

**UJI KUALITAS AIR MINUM DALAM KEMASAN “MEREK X DAN Y”
YANG BEREDAR DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
DAN UNIVERSITAS ‘AISYIYAH YOGYAKARTA**

INTISARI

Air minum yang baik harus memenuhi persyaratan fisik, kimia dan biologi. Air minum dengan kualitas baik yaitu air minum yang tidak mengandung kontaminan dan tidak menyebabkan gangguan penyakit pada tubuh baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dilakukan penelitian ini untuk mengetahui kualitas air minum dalam kemasan merek X dan merek Y.

Pada penelitian ini dilakukan 3 uji yaitu pemeriksaan fisik, uji kimiawi dan uji mikrobiologi. Pemeriksaan fisik meliputi pemeriksaan rasa, bau dan warna. Uji kimiawi meliputi pemeriksaan kadar logam *cadmium*, mangan dan besi pada sampel. Uji mikrobiologi untuk mengetahui kandungan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* melalui 3 tahap yaitu *presumptive phase*, *confirmed phase* dan *completed phase*. Pada tahap *presumptive phase* menggunakan media Lactose broth, *confirmed phase* menggunakan *brilliant green lactose broth* dan *completed phase* menggunakan media nutrien agar.

Hasil pemeriksaan fisik pada sampel X dan Y adalah berasa, tidak berbau dan jernih. Hasil penelitian ini kandungan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* adalah 0 (nol) dari tahap *presumptive phase* hingga *completed phase*. Hasil pengamatan macroscopic pada cawan petri yang berisi sampel merek X dan merek Y diketahui muncul pertumbuhan khamir yang dilihat dari koloninya berwarna putih kekuningan, permukaan kusam dengan tekstur berlendir dan terdapat tepian koloni yang menggunung dan cekung. Hasil uji parameter kimiawi kandungan logam besi dan logam mangan sesuai dengan peraturan namun kandungan *cadmium* melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Berdasarkan Permenkes nomor 492/Menkes/Per/IV2010 dapat disimpulkan bahwa air minum dalam kemasan merek X dan Y bisa dikatakan sesuai dengan parameter biologi dan belum sesuai dengan parameter fisik maupun kimiawi.

Kata kunci : Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli*, Logam *Cadmium*, Logam Mangan dan Logam Besi.

ABSTRACT

A good drinking water must meet physical, chemical and biological requirements. A good quality drinking water is drinking water that does not contain contaminants and does not cause disruption to the body either directly or indirectly, so this study was conducted to determine the quality of drinking water in X and Y brand.

In this study three test were conducted, namely physical examination, chemical testing and microbiological testing. Physical examination includes checking taste, odor and color. Chemical test include checking the levels of cadmium, manganese and iron in the sample. Microbiological test to determine the content of *Coliform* and *Escherichia coli* bacteria through 3 phase, namely presumptive phase, confirmed phase and completed phase. In the presumptive phase was using the lactose broth media, the confirmed phase was using a brilliant green lactose broth and the completed phase was using agar nutrient media.

Physical examination result on sample X and Y have taste, odorless and clear. The result of this study contain 0 (zero) of *Coliform* and *Escherichia coli* from presumptive phase to the completed phase. Macroscopic observations on petri dishes containing samples of brand X and Y are known to appear yeast growth seen from the colonies with a yellowish-white color, a dull surface with a slimy texture and there are mounting and concave edges of the colony. The results of the chemical parameter test of iron and manganese metal content are in accordance with regulation but the cadmium content exceeds the maximum allowable. Based on Permenkes number 492/Menkes/Per/IV2010 it can be concluded that drinking water in X and Y brand packaging can be said to be in accordance with biological parameters and not yet in accordance with physical and chemical parameters.

Keywords : Coliform bacteria, *Escherichia coli*, Cadmium metal, manganese metals and iron metal.

LATAR BELAKANG

Air merupakan karunia Allah SWT yang luar biasa, sebagaimana dalam firman-Nya “dan Kami ciptakan dari air segala yang hidup” (QS. Al-Anbiya : 30). Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia (Gabriel, 2001). Air menduduki urutan kedua setelah udara sebagai kebutuhan dasar (primer) yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia terutama untuk minum harus bersifat bersih, higienis dan aman untuk dikonsumsi. Air bersih tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti air hujan, air sumur, mata air (*spring water*), dan perusahaan air minum (Deperindag, 2008).

Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, diantaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Gabriel, 2001). Air merupakan bagian dari ekosistem secara keseluruhan. Keberadaan air di suatu tempat yang berbeda membuat air bisa berlebih dan bisa berkurang sehingga dapat menimbulkan berbagai persoalan. Untuk itu, air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan terpadu secara menyeluruh. Terpadu berarti keterkaitan dengan berbagai aspek. Untuk sumber daya air yang terpadu membutuhkan keterlibatan dari berbagai pihak (Kodoatie, 2008).

Ditinjau dari aspek kesehatan, berbagai sumber air minum ini tidaklah selalu memenuhi persyaratan. Semuanya mempunyai kemungkinan untuk dicemari, misalnya air hujan yang ketika turun ke bumi dapat menyerap debu, gas dan mater-materi berbahaya lainnya. Begitu pula dengan air permukaan dapat terkontaminasi dengan berbagai macam zat-zat berbahaya akibat pencemaran lingkungan dan residu. Sebagaimana besar kebutuhan air minum masyarakat selama ini dipenuhi dari air sumur dan Perusahaan Air Minum (PAM). Akan tetapi, seiring dengan makin majunya teknologi diiringi dengan semakin sibuknya aktivitas manusia maka masyarakat cenderung memilih cara yang lebih praktis dalam memenuhi kebutuhan air minum. Salah satu pemenuhan kebutuhan air minum yang menjadi alternatif adalah dengan menggunakan air minum dalam kemasan (AMDK) (Pracoyo, 2006).

