakan ada beberapa Kecamatan di Yogya yang meningkat

kepadatan penduduknya tinggi menyebabkan kandungan nitrat dalam air sumur diatas ambang batas. Berdasarkan data pasif dari masyarakat yang masuk ke BBTCL – PPM tahun 2005 diketahui ada 3 Kecamatan di Kota Yogya yang jumlahnya contoh ujinya banyak mengandung nitrat tinggi (di atas persyaratan maksimal air minum). Ketiga kecamatan itu adalah Gondokusumo (23 Contoh uji), kotagede (20 contoh uji) dan Danurujen (18 Contoh uji). Kemungkinan sumber nitrat dalam air tersebut berasal dari Limbah Rumah Tangga, karena kepadatan penduduk yang relatife tinggi.⁹

Pengkonsumsian Air Sumur dengan kadar nitrat tinggi, akan menimbulkan beberapa gangguan kesehatan seperti gondok, methemoglobinemia, dan sebagainya. Nitrat yang masuk kedalam tubuh, 6% akan direduksi menjadi nitrit yang bersifat karsinogenik. Kesehatan masyarakat petani, baik sebagai modal awal untuk bekerja maupun resiko pada saat bekerja, harus dikelola dengan baik untuk mendukung produktivitas dari wilayah.^{2,4}

Di Amerika dilaporkan bahwa telah terjadi kasus methemoglobinemia pada bayi. Mayoritas dilaporkan terjadi pada bayi dibawah usia 4 bulan yang meminum susu formula. Sebuah survey di Nebraska dalam Medical Jurnal Tahun 1981 melaporkan bahwa sekurang – kurangnya ada 8 kasus methemoglobinemia yang ditemukan di Nebraska antara tahun 1973 dan 1978. Dan baru – baru ini ditemukan 2 bayi dengan methemoglobinemia oleh Departemen Kesehatan South Dacota dimana kosentrasi nitrat yang ditemukan adalah 150Mg/L dan 54Mg/L. selain itu kasus yang ditemukan di Colorado yang melibatkan 1 orang bayi yang mengkonsumsi Air yang mengandung 13,3Mg/L Nitrat.¹⁵

Berdasarkan uraian diatas, maka mendorong penulis untuk mengetahui lebih lanjut tentang bahaya nitrat yang terdapat pada sumber air minum masyarakat, khususnya di Daerah pertanian dalam hal ini Kelurahan Rurukan Kecamatan Tondano Timur Kota Tomohon yang merupakan salah satu Daerah Agroholtikultura di Sulawesi Utara.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Beberapa kandungan Nitrat pada sumber Air minum masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tondano?

1.3 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui kandungan Nitrat pada sumber air minum masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur kota Tomohon.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1. Dapat mengetahui kandungan Nitrat pada air sumur di Daerah pertanian.
2. Penulisan dan masyarakat dapat mengetahui manfaat nitrat bagi tubuh manusia.
3. Menambah wawasan dan bisa digunakan untuk penelitian lebih lanjut tentang studi kadar nitrat pada air sumur di masyarakat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 NITRAT

Nitrat (NO_3^-) adalah ion – ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Di Alam, Nitrogen terdapat dalam bentuk senyawa organik seperti urea, protein, dan asam nukleat atau sebagai senyawa anorganik seperti ammonia, nitrit, dan nitrat.^{3,8,9}

Tahap pertama daur nitrogen adalah transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Selain air hujan yang membawa sejumlah nitrogen, penambahan nitrogen ke dalam tanah terjadi melalui proses fiksasi nitrogen. Fiksasi nitrogen secara biologis dapat dilakukan oleh bakteri *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan polong-polongan, bakteri *Azobakter* dan *Clostridium*. Selain itu ganggang hijau biru dalam air juga memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen.^{8,9}

Tahap kedua, Nitrat yang dihasilkan oleh fiksasi biologis digunakan oleh produsen (tumbuhan) diubah menjadi molekul protein. Selanjutnya jika tumbuhan atau Hewan mati, makhluk pengurai merobaknya menjadi gas amoniak (NH_3) dan garam amonium yang larut dalam air (NH_4^+). Proses ini disebut dengan **Amonifikasi**.

Bakteri Nitrosomonas mengubah amoniak dan senyawa ammonium menjadi nitrat oleh Nitrobakter. Apabila oksigen dalam tanah terbatas, nitrat dengan cepat ditransformasikan menjadi gas nitrogen atau oksida nitrogen oleh proses yang disebut **denitrifikasi**.^{8,9}

2.2 SIFAT FISIK DAN STRUKTUR KIMIA

Nitrat dibentuk dari asam Nitrit yang berasal dari ammonia melalui proses oksidasi katalitik. Nitrit juga merupakan hasil metabolisme dari siklus nitrogen. Nitrat dan Nitrit adalah komponen yang mengandung nitrogen berikatan dengan atom oksigen, dimana nitrat mengikat tiga atom oksigen sedangkan nitrit mengikat dua atom oksigen. Di Alam, Nitrat sudah di ubah menjadi bentuk nitrit atau bentuk lainnya.³

Struktur kimia nitrat :

Berat molekul : 62,05.

