

**SURVEY LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), MERKURI (Hg), DAN KADMIUM (Cd)
PADA BEBERAPA JENIS AIR SUMBER BAHAN BAKU AIR MINUM
DI KOTA MALANG**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

M. NURULHADI RIDLO

NIM. 115080101111041



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2016

**SURVEY LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), MERKURI (Hg), DAN KADMIUM (Cd)
PADA BEBERAPA JENIS AIR SUMBER BAHAN BAKU AIR MINUM
DI KOTA MALANG**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
M. NURULHADI RIDLO
NIM. 115080101111041**



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

SKRIPSI

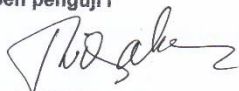
SURVEY LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), MERKURI (Hg), DAN KADMIUM (Cd)
PADA BEBERAPA JENIS AIR SUMBER BAHAN BAKU AIR MINUM
DI KOTA MALANG

Oleh :

M. NURULHADI RIDLO
NIM. 115080101111041

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 7 Maret 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

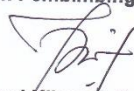
Dosen penguji I



Ir. Putut Widjanarko, MP.
NIP. 19540101 198303 1 006

Tanggal : 31 MAR 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si.
NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal :

31 MAR 2016

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS.
NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal :

31 MAR 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Arning Widjeng Ekawati, MS.
NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal :

31 MAR 2016

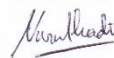
PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Februari 2016

Mahasiswa,



M. Nurulhadi Ridlo
NIM. 115080101111041

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Terima kasih yang dalam penulis persembahkan kepada kedua orang tua yaitu bapak Hari Widjajadi dan ibu Siti Humaida, adik-adik saya Pratiwi Nurullaili dan M. Luthfi Hidayatullah, serta seluruh keluarga besar terima kasih atas do'a, semangat, kasih sayang dan dukungannya.
2. Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Putut Widjanarko, MP selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat dan membangun bagi penulis.
4. Teman-teman kontrakan Ilham, Krishna, Fauzan, Arief, Ajir, Mbah Rudi, Dio, Hendra, Luthfi, Fariq, dan Sinyo.
5. Saudara dan teman serumah M. Alhaji Dzulfikri dan Zheta Andriawan yang luar biasa yang saling memberi motivasi kepada penulis.
6. Amira Masitha yang selalu menemani, mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis.
7. Rekan-rekan MSP 2011 yang banyak memberikan bantuan ikut berperan dalam memperlancar dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Terima kasih untuk Teteh, Akbar, Elsa, Ucil, Bunga, Vina, Fitri, Cool, Fahmi, dan Firman, terima kasih untuk semangat dan dukungannya
9. Kepada berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Malang, Februari 2016

Penulis

RINGKASAN

M. NURULHADI RIDLO. Skripsi mengenai Survey Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Air Sumber Bahan Baku Air Minum di Kota Malang (di bawah bimbingan **Dr. YUNI KILAWATI, S.Pi, M.Si** dan **Prof. Dr. Ir. DIANA ARFIATI, MS**).

Kota Malang memiliki jumlah penduduk sebesar 772.642 jiwa, dengan kebutuhan air bersih yang disalurkan ke rumah tangga atau tempat tinggal sebanyak 104.306.670 liter / hari, sehingga kebutuhan ideal air bersih di Kota Malang sebesar 135 liter / orang / hari, untuk itu diperlukan data mengenai kualitas dari air tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat Pb, Hg dan Cd dalam 6 jenis air yang dimanfaatkan oleh masyarakat Kota Malang yaitu air mineral, air sumur dari Laboratorium Ichtyologi FPIK UB, air PDAM Sawojajar, air PDAM Tidar, aquades dengan botol bermerk dan aquades dari Laboratorium Kimia UB. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Selanjutnya analisa data dilakukan dengan Uji Kruskal-Wallis untuk membuktikan kandungan logam berat terendah dan tertinggi. Data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data analisis kualitas air yang meliputi pH dan alkalinitas.

Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan logam berat Pb tertinggi didapatkan dari air PDAM Tidar yaitu 0,00137 ppm, sedangkan kandungan Pb terendah didapatkan dari air PDAM Sawojajar yaitu nihil. Kandungan logam berat Hg tertinggi didapatkan dari air PDAM Tidar yaitu 0,0014 ppm, sedangkan kandungan logam berat Hg terendah didapatkan dari air mineral, air PDAM Sawojajar dan aquades yaitu nihil. Kandungan logam berat Cd tertinggi didapatkan dari air PDAM Tidar yaitu sebesar 0,0007 ppm, sedangkan kandungan Cd terendah didapatkan dari air PDAM Sawojajar dan aquades yaitu nihil. Pengukuran nilai pH berada pada kisaran 7-8, menunjukkan bahwa masih tergolong dalam kategori pH yang baik untuk air bersih, untuk hasil pengukuran pH aquades adalah 5 karena memang pembuatan aquades biasanya dikondisikan dengan nilai pH yang sedikit asam, nilai pH aquades memang berkisar antara 5-7. Hasil pengukuran alkalinitas tertinggi di kisaran 346 ppm dan rata-rata tertinggi 331 ppm yaitu air sumur Laboratorium Ichtyologi FPIK UB, namun semua nilai ini masih termasuk aman bagi kategori air bersih.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah air yang berasal dari PDAM Tidar memiliki kandungan logam berat tertinggi yaitu rata-rata kandungan Pb sebesar 0,00137 ppm, rata-rata kandungan Hg sebesar 0,0014 ppm, rata-rata kandungan Cd sebesar 0,0007 ppm. Nilai kandungan logam berat tertinggi untuk Pb dan Cd tidak melebihi ambang batas, namun untuk logam berat Hg yang didapatkan dari air PDAM Tidar sudah sedikit melebihi ambang batas yang ditentukan oleh Permenkes. Air PDAM Sawojajar memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan air mineral dalam kemasan siap minum apabila ditinjau dari kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd. Berdasarkan hasil penelitian ini diperlukan penelitian berkala tentang kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd yang terkandung dalam air sumber bahan air minum untuk masyarakat kota Malang. Disamping itu Pemerintah (PDAM) hendaknya melakukan *treatment* terlebih dahulu terhadap bahan baku air minum yang beredar di sekitar wilayah Tidar sebelum didistribusikan kepada masyarakat.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil Alamin, dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Survey Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), dan Kadmium (Cd) Pada Beberapa Jenis Air Sumber Bahan Baku Air Minum Di Kota Malang.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua maupun dosen-dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing I, Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku dosen pembimbing II, Ir. Putut Widjanarko, MP selaku dosen penguji I, serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat diterima dengan baik, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Amin.

Malang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Waktu dan Tempat	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air	5
2.1.1 Manfaat Air	6
2.1.2 Karakteristik Air	6
2.1.3 Macam-macam Air	7
2.1.3.1 Air Minum	7
2.1.3.2 Air Bersih.....	8
2.1.3.3 Air Tanah.....	8
2.1.3.4 Aquades	10
2.1.4 Kualitas Air	10
2.1.4.1 Parameter Fisika	10
2.1.4.2 Parameter Kimia.....	13
2.1.4.3 Parameter Biologi	15
2.2 Logam Berat.....	16
2.2.1 Logam Berat Timbal (Pb).....	17
2.2.1.1 Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan.....	18
2.2.1.2 Keracunan oleh Logam Berat Timbal (Pb).....	19

2.2.2 Logam Berat Merkuri (Hg)	19
2.2.2.1 Logam Berat Merkuri (Hg) di Perairan	20
2.2.2.2 Keracunan oleh Logam Berat Merkuri (Hg).....	21
2.2.3 Logam Berat Kadmium (Cd)	22
2.2.3.1 Logam Berat Kadmium (Cd) di Perairan	23
2.2.3.2 Keracunan oleh Logam Berat Kadmium (Cd)	24
3. MATERI DAN METODE	26
3.1 Materi Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.4 Lokasi Sampling	27
3.5 Teknik Pengambilan Sampel	28
3.6 Pengukuran Kadar Logam Berat Pb di Air	28
3.7 Pengukuran Kadar Logam Berat Hg di Air.....	29
3.8 Pengukuran Kadar Logam Berat Cd di Air.....	29
3.9 Analisa Parameter Kualitas Air	30
3.9.1 pH (Derajat Keasaman).....	30
3.9.2 Alkalinitas.....	31
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Lokasi Pengambilan Sampel	32
4.2 Analisa Logam Berat Pb, Hg, dan Cd pada Air Sampel	36
4.2.1 Analisa Logam Berat Pb.....	36
4.2.2 Analisa Logam Berat Hg	39
4.2.3 Analisa Logam Berat Cd	42
4.3 Analisa Data Kualitas Air	45
4.3.1 pH	45
4.3.2 Alkalinitas.....	47
4.4 Pembahasan Umum.....	48
5. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55

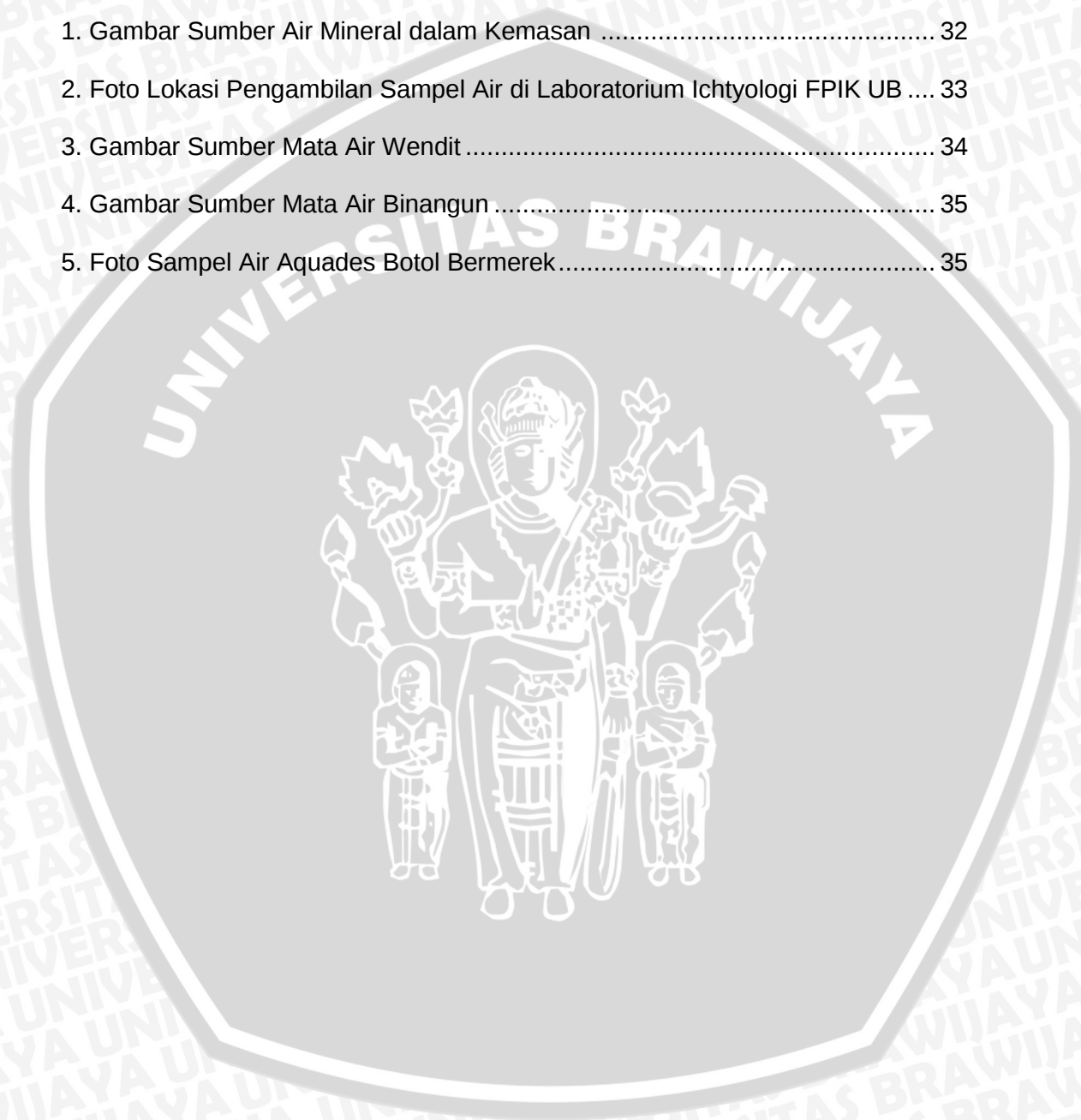
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persyaratan Kualitas Kimia Air Bersih.....	14
2. Alat dan Bahan	26
3. Kandungan Logam Berat Pb pada Air Sampel.....	36
4. Kandungan Logam Berat Hg pada Air Sampel.....	40
5. Kandungan Logam Berat Cd pada Air Sampel.....	43
6. Hasil Pengukuran Nilai pH Air Sampel.....	46
7. Hasil Pengukuran Nilai Alkalinitas Air Sampel.....	47