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air minum seharusnya tidak mengandung bakteri patogen dan segala makhluk yang membahayakan bagi kesehatan tubuh manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya (Juli, 1994)

Atas dasar pemikiran tersebut dibuat standar air minum yaitu suatu peraturan yang memberikan petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperoleh ada didalam air minum agar tujuan penyediaan air bersih dapat tercapai. Standar demikian akan berlainan dari negara ke negara tergantung pada sosiokultural termasuk kemajuan teknologinya juga rendah, maka biasanya kesehatan juga rendah. Di negara

tersebut biasanya standar air minumnya juga tidak ketat, karena kemampuan mengolah air masih belum canggih dan masyarakat pun belum mampu mengolah air (teknologi) yang tentunya juga mahal (Juli, 1994). Dalam Al-Quran disebutkan bahwa air dapat dikonsumsi atau diminum. Ayat 49 surah Al Furqaan menyebutkan bahwa air digunakan untuk menghidupkan makhluk Allah SWT, hewan dan manusia dengan minum.

أَنَاسِي كَثِيرًا نَّحْيِي بِهِ بَلَدَةً مَيِّتًا وَنُسْقِيهِ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَ

“Agar Kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar Kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk Kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak” (QS. Al Furqaan : 49).

Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Universitas ‘Aisyah Yogyakarta banyak mengkonsumsi air minum dalam kemasan. Air minum dalam kemasan yang beredar di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Universitas ‘Aisyah Yogyakarta tidak mencantumkan nomor produksi dan juga terdapat temuan rasa pada produk air minum dalam kemasan. Beberapa masyarakat mempertanyakan tentang kualitas produk air minum dalam kemasan tersebut dan mencurigai adanya kontaminan dalam air minum. Kontaminan yang dicurigai yaitu adanya bahan asing seperti cemaran logam atau mikroba.

Berdasarkan peraturan menteri kesehatan ditetapkan bahwa syarat air minum yang boleh dikonsumsi adalah air minum yang sehat. Air minum harus memenuhi syarat fisika, mikrobiologi, kimia dan radioaktif. Selain itu, air minum yang dikonsumsi tidak boleh menimbulkan gangguan kesehatan (PerMenKes, 2010). Atas dasar persyaratan tersebut maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kualitas air minum yang beredar di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Universitas ‘Aisyah Yogyakarta baik dari kualitas fisik, kimiawi dan biologi.

METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah desain deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui gambaran adanya bakteri *Coliform* dan *E.coli* pada air minum dalam kemasan.

Tempat dan waktu : Uji mikrobiologi pada penelitian ini dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu pelaksanaan selama 13 bulan yang dimulai pada Oktober 2018 hingga Oktober 2019.

Populasi dalam penelitian ini adalah air minum kemasan merek X dan merek Y. Sampel dalam penelitian ini adalah satu botol air minum dalam kemasan merek X dan merek Y.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengamatan Fisik

Program yang efektif untuk mengontrol kualitas air minum tergantung undang-undang, standar dan kode yang memadai dan ideal. Salah satu fungsi dari undang-undang adalah untuk mendefinisikan fungsi, wewenang dan tanggung jawab agensi penyedia air dan agensi pengawasan. Standar dan kode kualitas air yang akan

dipasok ke konsumen, praktiknya diikuti dalam memilih dan mengembangkan sumber air dan dalam proses pengolahan dan sistem distribusi, dan prosedur untuk menyetujui sistem air dalam hal kualitas air. Sifat undang-undang di setiap negara akan bergantung pada pertimbangan nasional dan konstitusi dan lainnya (Sciortino dan Ravikumar, 1999).

Pentingnya dilakukan pengamatan fisik terhadap air minum adalah untuk mengetahui kesesuaian air minum yang beredar dengan standar dan kualitas yang berlaku di negara Indonesia. Tiga parameter fisik berupa parameter rasa, bau dan warna dalam penelitian ini dipilih karena banyak konsumen yang mengeluhkannya.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan Fisik	Sampel X	Sampel Y
Rasa	Berasa (Seperti besi/ pahit/amis)	Berasa (Seperti besi/ pahit/amis)
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
Warna	Jernih	Jernih

1. Pemeriksaan rasa

Dalam Penelitian ini pemeriksaan rasa dilakukan oleh total 20 orang responden dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. Pemeriksaan dilakukan dengan bantuan panca indra yaitu lidah untuk mengetahui ada atau tidaknya rasa. Keterangan “Berasa” pada tabel menunjukkan beberapa orang yang tidak dapat memberikan keterangan secara jelas pada saat melakukan review terhadap sampel. Air minum biasanya tidak memberikan rasa. Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efek yang dapat ditimbulkan terhadap kesehatan manusia tergantung pada penyebab timbulnya rasa.

2. pemeriksaan bau

Pada penelitian ini juga dilakukan pemeriksaan fisik terhadap bau pada sampel air minum kemasan merek X dan Y dengan menggunakan indra pembau yaitu hidung. Pemeriksaan bau dilakukang oleh peneliti untuk mengetahui ada atau tidaknya bau yang berasal dari air minum yang disebabkan oleh pencemar. Hasil pemeriksaan bau sampel merek X dan merek Y adalah tidak berbau. Air minum memiliki bau maka dapat dikategorikan sebagai air minum yang tidak memenuhi syarat dan kurang layak untuk di manfatkan sebagai air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Sebaliknya apabila air minum tidak berbau maka dikategorikan sebagai air minum yang layak. Pada persyaratan tersebut air minum harus tidak berbau. Bau pada air dapat disebabkan oleh adanya benda asing yang masuk kedalam air yang terlarut dan terurai didalam sehingga dapat mengganggu kesehatan apabila dikonsumsi. Benda asing yang masuk ke dalam air dapat berupa bangkai binatang, bahan buangan, ataupun senyawa organik akibat penguraian oleh bakteri.

Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri menghasilkan gas – gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Pada peristiwa penguraian zat organik berakibat meningkatkan penggunaan oksigen terlarut di air (BOD = *Biological Oxighen Demand*) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen terlarut (DO = *Disvolved Oxigen*) di dalam air. Senyawa –

senyawa organik umumnya tidak stabil dan mudah dioksidasi secara biologis dan kimia menjadi senyawa stabil atau biasa dikenal dengan istilah BOD dan COD.

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) adalah parameter kualitas air lain yang penting. BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan bila bahan organik dalam suatu volume air tertentu dirombak secara biologis. Sedangkan kebutuhan oksigen kimia merupakan suatu cara untuk menentukan kandungan bahan organik dalam air buangan dan perairan alami. Dari segi estetika, air yang berbau, apabila bau busuk seperti bau telur yang membusuk (misalnya oleh H₂S) ataupun air yang berasal secara alami, tidak dikehendaki dan tidak dibenarkan oleh peraturan yang berlaku. Pada air minum tidak boleh ada bau yang merugikan pengguna air (Suwittoku, 2013).

Bau dan rasa dikaitkan dengan keberadaan organisme mikroskopis yang hidup atau pembusukan bahan organik termasuk gulma, ganggang atau limbah industri yang mengandung amonia, fenol, halogen, hidrokarbon. Rasa ini diberikan pada ikan, membuatnya tidak enak. Sementara klorinasi melarutkan bau dan rasa yang disebabkan oleh beberapa kontaminan itu menghasilkan bau busuk sendiri ketika ditambahkan ke perairan yang tercemar dengan detergen, ganggang dan beberapa limbah lainnya (Sciortino dan Ravikumar, 1999).

3. Pemeriksaan Warna

Pada sampel air minum dalam kemasan merek X dan merek Y dilakukan pemeriksaan warna dengan bantuan panca indra yaitu mata untuk mengetahui warna air. Air yang baik tidak memiliki warna atau jernih. Pada pemeriksaan warna menunjukkan bahwa sampel merek X dan merek Y tidak berwarna atau jernih.

B. Uji Kimiawi

Uji kimiawi pada sampel air minum dalam kemasan ditujukan untuk mengetahui kadar logam yang terdapat pada sampel sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Pada penelitian kali ini dilakukan uji kimiawi terhadap logam *Cadmium* (Cd), Mangan (Mn) dan Besi (Fe).

Tabel 2. Hasil Uji Kimiawi

Uji Logam	Parameter	Sampel X	Sampel Y
<i>Cadmium</i> (Cd)	Max 0,003 mg/L	< 0,012 ppm	< 0,012 ppm
Mangan (Mn)	Max 0,4 mg/L	0,020	0,059
Besi (Fe)	Max 0,3 mg/L	< 0,27	< 0,27

1. Uji Logam *Cadmium*

Uji logam *cadmium* dilakukan karena *cadmium* merupakan salah satu unsur pencemar yang sering dipermasalahkan. Logam *Cadmium* dipermasalahkan keberadaannya pada limbah industry karena bersifat sangat toksik. *Cadmium* merupakan logam berat yang sangat beracun setelah merkuri (Hg) dan jenis limbahnya digolongkan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Pada Penelitian ini uji *Cadmium* dilakukan berdasarkan metode uji Standar Nasional Indonesia 9689.16:2009 dimana contoh uji dimasukkan ke dalam spektrofotometri serapan atom-nyala dan mengukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm. Hasil uji logam *Cadmium* pada sampel merek X dan merek Y menunjukkan hasil yang sama yaitu < 0,012 ppm yang kemudian

diasumsikan hasilnya adalah 0,011 ppm. Pengasumsian dilakukan karena alat yang digunakan untuk mendeteksi tidak mencapai angka kepekaan yang diminta oleh parameter. Hasil asumsi tersebut dapat dikatakan bahwa kadar *Cadmium* pada sampel merek X dan Y melewati batas maksimal yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Kadar *Cadmium* yang tinggi dapat menyebabkan berbagai penyakit yang dapat mengganggu kesehatan tubuh. Hal ini dikarenakan *Cadmium* merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah, *Cadmium* berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal (Palar, 2004). Keberadaan kadmium dalam suatu tubuh organisme termasuk manusia akan mengakibatkan penurunan absorpsi besi yang diakibatkan interaksi antara kedua logam ini berkompetisi pada tingkat sel absorbtif, di mana kadmium saling berebut dengan besi dalam menduduki posisinya pada pengikatan protein, kejadian ini akan menimbulkan gejala anemia (National Pollutant I, 2003). Hal inilah yang mungkin terjadi pada wanita desa Bambe ataupun wanita desa Randegansari yang telah mengkonsumsi air dari sumur yang terkontaminasi *Cadmium* (Sutrisno, 2004).

