

KADAR LOGAM BERAT (PB, CD, HG DAN AS) PADA SUMBER DAN AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) DI KOTA MANADO

[Levels of Heavy Metals (Pb, Cd, Hg and As) on Water Sources and Drinking Water Refill (AMIU) in Manado City]

Anselmus Kabuhung¹⁾, D.T. Sembel²⁾, I.F.M. Rumengan³⁾

¹⁾ Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan, Manado

²⁾ Jurusan Ilmu Pangan, Pasca Sarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

³⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado

Diterima : 19 Juni 2013 / Disetujui 03 Juli 2013

ABSTRACT

The research data was obtained from direct observations and interviews with the manager of the depots, while the levels of some heavy metals (Pb, Cd, Hg and As) in drinking water sources and recharge derived from the results of laboratory examination and presented in the form of tables, graphs and compared with standard appropriate quality standard regulations: (Permenkes No.492/Menkes / Per/IV/2010 on Drinking Water quality Requirements and Minister Regulation. 416 / Menkes/Per/IX/1990 of these Terms and Water quality Monitoring). Metal content of Pb, Cd and Hg in both raw water sources and refilled drinking water did not exceed the set standard quality, while the metal content of As in the water source did not exceed the standards for quality, but there was one depot of refill drinking water which obtained its water from raw water source had exceeded the drinking water quality standards in excess of 84% of the standard.

Keywords: heavy metals, AMIU, springs water, artesian wells

PENDAHULUAN

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan. Tidak satupun mahluk hidup di dunia ini yang tidak memerlukan dan tidak mengandung air. Akhir-akhir ini masyarakat terutama yang bertempat tinggal di kota besar seperti Manado sudah menggunakan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) sebagai sumber air minumannya. Didukung oleh data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Tahun 2009 (Slamet, 2009) yang menyebutkan bahwa 55,04% rumah tangga di Kota Manado

menggunakan air minum dalam kemasan sebagai sumber air minum termasuk didalamnya Air Minum Isi Ulang. Tingginya minat masyarakat dalam mengkonsumsi AMDK dan mahalnnya harga AMDK yang diproduksi industri besar mendorong tumbuhnya Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di berbagai tempat terutama di kota-kota besar.

Air minum yang diproduksi depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) harus memenuhi persyaratan kesehatan yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Salah

*Korespondensi Penulis :
Email : anselmuskabuhung@yahoo.co.id

satu parameter kimia kualitas air minum yang perlu diperhatikan ialah adanya bahan-bahan anorganik yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan, khususnya kandungan beberapa logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb), dan air raksa (Hg). Menurut Athena, *et al.* (2004) ketiga jenis logam berat tersebut dikenal dengan *the big three heavy metal*, hal ini karena toksisitasnya yang tinggi dan biasanya berada bersamaan, serta ketiganya merupakan bahan kimia yang tidak dibutuhkan oleh tubuh termasuk arsen (As).

Penelitian mengenai konsentrasi merkuri pada sumber air minum yang digunakan masyarakat Kota Manado Sulawesi Utara yang dilaksanakan tahun 2000 dan 2001 (Limbong, 2004) hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sumber air adanya kandungan merkuri tapi konsentrasinya masih dibawah nilai ambang batas rata-rata 0,096 µg/l menurut standar WHO untuk air minum adalah 1 µg/l.

Seiring dengan makin majunya teknologi maka diiringi dengan semakin sibuknya aktivitas manusia maka masyarakat cenderung memilih cara yang lebih praktis dengan biaya yang relatif lebih murah dalam memenuhi kebutuhan air minum. Meski harganya lebih murah, tidak semua depot air minum isi ulang terjamin keamanan produknya. Usaha produksi air minum isi ulang merupakan usaha rumah tangga yang mana dari segi pengetahuan dan sarana-prasarana masih kurang jika dibandingkan dengan standar kesehatan, ditinjau dari segi hygiene dan sanitasinya masih diragukan terutama asal sumber air baku yang digunakan. Saat ini di Kota Manado telah banyak berdiri usaha jasa depot air minum isi ulang dimana kualitas produknya dan sumber air baku

tidak diketahui secara pasti serta keberadaanya perlu mendapatkan pengawasan dan pembinaan serta legalisasi perizinan dari Pemerintah Kota khususnya Dinas Kesehatan Kota (DKK) Kota Manado. Hal tersebut masyarakat belum terlindungi kesehatannya bila mengkonsumsi air minum dengan adanya jasa Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU).