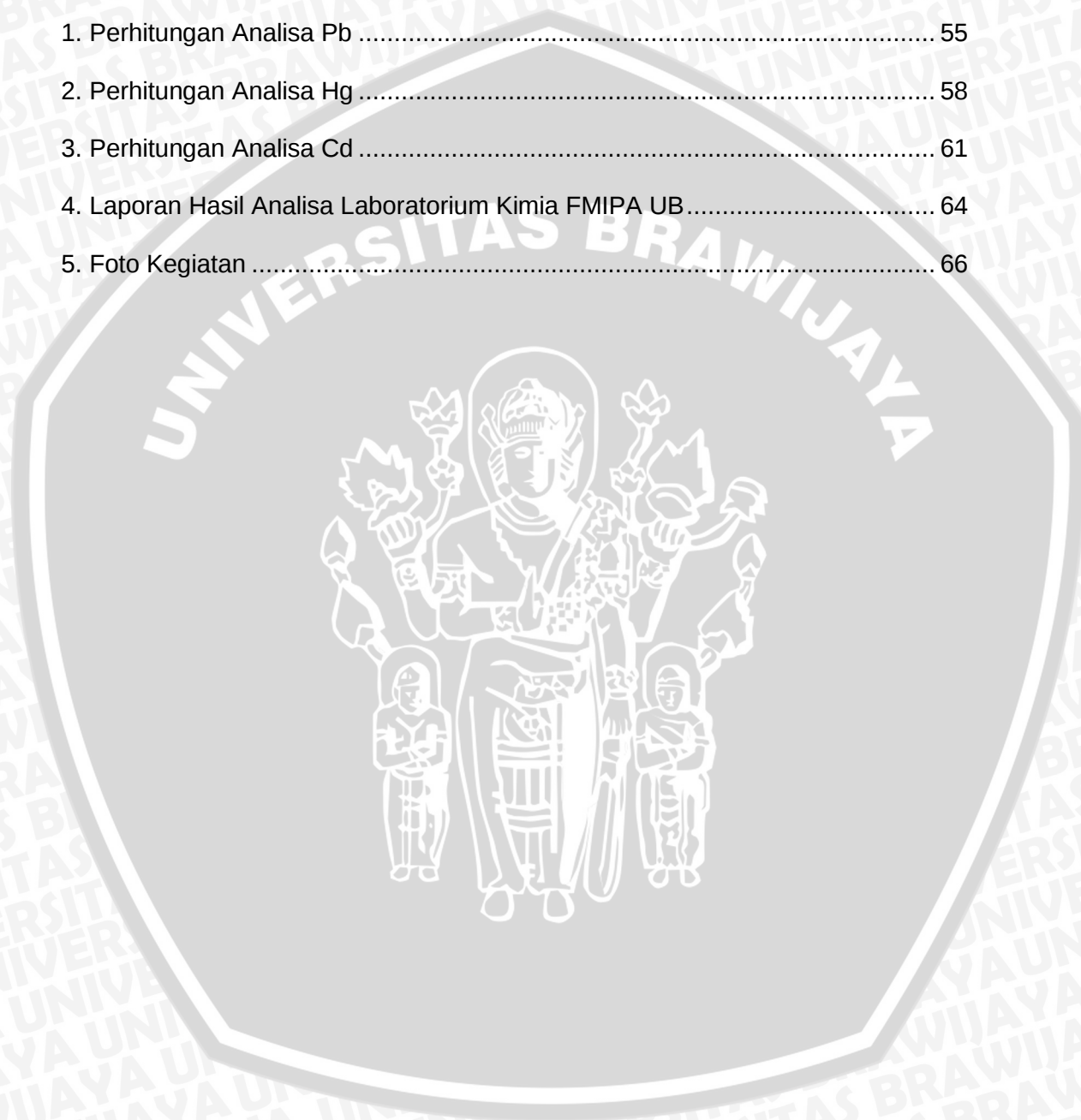
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar Sumber Air Mineral dalam Kemasan	32
2. Foto Lokasi Pengambilan Sampel Air di Laboratorium Ichtyologi FPIK UB	33
3. Gambar Sumber Mata Air Wendit	34
4. Gambar Sumber Mata Air Binangun	35
5. Foto Sampel Air Aquades Botol Bermerek	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Analisa Pb	55
2. Perhitungan Analisa Hg	58
3. Perhitungan Analisa Cd	61
4. Laporan Hasil Analisa Laboratorium Kimia FMIPA UB	64
5. Foto Kegiatan	66



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber daya alam yang merupakan unsur utama kehidupan dan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan. Air digunakan manusia untuk berbagai keperluan, seperti keperluan rumah tangga, pertanian, industri, sumber energi, sarana transportasi, tempat rekreasi, dan lain sebagainya. Wardhana (2001), menyatakan bahwa air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Masyarakat selalu mempergunakan air untuk keperluan dalam kehidupan sehari-hari, air juga digunakan untuk produksi pangan yang meliputi perairan irigasi, pertanian, mengairi tanaman, kolam ikan dan untuk minum ternak. Banyaknya pemakaian air tergantung kepada kegiatan yang dilakukan sehari-hari, rata-rata pemakaian air di Indonesia 100 liter / orang / hari dengan perincian 5 liter untuk air minum, 5 liter untuk air masak, 15 liter untuk mencuci, 30 liter untuk mandi dan 45 liter digunakan untuk jamban.

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain berbagai logam berat yang berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari, secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan dan apabila sudah melebihi batas yang ditentukan akan berbahaya bagi kehidupan. Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) (Darmono, 2001).

Salah satu logam berat yang mencemari air adalah timbal. Secara alamiah timbal dapat masuk ke dalam badan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan dan proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang angin. Sumber pencemaran logam timbal (Pb) di antaranya limbah industri yang berkaitan dengan logam timbal (Pb). Masuknya Pb secara kontinyu ke dalam perairan akan meningkatkan konsentrasinya (Yoga, 2006).

Pencemaran logam timbal terbesar bersumber dari limbah industri produksi baterai. Penggunaan timbal lain biasanya untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, dan solder, bahan kimia, pewarna, dan lainlainnya (Rinda, 2007). Timbal (Pb) juga salah satu logam berat yang mempunyai daya toksisitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Timbal dapat diakumulasi langsung dari air dan dari sedimen oleh organisme laut (Purnomo, 2009).

Logam berat yang dijuluki the big three heavy metal selain timbal adalah Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd), logam ini memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia. Merkuri (Hg) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya dan dapat terjadi secara alamiah di lingkungan, sebagai hasil dari perombakan mineral di alam melalui proses cuaca/iklim, dari angin dan air (Agus *et al.*, 2012). Senyawa Hg bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan dermatitis, dan dapat terakumulasi dalam darah sehingga menyebabkan keracunan sistemik. Mengonsumsi air yang mengandung Hg secara terus menerus dalam jangka panjang mengakibatkan kerusakan ginjal, kanker kulit, dan otak (Armin *et al.*, 2013).

Kadmium (Cd) biasa ditemukan sebagai hasil produksi dalam pemisahan bijih-bijih seng, Tembaga dan Plumbum. Cd biasanya digunakan dalam aplikasi sepuham listrik (*electroplating*). Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Secara prinsipil pada konsentrasi rendah berefek terhadap gangguan pada paru-paru, emphysema dan renal tubular disease yang kronis.

Kota Malang merupakan daerah otonom yang secara geografis berada antara 07°46'48" - 08°46'42" Lintang Selatan dan 112°31'42" - 112°48'48" Bujur Timur, dengan luas wilayah 110,06 km². Kota Malang merupakan salah satu kota yang memiliki kebutuhan air bersih yang tinggi jika ditinjau dari jumlah penduduknya. Menurut data BPS Kota Malang (2003), Kota Malang memiliki jumlah penduduk sebesar 772.642 jiwa, dengan kebutuhan air bersih yang disalurkan ke rumah tangga atau tempat tinggal sebanyak 104.306.670 liter / hari. Sehingga kebutuhan ideal air bersih di Kota Malang sebesar 135 liter / orang / hari.

Kebutuhan air minum Kota Malang dikelola oleh Perusahaan Air Minum Jawa Timur. Sumber air yang digunakan di Kota Malang terdiri dari 1 sungai dan 3 sumber air tanah. Sedangkan penyimpanan (*reservoir*) air bersih di wilayah kota Malang terletak di daerah Dinoyo, Betek, Mojolangu dan Buring. Kebutuhan air bersih penduduk kota Malang dapat dipenuhi melalui sistem perpipaan dan non-perpipaan yang dikelola oleh PDAM.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian analisa logam berat Pb, Hg dan Cd pada beberapa lokasi bahan baku sumber air di kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan akan air bersih sebagai bahan baku air minum di Kota Malang semakin meningkat. Sehingga dibutuhkan penelitian untuk mengetahui kualitas dan kuantitas air bersih yang ditinjau dari kandungan logam berat Pb, Hg dan Cd serta kualitas air bahan baku air minum di Kota Malang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat Pb, Hg dan Cd dalam 6 jenis air yaitu air mineral, air sumur Laboratorium Ichtyologi, air PDAM Sawojajar, air PDAM Tidar, aquades dengan botol bermerk dan aquades Laboratorium Kimia UB yang digunakan di Kota Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd yang terkandung dalam beberapa jenis air bahan baku air minum yang digunakan di Kota Malang.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Malang, Jawa Timur. Penelitian skala laboratorium di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan serta analisis kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2015 sampai selesai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air mencakup sekitar 70% dari permukaan bumi. Air merupakan satu-satunya zat yang ada secara alami di Bumi dalam keadaan fisik yaitu gas, cair dan padat (Shakhashiri, 2011). Menurut Peraturan Pemerintah No.82 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air bahwa pengertian air adalah semua air yang terdapat diatas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, air laut yang berada di darat.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 907/ Menkes/SK/VII/1990, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Jenis air minum meliputi air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga, air yang didistribusikan melalui tangki air, air kemasan dan air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat.

Menurut Slamet (2004), syarat-syarat air minum adalah tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman pathogen yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetik, dan dapat merugikan secara ekonomis. Selain itu kebutuhan kualitas dan kuantitas air masyarakat harus dipenuhi untuk memenuhi syarat hidup sehat.

2.1.1 Manfaat Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Masyarakat selalu mempergunakan air untuk keperluan dalam kehidupan sehari-hari, air juga digunakan untuk produksi pangan yang meliputi perairan irigasi, pertanian, mengairi tanaman, kolam ikan dan untuk minum ternak. Banyaknya pemakaian air tergantung kepada kegiatan yang dilakukan sehari-hari, rata-rata pemakaian air di Indonesia 100 liter / orang / hari dengan rincian 5 liter untuk air minum, 5 liter untuk air masak, 15 liter untuk mencuci, 30 liter untuk mandi dan 45 liter digunakan untuk jamban (Wardhana, 2001).

Air minum dalam tubuh manusia berfungsi untuk menjaga keseimbangan metabolisme dan fisiologi tubuh. Di samping itu, air juga berguna untuk melarutkan dan mengolah sari makanan agar dapat dicerna. Tubuh manusia terdiri dari berjuta-juta sel dan komponen terbanyak sel-sel itu adalah air. Jika kekurangan air, sel tubuh akan menciut dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Begitu pula, air merupakan bagian ekskreta cair (keringat, air mata, air seni), tinja, uap pernafasan, dan cairan tubuh (darah lympe) lainnya (Depkes RI, 2006).

2.1.2 Karakteristik Air

Bagi kehidupan makhluk, air bukan merupakan hal yang baru. Air dikatakan sebagai benda mutlak yang harus ada dalam kehidupan manusia. Menurut Effendi (2003), air memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia lain, karakter tersebut antara lain :

1. Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni 0°C (32°F) – 100°C , air berwujud cair.
2. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik.

3. Air memerlukan panas yang tinggi pada proses penguapan. Penguapan adalah proses perubahan air menjadi uap air.
4. Air merupakan pelarut yang baik.
5. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi.
6. Air merupakan satu-satunya senyawa yang merenggang ketika membeku.

2.1.3 Macam - macam Air

2.1.3.1 Air Minum

Menurut Permenkes (2010), air minum merupakan air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif. Standar baku kualitas air minum merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air minum. Dengan standar tersebut, dapat diketahui kualitas air minum layak atau tidak untuk diminum. Menurut Yusuf (2012), Standar baku kualitas air minum harus memenuhi kualitas secara fisik, kimia dan biologi:

- a. Standar fisik menetapkan batasan tentang sifat fisik air.
- b. Standar kimia menetapkan tentang batasan kandungan sifat dan bahan kimia yang terkandung di dalam air minum yamasih diperbolehkan dan tidak berbahaya untuk dikonsumsi.
- c. Standar biologi menetapkan ada atau tidaknya mikroorganisme patogen dan nonpatogen yang terkandung atau hidup di dalam air minum.
- d. Secara kasat mata, mungkin kita akan menganggap air terlihat jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa layak diminum. Sebaliknya, anda jangan terlalu gegabah dan menganggap air tersebut sudah layak diminum sbelum mengetahui kandungan bahan kimia dan mikrobiologinya.

2.1.3.2 Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak (Permenkes, 1990). Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas. Penggunaan air bersih sangat penting baik untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum.

Kebutuhan air bersih sehari-hari, sebaiknya air tersebut tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih, dan mempunyai suhu yang sesuai dengan standard yang ditetapkan sehingga menimbulkan rasa nyaman. Jika salah satu dari syarat tersebut tidak terpenuhi maka besar kemungkinan air itu tidak sehat karena mengandung beberapa zat kimia, mineral, ataupun zat organis/biologis yang dapat mengubah warna, rasa, bau, dan kejernihan air (Azwar, 1990).

2.1.3.3 Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu bentuk air yang berada di sekitar kita yang terdapat di dalam tanah. Pada umumnya air tanah terdapat pada lapisan tanah baik yang dekat dengan permukaan tanah sampai dengan yang jauh dari permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber air, ada saatnya air tanah bersih dan terkadang keruh sampai kotor, namun pada umumnya terlihat jernih. Air tanah yang jernih umumnya terdapat di daerah pegunungan dan jauh dari daerah industri sehingga biasanya penduduk dapat langsung mengkonsumsi air ini (Christine, 2012).

Air Tanah ini dapat kita bagi menjadi 2 jenis yaitu air tanah freatis adalah air yang terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air / impermeable dan Air Tanah Artesis yaitu air tanah yang letaknya jauh di dalam tanah, umumnya berada diantara dua lapisan yang kedap air.

Sedangkan menurut asalnya air tanah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu 1) Air tanah yang berasal dari atmosfer (angkasa) dan dikenal dengan nama Meteoric Water, yaitu air tanah berasal dari hujan dan pencairan salju, 2) Air tanah yang berasal dari dalam perut bumi, seperti Air Tanah Turbir (yaitu air tanah yang tersimpan di dalam batuan sedimen), 3) Air Tanah Juvenil yaitu air tanah yang naik dari magma bila gas yang ada dilepaskan melalui mata air panas (Christine, 2012).