Cadmium memiliki efek yang sangat unik kepada anak-anak yakni dapat membantu perkembangan otak pada anak. Namun di sisi lain, kadmium memiliki efek yang tidak baik untuk manusia dewasa, diantaranya menaikkan resiko terjadinya kanker payudara, penyakit kardiovaskular atau paru-paru, dan penyakit jantung. Efek lain yang menunjukkan toksisitas kadmium adalah kegagalan fungsi ginjal, encok, pembentukan artritis, juga kerusakan tulang (Chen, 2009). *Cadmium* dapat terakumulasi dalam di tubuh manusia serta baru dapat keluar dari dalam tubuh, tetapi dengan waktu tunggu berkisar antara 20-30 tahun lamanya. Efek dalam tubuh pun beragam, mulai dari hipertensi sampai kanker (Watts, 1997).

Itai-itai Disease merupakan kasus Pencemaran *Cadmium* yang terjadi pertama kali di Jepang. Kasus ini ditemui pada area yang sangat tercemar di lembah sungai Jinzu, terletak di Prefektur Toyama, Jepang. Penyakit ini sendiri menunjukkan gejala nephropathy dan osteomalacia. Kedua penyakit ini merupakan penyakit yang timbul akibat adanya kandungan kadmium dalam tubuh. Dinas kesehatan setempat atau *Public Welfare Office of Toyama* (Dinas Kesejahteraan Masyarakat Toyama) mengidentifikasi area yang terpolusi Cd bahwa sejak tahun 1967, 97% dari 132 penduduk yang meninggal dunia adalah korban itai-itai disease (Kawano et al, 1984).

Banyak pula kasus meninggalnya pasien yang terkena penyakit ini setelah mengkonsumsi air sungai Jinzu serta memakan beras yang diirigasi oleh sungai tersebut (Nogawa dan Suwazono, 2011). Logam *Cadmium* sendiri berkisar kurang dari 1,0 ppm di seluruh wilayah persawahan dengan keseluruhan padi yang diteliti memiliki konsentrasi *Cadmium* yang beragam mulai dari 1,0 ppm hingga yang tertinggi mencapai 6,88 ppm (Nogawa dan Suwazono, 2011).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Irfandi , Taufik Ashar dan Indra Chahaya yang dilakukan di desa Bandar Khalipah kabupaten Deli Serdang pada tahun 2013 terdapat 2 sumur gali dari 10 sumur gali yang mengandung *Cadmium* sebanyak 0,004 mg/L, hal tersebut menunjukkan bahwa

kadar *Cadmium* melebihi batas atas maksimum. Penduduk mengalami gangguan kesehatan berkaitan dengan kandungan Cd dan Pb pada air sumur gali yang digunakan untuk keperluan makan dan minum, seperti gangguan kesehatan berupa mual, mati/kurang rasa, tinja berwarna kehitaman, tulang terasa nyeri dan sulit bergerak, nyeri pada daerah pinggang, dan tekanan darah meningkat (Irfandi, dkk. 2013). Selain gangguan kesehatan tersebut, penduduk yang mengalami gangguan kesehatan setelah menggunakan air sumur untuk keperluan MCK sebanyak 58 orang dengan gangguan kesehatan berupa gangguan kulit kering, gangguan kulit gatal dan bersisik (Irfandi, dkk. 2013).

Hasil uji logam *Cadmium* pada penelitian ini adalah 0,011 mg/L tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan dapat mempengaruhi kesehatan tubuh baik digunakan melalui oral maupun eksternal karena gangguan kesehatan telah muncul pada kadar 0,004 mg/L.

2. Uji Logam Mangan

Pada penelitian ini dilakukan uji logam mangan karena logam tersebut memiliki efek yang dapat mengganggu kesehatan bagi seseorang yang mengkonsumsi air minum yang terkontaminasi logam mangan. Dalam jumlah kecil (<0,5mg/L) mangan dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengubah karbohidrat dan protein membentuk energi yang akan digunakan (Anonymous, 2010). Tetapi dalam jumlah yang besar (>0,5 mg/l) , mangan dalam air minum bersifat neurotoksik. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng/mask (Slamet, 2007).

Paparan Mangan dosis tinggi dapat menyebabkan kegemukan, *glucose intolerance*, penggumpalan darah, gangguan kulit, gangguan skeleton, menurunnya kadar kolesterol, mengakibatkan cacat lahir, perubahan warna rambut, gangguan sistem saraf, gangguan jantung, hati, dan pembuluh vaskuler, menurunnya tekanan darah, mengakibatkan cacat pada fetus, kerusakan otak, serta iritasi alat pencernaan (Widowati, dkk. 2008).

Uji logam mangan pada sampel merek X memperoleh berdasarkan metode uji Standar Nasional Indonesia 6989.5:2009 hasil 0,020 mg/L dan sampel merek Y memperoleh hasil 0,059 mg/L dimana hasil tersebut menunjukkan angka dibawah batas maksimal yang diperbolehkan yaitu 0,4 mg/L sehingga dapat dikatakan bahwa sampel merek X dan merek Y sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

3. Uji Logam Besi

Uji logam besi dilakukan dalam penelitian ini karena banyak konsumen air minum dalam kemasan merek X dan merek Y yang mengeluhkan adanya rasa besi pada produk, selain itu karena adanya bahaya yang ditimbulkan jika manusia mengkonsumsi logam besi dalam kadar tinggi. Gangguan penyakit pada seseorang yang terkena cemaran logam besi karena tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan besi, oleh karenanya mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi besi. Air minum yang

mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Sekalipun diperlukan oleh tubuh, tetapi dalam dosis yang besar besi dapat merusak dinding usus. Kematian sering disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar besi yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk. Debu besi juga dapat diakumulasi dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Slamet, 2004).