Sesuai data Dinas Kesehatan Kota Manado bahwa jumlah depot air minum isi ulang berkisar 130 buah DAMIU tersebar di 15 wilayah kerja Puskesmas (Dinkes Kota 2011). Berdasarkan pertimbangan dan uraian diatas maka sebagai masukan dan sebagai bahan pemikiran dalam pengolahan air bersih bagi institusi, pengusaha DAMIU serta dinas terkait, maka penulis tertarik mengadakan penelitian dengan judul "Kadar Logam Berat (Pb, Cd, Hg dan As,) pada Sumber dan Air Minum Isi Ulang (DAMIU) di Kota Manado".

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah sampel air minum dari beberapa depot dan HNO₃. Alat-alat yang digunakan adalah Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) type X series 2, Mikropipet, Mercury Analyzer Auto Sampler Quick type M 8000.

Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh depot air minum isi ulang yang ada di Kota Manado yang terdata di Dinas Kesehatan Kota Manado berjumlah 130 buah yang tersebar di 15 wilayah kerja Puskesmas (9 wilayah Kecamatan). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode

Systematic Random Sampling dan jumlah sampel ditentukan 25 % dari jumlah populasi yaitu berjumlah 33 depot. Sampel diambil secara acak proporsional di setiap wilayah kerja Puskesmas dengan kriteria inklusi yaitu depot yang bersedia diambil, sampel air dan bersedia diwawancara. Sampel air diambil dengan menggunakan botol plastic *polyethylene* kemudian diberi kode dan nomor urut sesuai dengan urutan pengambilan sampel, selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam kotak pendingin (*cool box*) untuk dibawa ke laboratorium setiap hari.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) Daftar Pertanyaan untuk wawancara; 2) sampel air minum isi ulang dari depot dan sampel air baku dari sumber di analisis kadar logam Pb, Cd, dan As menggunakan alat *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) type X Series 2* dan untuk analisis kadar Hg menggunakan alat *Mercury Analyzer Auto Sampler Quick Trace type M 8000*.

Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh dari hasil pengamatan dan wawancara langsung dengan pengelola depot sedangkan nilai kadar logam berat (Pb, Cd, Hg dan As) pada sumber dan air isi ulang diperoleh dari hasil analisis laboratorium.

Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif laboratoris dimana peneliti akan

mendeskripsikan hasil pemeriksaan kadar logam berat (Pb, Cd, Hg dan As) pada sumber dan air minum isi ulang di Kota Manado.

Metode Analisis

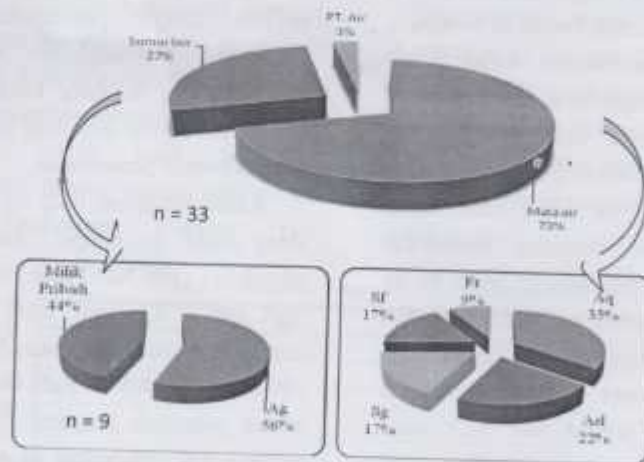
Metode analisis sampel berdasarkan *Standart Method APHA 3125 B (2005)* untuk parameter Pb, Cd, dan As, untuk Hg berdasarkan *Standart Method USEPA 245.7 (Notodarmojo, 2005)*.