Sedangkan menurut Yusuf (2012), air tanah dibagi menjadi 3 macam yaitu :

- 1) Air tanah dangkal. Terjadinya karena ada proses peresapan air permukaan tanah. Karena lapisan tanah mempunyai unsur-unsur kimia tertentu, maka lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada muka air yang dekat dengan tanah. Setelah menemukan lapisan rapat air, air akan terkumpul sehingga dinamakan air tanah dangkal. Dimana air tanah ini dimanfaatkan sebagai sumber air bersih atau air minum melalui sumur-sumur dangkal. Air tanah dangkal ini didapat pada kedalaman 15 meter. Air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik, tapi dari segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.
- 2) Air tanah dalam Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor untuk memasukkan pipa kedalamnya biasanya antar 100m – 300m.
- 3) Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitas.

2.1.3.4 Aquades

Aquades merupakan air murni, yang berisi molekul molekul H_2O tanpa adanya penambahan unsur lain seperti ion (Sukarsono *et al.*, 2008). Aquades bukan merupakan air konsumsi seperti jenis air lainnya. Aquades biasanya digunakan untuk kegiatan laboratorium.

2.1.4 Kualitas Air

Kelayakan air dapat diukur secara kualitas dan kuantitas. Kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain dalam air yang mencakup kualitas fisik, kimia dan biologis (Effendi, 2003).

2.1.4.1 Parameter Fisika

Menurut Kusnaedi (2004), syarat-syarat sumber mata air yang bisa digunakan sebagai air bersih secara fisik adalah tidak keruh, tidak berwarna, rasanya tawar, tidak berbau, temperaturnya normal, dan tidak mengandung zat padatan.

1) Kekeruhan

Air yang berkualitas harus memenuhi syarat fisik seperti berikut jernih atau tidak keruh. Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran dari bahan tanah liat. Semakin banyak kandungan tanah liat maka air semakin keruh. Derajat kekeruhan dinyatakan dengan satuan unit.

2) Tidak berwarna

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih dan tidak berwarna yang disebabkan oleh adanya bahan kimia maupun yang disebabkan oleh mikroorganisme. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan.

3) Rasanya tawar

Secara fisik, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.

4) Tidak berbau

Air yang baik memiliki ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat. Air yang berbau busuk mengandung bahan organik yang sedang mengalami penguraian oleh mikroorganisme air.

5) Temperaturnya normal

Air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan temperatur udara ($20-26^{\circ}\text{C}$). Air yang secara mencolok mempunyai temperature diatas atau dibawah temperatur udara berarti mengandung zat-zat tertentu yang mengeluarkan energi dalam air.

6) Tidak mengandung zat padatan

Bahan padat adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu $103-105^{\circ}\text{C}$.

Sedangkan untuk syarat air minum memiliki sedikit perbedaan dengan syarat air bersih. Air minum harus memenuhi standar uji fisik (fisika), antara lain derajat kekeruhan, bau, rasa, jumlah zat terlarut, suhu, dan warnanya. Berikut adalah syarat fisik air yang layak minum menurut Yusuf (2012) :

1. Kekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air layak minum menurut PERMENKES RI Nomor 416 Tahun 1990 adalah 5 skala NTU. Kekeruhan air disebabkan oleh partikel-partikel yang tersuspensi di dalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Bahan-bahan yang menyebabkan air keruh antara lain tanah liat,

pasir dan lumpur. Air keruh bukan berarti tidak dapat diminum atau berbahaya bagi kesehatan. Namun dari segi estetika, air keruh tidak layak atau tidak wajar untuk diminum.

2. Tidak Berbau dan Rasanya Tawar

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indra penciuman dan pengecap. Biasanya, bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang (tidak) enak. Dilihat dari segi estetika, air berbau busuk tidak layak dikonsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan dalam air. Selain itu, bau dan rasa dapat disebabkan oleh senyawa fenol yang terdapat di dalam air.

3. Jumlah Padatan Terapung

Perlu diperhatikan, air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/l). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiac disease*), dan *tixaemia* pada wanita hamil.

4. Suhu Normal

Air yang baik mempunyai temperatur normal, 8° dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi, apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum.

5. Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. PERMENKES RI Nomor 416 Tahun 1990 menyatakan bahwa batas maksimal warna air yang layak minum adalah 15 skala TCU.

2.1.4.2 Parameter Kimia

Secara kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Contoh zat pencemar antara lain air raksa (Hg), aluminium (Al), arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), flourida (F), tembaga (Cu), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air minum yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990. Persyaratan akualitas Kimia Air Minum dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Standar baku mutu kimia air layak minum meliputi batasan derajat keasaman, tingkat kesadahan, dan kandungan bahan kimia organik maupun anorganik pada air. Persyaratan kimia sebagai batasan air layak minum menurut Yusuf (2002) sebagai berikut :

1. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral ($\text{pH} = 7$). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa.

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Kimia Air Minum

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	Air Raksa	mg/L	0,001
2	Arsen	mg/L	0,05
3	Besi	mg/L	1,0
4	Flourida	mg/L	1,5
5	Kadmium	mg/L	0,005
6	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
7	Khlorida	mg/L	600
8	Kromium, val.6	mg/L	0,05
9	Mangan	mg/L	0,5
10	Nitrat	mg/L	10
11	Nitrit	mg/L	1,0
12	pH	-	6,5-9,0
13	Selenium	mg/L	0,01
14	Seng	mg/L	15
15	Sianida	mg/L	0,1
16	Sulfat	mg/L	400
17	Timbal	mg/L	0,05

Sumber : Depkes RI, 1990

Menurut PERMENKES RI Nomor 416 Tahun 1990, batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5. Khusus untuk air hujan, pH minimumnya adalah 5,5. Tinggi rendahnya pH air dapat mempengaruhi rasa air. Air dengan pH kurang dari 7 akan terasa asam di lidah dan terasa pahit apabila pH melebihi 7.

2. Kandungan Bahan Kimia Organik

Air yang baik memiliki kandungan bahan kimia organik dalam jumlah yang tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dalam jumlah tertentu, tubuh membutuhkan air yang mengandung bahan kimia organik. Namun, apabila jumlah bahan kimia organik yang terkandung melebihi batas dapat menimbulkan gangguan pada tubuh. Hal itu terjadi karena bahan kimia organik yang melebihi batas ambang dapat terurai jadi racun berbahaya. Bahan kimia organik tersebut antara lain NH₄, H₂S, SO₄²⁻, dan NO₃.

3. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang telah ditentukan. Bahan-bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion logam (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

4. Tingkat Kesadahan

Kesadahan air disebabkan adanya kation (ion positif) logam dengan valensi dua, seperti Ca^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} dan Mg^{2+} . Secara umum, kation yang sering menyebabkan air sadah adalah kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kation ini dapat membentuk kerak apabila bereaksi dengan air sabun. Sebenarnya, tidak ada pengaruh derajat kesadahan bagi kesehatan tubuh. Namun, kesadahan air dapat menyebabkan sabun atau deterjen tidak bekerja dengan baik (tidak berbusa). Berdasarkan PERMENKES RI Nomor 416 Tahun 1990, derajat kesadahan (CaCO_3) maksimum air yang layak minum adalah 500 mg per liter.

2.1.4.3 Parameter Biologi

Air mempunyai peranan untuk kehidupan manusia, hewan tumbuh-tumbuhan dan jasad lain. Salah satu sumber daya air yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia adalah sungai. Sungai sering dipakai untuk membuang kotoran baik kotoran manusia, hewan maupun untuk pembuangan sampah, sehingga air yang terdapat dalam sungai tersebut sering mengandung bibit penyakit menular seperti disentri, kolera, tipes dan penyakit saluran pencernaan yang lain. Lingkungan perairan mudah tercemar oleh mikroorganisme patogen (berbahaya) yang masuk dari berbagai sumber seperti permukiman, pertanian dan peternakan.

Bakteri yang umum digunakan sebagai indikator tercemarnya suatu badan air adalah bakteri *Escherichia coli*, yang merupakan salah satu bakteri

yang tergolong koliform dan hidup normal di dalam kotoran manusia dan hewan sehingga disebut juga *Faecal coliform*. *Faecal coliform* adalah anggota dari *coliform* yang mampu memfermentasi laktosa pada suhu 44,5°C dan merupakan bagian yang paling dominan (97%) pada tinja manusia dan hewan (Effendi, 2003).

Alaerts dan Santika (1994) menyatakan bahwa *Faecal coliform* merupakan bakteri petunjuk adanya pencemaran tinja yang paling efisien, karena *Faecal coliform* hanya dan selalu terdapat dalam tinja manusia. Jika bakteri tersebut terdapat dalam perairan maka dapat dikatakan perairan tersebut telah tercemar dan tidak dapat dijadikan sebagai sumber air minum. Bakteri *coliform* lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati disebut dengan *coliform non fecal*.

2.2 Logam Berat

Logam merupakan elemen yang dalam larutan air dapat melepas satu atau lebih elektron dan menjadi kation. Logam mempunyai beberapa karakteristik penting, yaitu reflektivitas tinggi, mempunyai kilau logam, konduktivitas listrik tinggi, konduktivitas termal tinggi, mempunyai kekuatan dan kelentukan (Alfian, 2006). Logam dibagi dalam dua kategori, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam yang memiliki berat 5 g atau lebih untuk setiap cm³ digolongkan dalam logam berat, sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 g setiap cm³ termasuk dalam golongan logam ringan (Darmono, 1995 dalam Agustina, 2010).

Logam berat sifatnya stabil dan sulit diuraikan sehingga termasuk dalam zat pencemar. Melimpahnya sumber-sumber logam berat di alam akan meningkatkan pencemaran logam berat khususnya pada perairan yang akan terakumulasi pada rantai makanan sampai biota di perairan tersebut. Biota perairan yang telah tercemar oleh logam berat akan mengalami gangguan pertumbuhan hingga menyebabkan kematian (Notohadiprawiro, 2006).

Logam berat merupakan golongan logam yang masih memiliki kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain, namun memiliki pengaruh yang berbeda apabila logam berat ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh suatu organisme. Logam berat dapat menimbulkan efek-efek tertentu bagi makhluk hidup. Logam berat dapat mengakibatkan keracunan bagi makhluk hidup, namun sebagian logam berat tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit. Bila kebutuhan itu tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan hidup dari makhluk hidup, namun bila jumlah logam esensial ini masuk dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka akan menjadi zat racun bagi makhluk hidup. Contohnya yaitu, unsur logam besi (Fe) yang berikatan dengan Hb darah akan membentuk hemoglobin untuk mengikat oksigen (O₂) dalam darah (Palar, 2012).

2.2.1 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal atau yang lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya disebut dengan plumbum, dan disimbolkan dengan Pb. Timbal termasuk dalam kelompok logam golongan IV-A dengan nomor atom 82 dan berat atom 207,2 pada tabel periodik unsur kimia (Palar, 2012).

Timbal (Pb) adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan endapan sulfat yang tercampur mineral-mineral lain, terutama seng dan tembaga. Penggunaan Pb terbesar adalah dalam industri baterai kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Timbal digunakan pada bensin untuk kendaraan, cat, dan pestisida. Pencemaran Pb dapat terjadi di udara, air maupun di tanah. Pencemaran Pb merupakan salah satu masalah utama, tanah, debu sekitar jalan raya pada umumnya telah tercemar oleh bahan bakar bensin bertimbal selama bertahun-tahun (Sunu, 2001). Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia

pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri dan rumah tangga. Pada pertambangan timbal berbentuk senyawa sulfida (PbS) (Apriadi, 2005).

Timbal (Pb) merupakan logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh masyarakat awam. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Pb yang digunakan di industri nonpangan dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Pb adalah sejenis logam yang lunak dan berwarna cokelat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan (Agustina, 2010).

2.2.1.1 Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan

Timbal (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal di dalam air relatif sedikit. Kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003). Pb yang masuk ke dalam badan perairan diantaranya adalah air limbah dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam, dan buangan sisa industri baterai. Senyawa Pb yang ada dalam badan perairan dapat ditemukan dalam bentuk *ion-ion divalen* atau *ion-ion tetravalen* (Pb^{2+} , Pb^{4+}) digolongkan pada kelompok ion logam kelas B. Pengelompokan ion logam ini dibuat oleh Richardson, ion Pb tetravalen mempunyai daya racun yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ion Pb divalen. Akan tetapi dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa ion Pb divalen lebih berbahaya dibandingkan dengan ion Pb tetravalen (Palar, 2012).

Adanya logam di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam yaitu sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), dapat terakumulasi dalam organisme

termasuk kerang dan ikan dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut (Nontji, 1993).

2.2.1.2 Keracunan oleh Logam Berat Timbal (Pb)

Menurut Sitorus (2004), logam berat timbal sangat beracun, dimana logam berat ini mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme air, dan akan terus diakumulasi hingga organisme tersebut tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat timbal dalam tubuhnya. Karena sifat bioakumulatif logam berat timbal, maka bisa terjadi konsentrasi logam tersebut dalam bentuk terlarut dalam air adalah rendah, dalam sedimen semakin meningkat akibat proses-proses fisika, kimia dan biologi perairan, dan dalam tubuh hewan air meningkat sampai beberapa kali lipat.

Gejala keracunan kronis ringan yang ditemukan berupa insomnia dan beberapa gangguan tidur lainnya, sedangkan gejala lainnya adalah menurunnya tekanan darah dan berat badan. Pb dapat juga menyebabkan keracunan akut pada sistem syaraf pusat, meskipun proses keracunan tersebut terjadi dalam kurun waktu yang cukup lama dan dengan kecepatan penyerapan yang kecil. Keracunan akut yang cukup berat dapat mengakibatkan koma bahkan kematian (Palar, 2012).

2.2.2 Logam Berat Merkuri (Hg)

Merkuri (Hg) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya dan dapat terjadi secara alamiah di lingkungan. Merkuri (*hydrargyrum* atau Hg) memiliki nomor atom 80 dengan berat atom 200,59 g/mol (Reilly, 1991). Sumber alami merkuri berasal dari pelapukan batuan dan erosi tanah yang mengandung HgS (*cinnabar*) (Effendi 2003). Lu (2006) menambahkan kegiatan antropogenik seperti penambangan, peleburan bahan logam, pembakaran bahan bakar fosil,

dan proses produksi baja, semen dan fosfat merupakan sumber merkuri yang dapat menambah keberadaannya di alam.