Konsentrasi besi yang terlarut melebihi batas baku mutu dalam air akan menyebabkan berbagai masalah seperti gangguan teknis, misalnya: mengotori bak, wastafel, kloset, korosif pada pipa yang mengakibatkan pematuan, dan gangguan fisik, misalnya: timbulnya warna, bau, dan rasa, serta menyebabkan gangguan kesehatan, misalnya: merusak dinding usus, iritasi pada mata dan kulit (Joko, 2010). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri dan Yudhastuti (2009) melalui wawancara dan kuesioner didapatkan bahwa beberapa responden mereka telah terpapar besi secara ingesti yang dilihat dari angka keluhan gangguan pencernaan dan gejala-gejala klinis.

Gangguan pencernaan dan gejala-gejala klinis yang timbul sesuai dengan gejala terpapar besi, antara lain: badan terasa mudah lelah, mual, muntah, nyeri perut, dan diare. Namun untuk saat ini gejala yang terdeteksi masih sangat lemah, dan tidak dapat dilakukan uji klinis karena dampak paparan besi secara ingesti bersifat kronis dan menahun, sehingga dampaknya baru akan terlihat jelas pada tahun-tahun berikutnya (Putri, Yudhastuti. 2009).

Hasil uji logam besi pada sampel merek X dan merek Y berdasarkan metode uji Standar Nasional Indonesia 6989.4:2009 menunjukkan hasil yang sama yaitu < 0,27 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan angka dibawah batas maksimal yang diperbolehkan yaitu 0,3 mg/L. Berdasarkan hasil, dapat dikatakan bahwa sampel merek X dan merek Y sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Sampel merek X dan merek Y dapat dikatakan aman untuk dikonsumsi dilihat dari hasil uji logam besi yang menunjukkan hasil dibawah ambang batas maksimal. Selain itu logam besi diposisikan sebagai logam yang tidak mengganggu kesehatan tubuh secara langsung pada tabel Peraturan Menteri Kesehatan tahun 2010 tentang parameter kualitas air minum.

C. Uji Mikrobiologi

Uji mikrobiologi pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui ada tidaknya bakteri dalam sampel yang akan diteliti. Uji mikrobiologi pada penelitian ini dilakukan menggunakan teknik fermentasi 10 tabung ulangan masing-masing berisi 10 mL melalui tahap *presumptive phase*, *confirmed test* dan *completed test*. Replikasi dilakukan sebanyak 2 kali pada sampel X dan sampel Y, sehingga total terdapat 40 tabung seperti yang tersaji pada tabel 5 yaitu terdiri atas 10 tabung sampel X replikasi pertama, 10 tabung sampel X replikasi kedua, 10 tabung sampel Y replikasi pertama dan 10 tabung sampel Y replikasi kedua. Semua tabung tersebut diperlakukan sama pada *presumptive phase* dan akan dilakukan pemisahan atau pengecekan lanjutan pada tabung yang terindikasi mengandung bakteri pada *confirmed phase* dan *completed phase*.

Tabel 3. Hasil Uji Mikrobiologi

Sampel	Tab. 1	Tab. 2	Tab. 3	Tab. 4	Tab. 5	Tab. 6	Tab. 7	Tab. 8	Tab. 9	Tab. 10
X/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan Tabel :

- a. X/1 : Sampel X replikasi 1
- b. X/2 : Sampel X replikasi 2
- c. Y/1 : Sampel Y replikasi 1
- d. Y/2 : Sampel Y replikasi 2

1. Presumptive phase

Pada tahap ini dilakukan teknik fermentasi dengan media *lactose broth* sebanyak 10 tabung ulangan masing-masing berisi 10 mL bagian sampel. Pada penelitian ini dilakukan 2 kali replikasi untuk tiap sampel, tujuan dilakukannya replikasi adalah untuk meningkatkan peluang terdeteksinya bakteri. Hasil inkubasi 24 jam pertama pada sampel merek X dan merek Y tidak ada tabung yang menghasilkan gas atau gelembung kemudian dilakukan re-inkubasi 24 jam dimana hasilnya tetap tidak terdapat gas atau gelembung pada tabung durham. Tidak adanya gas atau gelembung menunjukkan bahwa sampel tidak mengandung bakteri. Sesuai dengan *Standart Method for Examination of Water and Wastewater* seharusnya penelitian ini sudah dapat dihentikan namun untuk memperkuat hasil penelitian maka tetap dilakukan penelitian hingga tahap akhir yaitu *completed phase*.



Gambar 1. Sampel Merek X dan Y Sebelum Inkubasi

Sampel merek X dan merek Y merupakan air minum dalam kemasan yang diproses menggunakan metode *reverse osmosis*. Unit *reverse osmosis* secara efektif mampu menyingkirkan semua jenis bakteri dan virus. Besarnya pori dari membran *reverse osmosis* mencapai 0.0001 Mikron (ukuran bakteri 0.2 sampai 1 Mikron, dan virus antara 0.02 sampai 0,4 Mikron), hal tersebut menjadikan alasan mengapa air minum dalam kemasan merek X dan merek Y tidak

mengandung bakteri. Selain itu kualitas air baku yang digunakan sampel merek X dan merek Y memang cukup baik karena mengambil sumber air dari PDAM, letak depot air minum jauh dari saluran pembuangan, kondisi sanitasi, kebersihan depot sudah diperhatikan dan adanya pengawasan yang rutin dilakukan oleh Dinas Kesehatan setempat untuk memeriksa kelayakan produksi air minum.