Struktur kimia nitrit :



Berat molekul : 46,006

Pada kondisi yang normal, baik nitrit maupun nitrat adalah komponen yang stabil, tetapi dalam suhu yang tinggi akan tidak stabil dan dapat meledak pada suhu yang sangat tinggi dan tekanan yang sangat besar. Biasanya, adanya ion klorida, bahan metal tertentu dan bahan organik akan mengakibatkan nitrat dan nitrit menjadi tidak stabil. Jika terjadi kebakaran, maka tempat penyimpanan nitrit maupun nitrat sangat berbahaya untuk didekati karena dapat terbentuk gas beracun dan bila terbakar dapat menimbulkan ledakan. Bentuk garam dari nitrat dan nitrit tidak berwarna dan tidak berbau serta tidak berasa. Bersifat higroskopis.^{3,9}

2.3 DOSIS DAN KADAR NORMAL

Dosis letal dari nitrat pada orang dewasa adalah sekitar 4 – 30g (atau sekitar 40 – 300 mg NO₃⁻ dapat mengakibatkan methemoglobinemia. Sedangkan dosis letal dari nitrit pada orang dewasa dapat bervariasi antara 0.7 dan 6 g NO₂⁻ (atau sekitar 10 sampai 100 mg NO₂⁻/kg).^{3,10,11}

Dengan dosis yang lebih kecil akan dapat membahayakan neonates karena belum lengkapnya pembentukan dan regenerasi hemoglobin didalam tubuh mereka. Kebanyakan kasus membuktikan bahwa neonates langsung mengalami methemoglobinemia setelah minum air formula yang tinggi nitrat.^{3,10,12}

2.4 FARMAKOKINETIK

Nitrat dan nitrit yang diberikan secara oral akan diadsorpsi oleh traktus digestivus bagian atas dan dipindahkan ke dalam darah. Di dalam darah, nitrit mengubah hemoglobin yang kemudian teroksidasi menjadi nitrat. Normalnya methemoglobinemia akan langsung diubah menjadi hemoglobin kembali melalui proses enzimatik. Dengan jalan mengoksidasikan ion ferro dan didalam hemoglobin menjadi ferric, sehingga hemoglobin tidak dapat mengangkut oksigen yang mengakibatkan jaringan – jaringan tubuh kekurangan. Nitrat tidak diakumulasi didalam tubuh. Nitrat kemudian didistribusikan ke cairan – cairan tubuh seperti urin, air liur, asam lambung, dan cairan usus. Sekitar 60% dari nitrat oral diekskresikan melalui urin. Sisanya belum diketahui, tetapi metabolisme bakteri endogen mengeliminasi sisanya.^{3,9,11,13}

Apabila nitrat dan nitrit yang masuk bersamaan dengan makanan, maka banyaknya zat makanan akan menghambat absorpsi dari kedua zat ini dan baru akan diabsorpsi di traktus digestivus bagian bawah. Hal ini akan mengakibatkan mikroba usus mengubah nitrat sebagai senyawa yang lebih berbahaya. Karena itu, pembentukan nitrit pada intestinum mempunyai arti klinis yang penting terhadap keracunan. Nitrit dapat mengakibatkan vasodilatasi pada pembuluh darah, hal ini mungkin diakibatkan karena adanya perubahan nitrit menjadi nitrit oksida (NO) atau NO- yang mengandung molekul yang berperan dalam membuat relaksasi otot – otot polos.^{12,13}

Selain itu, nitrat di dalam perut akan berikatan dengan protein membentuk N-nitroso, komponen ini juga dapat terbentuk bila daging yang mengandung nitrat atau nitrit dimasak dengan panas yang tinggi. Sementara itu, komponen ini sendiri diketahui menjadi salah satu bahan karsinogenik seperti timbulnya kanker perut pada manusia.^{12,13}

2.5 KLASIFIKASI

Klasifikasi yang dibuat adalah berdasarkan besar tidaknya kemungkinan paparan zat nitrat dan nitrit pada manusia.¹³

- Paparan yang tidak disengaja: Kontak secara tidak sengaja dengan komponen nitrat maupun nitrit, baik secara inhalasi maupun tertelan.
- Paparan yang terus – menerus. Pekerja yang sering berhubungan dengan nitrit, misalnya petugas yang selalu berada di dalam laboratorium. Pekerja yang bekerja ditempat pembuatan pupuk dan bahan peledak sangat mungkin terpapar nitrat secara inhalasi karena terisap debu yang mengandung garam nitrat. Debu nitrat ini dapat dengan mudah bercampur dengan gula dan kulit . hal ini juga terjadi pada para petani yang sering menggunakan pupuk yang mengandung nitrat.
- Paparam medis, diakibatkan penggunaan sodium nitrit intravena secara berlebihan sebagai antidotum keracunan sianida.