Merkuri dalam perairan dapat berasal dari buangan limbah industri kelistrikan dan elektronik, cat, baterai, komponen listrik, ekstraksi emas dan perak, gigi palsu, senyawa anti karat (*anti fouling*), pelapis cermin, pelengkap pengukur, industri bahan pengawet, pestisida, serta fotografi dan elektronik. Pada industri kimia yang memproduksi gas klorin dan asam klorida juga menggunakan merkuri. Logam merkuri sering dipakai sebagai *katalis* dalam proses di industri industri kimia, terutama pada industri vinil khlorida yang merupakan bahan dasar dari berbagai plastik (Alfian, 2006). Pada alat-alat pencatat suhu seperti termometer, cairan yang dipakai pada umumnya adalah logam merkuri karena bentuknya yang cair pada kisaran suhu yang luas, uniform, pemuai serta konduktivitasnya tinggi (Fardiaz, 1992).

2.2.2.1 Logam Berat Merkuri (Hg) di Perairan

Pada lingkungan perairan, merkuri dapat ditemui dalam 3 bentuk yaitu Hg^0 , Hg^+ dan Hg^{2+} , bentuk-bentuk ini sangat ditentukan oleh rekasi oksidasi dan reduksi yang ada. Di perairan yang konsentrasi oksigennya rendah atau dalam kondisi tereduksi, maka kebanyakan dari merkuri ini akan terbentuk dalam Hg^0 dan Hg^+ , sedangkan merkuri akan berbentuk Hg^{2+} dalam kondisi yang kaya akan oksigen atau kondisi oksidasi. Merkuri akan menjadi HgS jika terdapat sulfid dalam perairan (Sanusi dan Putranto, 2009). Di perairan yang tidak tercemar, kadar Hg^{2+} terlarut sebanyak 0,02–0,1 mg/l (air tawar) dan <0,01–0,03 mg/l (air laut) (Sanusi 2006).

Merkuri yang masuk ke dalam perairan dapat masuk dan terakumulasi pada ikan-ikan dan makhluk air lainnya, termasuk ganggang dan tumbuhan air. Mekanisme masuknya merkuri ke dalam tubuh hewan air adalah melalui

penyerapan pada permukaan kulit, melalui insang dan rantai makanan, sedangkan pengeluaran dari tubuh organisme perairan bisa melalui permukaan tubuh atau insang atau melalui isi perut dan urine (Apriadi, 2005).

2.2.2.2 Keracunan oleh Logam Berat Merkuri (Hg)

Merkuri dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara yaitu pernafasan (*inhalasi*), permukaan kulit dan paling banyak melalui makanan. Hal ini terjadi karena ikan-ikan yang telah terkontaminasi senyawa merkuri tersebut dikonsumsi oleh manusia sehingga merkuri terakumulasi dalam tubuh manusia. Penyerapan merkuri dalam manusia cenderung terkonsentrasi di dalam hati dan ginjal, karena di dalam organ tersebut terdapat protein yang terdiri dari asam amino sistein (Apriadi, 2005).

Senyawa merkuri merupakan racun bagi tubuh apabila berada pada jumlah yang cukup. Senyawa merkuri yang berbeda menunjukkan karakteristik yang berbeda pula dalam daya racun yang dimilikinya, akumulasi serta waktu retensinya di dalam tubuh. Kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanen. Efek senyawa merkuri di dalam tubuh yaitu menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (*membrane*) sel (Palar, 2012).

Pada peristiwa keracunan kronis akibat senyawa merkuri biasanya terjadi secara perlahan dan berlangsung dalam selang waktu yang panjang. Dalam keracunan kronis oleh merkuri terdapat dua organ tubuh yang sering mengalami gangguan yaitu gangguan pada sistem pencernaan dan sistem syaraf. Radang gusi (*gingivitis*) merupakan gangguan paling umum yang sering terjadi pada sistem pencernaan. Sedangkan gangguan terhadap sistem syaraf dapat terjadi dengan atau tanpa diikuti oleh gangguan pada lambung atau usus. Gejala umum yang dapat dilihat gangguan syaraf akibat merkuri yaitu tremor

(gemetar) ringan dan parkinsonisme yang juga disertai dengan tremor pada fungsi otot sadar (Palar, 2012).

2.2.3 Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 48, berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki massa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati, 2008).

Logam kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. kadmium (Cd) digunakan untuk elektrolisis bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Logam kadmium (Cd) biasanya selalu dalam bentuk campuran dengan logam lain terutama dalam pertambangan timah hitam dan seng (Darmono 1995). Kadmium (Cd) adalah metal berbentuk kristal putih keperakan. Cd didapat bersama-sama Zn, Cu, Pb, dalam jumlah yang kecil. Kadmium (Cd) didapat pada industri alloy, pemurnian Zn, pestisida, dan lain-lain (Istarani dan Ellina, 2014).

Logam kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak dapat dibentuk, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta cepat akan mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2) (Palar, 1994). Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral diantaranya adalah sulfida green ockite (=xanthochroite), karbonat otative, dan oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk berasosiasi

dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006).

2.2.3.1 Logam Kadmium (Cd) di Perairan

Di perairan tawar kemampuan pembentukan kompleks Cd oleh asam humus kurang lebih 2,7% daripada total Cd terlarut, sementara di perairan estuary lebih rendah dari 1% daripada total Cd terlarut. Berdasarkan hal tersebut maka, selain ditentukan oleh kadar asam humus dan Cd terlarut, parameter pH dan salinitas berperan dalam membentuk ikatan kompleks logam berat-asam humus. Logam berat Cd terlarut dalam air akan mengalami proses adsorpsi oleh partikel tersuspensi dan mengendap di sedimen. Proses adsorpsi akan diikuti oleh proses desorpsi yang mengembalikan Cd dalam bentuk terlarut dalam badan air (Sanusi 2006). Kadmium dalam air laut berbentuk senyawa klorida (CdCl_2), sedangkan pada perairan tawar kadmium berbentuk karbonat (CdCO_3). Pada perairan payau kedua senyawa tersebut berimbang (Darmono 1995).

Kadar Cd di perairan alami berkisar antara 0,29–0,55 ppb dengan rata-rata 0,42 ppb. Konsentrasi kadmium di kolom permukaan air laut terbuka antara 1-100 ng/L. Pada perairan pantai konsentrasinya kurang lebih 200 ng/L, namun konsentrasinya akan meningkat menjadi 5000 ng/L di daerah estuaria yang berada di dekat daerah pertambangan. Konsentrasi kadmium di daerah sungai umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan daerah laut. Pada laut terbuka, konsentrasi kadmium terlarut akan semakin meningkat dengan meningkatnya kedalaman, namun sebaliknya konsentrasi partikulat cadmium akan tinggi di permukaan dan menjadi semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Sebanyak 0,1-0,6 $\mu\text{g/g}$ kadmium terkandung pada sedimen perairan yang belum mengalami pencemaran (Neff, 2002).

2.2.3.2 Keracunan oleh Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh Kadmium. Sebagian besar Cd masuk melalui saluran pencernaan, tetapi dapat keluar lagi melalui feses sekitar 3-4 minggu kemudian, dan sebagian kecil dikeluarkan melalui urin. Cd dalam tubuh terakumulasi dalam hati dan ginjal terutama terikat sebagai metalotionein (Darmono, 2001).

Keracunan kronis terjadi bila inhalasi Cd dosis kecil dalam waktu lama dan gejalanya juga berjalan kronis. Cd dapat menyebabkan nefrotoksisitas (toksik ginjal), yaitu gejala proteinuria, glikosuria, dan aminoasiduria disertai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus ginjal. Kasus keracunan Cd kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi, hal tersebut terjadi dikarenakan tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap kadmium. Selain itu, Cd juga dapat menyebabkan terjadinya gejala osteomalasea karena terjadi interferensi daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal (Muhajir, 2009). Menurut Palar (1994), selain mengakibatkan kerusakan pada ginjal dan jantung, Kadmium juga dapat menyebabkan kanker paru-paru, gangguan sistem reproduksi dan anemia.

Logam berat ini bergabung bersama Timbal dan Merkuri sebagai the big three heavy metal yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia. Menurut badan dunia FAO/WHO, konsumsi per minggu yang ditoleransikan bagi manusia adalah 400-500 µg per orang atau 7 µg per kg berat badan. Cd merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Apabila Kadmium masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan sebagian yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Kadmium dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak

langsung lewat ginjal, sebagai akibatnya terjadi kenaikan tekanan darah. Senyawa ini bisa mengakibatkan penyakit liver dan gangguan ginjal serta tulang (Palar, 2012).



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah air mineral, air sumur Laboratorium Ichthyologi UB, air PDAM Sawojajar, air PDAM Tidar, aquades Laboratorium Kimia UB, dan aquades botol bermerek yang diambil dari wilayah Kota Malang. Parameter kualitas air yang digunakan yaitu yang mendukung keberadaan logam berat antara lain parameter kimia yaitu pH dan alkalinitas.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian akan berjalan lancar dan sesuai dengan apa yang diharapkan apabila didukung dengan alat dan bahan yang memadai. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Bahan

Parameter	Alat atau Metode	Bahan	Satuan
Pengambilan sampel air	1. Botol 250 ml 2. Coolbox 3. Kamera	Kertas label	
Pb, Hg, dan Cd dalam air	AAS	Air sampel	Ppm
pH	Kotak pH standar	1. Air sampel 2. pH paper	-
Alkalinitas	1. Erlenmeyer 2. Buret dan Statif	1. Air sampel 2. HCl 0,02N 3. Indikator PP 4. Indikator MO	mg/L

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey yang mendeskripsikan kondisi yang ada di lapang secara nyata dan dibuktikan melalui analisis data. Riduwan (2004) dalam Adirama (2013) menyatakan bahwa metode

survey merupakan penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut. Data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah :

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya (Rianse dan Abdi, 2009). Data primer merupakan informasi yang diperoleh dengan pengamatan langsung yang menggunakan metode pengumpulan data di lapang. Data primer yang diambil dalam penelitian ini adalah kadar Pb dalam air, pH dan alkalinitas.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang didapatkan secara tidak langsung melalui pengamatan, bisa melalui penelitian terdahulu, jurnal, dll. Menurut Marzuki (1983), data sekunder adalah data yang pengumpulannya tidak diusahakan sendiri oleh peneliti atau berasal dari pihak lain. Data sekunder ini diperlukan untuk mendukung data primer. Data sekunder yang digunakan dalam laporan ini yaitu buku, jurnal, dan laporan PKL maupun skripsi.

3.4 Lokasi Sampling

Pengambilan sampel dilakukan di 6 lokasi di Kota Malang. Pengambilan sampel air sumur dilakukan di Laboratorium Ichtyologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Pengambilan Air PDAM dilakukan di dua wilayah berbeda yang termasuk wilayah padat penduduk yaitu di daerah Perumahan Tidar dan Perumahan Sawojajar, Malang. Air PDAM Tidar berasal dari tandon PDAM yang ada di Kota Batu, sedangkan air PDAM Sawojajar berasal dari sumber mata air Wendit, Kabupaten Malang. Pengambilan sampel

air mineral didapatkan di toko, sedangkan aquades dari Laboratorium Kimia UB dan aquades botol bermerek didapatkan dari toko bahan kimia.

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air sumur dan air PDAM diambil dengan cara mengisi botol sampel 250 ml langsung dari saluran air (kran) sampai penuh kemudian sampel dibawa ke laboratorium. Sedangkan untuk air mineral, aquades, dan aquades botol bermerek didapatkan dari toko. Pengukuran pH air langsung dilakukan setelah mendapatkan air sampel dengan menggunakan pH paper, lalu pengukuran kadar logam berat Pb dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA sebanyak 50 ml untuk setiap sampel air, sedangkan untuk pengukuran kadar alkalinitas dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya sebanyak 50 ml untuk setiap sampel air.

3.6 Pengukuran Kadar Logam Berat Pb di Air

Pengukuran kadar logam berat Pb pada air sampel dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan diatas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml NaO_3 2.5 n, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukuran 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.

5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS, memakai lampu katode yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya : jika ingin menggunakan kadar logam Pb maka menggunakan lampu Pb). AAS hanya mampu mendeteksi kandungan logam berat sampai 4 angka di belakang koma, apabila kandungan logam berat yang terdeteksi lebih kecil dari itu maka akan terdeteksi sejumlah 0.

3.7 Pengukuran Kadar Logam Berat Hg di Air

Pengukuran kadar logam berat Hg pada air sampel dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan diatas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml NaO_3 2.5 n, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukuran 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS, memakai lampu katode yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya : jika ingin menggunakan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg). AAS hanya mampu mendeteksi kandungan logam berat sampai 4 angka di belakang koma, apabila kandungan logam berat yang terdeteksi lebih kecil dari itu maka akan terdeteksi sejumlah 0.

3.8 Pengukuran Kadar Logam Berat Cd di Air

Pengukuran kadar logam berat Cd pada air sampel dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan diatas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml NaO_3 2.5 n, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukuran 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS, memakai lampu katode yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya : jika ingin menggunakan kadar logam Cd maka menggunakan lampu Cd). AAS hanya mampu mendeteksi kandungan logam berat sampai 4 angka di belakang koma, apabila kandungan logam berat yang terdeteksi lebih kecil dari itu maka akan terdeteksi sejumlah 0.

3.9 Analisa Parameter Kualitas Air

3.9.1 pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) perairan dapat dengan menggunakan pH paper. Pengukuran pH dengan menggunakan pH paper Merck meliputi :

- 1) Mencelupkan pH paper ke dalam perairan.
- 2) Mendingkan pH paper selama 30 detik.
- 3) Mengangkat dan dikibas-kibaskan sampai setengah kering.
- 4) Mencocokkan dengan skala 1–14 yang tertera pada kotak standar.
- 5) Mencatat hasil pengukurannya.