Analisis Data

Data hasil pemeriksaan disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan dinarasikan kemudian dibandingkan dengan standard baku mutu sesuai peraturan yang berlaku (Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survey pada depot air minum isi ulang diketahui bahwa sebagian besar (70 %) atau 23 depot mendapatkan sumber air baku dari mata air, melalui penyalur Aq, Asl, Sg, Sf dan Fr. Seperempat atau 9 depot (27 %) menggunakan air baku dari sumur bor milik pribadi dan milik perusahaan Ag sebagai penyalur, dan (3 %) atau 1 depot menggunakan air baku melalui perpipaan PT. Air (Gambar 1).

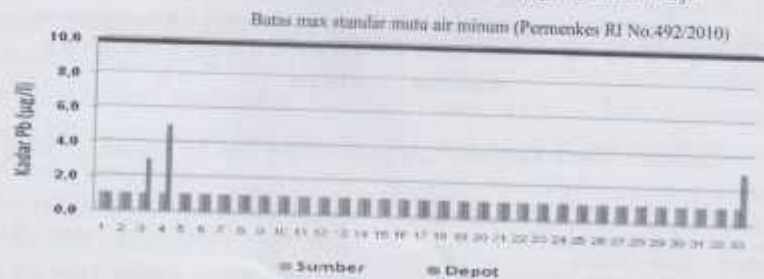


Gambar 1. Distribusi Depot AMIU Menurut Sumber dan Penyalur Air Baku

Kadar Logam Berat Dalam Air Minum Isi Ulang (AMIU)

Hasil analisis kadar timbal (Pb) dalam air minum isi ulang terhadap 33 sampel air didapatkan sebagian besar (91 %) depot mempunyai kandungan Pb dalam air minum isi ulang < 0,001 mg/l atau < 1 µg/l, (9 %) depot mempunyai kadar Pb > 0,001 mg/l atau > 1 µg/l, dan kandungan Pb tertinggi yaitu 0,005 mg/l atau 5 µg/l terdeteksi pada depot dengan no. sampel 04, di indikasikan karena lokasinya lebih dekat dengan SPBU (Stasiun Pengisian Bahan bakar Umum) berada sebelah timur SPBU dan 0,003 mg/l atau 3 µg/l pada depot dengan no. sampel 33 lokasinya

lebih dekat dengan sumber pencemaran Pb yakni terminal kendaraan luar kota dan sering terjadi kemacetan kendaraan bermotor di depan depot, bila di bandingkan dengan depot air minum yang lain, sedangkan sampel no. 03 tidak ada indikasi yang jelas tentang sumber-sumber pencemar Pb di depot air isi ulang tersebut karena lokasi depot berada di lorong dan kadar Pb pada sumber air baku yakni < 0,001 mg/l atau < 1 µg/l. Kandungan Pb rata-rata di dalam air tawar yaitu 0,3 µg/l (Darmono, 2002). Hasil analisis kandungan Pb pada air minum isi ulang (100 %) tidak melebihi nilai standar mutu yaitu 10 µg/l. (Gambar 2).