2.6 GEJALA DAN MANIFESTASI KLINIS ^{3,9,10,12,13}

Nitrat yang masuk kedalam saluran pencernaan melalui makanan atau air minum, tetapi yang terbanyak adalah melalui air minum. Nitrat yang berlebih dari sisa pemupukan akan mengalir bersama air menuju sungai atau meresap ke dalam air tanah. Belum ada penelitian yang menjelaskan apakah nitrat dan nitrit dapat masuk melalui kulit. Tetapi absorsi dapat terjadi bila terjadi kerusakan kulit misalnya adanya luka bakar. ^{3,9}

Gejala keracunan nitrit :

1. Menurunnya tekanan Darah (Hypoytensi)
2. Sakit kepala disertai sakit berdenyut – denyut, pusing – pusing (vertigo) berdebar –debar dan gangguan penglihatan.
3. Kulit merah dan berkeringat, kulit dingin cyanotis (kulit kebiru – biruan)
4. Mual dan Muntah, kadang diare berdarah
5. Syncoops (pingsan)
6. Methemoglobine dengan ditandai cyanotis dan anoxia
7. Napas keras (hyperpnea) kemudian sesak dan pernapasan lambat.
8. Nadi dan napas perlahan – lahan, denyut nadi lemah (discorti) dan berselang – seling (sebentar ada / terasa dan sebentar tidak ada)

9. Bertambahnya gaya tegang pada mata (tension)
10. Kelumpuhan (paralysis) diikuti dengan kejang – kejang klonik;
11. Kematian biasanya disebabkan kegagalan bernapas.

Pada kasus yang ringan, sianosis hanya tampak sekitar bibir dan membran mukosa. Adanya sianosis sangat tergantung dari jumlah total hemoglobin dalam darah, saturasi oksigen, pigmentasi kulit dan pencahayaan saat pemeriksaan. Bila mengalami keracunan yang berat, korban dapat tidak sadar seperti stupor, koma atau kejang sebagai akibat hipoksia berat. Prognosis sangat tergantung dari terapi yang diberikan. Mula – mula timbul gangguan gastrointestinal dan sianosis tanpa sebab akan sering dijumpai. Pada kasus yang berat, koma dan kematian dapat terjadi dalam satu jam pertama akibat timbulnya hipoksia dan kegagalan sirkulasi. Akibatnya, terjadi iskemia terutama organ – organ yang vital. Efek vasodilatasi ini tidak dapat di blok oleh atropine atau obat – obatan lain. Tubuh seharusnya mengkompensasinya dengan takikardi tetapi karena pada korban dapat terjadi vasovagal reflex yang mengakibatkan bradikardi. Pada system pernafasan mulai tampak takipneu dan hiperventilasi disertai dengan sianosis. Apabila dibiarkan maka akan timbul koma dan kejang sebagai akibat anoksia serebri.^{3,8,9}

Konsumsi air yang mengandung nitrat tinggi oleh wanita hamil dan ibu yang menyusui tidak seperti bila bayi itu mengkonsumsi langsung. Pada kasus ini tidak terlalu jelas, untuk itu hanya direkomendasikan untuk wanita yang mengandung dan yang sementara menyusui agar dapat mengurangi kemungkinan mengkonsumsi air yang mengandung nitrat. Hubungan yang bisa dilihat antara nitrat dan masalah kesehatan yang lain seperti gangguan sistim saraf, kanker, dan kerusakan hati tidak dijelaskan dalam literatur – literatur dan masih dalam penelitian.¹¹

Belum ada laporan yang jelas mengenai efek racun dari nitrat. Selama ini yang diketahui efek racunnya adalah konversi dari nitrit. Efek racun yang akut dari nitrit adalah methemoglobinemia, dimana lebih dari 10% hemoglobin diubah menjadi methemoglobin. Bila konversi ini melebihi 70% maka akan sangat fatal. Nitrit juga mengakibatkan penurunan tekanan darah karena efek vasodilatasinya.^{3,9,10}

Beberapa pasien methemoglobinemia (methemoglobin > 50%) mengalami disritmia, serangan jantung, koma dan meninggal. Orang yang sehat tidak memiliki gejala – gejala dengan level methemoglobin kurang dari 15% namun pasien dengan anemia, penyakit kardiovaskuler, penyakit paru – paru , sepsis, atau penyakit lain yang menunjukkan kelainan hemoglobin (seperti karboksihemoglobin, sulfehemoglobin atau sickle hemoglobin) dapat dialami pada pasien dengan tingkat di bawah 5 – 8 %.¹²

Tingginya kadar nitrat pada air minum terutama yang berasal dari Sungai atau sumur di dekat pertanian juga sering menjadi sumber keracunan nitrat terbesar. Hal ini sangat berbahaya bila kandungan nitrat ini dikonsumsi oleh anak bayi dan dapat menimbulkan keracunan akut. Nitrat yang dikonsumsi oleh bayi dibawah umur 3 bulan akan berubah menjadi nitrit yang berbahaya, karena nitrat akan menghambat darah melepaskan oksigen ke sel – sel tubuh. Sekali nitrat masuk kedalam sistem peredaran darah, penderita dapat mengalami kekurangan oksigen dalam tubuhnya. Penyakit ini dikenal sebagai *methemoglobinemia* atau *“baby blue Syndrome”* yang dapat menjadi penyebab kematian bagi bayi dibawah umur 3 bulan.^{3,10,11,12,13,14}