Pemilihan *reverse osmosis* sebagai sistem pemurnian air skala rumah tangga merupakan pemilihan metode yang sudah cukup baik. Menurut Clemson Extension tahun 1990, *reverse osmosis* telah terbukti sangat efektif mengatasi permasalahan kualitas air dibandingkan metode pemurnian yang lain seperti karbon aktif, water softener, distilasi, UV, dan netralisasi. Beberapa riset dan paten tentang keefektifan sistem reverse osmosis dengan berbagai macam desain dan konfigurasi turut mendukung perkembangan sistem reverse osmosis skala rumah tangga (Chen, K.R. 1999).

2. Confirmed phase

Pada tahap ini digunakan media *Briliant Green Lactose Broth*, media yang digunakan untuk mendeteksi bakteri *Coliform* (gram negatif) di dalam air, makanan dan produk lainnya. Media ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram Positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri *Coliform*. Ada atau tidaknya bakteri *Coliform* ditandai dengan terbentuknya asam dan gas yang disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli (Fardias, 1989). Kandungan laktosapada *briliant green lactose broth* merupakan sumber karbohidrat, bakteri *Coliform* dapat memfermentasikan laktosa dalam kaldu dengan produksi gas untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Coliform* dan *E.coli*. Sedangkan kandungan pepton merupakan essensial nutrition untuk metabolisme bakteri.

Pada tahap *confirmed phase* 24 jam pertama tidak ditemukan adanya gas atau gelembung pada tabung, sehingga inkubasi dilanjutkan hingga 48 jam dan pada 48 jam menunjukkan hasil yang sama yaitu tidak terdapat gas atau gelembung. Tidak adanya gas atau gelembung menandakan bahwa sampel tidak mengandung bakteri.



Gambar 2. Sampel Merek X Setelah Inkubasi Tahap *Confirmed Phase*

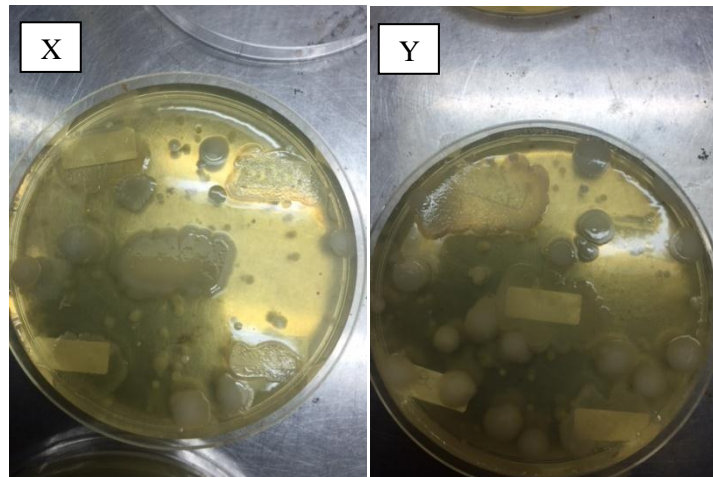


Gambar 3. Sampel Merek Y Setelah Inkubasi Tahap *Confirmed Phase*

3. *Completed phase*

Pada tahap *completed phase* menunjukkan pertumbuhan fungi di cawan petri sehingga dilakukan identifikasi fungi (kapang atau khamir) secara makroskopis. Seperti pada gambar 4 sampel air minum dalam kemasan merek X dan merek Y pada penelitian ini disimpulkan bahwa mikroorganisme yang tumbuh adalah khamir bukan kapang atau bakteri, sebab secara organoleptis teramati adanya cekungan, permukaan koloni tampak berwarna putih kusam dan sedikit berlendir (Alcaro, 1998). Sedangkan kapang memiliki tekstur bergranul, beludru, terlihat seperti kapas, memiliki perbedaan warna (terang dan gelap) dan memiliki titik-titik cairan tidak muncul pada media dalam cawan petri (Pelezar dkk. 1993).

Khamir adalah jamur, eukariotik dan uniselular yang pada umumnya memiliki ukuran sel lebih besar dibanding dengan sel bakteri (Volk et al., 1971). Khamir termasuk mikroorganisme eukariot yang diklasifikasikan dalam kingdom fungi dengan 1.500 species yang telah dapat dideskripsikan (Kurtzman dan Fell, 2006). Khamir merupakan mikroorganisme kemoorganotrof karena menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi dan tidak memerlukan sinar untuk pertumbuhannya (Frazier and Westhoff, 1988). Organisme kemoorganotrof juga dapat disebut sebagai organisme kemoorganoheterotrof atau kemoheterotrof (Prayitno dan Hidayati, 2017). Sifat kemoorganotrof yakni sifat organisme mendapatkan senyawa organik sebagai sumber energi dan sebagai kerangka karbon untuk sintesis sel (Deacon, 2006). Senyawa organik merupakan senyawa hidrokarbon atau turunan hidrokarbon. Oleh karena itu, senyawa organik selalu mengandung karbon dan hidrogen, kecuali CCl_4 yang merupakan turunan dari CH_4 (Sardjono, Ratningsing. 2014). Pada Penelitian ini munculnya khamir disebabkan karena terdapat senyawa organik seperti hidrogen yang dapat digunakan sebagai sumber energi bagi khamir. Hidrogen yang terdapat pada media diperoleh dari air sampel merek X dan Y. Adanya hidrogen pada media yang berasal dari sampel tersebut yang menyebabnya tumbuhnya mikroorganisme khamir.