3.9.2 Alkalinitas

Kadar alkalinitas dalam perairan dapat diukur dengan prosedur sebagai berikut :

- 1) Memasukkan 50 ml air contoh ke dalam erlenmeyer 250 ml.
- 2) Cek pH contoh air : pH > 10 menunjukkan adanya OH^- , pH = 8,5 – 10 menunjukkan adanya CO_3^{2-} , pH < 7 menunjukkan adanya HCO_3^- .
- 3) Bila pH > 8,5 dititrasi dengan larutan HCl 0,02N dengan menggunakan indikator PP sampai warna merah muda tepat hilang. Kemudian ditambahkan 2 tetes indikator MO (Methyl Orange) dan titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna merah muda pertama kali (alkalinity MO).
- 4) Bila pH < 8,3 dititrasi dengan larutan HCl 0,02N dengan menggunakan indikator MO (Methyl Orange) sampai tepat terjadi perubahan warna. Menghitung volume HCl 0,02N yang digunakan. Selanjutnya kadar alkalinitas dalam perairan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{CaCO}_3 = \frac{V_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}}}{V_{\text{air sampel}}} \times \frac{100}{2} \times 1000$$

Keterangan :

V HCl : Volume titrasi HCl

N HCl : Normalitas HCl (0,1 N)

V air sampel : Volume air sampel yang digunakan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari 6 sumber air yang berbeda. Air sampel pertama dengan kode A diperoleh dari air mineral yang bersumber dari Gunung Arjuno. Gunung Arjuno (3.339 mdpl) merupakan gunung tertinggi ketiga di Jawa Timur setelah Gunung Semeru dan Gunung Raung. Gunung ini secara administratif terletak di perbatasan Kota Batu, Kabupaten Malang, Kabupaten Pasuruan, dan Kabupaten Mojokerto, serta berada di bawah pengelolaan Taman Hutan Raya Raden Soerjo. Air sumber ini sebelumnya digunakan oleh petani-petani di sekitarnya untuk mengairi sawah dan untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, dan mandi. Air sumber dari gunung ini dieksploitasi dengan menggunakan pompa yang mampu menyedot air sumber lalu dikemas di pabrik yang berada di daerah Pandaan, Kabupaten Pasuruan untuk kemudian dipasarkan.



(A)



(B)

Gambar 1. (A) Instalasi pipa untuk menyedot air sumber, (B) Penampungan air sumber sebelum dilakukan proses penyaringan oleh pabrik air minum dalam kemasan (Sumber : Google Image, 2016).

Tempat pengambilan sampel kedua dengan kode B terletak di Laboratorium Ichthyologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya dengan mengambil sampel air kran yang bersumber dari sumur. Laboratorium ini terpisah dengan lingkup FPIK UB, terletak di dekat laboratorium serta gedung perkuliahan Fakultas Pertanian dan dekat dengan lokasi pembuangan sampah Universitas Brawijaya. Air sumur yang cukup lama tidak digunakan akibat rusaknya pompa air yang berfungsi mengalirkan air sumur ke kran-kran di laboratorium, sehingga air yang didapatkan dari lokasi ini sedikit kotor akibat pipa yang mengalirkan air ke kran sudah lama tidak dialiri. Sumur ini kemudian ditimbun dengan tanah urukan dari pihak kampus.



(A)

(B)

Gambar 2. (A) Lokasi pengambilan sampel air Laboratorium Ichthyologi (kran), (B) Keadaan di sekitar lokasi pengambilang sampel air sumur di Laboratorium Ichthyologi (Sumber : Dokumentasi Pribadi).

Tempat pengambilan sampel yang ketiga dengan kode C yaitu pengambilan sampel air PDAM di daerah Sawojajar, Malang. Pengambilan air sampel PDAM di daerah Sawojajar dikarenakan lokasinya yang padat penduduk, perumahan-perumahan, ruko-ruko, serta merupakan salah satu daerah yang memiliki peran besar bagi perekonomian Kota Malang. Kantor pusat PDAM Kota Malang juga terletak di daerah ini, tepatnya di Jalan Terusan Danau Sentani No.

100 Malang. Air merupakan kebutuhan yang sangat penting untuk kelancaran aktivitas masyarakat sehari-hari. Air PDAM Sawojajar berasal dari sumber mata air Wendit, Desa Mangliawan, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Air sumber dari Wendit ini dialirkan ke tandon Buring dan tandon Mojolangu dengan sistem pompanisasi dari rumah pompa 2 dan 3, sedangkan rumah pompa 1 mengalirkan air ke tandon Betek. Debit air produksi sumber air Wendit berkisar sebesar 3900 liter per detik (PDAM Malang, 2016). Air yang dialirkan ke tandon Betek merupakan air sumber yang juga digunakan untuk penelitian ini yaitu sampel air keenam dengan kode F yang diambil dari air aquades Laboratorium Kimia UB. Air dari sumber Wendit ini digunakan oleh PDAM untuk mencukupi kebutuhan air masyarakat Kabupaten dan Kota Malang.



(A)

(B)

Gambar 3. (A) Sumber air Wendit yang menjadi sumber air PDAM Sawojajar, (B) Instalasi pipa PDAM di Wendit (Sumber : Google Image, 2016).

Tempat pengambilan sampel keempat dengan kode D yaitu pengambilan air PDAM di daerah Tidar, Malang. Pengambilan air di daerah ini dikarenakan lokasinya yang mulai dipadati penduduk dengan semakin banyaknya developer yang membuka perumahan-perumahan baru dan elit di daerah ini. Tentunya air sebagai kebutuhan bagi seluruh masyarakat harus ditinjau untuk dapat memenuhi kebutuhan keseharian masyarakatnya. Air PDAM Tidar berasal dari sumber air Binangun, yang terletak di wilayah Kota Batu dan ditampung di dalam reservoir tandon PDAM daerah Badut, tepatnya Jalan Himalaya 100, Tidar Atas,

Kecamatan Sukun, Malang. Sumber air Binangun dikelilingi oleh lingkungan pertanian dan perkebunan yang menjadi perhatian utama Kota Batu. Debit air sumber Binangun ini sebesar 215 liter per detik (PDAM Malang, 2016).



(A)



(B)

Gambar 4. (A) Sumber air Binangun yang menjadi sumber air PDAM Tidar, (B) Penampungan air sumber Binangun (Sumber: Google Image, 2016)

Sampel air kelima dengan kode E merupakan aquades botol kemasan bermerek yang dapat dibeli di toko kimia. Aquades (aqua destillation) adalah air yang telah melalui tahap-tahap penyulingan untuk mendapatkan air dengan kandungan yang murni H_2O . Aquades ini memiliki sifat yaitu jernih, tidak berasa (tawar), tidak berwarna, dan tidak berbau. Aquades biasanya memiliki pH berkisar antara 5-7.



Gambar 5. Sampel Air Aquades Botol Bermerek (Dokumentasi Pribadi)

4.2 Analisa Logam Berat Pb, Hg dan Cd pada Air Sampel

4.2.1 Analisa Logam Berat Pb

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, dari enam air sampel yang telah diambil yaitu air mineral, air sumur Laboratorium Ichtyologi FPIK UB, air PDAM Sawojajar Malang, air PDAM Tidar Malang, aquades dengan botol bermerek, dan aquades Laboratorium Kimia UB dengan pengulangan sebanyak tiga kali, selanjutnya diuji kandungan logam beratnya. Jenis logam berat yang pertama diuji dalam penelitian ini adalah Timbal (Pb). Hasil kandungan logam berat Pb pada air sampel dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kandungan Logam Berat Pb pada Air Sampel

No.	Kode	Kadar logam berat Pb (ppm)	Standart (Permenkes, 1990)
1	A1	0	Sesuai dengan standart kandungan logam berat Pb maksimum yang diperbolehkan untuk air minum yaitu 0,05 ppm
2	A2	0	
3	A3	0,0006	
4	B1	0,0017	
5	B2	0,0006	
6	B3	0,0012	
7	C1	0	
8	C2	0	
9	C3	0	
10	D1	0,0012	
11	D2	0,0012	
12	D3	0,0017	
13	E1	0,0012	
14	E2	0	
15	E3	0,0006	
16	F1	0	
17	F2	0,0006	
18	F3	0	

Keterangan : A = Air mineral
B = Air sumur Laboratorium Ichtyologi
C = Air PDAM Sawojajar

D = Air PDAM Tidar
E = Aquades dengan botol bermerek
F = Aquades Laboratorium Kimia
1-3 = Ulangan

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa kadar logam berat Pb tertinggi antara 6 sumber air terdapat pada air sumur laboratorium ichthyologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada ulangan pertama dan air PDAM Tidar pada ulangan ketiga yaitu sebesar 0,0017 ppm. Rata-rata terendah didapatkan dari air PDAM Sawojajar yaitu nihil atau tidak ada logam berat Pb yang terkandung di dalamnya, sedangkan rata-rata tertinggi kandungan logam berat Pb didapatkan dari air PDAM Tidar yaitu 0,00137 ppm. Berdasarkan pada nilai kandungan Pb tertinggi yaitu sebesar 0,0017 ppm dan nilai rata-rata kandungan Pb tertinggi yaitu 0,00137 ppm, tidak ada kandungan Pb dalam air yang melebihi kandungan maksimum persyaratan kualitas kimia air minum yang tercantum dalam Permenkes (Peraturan Menteri Kesehatan) RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu sebesar 0,05 ppm. Keberadaan logam berat Pb dalam air sampel air dari sumur Laboratorium Ichthyologi UB bisa melalui resapan dari obat-obat pertanian seperti pestisida yang digunakan oleh Fakultas Pertanian yang berlokasi di dekat sumur, sedangkan keberadaan logam berat Pb dalam air sampel dari PDAM Tidar dikarenakan adanya resapan obat-obatan dari aktivitas pertanian dan perkebunan di dekat sumber air Binangun yang merupakan sumber air dari air PDAM Tidar.

Sumber air dari PDAM Sawojajar terdeteksi nihil dari kandungan logam berat Pb. Hal ini dapat disebabkan karena PDAM pusat kota Malang berupaya meningkatkan pelayanan pada masyarakat akan pemenuhan kebutuhan air minum yang memenuhi baku mutu syarat kualitas air minum dengan menerapkan program Zona Air Minum Prima (ZAMP). Menurut PDAM Malang (2016), program ini secara teknis dibantu oleh Perpamsi (Persatuan Perusahaan

Air Minum Indonesia) bekerja sama dengan United States Agency for International Development (USAID). Pada program ZAMP ini air dapat langsung diminum dari kran tanpa harus melalui proses pengolahan secara konvensional yaitu melalui proses pemasakan. Tahapan proses ZAMP dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Aktivitas pembubuhan gas chlor di proses produksi awal
2. Pembubuhan hypochlorit secara otomatis bila terjadi penurunan kadar (sisa chlor) di zona ZAMP
3. Pembuangan udara dan pembuangan endapan kotoran did alam pipa secara kontinyu
4. Monitoring tekanan air secara periodik
5. Percepatan perbaikan kebocoran
6. Menjaga aliran tetap mengalir 24 jam
7. Pengambilan sampel air dan langsung diikuti dengan pemeriksaan kualitas air di laboratorium

Setelah diketahui hasil kandungan logam berat Pb di setiap sampel air selanjutnya dilakukan analisa statistik. Analisa statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik non-parametrik Kruskal-Wallis. Menurut Usman dan Purnomo (2006), Uji Kruskal-Wallis merupakan uji alternatif dari uji anova satu arah. Dalam uji anova satu arah hanya terbatas menggunakan dua sampel, namun untuk penelitian ini menggunakan uji Kruskal-Wallis karena menggunakan enam jenis sampel.

Melihat angka probabilitas dari analisa data dengan uji kruskal-wallis, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,036 yang di bawah 0,05 maka H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan kandungan logam berat Pb yang jelas pada 6 sampel air bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Pb terendah

adalah air sampel dengan kode 3 atau C yaitu air sampel PDAM Sawojajar yang berasal dari sumber air Wendit. Perhitungan analisa logam berat Pb menggunakan uji kruskal-wallis dapat dilihat pada lampiran 1.

Keberadaan logam berat Pb dalam air bersih terlebih air minum dapat disebabkan oleh kondisi pipa yang digunakan untuk mengalirkan air. Palar (2012), mengungkapkan bahwa dapat juga ditemukan senyawa Pb di dalam air minum apabila air tersebut disimpan atau dialirkan melalui pipa yang merupakan alloy dari logam berat Pb, seperti yang terjadi di daratan Eropa beberapa tahun lalu. Air yang terkontaminasi logam Pb akibat dari pipa aliran air minum (pipa PDAM) yang dialirkan ke rumah-rumah mengandung logam Pb.

Adanya rembesan air limbah yang mengandung Pb baik limbah industri, limbah pertanian ataupun limbah rumah tangga juga dapat mempengaruhi tingginya kandungan Pb dalam air bersih. Selain itu adanya bahan bakar minyak kendaraan bermotor di Indonesia masih menggunakan senyawa Pb yang memungkinkan terdapatnya Pb di udara yang dapat mencemari sumber air bersih (air sumur) karena terbawa dan terlarut dalam air hujan (Athena *et al.*, 1996).

4.2.2 Analisa Logam Berat Hg

Analisa logam berat kedua yang diujikan dalam penelitian ini adalah logam berat Hg pada enam air sampel yang telah diambil yaitu air mineral, air sumur Laboratorium Ichtyologi FPIK UB, air PDAM Sawojajar Malang, air PDAM Tidar Malang, aquades dengan botol bermerek, dan aquades Laboratorium Kimia UB dengan pengulangan sebanyak tiga kali.