Methemoglobinemia adalah pigmen coklat yang dibentuk dari hemoglobin melalui oksidasi bentuk ferrous (Fe^{2+}) menjadi feri (Fe^{3+}) dengan ikatan ion yang esensial. Sedangkan methemoglobinemia yaitu adanya methemoglobin yang berlebihan dalam darah sehingga menyebabkan hemoglobin tidak mampu untuk mengikat oksigen karena hemoglobin diikat oleh nitrit.¹⁶

Bayi yang baru berumur beberapa bulan belum mempunyai keseimbangan yang baik antara usus dan bakteri usus. Sebagai akibatnya, nitrat yang masuk dalam saluran pencernaan akan langsung diubah menjadi nitrit yang kemudian berikatan dengan hemoglobin membentuk methemoglobin. Setelah beberapa bulan setelah lahir, peningkatan asam hidroklorik dalam perut bayi membunuh banyak bakteri yang mengubah nitrat menjadi nitrit. Setelah umur enam tahun, sistem digestivus telah berkembang dengan sempurna, dan resiko keracunan nitrat yaitu methemoglobinemia dapat berkurang.^{10,11,12,13,14}

2.7 PENGOBATAN DAN PENANGANAN ^{10,12,13}

- Jagalah korban dalam posisi terlentang / tidak pakai bantal dan jagalah badannya agar tetap hangat (tidak kedinginan)
- Lakukan pembilasan lambung (gastric lavage) pakai larutan potassium permanganate 1.5000 (bila keracunan nitrit karena tertelan/terminum)
- Dianjurkan pemberian oksigen dan pernapasan buatan (bila diperlukan),
- Berikan suntikan intravenous (iv) 1% larutan methylen blue atau 1-2m/kgbb atau 50mg/kgbb melalui mulut (peroral) untuk mengurangi sifat keracunan berat methemoglobinemia.
- Berikan Acidum Ascorbic 0,5 – 1gr disuntukan IN, diberikan dengan perlahan – lahan setelah pemberian methylen blue, tetapi ini mungkin kurang efektif.
- Berikan transfuse darah segar atau plasma.
- Beriakan caffeine sodium benzoat (0,5gr) IV atau subcutaneous.
- Juga bisa dengan vitamin C yang membantu menurunkan sianosis akibat methemoglobinemia kronik, tapi tidak bisa digunakan pada methemoglobinemia akut.

2.8 PENCEGAHAN ^{11,13}

- Beberapa sayuran (misalnya bayam, kembang kol, brokoli, dan umbi – umbian memiliki kandungan nitrat alami lebih banyak dari sayuran lainnya) mengandung nitrat yang tinggi dan perlu dihindari pada pasien yang mudah terkena methemoglobinemia.
- Mengurangi konsumsi dari sumber air minum yang tercemar.
- Mengganti kemasan untuk air minum dan memasak adalah langkah yang sederhana dan relatif murah untuk mengurangi kemungkinan masuknya nitrat ke dalam tubuh.
- Sumber air yang sangat potensial terkontaminasi nitrat adalah septic tank, tempat pembuangan kotoran hewan, pupuk komersial, bahan organik yang membusuk.
- Ada tiga cara pemisahan nitrat dari air yaitu penyulingan, tekanan balik osmotic, dan pertukaran ion.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 DESAIN PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian survei deskriptif

3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian di lakukan pada sumber air minum masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu Penelitian pada Bulan Desember 2007 – Februari 2008

3.3 POPULASI DAN SAMPEL

3.3.1 Populasi

Untuk mengetahui gambaran kandungan nitrat pada sumber – sumber air tanah, maka populasi yang diteliti adalah Sumur sebagai air minum masyarakat di Desa tersebut.

3.3.2 Kerangka Pengambilan Sampel

Sampel adalah air Sumur yang masih digunakan sebagai sumber air minum, mencuci dan memasak.

3.3.3 Sampel

Dipilih 30 Sampel dengan cara Random

3.4 DEFINISI OPERASIONAL

- Kadar nitrat adalah kandungan nitrat yang terdapat dalam air.
- Air sumur adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari – hari seperti:
Minum, Memasak, Mencuci dan Sebagainya oleh masyarakat Kelurahan Rurukan.
- Sampel air adalah satu cuplikan air kira – kira 100ml yang diambil dari sumur pada masyarakat Desa Rurukan.

3.5 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Penelitian dilakukan dengan pengambilan air pada sumber air minum masyarakat kelurahan Rurukan dengan menggunakan metode brusin dengan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 440 nm dengan celah 1cm atau lebih panjang.

3.6 CARA KERJA

3.6.1 Persiapan Pengambilan Contoh Air

Dalam melakukan pengambilan contoh air yang akan diperiksa hendaknya memperhatikan syarat – syarat sebagai berikut :

1. Hal pengambilan Contoh air
 - a. Syarat –syarat
 - 1) Terbuat dari bahn yang tidak mempengaruhi contoh air.
 - 2) Mudah dicuci dari bekas contoh air sebelumnya
 - 3) Contoh air mudah dipindahkan kedalam botol penampung / wadah penyimpanan tanpa ada sisa bahan tersuspensi didalamnya.
 - 4) Mudah dan aman dibawa.
 - 5) Mempunyai kapasitas 1-5L contoh air, tergantung dari maksud pemeriksaan.
 - b. Jenis

Alat pengambil Contoh air sederhana berupa :

Botol biasa dengan lebar mulut minimal 5cm atau ember plastic yang digunakan pada permukaan air secara langsung.