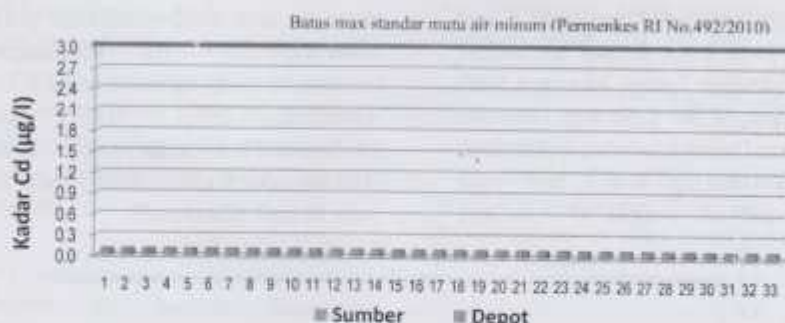


Gambar 2. Kadar Timbal (Pb) pada Sumber dan Air Minum Isi Ulang

Menurut Kusnopranto, (1995) bahwa sumber utama timbal di perkotaan berasal dari pembakaran bahan bakar bensin yang mengandung timbal (*Leaded Gasoline*), efeknya akan menghasilkan partikel-partikel timbal (Pb). Pembakaran Pb-alkil sebagai zat aditif pada bahan bakar kendaraan bermotor merupakan bagian terbesar dari seluruh emisi Pb ke atmosfer berdasarkan estimasi sekitar 80-90% Pb di udara ambien berasal dari pembakaran bensin dimana antara satu tempat dengan tempat lain tidak sama karena tergantung pada kepadatan kendaraan bermotor dan efisiensi upaya untuk mereduksi kandungan Pb pada bensin. Berdasarkan Kepmenperindag RI No. 651/MPP /Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya pada lampiran bagian I menegaskan bahwa lokasi Depot Air Minum harus terbebas dari pencemaran yang berasal dari debu disekitar Depot,

daerah tempat pembuangan kotoran/sampah, tempat penumpukan barang bekas, tempat tersembunyi/ berkembang biak serangga, binatang kecil, pengerat, dan tempat-tempat lain yang diduga dapat mengakibatkan pencemaran.

Kadar kadmium (Cd) air minum isi ulang dalam 33 sampel hasil analisis, seluruhnya (100 %) kadar Cd < 0,0001 mg/l atau < 0,1 µg/l tidak melampaui standar mutu air minum yaitu 3 µg/l, untuk jelasnya dapat di lihat pada Gambar 3. Cd adalah penyebab penyakit *itai-itai* yang pertama kali dilaporkan di Jepang pada tahun 1950-an. Penyakit ini menyebabkan kerapuhan tulang, penderita sering mengalami patah tulang di banyak tempat. Di dalam air tawar, kandungan Cd rata-rata yaitu 0,3 µg/l (Darmono, 2002). Menurut Davies dan DeWiest dalam Notodarmojo (2005) bahwa kadar kadmium yang berasal dari pelarutan alamiah dalam air tanah yaitu < 100 µg/l.



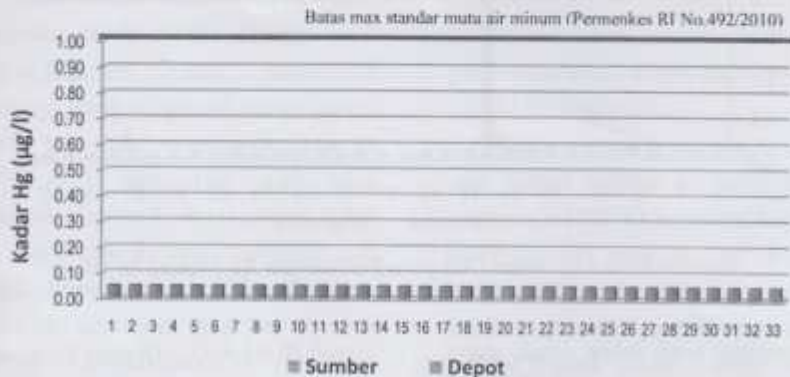
Gambar 3. Kadar Kadmium (Cd) pada Sumber dan Air Minum Isi Ulang

Kadar air raksa atau merkuri (Hg) dalam 33 sampel air minum isi ulang yang dianalisis, seluruhnya (100 %) terdeteksi

kadar Hg < 0,00005 mg/l atau < 0,05 µg/l tidak melampaui standar mutu air minum yakni 1 µg/l dapat di lihat pada Gambar 4.

Penelitian mengenai konsentrasi merkuri pada sumber air minum yang digunakan masyarakat Kota Manado Sulawesi Utara yang dilaksanakan tahun 2000 dan 2001 (Limbong, 2004) hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sumber air adanya kandungan merkuri tapi

konsentrasinya masih dibawah nilai ambang batas rata-rata 0,096 µg/l menurut standar WHO untuk air minum adalah 1 µg/l. Pengaruh merkuri (Hg) terhadap tubuh dapat bersifat akut atau khronik, hal ini sangat tergantung dari kadar merkuri yang masuk.