Hasil kandungan logam berat Hg pada ke enam air sampel dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Kandungan Logam Berat Hg pada Air Sampel

No.	Kode	Kadar logam berat Hg (ppm)	Standart (Permenkes, 1990)
1	A1	0	Sesuai dengan standart kandungan logam berat Hg maksimum yang diperbolehkan untuk air minum yaitu 0,001 ppm
2	A2	0	
3	A3	0	
4	B1	0	
5	B2	0,0008	
6	B3	0	
7	C1	0	
8	C2	0	
9	C3	0	
10	D1	0,0017	
11	D2	0,0017	
12	D3	0,0008	
13	E1	0	
14	E2	0,0008	
15	E3	0	
16	F1	0	
17	F2	0	
18	F3	0	

Keterangan : A = Air mineral
 B = Air sumur Laboratorium Ichtyologi
 C = Air PDAM Sawojajar
 D = Air PDAM Tidar
 E = Aquades dengan botol bermerek
 F = Aquades Laboratorium Kimia
 1-3 = Ulangan

Pada tabel 4 diatas didapatkan hasil kandungan logam berat Hg tertinggi terdapat pada air sampel D yaitu air sampel yang diambil di PDAM Tidar pada ulangan pertama dan pada ulangan kedua yaitu sebesar 0,0017 ppm. Rata-rata kandungan logam berat Hg terendah didapatkan pada air mineral, air PDAM Sawojajar dan aquades Laboratorium Kimia yaitu nihil atau tidak ada kandungan

logam berat Hg di dalamnya, sedangkan rata-rata tertinggi kandungan logam berat Hg didapatkan dari air PDAM Tidar yaitu 0,0014 ppm. Berdasarkan pada nilai kandungan Hg tertinggi yaitu sebesar 0,0017 ppm dan nilai rata-rata kandungan Hg tertinggi yaitu 0,0014 ppm, menandakan ada jenis air yang mengandung Hg melebihi kandungan maksimum persyaratan kualitas kimia air minum yang tercantum dalam Permenkes (Peraturan Menteri Kesehatan) RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu sebesar 0,001 ppm yaitu air PDAM Tidar. Kandungan Hg yang melebihi ambang batas di dalam air PDAM Tidar dapat disebabkan oleh aktivitas pertanian yang banyak dilakukan di daerah sumber air Binangun, Kota Batu yang memang mengutamakan sektor pertanian. Logam berat Hg diduga berasal dari kandungan bahan pestisida dan bahan kimia lain yang digunakan sehingga mencemari sumber mata air tersebut.

Sumber air dari PDAM Sawojajar terdeteksi nihil dari kandungan logam berat Hg. Hal ini dapat disebabkan karena PDAM pusat kota Malang berupaya meningkatkan pelayanan pada masyarakat akan pemenuhan kebutuhan air minum yang memenuhi baku mutu syarat kualitas air minum dengan menerapkan program Zona Air Minum Prima (ZAMP). Menurut PDAM Malang (2016), pada program ZAMP ini air dapat langsung diminum dari kran tanpa harus melalui proses pengolahan secara konvensional yaitu melalui proses pemasakan. Tahapan proses ZAMP dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Aktivitas pembubuhan gas chlor di proses produksi awal
2. Pembubuhan hypochlorit secara otomatis bila terjadi penurunan kadar (sisa chlor) di zona ZAMP
3. Pembuangan udara dan pembuangan endapan kotoran did alam pipa secara kontinyu
4. Monitoring tekanan air secara periodik
5. Percepatan perbaikan kebocoran

6. Menjaga aliran tetap mengalir 24 jam
7. Pengambilan sampel air dan langsung diikuti dengan pemeriksaan kualitas air di laboratorium

Setelah diketahui hasil kandungan logam berat Hg di setiap sampel air selanjutnya dilakukan analisa statistik non-parametrik Kruskal-Wallis. Melihat angka probabilitas, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,036 yang di bawah 0,05 maka H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan kandungan logam berat Hg yang jelas pada 6 sampel air bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Hg terendah adalah air sampel dengan kode 1 atau A, 3 atau C, dan 6 atau F yaitu air mineral, air sampel PDAM Sawojajar dan aquades yang sumber airnya sama, yaitu berasal dari sumber mata air Wendit. Perhitungan analisa logam berat Hg menggunakan uji kruskal-wallis dapat dilihat pada lampiran 2.

Sumber konsentrasi senyawa Hg pada air minum biasanya berasal dari sumber mata airnya. Keberadaan Hg dalam sumber air tersebut dapat saja terjadi karena eksisting lingkungan sekitar mata air, misalnya akibat penggunaan pestisida yang mencemari mata air tersebut. Keberadaan merkuri di alam biasanya berasal dari proses kegiatan pengolahan emas/penambangan, proses amalgamasi dan pengarangan, dimana Hg dapat masuk ke lingkungan air tanah/air permukaan melalui rembesan dan air hujan yang turun bersamaan dengan Hg di atmosfir (Ikhsan *et al.*, 2013).

4.2.3 Analisa Logam Berat Cd

Analisa logam berat Cd yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan enam air sampel sebanyak 50 ml setiap jenis sampelnya. Selanjutnya air sampel diujikan di laboratorium untuk mengetahui kadar logam berat Cd.

Berikut merupakan tabel 5 yaitu hasil dari kandungan logam berat Cd pada keenam air sampel.

Tabel 5. Kandungan Logam Berat Cd pada Air Sampel

No.	Kode	Kadar logam berat Cd (ppm)	Standart (Permenkes, 1990)
1	A1	0,0007	Sesuai dengan standart kandungan logam berat Cd maksimum yang diperbolehkan untuk air minum yaitu 0,005 ppm
2	A2	0	
3	A3	0,0007	
4	B1	0,0007	
5	B2	0	
6	B3	0	
7	C1	0	
8	C2	0	
9	C3	0	
10	D1	0,0014	
11	D2	0,0007	
12	D3	0	
13	E1	0	
14	E2	0	
15	E3	0,0007	
16	F1	0	
17	F2	0	
18	F3	0	

Keterangan : A = Air mineral
 B = Air sumur Laboratorium Ichthyologi
 C = Air PDAM Sawojajar
 D = Air PDAM Tidar
 E = Aquades dengan botol bermerek
 F = Aquades Laboratorium Kimia
 1-3 = Ulangan

Pada tabel 5 tersebut diketahui hasil kandungan logam berat Cd tertinggi ada pada air sampel yang didapatkan dari PDAM Tidar ulangan pertama yaitu sebesar 0,0014 ppm. Rata-rata kandungan Cd tertinggi didapatkan dari air sampel dengan kode D yang juga merupakan air dari PDAM Tidar yaitu sebesar 0,0007 ppm. Keberadaan logam berat Cd dalam air sampel dari PDAM Tidar dapat dikarenakan adanya resapan obat-obatan dari aktivitas pertanian dan

perkebunan di dekat sumber air Binangun yang merupakan sumber air dari air PDAM Tidar. Rata-rata kandungan Cd terendah adalah 0 ppm, yaitu air yang didapatkan dari PDAM Sawojajar dan aquades. Berdasarkan pada nilai kandungan Cd tertinggi yaitu sebesar 0,0014 ppm dan nilai rata-rata kandungan Cd tertinggi yaitu 0,0007 ppm, menandakan bahwa tidak ada air yang mengandung logam berat Cd melebihi kandungan maksimum persyaratan kualitas kimia air minum yang tercantum dalam Permenkes (Peraturan Menteri Kesehatan) RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu sebesar 0,005 ppm. Menurut Suprijatno dan Agustina (1988), tidak terdeteksinya Cd dalam air bisa dikarenakan kadar Cd terlalu kecil sehingga tidak terdeteksi oleh alat atau dikarenakan dalam air tidak terdapat garam-garam Cd yang terlarut dalam air di sekitar sumber air tersebut.

Setelah diketahui hasil kandungan logam berat Cd di setiap sampel air selanjutnya dilakukan analisa statistik non-parametrik Kruskal-Wallis. Melihat angka probabilitas, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,312 yang di atas 0,05 maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa tidak ada perbedaan kandungan logam berat Cd yang jelas pada 6 sampel air bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Cd terendah adalah air sampel dengan kode 3 atau C yaitu air sampel PDAM Sawojajar dan air sampel dengan kode 6 atau F yaitu aquades Laboratorium Kimia yang sumbernya sama, yaitu berasal dari sumber air Wendit. Perhitungan analisa logam berat Cd menggunakan uji kruskal-wallis dapat dilihat pada lampiran 3.

Sumber air dari PDAM Sawojajar terdeteksi nihil dari kandungan logam berat Hg. Hal ini dapat disebabkan karena PDAM pusat kota Malang berupaya meningkatkan pelayanan pada masyarakat akan pemenuhan kebutuhan air minum yang memenuhi baku mutu syarat kualitas air minum dengan

menerapkan program Zona Air Minum Prima (ZAMP). Menurut PDAM Malang (2016), pada program ZAMP ini air dapat langsung diminum dari kran tanpa harus melalui proses pengolahan secara konvensional yaitu melalui proses pemasakan.

Konsentrasi Cd dalam air olahan yang dipasok oleh PAM umumnya rendah karena pada umumnya senyawa alami Cd jarang terdapat dalam sumber air baku. Namun apabila konsentrasi Cd pada air minum tinggi, ini dapat terjadi karena pasokan air yang digunakan bersumber dari air yang memiliki pH yang sedikit asam. Hal ini disebabkan karena pada pH asam bersifat korosif terhadap sistem plumbing atau bahan sambungan perpipaan yang mengandung Cd (Idaman, 1999).

4.3 Analisa Data Kualitas Air

Pengukuran kualitas air yang diuji dalam penelitian ini hanya pH dan alkalinitas. Menurut Effendi (2003), kadar dan toksisitas timbal (Pb) dipengaruhi oleh pH serta alkalinitas.

4.3.1 pH

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter kualitas air yang mempengaruhi konsentrasi logam. Kenaikan pH pada badan air biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam. Umumnya pH yang semakin tinggi, kestabilan akan bergeser dari karbinat ke hidroksida (Palar, 1994).

Berdasarkan hasil pengukuran pH di atas, dapat dilihat bahwa nilai pH berada pada kisaran 7-8. Nilai ini masih tergolong dalam kategori pH yang baik untuk air bersih, hal ini mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) Nomor 82 Tahun 2001, yaitu nilai pH air bersih pada kisaran 6-9. Hasil pengukuran pH aquades adalah 5 karena memang pembuatan aquades

biasanya dikondisikan dengan nilai pH yang sedikit asam, nilai pH aquades memang berkisar antara 5-7.

Pada penelitian ini didapatkan nilai pH sebagai tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Pengukuran Nilai pH Air Sampel

No.	Kode	Nilai pH	Standart (Permenkes, 1990)
1	A1	7	Sesuai dengan standart pH untuk air minum yang baik yaitu berkisar antara 6-9
2	A2	7	
3	A3	7	
4	B1	7	
5	B2	7	
6	B3	7	
7	C1	7	
8	C2	7	
9	C3	7	
10	D1	8	
11	D2	8	
12	D3	8	
13	E1	5	
14	E2	5	
15	E3	5	
16	F1	5	
17	F2	5	
18	F3	5	

Keterangan : A = Air mineral
 B = Air sumur Laboratorium Ichtyologi
 C = Air PDAM Sawojajar
 D = Air PDAM Tidar
 E = Aquades dengan botol bermerek
 F = Aquades Laboratorium Kimia

Derajat keasaman (pH) air yang lebih kecil dari 6,5 atau pH asam dapat meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam, menimbulkan rasa tidak enak dan dapat menyebabkan beberapa bahan kimia menjadi racun yang mengganggu kesehatan (Munfiah *et al.*, 2013). Menurut Sarjono (2009), penurunan pH perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar.

4.3.2 Alkalinitas

Alkalinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar toksisitas logam berat. Alkalinitas menggambarkan kandungan basa dalam air.

Dalam beberapa kasus kondisi lingkungan dapat mengubah laju absorpsi logam dan mengubah kondisi fisiologis yang mengakibatkan berbahaya pengaruh logam. Pada penelitian ini didapatkan nilai alkalinitas sebagai tabel 7 berikut :

Tabel 7. Hasil Pengukuran Nilai Alkalinitas Air Sampel

No.	Kode	Nilai alkalinitas (ppm)	Standart (Permenkes, 1990)
1	A1	173	Sesuai dengan standart nilai alkalinitas maksimum untuk air minum yang baik yaitu 500 ppm
2	A2	156	
3	A3	163	
4	B1	346	
5	B2	318	
6	B3	329	
7	C1	156	
8	C2	161	
9	C3	149	
10	D1	183	
11	D2	168	
12	D3	178	
13	E1	5,19	
14	E2	3,46	
15	E3	5,19	
16	F1	3,46	
17	F2	5,19	
18	F3	3,46	

Keterangan : A = Air mineral
 B = Air sumur Laboratorium Ichtyologi
 C = Air PDAM Sawojajar
 D = Air PDAM Tidar
 E = Aquades dengan botol bermerek
 F = Aquades Laboratorium Kimia

Berdasarkan pada nilai hasil pengukuran alkalinitas yang tertinggi didapatkan dari air sumur laboratorium ichtyologi pada pengulangan pertama yaitu sebesar 346 ppm dan yang terendah yaitu dari aquades bermerek dan aquades laboratorium kimia yang memiliki nilai sebesar 3,46 ppm. Sedangkan untuk nilai rata-rata alkalinitas tertinggi didapatkan pada air laboratorium ichtyologi yaitu sebesar 331 ppm dan yang terendah yaitu dari aquades laboratorium kimia sebesar 4,04 ppm.

Mengacu pada hasil nilai alkalinitas tertinggi yaitu sebesar 346 ppm dan nilai rata-rata alkalinitas tertinggi yaitu sebesar 331 ppm, semua nilai ini masih

termasuk aman bagi kategori air bersih. Menurut Permenkes (Peraturan Menteri Kesehatan) RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990, batas maksimum alkalinitas yang diperbolehkan yaitu sebesar 500 ppm.

Akumulasi logam berat tertinggi terdapat dalam air dengan tingkat kesadahan tinggi. Sehingga tingginya kesadahan total dalam air dapat mengurangi kandungan logam berat (Maramis *et al.*, 2006).