2. Wadah contoh air yang digunakan dibawa/ dikirim ke laboratorium. Tempat contoh air yang digunakan terbuat dari bahan gelas atau plastik, yang ditutup dengan kuat dan rapat, mudah dicuci, tidak mudah pecah, tidak menyerap senyawa kimia dari contoh air, tidak mengandung zat kimia yang larut dalam contoh air dan tidak menimbulkan reaksi kimia.
3. Jumlah contoh air yang diperlukan :
Untuk pemeriksaan sifat air diperlukan 100ml.
4. Kesalahan yang terjadi pada pengambilan contoh air
Terjadi kontaminasi pada alat pengambilan contoh air dan wadah karena pengasaman yang kurang sempurna.

3.6.2 Menentukan Tirik Contoh Air Sumur Gali

Sampel air diambil pada kedalaman 20cm di bawah permukaan air sumur.

Prosedur pengambilan Contoh air

Untuk pengambilan contoh air dilakukan prosedur sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat pengambil contoh air yang sesuai dengan keadaan sumber contoh air.
- b. Botol untuk pengambilan contoh air dibilas dengan air sebanyak 3 kali sampai bersih.
- c. Sampel air diambil sesuai dengan keperluan dan dicampurkan dalam wadah penampung sementara sampai merata.

Pemberian Label

Wadah sampel air yang akan diperiksa di laboratorium harus diberi label dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

- a. Bentuk label harus sesuai dengan ukuran wadah contoh air.
- b. Warna kertas harus kontras dengan tulisan
- c. Tulisan harus jelas dan tidak luntur.
- d. Dalam label ditulis “

- Nomor / kode contoh air
- Nama dan paraf petugas pengambil contoh air
- Waktu dan tanggal pengambilan contoh air
- Tempat pengambilan contoh air
- Nama bahan pengawet (bila digunakan)

3.6.3 Dikirim Ke Laboratorium

Pengirim sampel dilakukan pada keesokan harinya

3.6.4 Pemeriksaan Sampel

Pemeriksaan sampel air diambil, kemudian dikirim ke laboratorium untuk diperiksa kadar nitrat dengan alat Spektrofotometer melalui serapan atom secara langsung (SSA).

3.6.4.1 Alat

Peralatan yang digunakan terdiri atas :

- ❖ Alat Kimia autoanalyzer : Spektrofotometer 440nm
- ❖ Erlenmeyer 50ml
- ❖ Pipet Gondok
- ❖ Buret

3.6.4.2 Alat Bahan

- ❖ Larutan Brusin
- ❖ Larutan H₂SO₄
- ❖ Aquades
- ❖ Sampel Air

3.6.4.2 Prosedur Kerja

1. Ambil masing – masing sampel air yang akan diperiksa sebanyak 5ml, masukkan dalam Erlenmeyer 50ml.
2. Tambah Larutan Brusin 0,25ml kemudian dikocok
3. Tambah larutan H₂SO₄ 10 ml, tetes demi tetes (selang waktu 10') aduk

4. Dinginkan
5. Tambah Aquades 10 ml, agar volume ± 25 ml.
6. Dinginkan
7. Ukur serapannya satu persatu dengan spektrofotometer 440 nm dengan celah 1 cm.
8. Hasilnya kemudian dicatat

3.7 PENGOLAHAN DATA DAN DESKRIPSI DATA

Data diolah secara manual, analisis data dilakukan secara deskriptif dalam bentuk presentasi, distribusi selanjutnya disajikan bentuk narasi table dan grafik.

B A B IV

HASIL PENELITIAN

4.1 KEADAAN UMUM LOKASI

4.1.1 Keadaan Umum Daerah Pertanian

4.1.1.1 Geografis

Daerah pertanian yang menjadi Objek penelitian adalah Kelurahan Rurukan dengan memiliki luas wilayah \pm 350 ha. Terdapat di sebelah timur Kota Tomohon, ke arah gunung Mahawu terdapat lokasi agrowisata, dengan hamparan kebun pertanian yang dikelola oleh penduduk setempat secara tradisional. Dengan peralatan sederhana lokasi pertanian ini terletak diantara lereng –lereng bukit yang dibuat bedengan – bedengan secara terasering, pada saat yang menyejukan. Tanaman holtokultura ini mulai tumbuh, akan melahirkan pemandangan indah.