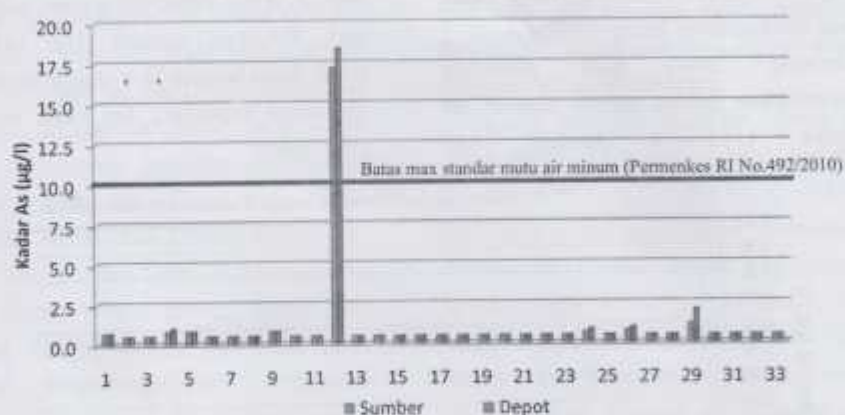
Gambar 4. Kadar Merkuri (Hg) pada Sumber dan Air Minum Isi Ulang

Kadar arsen (As) dalam air minum isi ulang dari 33 sampel hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa tiga perempat (76 %) depot yang terdeteksi kadar As < 0,5 µg/l dan seperempat (24 %) terdeteksi > 0,5 µg/l yaitu antara 0,7 µg/l sampai dengan 18,4 µg/l. Kadar As yang melampaui standar mutu air minum hanya terdapat pada depot dengan sampel no. 12 yaitu dengan nilai 18,4 µg/l, sumber air baku yang digunakan yaitu air sumur bor milik sendiri berlokasi dekat dengan depot berjarak ± 6 meter. Berdasarkan hasil wawancara bahwa sumber air baku dan air minum isi ulang belum dilakukan pemeriksaan, khususnya parameter logam berat. Menurut Permenkes RI. No. 492/Menkes/Per/IV/2010 (Dinkes Kota 2010) bahwa standar kualitas air minum

untuk parameter As yaitu 10 µg/l. Kadar logam tertinggi kelebihan sekitar 84 % dari standar kualitas. Adanya kadar As dalam air minum isi ulang erat kaitannya dengan air baku yang digunakan, karena sampel air minum dan sampel air baku dari sumber yang sama terdeteksi adanya kadar As > 0,5 µg/l dengan kata lain bahwa semua sampel yang terdeteksi adanya kadar As > 0,0005 mg/l atau > 0,5 µg/l berasal dari sumber air baku. Berdasarkan hasil analisis pada sampel sumber air baku, kadar As yang terdeteksi antara 0,0008 mg/l atau 0,8 µg/l sampai dengan 0,0172 mg/l atau 17,2 µg/l yang terdapat pada beberapa sumber dapat dilihat pada Gambar 5. Salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan logam berat dalam air minum hasil pengolahan adalah

filter, waktu penggantian, (kepatuhan opertor/ pengusaha dalam mengganti filter)

dan kualitas air baku yang digunakan.



Gambar 5. Kadar Arsen (As) pada Sumber dan Air Minum Isi Ulang

Konsentrasi arsen dalam tanah alami (dalam segala bentuk) biasanya berkisar dari 0,1 sampai 40 mg/kg, rata-rata 5 sampai 6 mg/kg. Melalui proses alami, arsenik dalam tanah dapat dilepaskan ke air tanah atau air permukaan. Di Amerika Serikat, rata-rata konsentrasi arsenik umumnya lebih tinggi dalam sistem air tanah (sumur) dari pada di sistem air permukaan. (EPA 2000).

