

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.07 Tahun 2004, Air adalah semua air yang terdapat di atas ataupun di permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat. Air minum isi ulang adalah salah satu jenis air minum yang dapat langsung diminum tanpa dimasak terlebih dahulu (Rosita, 2014).

Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya karena hampir semua kegiatan manusia membutuhkan air. Sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang (Khaira, 2014).

1. Sifat Air

Menurut Effendi (2002), Air memiliki karakteristik khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia lain yaitu :

1.1. Pada suhu yakni 0°C (32°F) – 100°C , air berwujud cair. Suhu 0°C merupakan titik beku dan suhu 100°C titik didih.

1.2. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpanan panas yang baik.

1.3.Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (evaporasi) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah besar. Sebaliknya, proses perubahan uap air menjadi cair (kondensasi) melepaskan energi panas yang besar.

1.4.Air merupakan pelarut yang baik, air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia.

1.5.Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Suatu cairan dikatakan memiliki tegangan permukaan yang tinggi jika tekanan antar molekul cairan tersebut tinggi.

2. Kualitas Air

Peraturan pemerintah (1990) mengelompokkan kualitas air menjadi beberapa golongan :

2.1.Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung, tanpa pengolahan terlebih dahulu .

2.2.Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai baku air minum.

2.3.Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.

2.4.Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian usaha di perkotaan, industri, dan pembangkit listrik tenaga air (Effendi, 2002).

3. Kandungan Air

Menurut Harjadi (1990), kandungan air meliputi :

3.1. Air yang terikat secara fisik menghilangkan air yang terikat secara fisik diperlukan panas rendah, sekedar untuk menguapkannya. Umumnya suhu 100 – 150°C mencukupi, kadang-kadang malah cukup membiarkannya bahan yang bersangkutan terkena udara bebas atau dingin, tapi ada kalanya suhu lebih tinggi lagi. Jumlah air yang terikat tak tertentu.

3.2. Air yang terikat secara kimia Air Kristal atau air hidratasi yaitu air yang terikat sebagai molekul atau ion-ion dalam Kristal, air ini berbentuk H₂O bentuk air ini penting di analisis, karena pembentukan air Kristal banyak digunakan dalam eksikator untuk pengeringan, dan air konstitusi yaitu air yang merupakan bagian molekul zat padat yang bersangkutan tetapi tidak berbentuk H₂O, akan tetapi bila padatan itu terurai, maka H dan O itu keluar sebagai molekul H₂O. Mengeluarkannya sering diperlukan suhu yang tinggi.

4. Syarat Uji Air Minum

4.1. Parameter Fisik air yang sebaiknya dipergunakan untuk minum ialah air yang tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih dengan suhu sebaiknya dibawah suhu udara sehingga menimbulkan rasa nyaman. Jika semua syarat di atas terpenuhi, belum tentu air tersebut baik untuk diminum, karena kemungkinan mengandung zat ataupun bibit penyakit yang membahayakan kesehatan (Azwar, 1996).

4.2. Parameter Biologis secara teoritis semua air minum hendaknya dapat terhindar dari kemungkinan terkontaminasinya dengan bakteri, terutama yang

bersifat patogen. Dipakainya *E.coli* sebagai patokan utama untuk menemukan apakah air minum memenuhi persyaratan bakteribiologis atau tidak adalah karena pada umumnya bibit penyakit ini ditemui pada kotoran manusia serta secara relative lebih sukar dimatikan dengan pemanasan air (Azwar, 1996).

4.3.Parameter Kimia air minum yang baik ialah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia ataupun mineral, terutama oleh zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Selanjutnya diharapkan pula zat ataupun bahan kimia yang terdapat dalam air minum, tidak sampai menimbulkan kerusakan pada tempat penyimpanan air, sebaliknya zat ataupun bahan kimia yang dibutuhkan oleh tubuh, hendaknya harus terdapat dalam kadar yang sewajarnya dalam sumber air minum (Azwar, 1996).