Karena letaknya yang berada pada dataran tinggi dengan suhu yang sangat dingin maka daerah ini tumbuh subur berbagai macam tanaman sayur – mayur. Di daerah ini juga memiliki banyak sumber mata air diantaranya mata air Mahawu, mata air Meisel dan Mata Air Ayamen. Oleh karena memiliki banyak sumber mata air sehingga masyarakat Rurukan tidak mengalami kesulitan dalam kebutuhan air. Hampir di tiap –tiap rumah penduduk memiliki sumur dengan kedalaman sekitar 7 – 10 m. bahkan di setiap lingkungan oleh Pemerintah Kota Tomohon dibangun tanki – tanki penampung air sebagai cadangan kebutuhan air masyarakat. secara Geografis letak Kelurahan Rurukan brbatasan langsung dengan:

Sebelah Utara	: Rurukan 1
Sebelah selatan	: Talete – Paslaten
Sebelah Timur	: Masarang
Sebelah Barat	: Kelurahan Kumelembuai

4.1.1.2 Kependudukan

Masyarakat Rurukan sebagian besar bermata pencarian sebagai petani, dengan pendidikan terakhir Sekolah Dasar (SD). Masyarakat Rurukan secara keseluruhan memeluk agama Kristen, dengan berbagai aliran antara lain, Protestan, Pantekosta, dll. Tingkat kesejahteraan masyarakat dinilai banyak kemajuan. Hal tersebut terlampir seluruh Rumah penduduk ada yang permanen, ada pula yang semipermanen, yang menandakan ekonomi masyarakat mengalami peningkatan. Jumlah penduduk sekitar 1862 jiwa, yang terdiri dari 997 pria dan 685 Wanita.

4.1.1.3 Kesehatan

Dalam kehidupan sehari – hari masyarakat di Rurukan hamper selurunya menggunakan sumur sebagai sumber kebutuhan air. Dari hasil penelitian jarak antara sumur dan septic tank yang ada di rumah – rumah penduduk rata – rata kurang dari 5m, yang tentunya tidak sesuai dengan standar sehat yaitu berjarak 10m antara sumur dan septic tank. Hal ini sangat berpengaruh pada kesehatan dan pertumbuhan masyarakat yang mengkonsumsi air sumur yang jaraknya tidak memenuhi standar sehat yang ada. Apalagi air sumur dikonsumsi untuk kebutuhan dapur untuk memasak.

4.2 Hasil penelitian

Analisis sampel dilakukan terhadap 30 sampel air yang diambil dari sumber air minum masyarakat yang berada pada daerah pertanian di Kelurahan Rurukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel. 1 Hasil uji Laboratorium Kadar Nitrat Pada Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan

Lokasi	No Kode	Nitrat Mg/L
K E L U R A H A N R U R U K A N	01	1,00
	02	0,05
	03	9,90
	04	0,30
	05	1,70
	06	2,70
	07	1,70
	08	6,30
	09	2,70
	10	3,00
	11	2,70
	12	3,00
	13	10,4
	14	5,40
	15	1,90
	16	1,15
	17	0,9
	18	1,20
	19	0,50
	20	1,18
	21	2,10
	22	1,25
	23	1,90
	24	2,70
	25	2,90
	26	3,40
	27	2,20
	28	1,70
	29	1,17
	30	2,20

Pada table 1 dapat dilihat bahwa dari 30 sampel yang diambil pada sumber air minum masyarakat Rurukan, diperoleh hasil sebagai berikut : 29 sampel air yang diteliti mempunyai kandungan nitrat antara 0,005 mg/L – 9,90 mg/L, sedangkan 1 sampel air yang diteliti mempunyai kandungan nitrat 10,4 mg/L. Sebab batas normal kadar nitrat pada air minum menurut Permenkes No.416/1990 adalah sebesar 10mg/L (WHO).

Pada Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik Spektrofotometer serapan Atom (SSA) untuk menentukan kadar Nitrat yang ada pada sampel air tersebut.

B A B V

PEMBAHASAN

Sampel air yang diambil dari Sumber Air minum Masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon di bawa ke **Dinas Kesehatan Balai Penunjang Pelayanan Kesehatan Propinsi Sulawesi Utara** Untuk dianalisa. Dari 30 sampel Air yang diperiksa diperoleh hasil sebagai berikut; 29 sampel air yang diteliti mempunyai kandungan nitrat antara 0,05 mg/L – 9,90 mg/L, sedangkan 1 sampel air yang diteliti mempunyai kandungan nitrat 10,4 mg/L.

Dari hasil pemeriksaan sampel air tersebut diatas dapat dibahas bahwa kandungan nitrat yang terkandung dalam 29 sampel air yang diteliti yaitu 0,05 mg/L – 9,90 mg/L dikategorikan pada batas normal atau dapat dikonsumsi. Hal ini berdasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) no. 416/1990 mengenai batas normal kandungan nitrat pada air minum adalah 10mg/L (WHO). Sedangkan 1 sampel air yang diteliti, diperoleh hasil kandungan nitrat 10,4 mg/L. Angka tersebut diatas merupakan angka yang melampaui batas normal kandungan nitrat pada air minum. Sampel air yang memiliki kandungan nitrat 10,4 mg/L diambil dari sumur salah satu Warga yang lokasi Sumurnya berdekatan dengan aliran Sungai yang mengalir daerah pertanian warga.