Konsentrasi arsen yang dianggap tidak berbahaya dalam air minum oleh WHO adalah kurang dari 10 ppb (*part per billion*) atau < 10 µg/l. Selain karena arsen menjadi bahan pestisida yang dipakai untuk menyemprot sayur dan buah, arsen juga berpotensi mencemari perairan. Hal ini pernah menjadi masalah serius di Cina dan Bangladesh, dan sekitarnya pada tahun 2005. Arsen yang ditemukan di air adalah arsenik bentuk arsenat V (HAsO_4^{2-}) dan

arsenit III (H_3AsO_3). Di alam bebas arsenat dan arsenit dapat mengalami reaksi redoks bolak balik. Konsentrasi yang ditemukan dapat mencapai 200-4400 ppb, atau 0.2-4.4 ppm (*part per million*).

Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA 2000), bahwa konsentrasi arsen pada air minum kurang dari 0,05 mg/l atau < 50 µg/l s/d > 10 µg/l akan meningkatkan risiko kanker paru-paru dan kandung kemih. Karena itu EPA menetapkan batas kadar arsen yang aman untuk air minum yaitu 0,01 mg/l atau 10 µg/l. Mengingat dampak dari arsen ini akan mempengaruhi kesehatan manusia secara langsung, maka perlu melakukan pengawasan secara berkala kepada semua depot yang memproduksi air minum baik sumber air baku maupun air minum isi ulang di Kota Manado. Berdasarkan hasil analisis pada semua sampel air minum isi

ulang yang berasal dari depot menunjukkan bahwa untuk kadar timbal (Pb), cadmium (Cd) dan merkuri (Hg) tidak melampaui standar mutu air minum sesuai Permenkes No. 492/Per/ Menkes/2010 yakni untuk Pb = 0,01 mg/l atau 10 µg/l, Cd = 0,003 mg/l atau 3 µg/l dan Hg = 0,001 mg/l atau 1 µg/l, sedangkan untuk kadar arsenik (As) sebagian besar (97 %) atau 32 depot tidak melampaui standar mutu air minum dan (3 %) atau satu depot mempunyai kadar As 0,0184 mg/l atau 18,4 µg/l telah melampaui standar mutu air minum untuk parameter logam As yakni 0,01 mg/l atau 10 µg/l. Arsen termasuk dalam parameter wajib yaitu parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan.

Kadar Logam Berat Dalam Sumber Air Baku

Kadar timbal (Pb) pada seluruh sumber air baku, sesuai hasil analisis terhadap sampel menunjukkan bahwa (100 %) sampel sumber air baku mempunyai nilai kadar Pb < 0,001 mg/l atau < 1 µg/l. Standar baku mutu air bersih sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990, khusus untuk parameter logam timbal (Pb) yaitu 0,05 mg/l atau 50 µg/l. Sehingga seluruhnya (100 %) sumber air baku tidak melampaui batas baku mutu logam Pb, karena seluruh sumber air baku jauh dari sumber pencemaran timbal (Pb).

Hasil analisis kadar kadmium (Cd) pada seluruh sampel sumber air baku menunjukkan bahwa (100 %) sampel sumber air baku mempunyai kadar Cd < 0,0001 mg/l atau < 0,1 µg/l. Standar baku

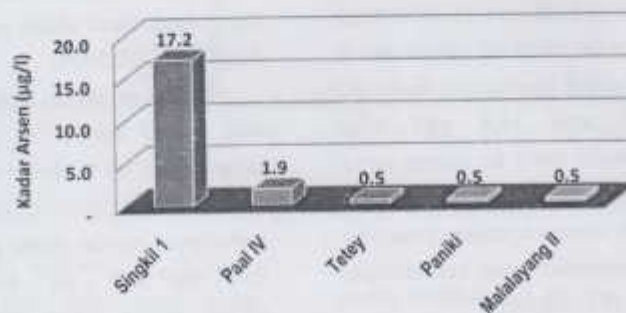
mutu air bersih untuk parameter cadmium (Cd) yakni 0,005 mg/l atau 5 µg/l. Kadar Cd pada seluruh sumber air baku tidak melampaui nilai standar baku mutu. Kadmium terjadi di dalam kerak bumi pada konsentrasi 0.1–0.5 ppm dan biasanya dihubungkan dengan seng, timbal, dan bijih-bijih tembaga, konsentrasi cadmium air tanah dan air permukaan alami adalah pada umumnya < 1 µg/l (ATSDR 2008).