Gambar 4. Sampel Merek X dan Y di Cawan Petri Setelah Inkubasi

Beberapa jenis khamir dapat menimbulkan penyakit pada manusia, terutama *Candida albicans*. *Candida* dikenal sebagai fungi dimorfik yang secara normal ada pada saluran pencernaan, saluran pernafasan bagian atas dan mukosa genital pada mamalia (Brown dkk, 2005). Populasi yang meningkat dapat menimbulkan masalah. Salah satu spesies *Candida* yang dikenal banyak menimbulkan penyakit baik pada manusia maupun hewan adalah *Candida albicans*. *C. albicans* merupakan fungi oportunistik penyebab sariawan (Kumamoto dan Vincses, 2004), lesi pada kulit (Bae dkk., 2005), *vulvovaginitis* (Wilson, 2005), *gastrointestinal candidiasis* yang dapat menyebabkan gastric ulcer (Brzozowski dkk 2005), atau bahkan dapat menjadi komplikasi kanker (Dinubile dkk, 2005).

Pada wanita, *C. albicans* sering menimbulkan vaginitis dengan gejala utama fluor albus yang sering disertai rasa gatal. Infeksi ini terjadi akibat tercemar setelah defekasi, tercemar dari kuku atau air yang digunakan untuk membersihkan diri; sebaliknya vaginitis *Candida* dapat menjadi sumber infeksi di kuku, kulit di sekitar vulva dan bagian lain. Kehadiran khamir *Rhodotorulla* juga merupakan suatu permasalahan yang cukup penting untuk diwaspadai. Khamir ini sebelumnya diyakini bersifat nonpathogenik, atau hanya bersifat virulensi rendah, kini ditemukan penyebab penting morbiditas dan kematian, terutama pada pasien dengan penyakit yang mendasarinya parah dan membahayakan pertahanan tuan rumah. Khamir *Rhodotorula*, sebagian besar terkait dengan kasus fungemia, yang memenuhi syarat sebagai semacam pathogen pada pria (Noverita, 2009).

KESIMPULAN

1. Hasil Pemeriksaan fisik air minum dalam kemasan merek X dan merek Y memiliki rasa, tidak berbau dan memiliki warna yang jernih.
2. Pada sampel air minum dalam kemasan merek X mengandung cadmium sebesar <0,012 ppm, mangan sebesar 0,020 mg/L dan besi sebesar <0,27 sedang kan pada sampel air minum dalam kemasan merek Y mengandung cadmium sebesar <0,012 ppm, mangan sebesar 0,059 mg/L dan besi sebesar <0,27.
3. Air minum dalam kemasan merk X dan Y tidak mengandung bakteri *Coliform* dan

E.coli atau sama dengan nol.

4. Berdasarkan Permenkes nomor 49/Menkes/Per/IV2010 air minum dalam kemasan merek X dan merek Y memenuhi syarat biologi dan belum memenuhi syarat kimiawi maupun syarat fisik.

SARAN

1. Perlu dilakukan uji fisik seperti total zat padat, kekeruhan dan suhu agar memenuhi syarat Permenkes nomor 492/Menkes/Per/IV2010 secara keseluruhan.
2. Perlu dilakukan pengujian kimiawi menggunakan alat yang lebih sensitive untuk mengetahui kadar logam *cadmium*.
3. Perlu dilakukan penelitian uji mikrobiologi untuk mendeteksi keberadaan *Salmonella* dan *Pseudomonas aeruginosa* agar mengetahui air minum dalam kemasan memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Acton, Q.A., 2013. *Advances in Gammaproteobacteria Research and Application* 2013th ed., Scholarly Edition, 2013.
- Alaerts, G. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya : Penerbit Usaha Nasional
- Alcarno, I.E. 1998. *Microbiology*. McGraw-Hill, New York : vi +868 hlm.
- Anonimous 1994. *Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiological and Clinical Laboratory Procedures*. Tenth edition. Detroit. Michigan USA.
- Anonymous, 2010, Total Dissolved Solids, http://en.wikipedia.org/wiki/Total_dissolved_solids
- Aziz, A.H (2007). *Metode Penelitian Kebidanan & Teknik Analisa Data*. Jakarta: Salemba Medika.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 01-03553-2006 tentang Persyaratan Mutu Air Minum.
- Badan Standart Nasional Indonesia. 2009. Air dan Air Limbah-Bagian 16 : Cara Uji Kadmium (Cd) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.
- Badan Standart Nasional Indonesia (SNI). 2009. Air dan Air Limbah-Bagian 5: Cara Uji Mangan (Mn) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.
- Badan Standart Nasional Indonesia (SNI). 2009. Air dan Air Limbah-Bagian 4: Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala.
- Batt, C.A., 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology* 2nd ed. C. of A. P. F. Microbiology, ed., Academic Press.
- Brooks, J. (2001). *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika. Hal. 34.
- Campbell. (2002). *Biologi*. Jakarta: Erlangga Edisi kelima-jilid I. Hal 40.
- Chen, Dr., Klassen, C.D., 2009. "Cadmium Toxicity". *Environmental Health Perspective* Dec. 2009
- Chen, K.R. 1999. Reverse osmosis Drinking Water Treatment System with Backwashable Precise Prefilter Unit., US Patent 5958232.
- Clemson Extension. 1990. Home Water Treatment Systems., Bulletin of Water Quality, The Clemson University Cooperative Extension Service.
- Clesceri, Arnold dan Andrew (Ed.). 1999. *Standard Methods for the Examination of*