4.4 Pembahasan Umum

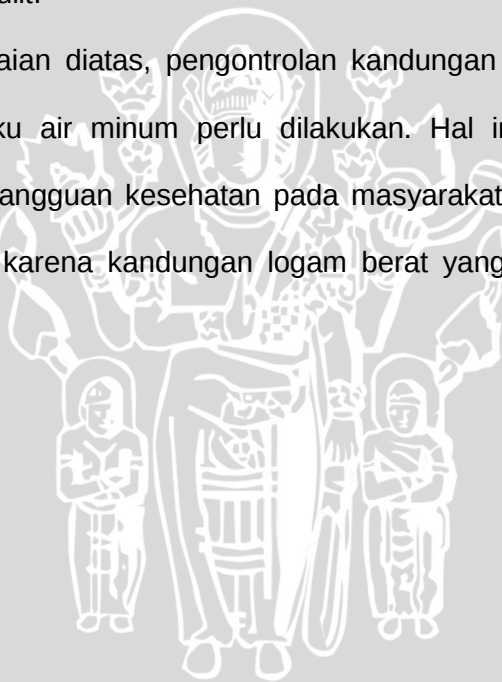
Kandungan logam berat yang terdapat pada air yang kita konsumsi sangat berbahaya apabila telah melebihi ambang batas konsentrasi yang diijinkan. Toksisitas logam berat dapat mengakibatkan kerusakan pada otak, fungsi saraf pusat, perubahan pada ekspresi gen, kerusakan DNA, kulit, otot, ginjal, paru-paru, hati, jantung dan organ penting lainnya. Apabila kadar logam berat melebihi ambang batas dan dikonsumsi oleh manusia secara terus menerus dapat menyebabkan keracunan akut, serangan pada fisik, otot serta saraf degenerative, penyakit Parkinson, diabetes militus, hipertensi hingga penyakit jantung iskemik (Fernández *et al.*, 2013).

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara oral. Penyerapan logam berat dalam darah dapat terjadi pada kondisi asam yang terdapat dalam lambung. Pada proses penyerapan yang terjadi dalam lambung oleh darah, logam berat yang ada turut terserap oleh darah. Darah selanjutnya akan membawa logam berat ke dalam hati. Hati merupakan tempat penyimpanan logam berat yang paling besar. Dari hati, logam berat dikirim ke dalam kandung empedu. Dari empedu, logam berat dikeluarkan kembali ke usus, untuk selanjutnya dibuang melalui feses (Palar, 2012).

Selain digunakan untuk konsumsi, air juga digunakan dan dibutuhkan dalam berbagai hal. Dalam kegiatan laboratorium air digunakan untuk kegiatan

penelitian. Apabila air yang digunakan dalam penelitian mengandung senyawa logam berat yang melebihi ambang batas, hal ini dapat membahayakan kondisi organisme uji di laboratorium. Logam berat dapat masuk dalam organisme perairan yang sering digunakan dalam sebagai hewan uji di laboratorium, khususnya dalam penelitian ini yaitu pada laboratorium ichthyologi. Menurut Apriadi (2005), organisme perairan dapat mengakumulasi logam berat dari badan air hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan. Kemampuan organisme air dalam menyerap (absorpsi) dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui saluran pernapasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit.

Berdasarkan uraian diatas, pengontrolan kandungan logam berat pada sumber air bahan baku air minum perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan pada masyarakat akibat kualitas air minum yang menurun karena kandungan logam berat yang melebihi ambang batas.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Air yang berasal dari PDAM Tidar memiliki kandungan logam berat tertinggi yaitu rata-rata kandungan Pb sebesar 0,00137 ppm, rata-rata kandungan Hg sebesar 0,0014 ppm, rata-rata kandungan Cd sebesar 0,0007 ppm. Nilai kandungan logam berat tertinggi untuk Pb dan Cd tidak melebihi ambang batas, namun untuk logam berat Hg yang didapatkan dari air PDAM Tidar sudah sedikit melebihi ambang batas yang ditentukan oleh Permenkes. Air PDAM Sawojajar memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan air mineral dalam kemasan siap minum apabila ditinjau dari kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd.

5.2 Saran

Diperlukan penelitian berkala tentang kandungan logam berat Pb, Hg, dan Cd yang terkandung dalam air sumber bahan air minum untuk masyarakat kota Malang. Disamping itu Pemerintah (PDAM) hendaknya melakukan *treatment* terlebih dahulu terhadap bahan baku air minum yang beredar di sekitar wilayah Tidar sebelum didistribusikan kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adirama, L.S. 2013. **Studi Struktur Komunitas Dan Populasi Kepiting Biola (*Uca spp.*) Di Kawasan Mangrove Kelurahan Ketapang Kota Probolinggo Jawa Timur**. PKL. Universitas Brawijaya Malang.
- Agustina, T. 2010. **Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan**. TEKNUBUGA. 2 (2): 53-65.
- Alaerts, G and S.S. Santika. 1994. **Metode Penelitian Air**. Penerbit Usaha Nasional Surabaya.
- Alfian, Zul. 2006. **Merkuri: Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungannya**. USU Repository.
- Apriadi, D. 2005. **Kandungan Logam Berat Hg, Pb, Dan Cr Pada Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna Viridis L*) Di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta**. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Athena, A. Tri Tugawati, Sukar. 1996. **Kandungan Logam Berat (Hg, Cd, dan Pb) Dalam Air Tanah Pada Perumahan Tipe Kecil Di Jabotabek**. Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan. 24 (4) : Jakarta.
- Azwar, Azrul. 1990. **Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan**, Yayasan Mutiara Jakarta. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Jakarta.
- BPS Kota Malang. 2003. **Profil Kota Malang Jawa Timur**. Badan Pusat Statistik. Kota Malang.
- Christine, Maria. 2012. **Air Tanah**. Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- Darmono. 1995. **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. Penerbit UI-Press, Jakarta
- Darmono. 2001. **Lingkungan Hidup Dan Pencemaran (Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam)**. Penerbit: Universitas Indonesia press. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Fardiaz, S. 1992. **Polusi Air dan Udara**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta. Hal : 21-23, 185.
- Fernandez, F.L., F.L. Valdez, P.G. Melo, S.L. Suarez, E.N.A. Gonzalez, A.I. Martinez, M.D.S. G. Guillermo, G.H. Martinez, R.H.Mendoza, M.A.A.

Garza, I.R.P. Velazquez. 2013. **Heavy Metal Pollution In Drinking Water- aGood Risk For Human Health : A Review**. Academi Journals.

Herman, D.Z., 2006. **Tinjauan terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam**. Jurnal Geologi Indonesia Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36.

Idaman, N. S. 1999. **Kualitas Air Dan Kesehatan Masyarakat**.

Ikhsan, M. A., A. Daud, I.L. Maria. 2013. **Pajanan Merkuri (Hg) Pada Masyarakat di Kelurahan Poboya Kota Palu Sulawesi Tengah**. Bulorokeng, Makassar.

Istarani, F., Ellina, S.P. 2014. **Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan**. Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 1, ISSN: 2337-3539.

Kusnaedi. 2004. **Mengolah air Gambut Dari Air Kotor Untuk Air Minum**. Penerbit Swadaya, Jakarta.

Lu, CF. 2006. **Toksikologi Dasar**. Edisi Kedua. UI Press.

Maramis, A.A., Kristijanto, A.Ign., Notosoedarmo, S. 2006. **Sebaran Logam Berat dan Hubungannya dengan Faktor Fisiko-Kimiawi di Sungai Kreo, Dekat Buangan Air Lindi TPA Jatibarang, Kota Semarang**. Akta Kimindo Vol. 1 No.2 April 2006 Hal. 93-98.

Marzuki. 1983. **Metodologi Riset**. Fakultas Ekonomi. UII Yogyakarta.

Muhajir, A. 2009. **Studi Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dari Beberapa Pasar Kota Malang**. Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim : Malang.

Neff, J.M., 2002. **Bioaccumulation in Marine Organisms: Effects of Contaminants from Oil Well Produced Water**. Ed ke-1. Netherlands: Elsevier Ltd.

Nontji, A. 1993. **Laut Nusantara**. Djambatan : Jakarta.

Notohadiprawiro, T. 2006. **Logam Berat dalam Pertanian**. (Online). ([Http://Soil.Faperta.Ugm.Ac.Id.Pdf](http://Soil.Faperta.Ugm.Ac.Id.Pdf)).

Palar, H. 1994. **Pencemaran dan Toksikologi logam berat**. Jakarta :Rineka Cipta.

Palar, H. 2012. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Rineka Cipta. Jakarta.

PDAM Malang. 2016. http://www.pdamkotamalang.com/user/proses_menu/102.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 1990. **Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air**.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. **Persyaratan Kualitas Air Minum.**

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. **Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.**

Purnomo, E. 2006. Peranan **Bahan Organik untuk Menyuburkan Tanah.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (Info Teknologi Pertanian No.7).

Purnomo, D. 2009. **Logam Berat Sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut.** Di Unggah kembali dari [http:// masdony.wordpress.com/2009/04/19/logam-berat-sebagai-penyumbang-pencemaran-air-laut/](http://masdony.wordpress.com/2009/04/19/logam-berat-sebagai-penyumbang-pencemaran-air-laut/).

Rianse, U dan Abdi. 2009. **Metodologi Penelitian Sosial dan Ekonomi Teori dan Aplikasi.** Bandung : Alfabeta.

Rinda, Khaina. 2007. **Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Air Laut, Sedimen Dan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Di Perairan Pantai Lekok Pasuruan.** Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang.

Sanusi, H.S. 2006. **Sifat-sifat Logam Berat Merkuri di Lingkungan Perairan Tropis.** Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor. Hal 19

Sanusi, HS dan Putranto. 2009. **Kimia Laut dan Pencemaran.** Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan IPB. Bogor.

Sarjono, A. 2009. **Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara Jakarta Utara** (Laporan Skripsi). Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. IPB. Bogor.

Shakhashiri. 2011. **Water.** General Chemistry. [www. Scifun.org](http://www.Scifun.org).

Slamet, J.S. 2004. **Kesehatan Lingkungan.** Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Sitorus, H. 2004. **Analisis Beberapa Karakteristik Lingkungan Perairan Yang Mempengaruhi Akumulasi Logam Berat Timbal Dalam Tubuh Kerang Darah Di Perairan Timur Sumatera Utara.** Jurnal Ilmu – Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia 11 (1) : 53 – 60.

Sukarsono, K., I. Marhaendrajaya, K. Sofjan. 2008. **Studi Efek Kerr Untuk Pengujian Tingkat Kemurnian Aquades, Air PAM dan Air Sumur.** Berkala Fisika ISSN 1410-9662 Vol 11 No.1 hal 9-18.

Sunu, P. 2001. **Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001.** Gramedia. Jakarta.

Suprijatno, I. dan Agustina, L. 1988. **Kandungan Logam Berat Dalam Sumber Air Minum di DKI Jakarta.** Balai Penelitian Kesehatan 16 (2)

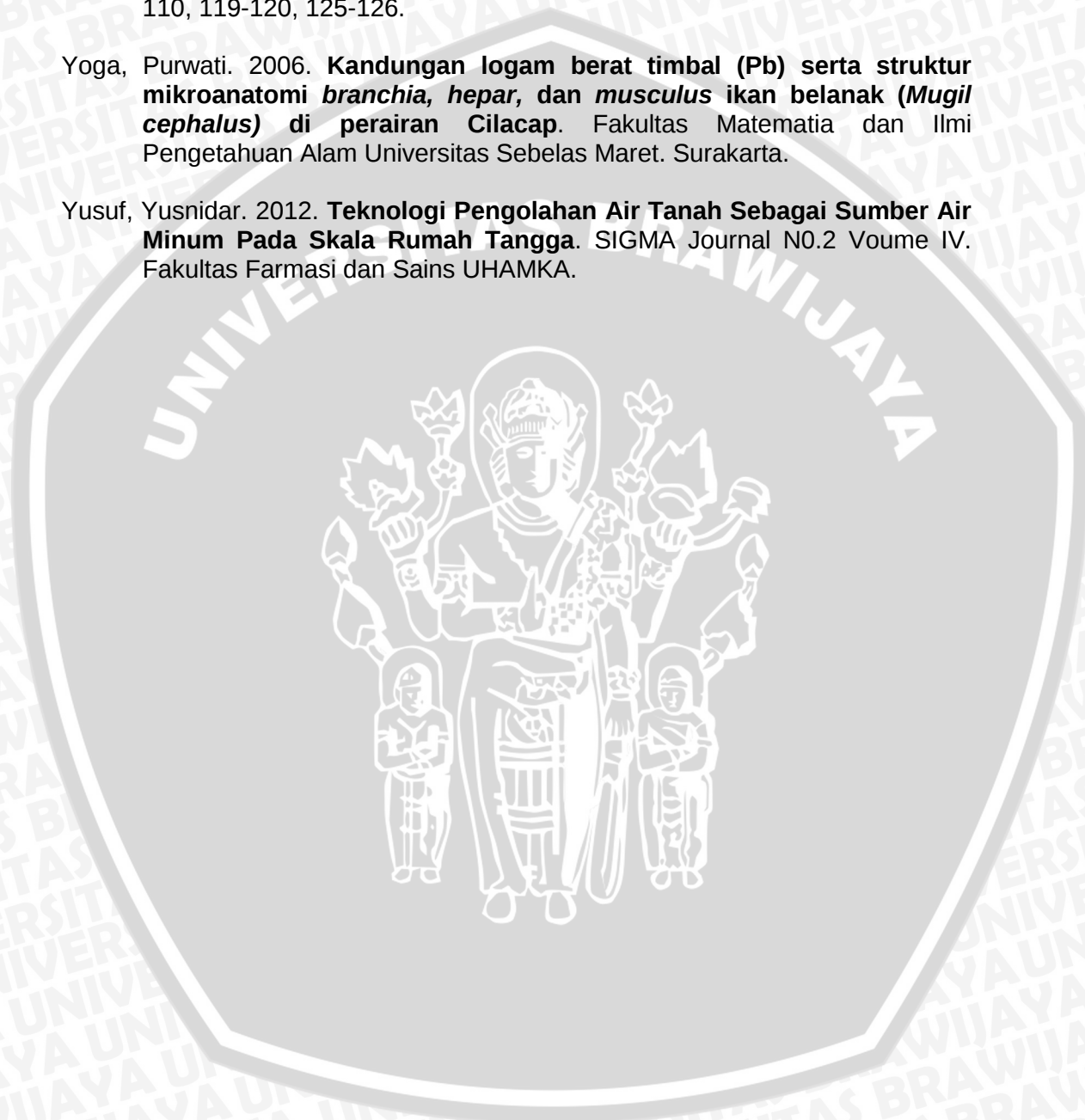
Usman, H., dan Purnomo, S.A. 2006. **Pengantar Statistik**. PT Bumi Aksara : Jakarta

Wardhana, A.W. 2001. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Widowati, W. 2008. **Efek Toksik Logam**. Yogyakarta: Penerbit Andi. Hal. 109-110, 119-120, 125-126.