Kadar air raksa atau merkuri (Hg), dari sampel sumber air yang dianalisis, seluruhnya (100 %) terdeteksi kadar Hg < 0,00005 mg/l atau < 0,05 µg/l tidak melampaui standar mutu air bersih yakni 0,001 mg/l atau 1 µg/l. Berdasarkan hasil survey bahwa lokasi sumber air yang digunakan oleh Depot air sebagai bahan baku air minum isi ulang pada umumnya jauh dari area pertambangan, karena (73 %) sumber air berada dekat dengan area pemukiman dan (27 %) sumber air jauh dari area pemukiman. Dipertegas dengan penelitian mengenai konsentrasi merkuri pada sumber air minum yang digunakan masyarakat Kota Manado Sulawesi Utara yang dilaksanakan tahun 2000 dan 2001 (Limbong, 2004) hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sumber air adanya kandungan merkuri tapi konsentrasinya masih dibawah nilai ambang batas rata-rata 0,096 µg/l menurut standar WHO untuk air bersih dan air minum adalah 1 µg/l. Secara alamiah kandungan Hg di lingkungan yaitu sebagai berikut: Kadar total Hg udara = 10 – 20 µg/m³ untuk udara outdoor di kota. Kadar total Hg air permukaan = 5 ppb = 5 µg/l

dan kadar total Hg dalam tanah 20 – 625 ppb (Inswiasri, 2008)

Kadar Arsen (As) pada sumber air baku dari sampel hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa (64 %) sampel sumber air baku yang terdeteksi kadar As < 0,0005 mg/l atau < 0,5 µg/l dan tiga perempat (36 %) terdeteksi > 0,0005 mg/l atau > 0,5 µg/l yaitu antara 0,7 µg/l

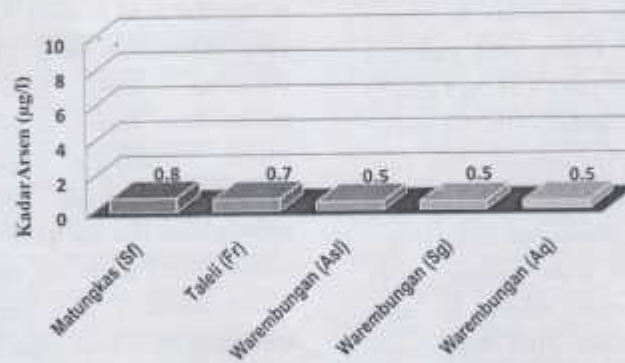
sampai dengan 17,2 µg/l. Kadar As tertinggi terdeteksi pada sumber air baku sumur bor dengan no. sampel S-03 yaitu 0,0172 mg/l atau 17,2 µg/l (Gambar 6), sedangkan pada sumber mata air, kadar As tertinggi terdeteksi pada sumber dengan no. sampel S-08 yaitu 0,0008 mg/l atau 0,8 µg/l (Gambar 7).



Gambar 6. Kadar Arsen pada Beberapa Sumur Bor sebagai Sumber Air Baku AMIU

Standar baku mutu air bersih sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990, khusus untuk parameter logam Arsen (As) yaitu 50 µg/l. Kadar arsen yang terdeteksi pada sampel air minum isi ulang berasal dari sumber air

baku. Arsen secara luas didistribusikan ke seluruh kerak bumi. Arsen ditemukan dalam air karena adanya pelarutan mineral dan bijih, dan konsentrasi dalam air tanah di beberapa daerah meningkat sebagai akibat dari erosi dari batuan lokal.