B. Logam Tembaga (Cu)

Tembaga atau (Cu) merupakan logam berat yang dijumpai pada perairan alami dan merupakan unsur yang esensial bagi manusia, tumbuhan dan hewan. Pada tumbuhan, termasuk algae, tembaga berperan sebagai penyusun plastocyanin yang berfungsi dalam transport elektron dalam proses fotosintesis (Boney, 1989). Garam garam tembaga difalent misalnya tembaga klorida, tembaga sulfat dan tembaga nitrat bersifat sangat mudah larut dalam air, sedangkan tembaga karbonat, tembaga hidroksida, dan tembaga sulfida bersifat tidak mudah larut dalam air. Apabila masuk ke dalam perairan alami alkalis, ion tembaga akan mengalami presipitasi dan mengendap sebagai tembaga hidroksida dan tembaga karbonat (Effendi, 2003).

Tembaga Cu merupakan logam yang secara alami terdapat dalam air. Namun kadar logam ini dapat saja bertambah jika ada kontaminasi selama perjalanan pada air baku (air pegunungan) yang dibawa dalam tangki pengangkut untuk distribusikan kepada depot air minum isi ulang serta tidak tertutup kemungkinan pula dengan semua bahan logam yang ada pada alat pengolahan air di depot air minum isi ulang. Berdasarkan hal itu perlu dilakukan penelitian mengenai tembaga (Cu) dalam air isi ulang. Informasi yang jelas terutama tentang memenuhi syaratnya air minum isi ulang (AMIU) akan menambah kenyamanan masyarakat untuk mengkonsumsi (Khaira, 2014).

1. Sifat Fisik dan Kimia Tembaga (Cu)

Secara fisik berwarna kuning dan apabila dilihat menggunakan mikroskop berwarna pink kecoklatan sampai keabuan. Cu termasuk golongan logam, berwarna merah serta mudah berubah bentuk (Tarigan, 2003). Tembaga mempunyai nomor atom 29, massa atom 63,546 gr/mol, densitas 8,92, entalpi penguapan 300,5 KJ/mol, titik lebur 1083°C, dan massa jenis 62,526. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam babas, akan tetapi banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau senyawa padat dalam bentuk mineral (Shevla, 1985).

2. Kegunaan Tembaga (Cu)

Logam dalam kadar tertentu dalam air minum dibutuhkan oleh manusia, namun dalam kadar berlebih dapat merugikan kesehatan. Sebagai contoh kandungan tembaga (Cu) merupakan komponen dari enzim yang diperlukan untuk metabolisme. Tembaga (Cu) merupakan komponen dari enzim yang diperlukan

untuk menghasilkan energi, *antioksidasi dan sintesa hormone adrelinin*, serta untuk pembentukan jaringan ikat (Yustisia, 2012).

3. Bahaya Logam Tembaga (Cu)

Meski harga air minum isi ulang (AMIU) di depot air isi ulang lebih murah, tidak semua depot air isi ulang lebih murah, tidak semua depot air isi ulang terjamin keamanan produknya. Air minum depot isi ulang bias tercemar oleh mikroba dan kandungan kadar logam yang melampaui ambang batas normal (Lubis, 2005). Namun kelebihan tembaga (Cu) dalam tubuh akan mengakibatkan keracunan, mual, muntah, dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal (Yustisia, 2012).

C. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis untuk menentukan konsentrasi suatu unsur dalam suatu cuplikan yang didasarkan pada proses penyerapan radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Proses penyerapan energi terjadi pada panjang gelombang yang spesifik dan karakteristik untuk tiap unsur. Proses penyerapan tersebut menyebabkan atom penyerap *terekstisasi*, elektron dari kulit atom meloncat ke tingkat energi yang lebih tinggi. Banyaknya intensitas radiasi yang diserap sebanding dengan jumlah atom yang berada pada tingkat energi dasar yang menyerap energi radiasi tersebut. Mengukur tingkat penyerapan radiasi (absorbansi) atau mengukur radiasi yang diteruskan (*transmitansi*), maka