Kontaminasi nitrat pada air sumur ditengarai juga disebabkan jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dengan sawah (sebagai sumber kontaminasi) yang terlalu dekat. Menurut Glanville (1993) jarak antara sumur sebagai penyedia air bersih dan sawah yang direkomendasikan adalah minimum 150 feet, yaitu sekitar 50 meter radius nitrat yang terbawa aliran air tanah mencapai 30 feet hingga 500 feet, yaitu sejauh 10 sampai dengan >150 meter tergantung jumlah konsentrasi nitrat yang mencemari, jenis dan porositas dari tana. ⁴

Pencemaran pupuk nitrogen, termasuk ammonia anhidrat seperti juga sampah organik Hewan maupun Manusia, dapat meningkatkan kadar nitrat di dalam air. Senyawa yang mengandung nitrat didalam tanah biasanya larut dan dengan mudah bermigrasi dengan air bawah tanah. Kemudian, nitrat bersama air

tadi dikonsumsi oleh masyarakat yang mempunyai sumur sebagai sumber air mereka.^{3,4}

Peningkatan nitrat di dalam tanah dan air terutama merupakan akibat pemakaian pupuk secara insentif. Pencemaran nitrat disebabkan air limbah pertanian mengandung senyawa nitrat akibat penggunaan pupuk nitrogen (urea).^{2,3,4}

Nitrat (NO_3^-) adalah ion – ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktivitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama – pertama menjadi ammonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan didalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan.³

Tingginya kadar nitrat pada air minum terutama yang berasal dari sungai atau sumur di dekat pertanian juga sering menjadi sumber keracunan nitrat terbesar. Hal ini sangat berbahaya bila kandungan nitrat ini dikonsumsi oleh anak bayi dan dapat menimbulkan keracunan akut. Bayi yang baru berumur beberapa bulan belum mempunyai keseimbangan yang baik antara usus dan bakteri usus. Sebagai akibatnya, nitrat yang masuk dalam saluran pencernaan akan langsung diubah menjadi nitrit yang kemudian berikatan dengan hemoglobin membentuk methemoglobin yang terbentuk dalam tubuh mereka akan mengakibatkan timbulnya sianosis pada bayi. Nitrat yang dikonsumsi oleh bayi di bawah umur 3 bulan akan berubah menjadi nitrat yang berbahaya, karena nitrat akan menghambat darah melepaskan oksigen ke sel – sel tubuh. Sekali nitrat masuk kedalam sistem peredaran darah, penderita dapat mengalami kekurangan oksigen dalam tubuhnya. Penyakit ini dikenal sebagai *methemoglobinemia* atau “*baby blue Syndrome*” yang dapat menjadi penyebab kematian bagi bayi di bawah umur 3 bulan.^{3,10,11,12,13,14}

Pada bayi yang telah berumur enam bulan atau lebih, bakteri pengubah nitrat di dalam tetap ada walau dalam jumlah sedikit. Pada anak – anak dan orang dewasa, nitrat diabsorpsi dan di sekresikan sehingga resiko untuk keracunan nitrat jauh lebih kecil.³

Konsumsi air yang mengandung nitrat tinggi oleh wanita hamil dan ibu yang menyusui tidak seperti bila bayi itu mengkonsumsi langsung. Pada kasus ini tidak terlalu jelas, untuk itu hanya direkomendasikan untuk wanita yang mengandung dan yang sementara menyusui agar dapat mengurangi kemungkinan mengkonsumsi air yang mengandung nitrat. Hubungan yang bisa di lihat antara nitrat dan masalah kesehatan yang lain seperti gangguan sistem saraf, kanker, dan kerusakan hati tidak dijelaskan dalam literatur – literatur dan masih dalam penelitian.¹¹

Beberapa pasien methemoglobinemia (methemoglobin >50%) mengalami disritmia, kejang, koma, dan kematian. Orang yang sehat tidak memiliki gejala – gejala dengan level methemoglobin <15%, namun pasien dengan anemia, penyakit kardiovaskular, penyakit paru – paru, sepsis, atau penyakit lain yang menunjukkan kelainan hemoglobin (seperti karboksihemoglobin, sulfehemoglobin atau sickle hemoglobin) dapat dialami pada pasien dengan tingkat di bawah 5 – 8 %.¹²

Oleh karena itu peran serta masyarakat sangat penting untuk bersama – sama menjaga sumber air agar tidak terkontaminasi dengan zat – zat kimia yang beracun diantaranya nitrat. Idealnya, air minum yang disediakan (sumur dan penampung air lainnya) harus di buat tinggi dan sekurang – kurangnya 100 kaki dari kemungkinan terkontaminasi sumber polutan. Perlu diingat bahwa pupuk atau bahan organik yang berada dekat dengan sumur sangat berpotensi menjadi sumber kontaminasi bagi air. Hanya dengan sedikit kandungan nitrat yang masuk dalam air dapat meningkatkan konsentrasi ke tingkat yang tidak aman.

B A B VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Air sumur yang menjadi sumber air minum masyarakat tidak mengandung kadar nitrat yang tinggi, kandungan nitrat dalam air masih dalam batas normal yaitu 10mg/L. (Walaupun terdapat 1 sampel air sumur dengan kadar nitrat 10,4 mg/L)
- Air sumur yang menjadi sumber air minum masyarakat daerah pertanian di kelurahan Rurukan dapat dipergunakan untuk keperluan sehari – hari.