Yoga, Purwati. 2006. **Kandungan logam berat timbal (Pb) serta struktur mikroanatomi *branchia*, *hepar*, dan *musculus* ikan belanak (*Mugil cephalus*) di perairan Cilacap**. Fakultas Matematika dan Ilmi Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Yusuf, Yusnidar. 2012. **Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum Pada Skala Rumah Tangga**. SIGMA Journal N0.2 Voume IV. Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan analisa Pb dengan menggunakan aplikasi SPSS

Ranks			
	Kode	N	Mean Rank
Pb	1.0000	3	6.50
	2.0000	3	14.17
	3.0000	3	4.50
	4.0000	3	15.50
	5.0000	3	9.83
	6.0000	3	6.50
	Total	18	

Test Statistics ^{a,b}	
	Pb
Chi-square	11.910
Df	5
Asymp. Sig.	.036

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:Kode

Dengan melihat angka probabilitas, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,036 yang di bawah 0,05 maka H₀ ditolak. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan kandungan logam berat Pb yang jelas pada 6 sampel air

bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Pb terendah adalah air sampel dengan kode 3 atau C yaitu air sampel PDAM Sawojajar yang berasal dari sumber air Wendit.

Lanjutan Lampiran 1. Perhitungan analisa Pb secara manual

Kode	Nilai	Median (Nilai tengah)
A1	0	4,5
A2	0	4,5
C1	0	4,5
C2	0	4,5
C3	0	4,5
E2	0	4,5
F1	0	4,5
F3	0	4,5
A3	0,0006	10,5
B2	0,0006	10,5
E3	0,0006	10,5
F2	0,0006	10,5
B3	0,0012	14,5
D1	0,0012	14,5
D2	0,0012	14,5
E1	0,0012	14,5
B1	0,0017	17,5
D3	0,0017	17,5

$$Ra = 4,5 + 4,5 + 10,5 = 19,5$$

$$Rb = 10,5 + 14,5 + 17,5 = 42,5$$

$$Rc = 4,5 + 4,5 + 4,5 = 13,5$$

$$Rd = 14,5 + 14,5 + 17,5 = 46,5$$

$$Re = 4,5 + 10,5 + 14,5 = 29,5$$

$$Rf = 4,5 + 4,5 + 10,5 = 19,5$$

$$Hhit = \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3[n+1]$$

$$Hhit = \frac{12}{18(18+1)} \left[\frac{19,5^2}{3} + \frac{42,5^2}{3} + \frac{13,5^2}{3} + \frac{46,5^2}{3} + \frac{29,5^2}{3} + \frac{19,5^2}{3} \right] - 3[18+1]$$

$$Hhit = 0,035[1927,16] - 57$$

$$Hhit = 10,62$$

$$CF = 1 - \frac{\Sigma T^3 - T}{N^3 - N}$$

$$CF = 1 - \frac{(504 + 60 + 60 + 6)}{5832 - 18}$$

$$CF = 1 - \frac{630}{5814}$$

$$CF = 1 - 0,108$$

$$CF = 0,892$$

$$H = \frac{H_{hit}}{CF}$$

$$H = \frac{10,62}{0,892}$$

$$H = 11,91$$

Menurut tabel Kruskal-Wallis untuk sampel dengan 3 kali ulangan

H Tabel	Nilai H Tabel	Nilai H Hitung
0,05	5,60	11,91*
0,01	7,20	11,91**

Hipotesis :

- H_0 : tidak ada perbedaan kandungan logam berat Pb pada 6 sampel air bahan baku air minum.
- H_1 : ada perbedaan kandungan logam berat Pb pada 6 sampel air bahan baku air minum.

Kesimpulan : ada perbedaan kandungan logam berat Pb yang signifikan pada 6 sampel air bahan baku air minum.

Lampiran 2. Perhitungan analisa Hg dengan menggunakan aplikasi SPSS

Ranks			
	Kode	N	Mean Rank
Hg	1.0000	3	7.00
	2.0000	3	9.67
	3.0000	3	7.00
	4.0000	3	16.67
	5.0000	3	9.67
	6.0000	3	7.00
	Total	18	

Test Statistics ^{a,b}	
	Hg
Chi-square	11.928
Df	5
Asymp. Sig.	.036

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kode

Dengan melihat angka probabilitas, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,036 yang di bawah 0,05 maka H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan kandungan logam berat Hg yang jelas pada 6 sampel air bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Hg terendah adalah air sampel dengan kode 1

atau A, 3 atau C, dan 6 atau F yaitu air mineral, air sampel PDAM Sawojajar yang berasal dari sumber air Wendit, dan aquades.

Lanjutan Lampiran 2. Perhitungan analisa Hg secara manual

Kode	Nilai	Median (Nilai tengah)
A1	0	7
A2	0	7
A3	0	7
B1	0	7
B3	0	7
C1	0	7
C2	0	7
C3	0	7
E1	0	7
E3	0	7
F1	0	7
F2	0	7
F3	0	7
B2	0,0008	15
D3	0,0008	15
E2	0,0008	15
D1	0,0017	17,5
D2	0,0017	17,5

$$Ra = 7+7+7 = 21$$

$$Rb = 7+7+15 = 29$$

$$Rc = 7+7+7 = 21$$

$$Rd = 15+17,5+17,5 = 50$$

$$Re = 7+7+15 = 29$$

$$Rf = 7+7+7 = 21$$

$$Hhit = \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3[n+1]$$

$$Hhit = \frac{12}{18(18+1)} \left[\frac{21^2}{3} + \frac{29^2}{3} + \frac{21^2}{3} + \frac{50^2}{3} + \frac{29^2}{3} + \frac{21^2}{3} \right] - 3[18+1]$$

$$Hhit = 0,035[1834,9] - 57$$

$$Hhit = 7,38$$

$$CF = 1 - \frac{\Sigma T^3 - T}{N^3 - N}$$

$$CF = 1 - \frac{(2184 + 24 + 6)}{5832 - 18}$$

$$CF = 1 - \frac{2214}{5814}$$

$$CF = 1 - 0,381$$

$$CF = 0,619$$

$$H = \frac{H_{hit}}{CF}$$

$$H = \frac{7,38}{0,619}$$

$$H = 11,93$$

Menurut tabel Kruskal-Wallis untuk sampel dengan 3 kali ulangan

H Tabel	Nilai H Tabel	Nilai H Hitung
0,05	5,60	11,93*
0,01	7,20	11,93**

Hipotesis :

- H_0 : tidak ada perbedaan kandungan logam berat Hg pada 6 sampel air bahan baku air minum.
- H_1 : ada perbedaan kandungan logam berat Hg pada 6 sampel air bahan baku air minum.

Kesimpulan : ada perbedaan kandungan logam berat Hg yang signifikan pada 6 sampel air bahan baku air minum.

Lampiran 3. Perhitungan analisa Cd dengan menggunakan aplikasi SPSS

Ranks			
	Kode	N	Mean Rank
Cd	1.0000	3	12.17
	2.0000	3	9.33
	3.0000	3	6.50
	4.0000	3	13.17
	5.0000	3	9.33
	6.0000	3	6.50
	Total	18	

Test Statistics ^{a,b}	
	Cd
Chi-square	5.940
Df	5
Asymp. Sig.	.312

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:Kode

Dengan melihat angka probabilitas, dengan ketentuan angka pada kolom Asymp.Sig adalah 0,312 yang di atas 0,05 maka H_0 diterima. Hal ini berarti bahwa tidak ada perbedaan kandungan logam berat Cd yang jelas pada 6 sampel air bahan baku air minum. Berdasarkan mean rank yang terbaik yang berarti memiliki kandungan logam berat Cd terendah adalah air sampel dengan

kode 3 atau C yaitu air sampel PDAM Sawojajar yang berasal dari sumber air Wendit dan air sampel dengan kode 6 atau F yaitu aquades.

Lanjutan Lampiran 3. Perhitungan analisa Cd secara manual

Kode	Nilai	Median (Nilai tengah)
A2	0	6,5
B2	0	6,5
B3	0	6,5
C1	0	6,5
C2	0	6,5
C3	0	6,5
D3	0	6,5
E1	0	6,5
E2	0	6,5
F1	0	6,5
F2	0	6,5
F3	0	6,5
A1	0,0007	15
A3	0,0007	15
B1	0,0007	15
D2	0,0007	15
E3	0,0007	15
D1	0,0014	18

$$Ra = 6,5 + 15 + 15 = 36,5$$

$$Rb = 6,5 + 6,5 + 15 = 28$$

$$Rc = 6,5 + 6,5 + 6,5 = 19,5$$

$$Rd = 6,5 + 15 + 18 = 39,5$$

$$Re = 6,5 + 6,5 + 15 = 28$$

$$Rf = 6,5 + 6,5 + 6,5 = 19,5$$

$$Hhit = \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3[n+1]$$

$$Hhit = \frac{12}{18(18+1)} \left[\frac{36,5^2}{3} + \frac{28^2}{3} + \frac{19,5^2}{3} + \frac{39,5^2}{3} + \frac{28^2}{3} + \frac{19,5^2}{3} \right] - 3[18+1]$$

$$Hhit = 0,035[1740,32] - 57$$

$$Hhit = 4,06$$

$$CF = 1 - \frac{\sum T^3 - T}{N^3 - N}$$

$$CF = 1 - \frac{(1716 + 120)}{5832 - 18}$$

$$CF = 1 - \frac{1836}{5814}$$

$$CF = 1 - 0,316$$

$$CF = 0,684$$

$$H = \frac{H_{hit}}{CF}$$

$$H = \frac{4,06}{0,684}$$

$$H = 5,94$$

Menurut tabel Kruskal-Wallis untuk sampel dengan 3 kali ulangan

H Tabel	Nilai H Tabel	Nilai H Hitung
0,05	5,60	5,94*
0,01	7,20	5,94-

Hipotesis :

- H_0 : tidak ada perbedaan kandungan logam berat Cd pada 6 sampel air bahan baku air minum.
- H_1 : ada perbedaan kandungan logam berat Cd pada 6 sampel air bahan baku air minum.

Kesimpulan : ada perbedaan kandungan logam berat Cd pada 6 sampel air bahan baku air minum, namun perbedaannya tidak signifikan.

Lampiran 4. Laporan Hasil Analisa Laboratorium Kimia FMIPA UB



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran - Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 - 551615, Pes.311, Fx (0341) 575839
Email : kimia_ub@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : A.416/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2015

1 Data Konsumen

Nama Konsumen : M. Nurulhadi Ridlo
Instansi : Universitas Brawijaya
Alamat : Graha Laksana Tidar D4 Malang
Telepon : 082232376638
Status : Mahasiswa
Keperluan analisis : Uji kualitas

2 Sampling Dilakukan

: Oleh Konsumen

3 Identifikasi Sampel

Nama Sampel : Air Sumur
Wujud : Cairan
Warna : Bening
Bentuk : Cairan

4 Prosedur Analisa

: Dari lab. Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA-
Unibraw Malang

5 Penyampaian Laporan Hasil Analisis

: Diambil sendiri oleh konsumen

6 Tanggal terima Sampel

: 21 Agustus 2015

7 Data Hasil Analisa

:

Parameter	No	Kode	Hasil Analisa		Metode Analisa	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb	1	A1	nihil	ppm	Aquaregia	AAS
	2	A2	nihil			
	3	A3	0.0006			
	4	B1	0.0017			
	5	B2	0.0006			
	6	B3	0.0012			
	7	C1	nihil			
	8	C2	nihil			
	9	C3	nihil			
	10	D1	0.0012			
	11	D2	0.0012			
	12	D3	0.0017			
	13	E1	0.0012			
	14	E2	nihil			
	15	E3	0.0006			
	16	F1	nihil			
	17	F2	0.0006			
	18	F3	nihil			

Lanjutan Lampiran 4. Laporan Hasil Analisa Laboratorium Kimia FMIPA UB

Hg	1	A1	nihil	ppm	Aquaregia	AAS
	2	A2	nihil			
	3	A3	nihil			
	4	B1	nihil			
	5	B2	0.0008			
	6	B3	nihil			
	7	C1	nihil			
	8	C2	nihil			
	9	C3	nihil			
	10	D1	0.0017			
	11	D2	0.0017			
	12	D3	0.0008			
	13	E1	nihil			
	14	E2	0.0008			
	15	E3	nihil			
	16	F1	nihil			
	17	F2	nihil			
	18	F3	nihil			
Cd	1	A1	0.0007	ppm	Aquaregia	AAS
	2	A2	nihil			
	3	A3	0.0007			
	4	B1	0.0007			
	5	B2	nihil			
	6	B3	nihil			
	7	C1	nihil			
	8	C2	nihil			
	9	C3	nihil			
	10	D1	0.0014			
	11	D2	0.0007			
	12	D3	nihil			
	13	E1	nihil			
	14	E2	nihil			
	15	E3	0.0007			
	16	F1	nihil			
	17	F2	nihil			
	18	F3	nihil			

Catatan :

- 1 Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
- 2 Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat ini.



Malang, 24 Agustus 2015
Ketua
Dra. Priyo Utomo, M.S.
NIP. 195712271986031003

Malang, 24 Agustus 2015
Kafab. UPT. Layanan Analisa &
Pengukuran

Dra. Sriwardhani, M.S.
NIP. 196802261992032001

Lampiran 5. Foto Kegiatan

No	GAMBAR	KETERANGAN
1.		Pengambilan Sampel Air
2.		Pengukuran pH
3.		Pencocokan pH paper dengan indikator pH

4.		Lokasi pengambilan sampel air PDAM Sawojajar
----	---	--

Lanjutan Lampiran 5. Foto Kegiatan

No	GAMBAR	KETERANGAN
5.		Nomor saluran pelanggan PDAM Sawojajar
6.		Nomor meter pelanggan PDAM Sawojajar
7.		Nomor meter pelanggan PDAM Tidar

8.



Green house di dekat sumur
Laboratorium Ichthyologi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