- Water and Wastewater.
- COLLIN, C.H and P. M. LYNE 1987. *Microbiological Method* Fifth edition. Butterworths . London.
- COWAN S.T . 1975. *Cowan and Steel's Manual for Identification of Medical Bacteria*. Second edition. Cambridge University Press. Cambridge
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup*, 111, 131-134, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Dewan Produktivitas Nasional (Indonesia). Jakarta: Departemen Tenaga Kerja R.I (1987).
- Effendi, Hefni. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. Hal 11.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Frazier, W. C. dan D. C. Westhoff. 1988. *Food Microbiology 4th edition*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Gales, M.A., Magidson, S.I., Wistrand, J., Guy, D.B., 1988, Reverse osmosis Purifier., US Patent 4744895.
- Gandjar, I., I.R. Koentjoro, W. Mangunwardoyo, & L. Soebagya. 1992. *Pedoman praktikum mikrobiologi dasar*. Biologi FMIPA UI, Depok: vii + 87 hlm.
- Gandjar, Indrawati & Wellyzar Sjamsuridzal. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Ghazali, Muhammad Syeikh, Tafsir Tematik dalam Al-Quran, terj: H. M. Qadirun Nur, cet. 1, Jakarta: Gaya Media 2005.
- Joko T. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Juli, S. (1994). *Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University. Hal. 17-23
- Kamrin, M., Hayden, N., Christian, B., Bennack, D., D'Itri, F. 1999. Reverse osmosis for Home Drinking Water., Bulletin WQ24, Michigan University.
- Kawano, S., Nakagawa, H., Okumura, Y., Tsujikawa, K., 1984. "A Mortality Study of Patients with Itai-itai Disease". *Environmental Research* 40, 98-102 (1986).
- Khopkar, S. M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakart: Universitas Indonesia Press.
- Knechtges, P.L., 2011. *Food Savety Teory and Practice*, East Carolina University, Jones & Bartlett.
- Kodoatie, Robert J. dan Roestam Sjarief, 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Edisi Revisi*. Penerbit Andi.Yogyakarta.
- Kurtzman, C.P. & J.W. Fell. 2006. Yeast systematics and phylogeny Implication of molucular identification methods for studies in ecology. Dalam: Rosa, C.A. & Peter, G (edss). 2006. *The yeast handbook: Biodiversity and ecophusiology of yeasts*. Springer-Verlag, Berlin : 11-30.
- Lestari. Y 1998. *Persiapan Dan Pengenalan Bahan Laboratorium Mikr+obiologi. Pelatihan Peningkatan Pengetahuan DanKeterampilan Teknisi Litkayasa Pertanian*, IPB. Bogor
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, and J. Parker. (2009). *Biology of Microorganisms. 12th ed*. New York: Prentice Hall International.
- Miliotis, B. (2003). *Internasional Handbook of Foodborne Panthogens*. New York: Hal. 5-9.
- Nainggolan,H and Susilawati. 2011. *Pengolahan Limba Cair Industri Perkebunan Dan*

- Air Gambut Menjadi Air Bersih*. Edisi Pertama. Medan: Usu- Press.
- National Pollutant Inventory, 2003. Substance Profile: Cadmium & compounds, National Pollutant Inventory, Australian Government.
- Nogawa, K., Suwazono, Y., 2011. "Itai-itai Disease". Encyclopedia of Environmental Health Itai-itai Disease Vol. Issue 2011.
- Nugroho,A. 2006. *Bioindikator Kualitas Air*. Cetakan Pertama. Jakarta : Penerbit Universitas Trisakti
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta
- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S., 2005, "Dasar-dasar Mikrobiologi 1", Alih bahasa: Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S. dan Angka, S. L., UI Press, Jakarta.
- Pelczar, M.J., E.C.S Chan & R.D Reid. 1993. *Microbiology*. 4th ed. McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi : vii + 952 hlm.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- Pracoyo, NE. 2006. Penelitian Bakteriologi Air Minum Isi Ulang di Daerah Jabodetabek.*Cermin Dunia Kedokteran*. Vol. 15 (2) : 37-40.
- Putri, T.A dan Ririh Yudhastuti. 2009. Kandungan Bei (FE) Pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat di Sepanjang Sungai Porong Desa Tambak Kalisogo Kecamatan Jabon Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* Vol. 7, No. 1 Juli 3023: 64-70
- Sciortino, J.A dan R Ravikumar. 1999. Fishery Harbour Manual on the Prevention of Pollution. Chapter 2. Bay of Bengal Programme. Madrass, India.
- Slamet.J.S.2013.*Kesehatan Lingkungan*. Universitas Gajah Mada.Yogyakarta
- Sutisno, Budiyo. 2004. Pengaruh Pencemaran Kadmium Pada Air Sumur Untuk Minum dan Memasak Terhadap Kesehatan Wanita di Desa Bambe Kecamatan Driyorejo, Gresik. *J. Kesehatan Lingkunga Indones* Vol.3 No 1.
- Supardi, dkk. (1998). Mikrobiologi Umum. Malang: University Muhammadiyah Malang Press. Hal. 185-186.
- Suriawiria. (2005). Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat. Bandung: Alumni Bandung. Hal 27.
- Sutrisno, Totok. (1987). Teknologi Penyediaan Air bersih. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Tampinongkol, Meity. 2011. Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan SNI. <http://baristandmanado.kemenperin.go.id/index.php/features/berita-umum/132-air-minum-dalam-kemasan> (2 November 2019, 01.00)
- Sutrisno, C. T. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Vogel,A.I.1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro* Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
- Volk, W. A. & M. F. Wheeler. (1990). Mikrobiologi Dasar I. Erlangga. Jakarta.
- Waluyo. L. 2007. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press. Malang.
- Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press.
- Watts, R.J. 1997. Hazardous Waste: Sources, Pathways, Receptors. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- WHO. 1997. Guidelines for Drinking-Water Quality. Chapter 2 Vol 3. <https://bit.ly/2QLNKFI>
- Widowati, Wahyu, dkk. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: ANDI.