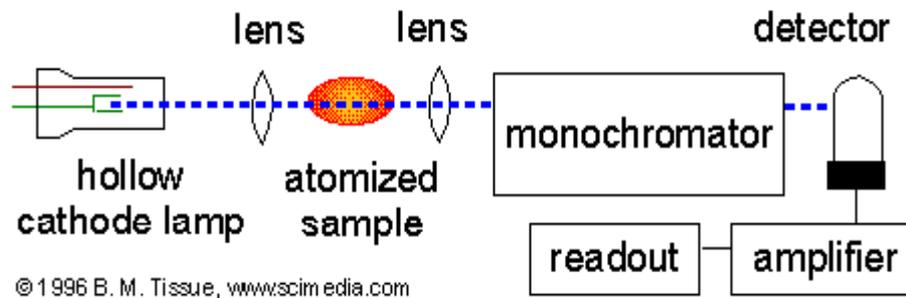
konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan (Boybul dan Iis Haryati, 2009).

1. Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Metode ini didasarkan pada *absorb atomic*, yaitu penyerapan radiasi yang dipancarkan dari suatu sumber radiasi oleh suatu medium yang terdiri dari atom bebas yang berada pada tingkat energi dasar. Sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom yang berada pada tingkat energi dasar. Penguraian molekul menjadi atom (atomisasi) ini dilakukan dengan energi api atau arus listrik. Teknik pemanasan dengan pemanfaatan nyala api merupakan cara yang paling umum digunakan, yaitu dengan menyemprotkan larutan yang dianalisis dalam nyala tertentu dan pelarut pada sampel akan menguap meninggalkan partikel padat. Setelah itu, terjadi perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya (Vandescasteele dan Block, 1993).

Atom-atom yang telah terbentuk kemudian akan mengabsorpsi cahaya yang spesifik untuk setiap atom. Absorpsi cahaya tersebut akan diikuti oleh eksitasi elektron pada tingkat energi dasar ke orbital energi yang lebih tinggi. Intensitas dari emisi cahaya ini sebanding dengan konsentrasi larutan zat yang akan diperiksa. Radiasi dari sumber cahaya dengan energi yang sesuai dengan energi yang dibutuhkan oleh atom-atom dari zat yang akan diperiksa untuk melakukan transisi elektronik dipancarkan melalui nyala. Pada nyala tersebut, atom-atom level energi terendah. Keadaan tersebut sesuai dengan hukum (*lambertber*). Di mana serapan akan proposional dengan konsentrasi atom (Edboon dkk, 1998).

2. Instrumens spektrofotometri Serapan Atom (SSA)



Gambar 1. Bagian Instrumen Spektrofotometri Serapan Atom

2.1. Sumber sinar radiasi SSA adalah *Hallow Cathode Lamp* (HCL), setiap pengukuran dengan SSA kita harus menggunakan hallow khusus misalnya akan menentukan konsentrasi tembaga dari suatu cuplikan. Maka kita harus menggunakan *hallow cathode Cu*. *Hallow Cathode Cu* akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. *Hallow Cathode Lamp* terdiri dari katoda cekung yang silindris terbuat dari unsur sama, yang akan dianalisis anoda terbuat dari tungsten. Pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar dan atom atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

2.2. Sistem atomisasi yang digunakan pada SSA dapat berupa myala atau elektroternal. SSA yang memiliki system atomisasi nyala disebut *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (FFAS), sedangkan SSA yang memiliki sistem atomisasi elektroternal. Disebut *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GFAAS) (Vandecastleele dan block, 199). Pada sistem atomisasi nyala, larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam

akan diubah menjadi aerosol dengan dilewatkan pada nebulizer, kemudian dengan adanya penguapan pelarut, butiran aerosol akan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom-atomnya (Vandecasteele dan block, 1993; welsdan Michael, 2005). Atom-atom yang berada pada tingkat energi terendah kemudian akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber cahaya (Welz dan Michael, 2005). Terdapat dua buah kombinasi oksidan bahan bakar yang sering digunakan dalam SSA, yaitu udara asetilen dan nitrogen oksida-asetilen. Udara asetilen lebih dipilih untuk analisis unsur dengan SSA. Suhu dari campuran gas ini sekitar 2300°C sedangkan campuran nitrogen oksida-asetilen dapat mencapai suhu maksimum hingga 2900°C. campuran nitrogen oksida-asetilen ini digunakan untuk analisis unsur yang cenderung membentuk oksida yang stabil. Dapat digunakan untuk mencegah timbulnya gangguan kimia pada temperatur rendah (Perkin-Elmer Corporation, 1996).