6.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan kepada peneliti lain adalah :

- Perlu penelitian yang lebih mendalam untuk mengkaji dan menganalisis sumber dan cara pencemaran nitrat.
- Perlu Penelitian jenis dan Jumlah aman pupuk nitrat yang digunakan untuk budidaya tanaman hortikultura,
- Perlu Penelitian untuk bangunan sumur yang ideal sebagai sumber air minum di kawasan pertanian, termasuk jarak yang ideal untuk mencegah kontaminasi nitrat khususnya di wilayah pertanian Kelurahan Rurukan.

Sedangkan saran yang dapat diberikan untuk instansi dan Dinas terkait adalah :

- Perlu dilakukan penyuluhan yang sesuai dengan kemampuan masyarakat untuk dapat memahami gejala keracunan dan cara pencegahannya.

- Memberikan masukan kepada Dinas dan instansi terkait lainnya agar dapat mengatasi masalah pencemaran air oleh nitrat yang berasal dari pupuk,
- Penerapan manajemen pengadilan pencemaran nitrat pada air minum penduduk kawasan pertanian, yang direkomendasikan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hari Purnomo, Adiono. Ilmu Pangan, Cetakan I, Jakarta. Penerbit Univ. Indonesia, 1387. Hal 193 – 225
2. Kumpulan berita, Air Bersih Bebas Bakteri dan Zat Kimia. <http://digilib.ampl.or.id> Acces On, Nov 28 '07
3. Keracunan Nitrit – Nitrat. <http://klikharry.wordpress.com>. 2007/02/21. Acces On, Nov 22 '07.
4. Pengaruh Jarak Sumur Dan Pengolahan. <http://dizzproperty.blogspot.com> 2007/09 Acces On, Nov 23 '07
5. Air Bersih Bebas Bakteri dan Zat Kimia. <http://rabiyaatuladawiyahblogspot.com/2008/01.html> Acces On, March 13 '2008
6. Kualitas Air. <http://maclin.tmip-unpad.net> Acces On Feb 27'2008
7. Rencana Penatagunaan Sumber Daya Alam. <http://www.tomohonkota.go.id/rencanapenatagunaansda2.php> Acces On, Nov 23'07.
8. Daur Biogeokimia. <http://elcom.umy.ac.id> acces On, nov 23 '07
9. Hefni affendi, Telaah Kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan Lingkungan
10. A. Adiwisastro. Keracunan Sumber bahaya Serta Penanggulangannya, Penerbit Angkasa Bandung. 1992. Hal 106 – 108.
11. Nitrate In Drinking Water <http://www.bae.ncsu.edu/publicate>. Acces On, March 13'2008
12. Methemoglobinemia. <http://en.wikipedia.org/wiki/index.php>. Acces On, March 11 '2008
13. Methemoglobinemia . www.emedicine.com/ped/topic/432.html .Acces On [March 11'2008](http://www.emedicine.com/ped/topic/432.html)
14. Frank C. Lu. Toksikologi Dasar, Asas Organ sasaran Dan Penelitian Resiko, Edisi ke – 2. Penerbit Univ. Indonesia, 1995. Hal 385
15. Drinking Water : Nitrate and Methemoglobinemia (“Blue Baby Syndrome”) www.nebguide.guide.g96-1279.com

16. Dorlan, W. A. Newman. Kamus Kedokteran Dorland. Alih bahasa Nuriawati Hartanto, dkk. Editor Edisi Indonesia. Ed.29, Jakarta: EGC 2002.
17. Produk Pangan Organik dapat kurangi Resiko Terkena Kanker. <http://beritabumi.or.id/berita3.php> Acces On, March 11 '2008
18. Metode pengujian kadar nitrat dalam air dengan alat Spektrofotometer secara Brusin www.pu.go.id/balitbang/sni Acces On, March 13'2008
19. Keputusan Menteri Kesehatan www.geocities.com/teamloker/skm Acces On, March 13 '2008
20. F.G Winarno, Kimia Pangan dan Gizi, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Nov. 1984.
21. Ir. C. Totok Sutrisno, dkk. Teknologi Penyediaan Air Bersih, Penerbit Rineka Cipta, Tahun 2004.
22. Glanville, T. 1993. Good Wells For Save Water, IOWA States University. Tersedia di <http://extention.iastate.edu> Diakses pada tanggal 7 Agustus 2007
23. Air Bersih Bebas Bakteri dan Zat Kimia, <http://www.bppt.go.id>. Diakses pada tanggal 28 november 2007
24. Dr. Ir. Karden Eddy Sontang Manik, Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penerbit Djambatan, Jakarta 2003.
25. Deddy Muchtadi, Aspek Biokimia dan Gizi dalam Keamanan Pangan Institut Pertanian Bogor, Tahun 1989
26. Air Yang Merugikan Kesehatan <http://flexiland.telkomflexi.com>
27. The Lancet, Volume 353, number 9164. Hal 1545 – 1546