Gambar 7. Kadar Arsen pada Beberapa Mata Air sebagai Sumber Air Baku AMIU

Berdasarkan hasil analisis kadar logam berat (Pb, Cd, Hg dan As) pada semua sampel dari sumber air baku menunjukkan bahwa kadar logam berat pada semua sumber air baku tidak melampaui nilai standar baku mutu air bersih. Adanya arsen pada sumber air baku diduga bahwa lokasi tersebut adanya bebatuan yang mengandung logam emas dan arsen sehingga terjadi pelarutan logam tersebut pada air tanah. Menurut EPA (2000) bahwa tidak ada teknologi yang terbukti menghilangkan arsen pada sumber air (mata air, sumur bor dan sumur gali), tapi untuk mengurangi kadar arsen dalam air minum menggunakan teknologi penyaringan membrane filter atau *Reverse Osmosis* (RO) dengan teknologi *ultrafiltrasi*, *nanofiltrasi* dan *hyperfiltrasi*.

KESIMPULAN

Kadar Pb, Cd dan Hg pada semua sumber air baku maupun air minum isi ulang yang diproduksi depot tidak melebihi nilai standard mutu. Kadar As pada sumber air baku tidak melebihi nilai standard baku mutu, tapi terdapat satu depot air minum isi ulang yang berasal dari air baku sudah melebihi nilai standard mutu air minum dengan kelebihan 84 % dari nilai standard.

DAFTAR PUSTAKA

Athena, D Anwar M, Hendro M., Muhasim, 2004, *Kandungan Pb, Cd, Hg Dalam Air Minum dari Depot Air Minum Isi Ulang* di Jakarta, Tangerang dan Bekasi, *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol3 No 3, Desember 2004: 148 - 152

ATSDR 2008, *Toxicological Profil For Cadmium*, U.S. Department Of Health And Human Services, <http://www.atsdr.cdc.gov> Tanggal 14/7/2011

Darmono, 2002, *Logam Dalam Sistem Biologis Makhluk Hidup*, Jakarta: UI Press.

Depkes RI. 2001, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Pencemaran Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Depkes RI. 2010, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Pengawasan Kualitas Air Minum*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Depkes RI. 1990, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/Per/LX/1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Depkes RI. 1997, *Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor 651/MPP /Kep/10/2004 Tentang Persyaratan Teknis Industri dan Perdagangan Air Minum Dalam Kemasan*, Jakarta: Departemen Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia.

EPA. 2000. *Arsenic Occurrence in Public Drinking Water Supplies*. U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/ogwdw/arsenic/pdfs/occurrence.pdf>. Tanggal 14/07/2011

- EPA. 2008. *Method 200.8 Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry* Tanggal 24/7/2011
- Hardiono. 2003. *Pencemaran Timbal dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan. Majalah Kesehatan Masyarakat* No. 69 Hal 4
- Inswiasri, 2008. *Paradigma Kejadian Penyakit Paparan Merkuri (Hg)*, Jurnal Ekologi Kesehatan Vol. 7 No. 2, Agustus 2008 : 775 - 785
- Kusnoputranto H. 1995. *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Jakarta: Dirjen Dikti Depdikbud.
- Limbong D; Kumampung J; Rumengan I.F.M; Arai T; Miyazaki N, 2004, *Mercury Concentration in the Community Drinking Water Sources Around Manado City, North Sulawesi, Indonesia*, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology Volume 73 No.3 Hal. 509
- Notoatmodjo S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Notodarmojo S. 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Bandung : ITB
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sukar, 2003. *Sumber dan Terjadinya Arsen di Lingkungan (Review)*, Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 2 No 2, Agustus 2003 : 232 - 238
- WHO (World Health Organisation) (2007) *Lead exposure in children* [www.who.int/phe/news/Lead in T oys_note_060807.pdf](http://www.who.int/phe/news/Lead_in_T_oys_note_060807.pdf), Tanggal 07/06/2011
- Yudatomo. 2009. *Logam Berat (Heavy Metal)*. Diakses dari http://www.icempo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=64:logam-berat-heavy-metal&catid=37:teknologi&Itemid=65 Tanggal. 25/7/2011