2.3.Monokromator digunakan untuk memisah dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Selain *system optic*, dalam monokromator juga terdapat *chopper* untuk memisahkan radiasi resosinansi dan kontinyu (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.4.Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengatoman. Detektor yang digunakan adalah tabung penggadaan foton atau photomultiplier tube (Gandjar dan Rohman, 2007).

2.5.Alat Pembaca hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah dikaliberasi untuk pembacaan suatu transmisi atau serapan. Hasil pembacaan dapat berupa

kurva yang menggambarkan serapan atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2007).

3. Gangguan Pada Spektrofotometri Serapan Atom

3.1. Gangguan Spektra matrik sampel yang diupkan mengandung berbagai macam unsur lain yang mungkin saja dapat menimbulkan gangguan spektra. Gangguan spektra terjadi bila panjang gelombang dari atom atau molekul lain yang terdapat dalam larutan yang diperiksa. Gangguan ini hampir tidak ada pada SSA karena digunakan sumber cahaya yang spesifik untuk unsur yang bersangkutan (Edbon dkk, 1998).

3.2. Gangguan Fisika sifat-sifat fisika dari larutan yang diperiksa akan menentukan intensitas dari absorbansi atau emisi dari larutan zat yang akan diperiksa. Adanya variasi pada sampel (misalnya tegangan muka, bobot, jenis dan kekentalan). Oleh karena itu sifat-sifat fisik dari zat yang diperiksa larutan pembanding harus sama. Efek ini dapat diperbaiki dengan pemanasan yang cepat atau operasi isothermal (Edbon dkk, 1998).

3.3. Gangguan Kimia gangguan kimia yang paling umum adalah yang disebabkan oleh terbentuknya senyawa yang sukar menguap antara anion dengan analit. Hal ini dapat mengurangi kecepatan atomisasi. Gangguan ini dapat diatasi dengan menggunakan nyala dengan suhu yang lebih tinggi, misalnya nyala nitrogen oksida-asitelin. Hal ini juga dapat diatasi dengan menambahkan *releasing agent*, yaitu kation yang dapat bereaksi dengan anion pengganggu atau menggunakan *protective agent* yang akan bereaksi dengan analit membentuk

senyawa stabil dan dapat menguap. Penambahan dua agen ini akan mencegah reaksi antara anion pengganggu dengan analit (Skroog dkk, 1991).

D. Validasi Metode Analisis

Validasi adalah konfirmasi melalui pengujian dan pengadaan bukti obyektif bahwa persyaratan tertentu untuk suatu maksud khusus dipenuhi, dimana bukti obyektif berupa data pendukung eksistensi sesuatu atau kebenaran sesuatu. Persyaratan adalah kebutuhan atau harapan yang dinyatakan secara umum diterapkan dan menjadi keharusan (SNI 19-17025-2005 klausul 5.4.5.1). Sehingga dapat disimpulkan validasi metode adalah proses pembuktian bahwa metode tersebut sesuai untuk untuk maksud atau tujuan tertentu (Anonimous¹,2005).

1. Parameter Validasi

1.2. Akurasi dinyatakan sebagai *recovery* larutan standart yang ditambahkan. Akurasi ini bertujuan untuk mengetahui kedekatan antara nilai yang diterima sebagai nilai kebenaran dibandingkan dengan nilai yang diperoleh. Persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut (AOAC, 1998) :

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{C_f - C_a}{C_{a^*}} \times 100\%$$

Keterangan :

C_f : Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

C_a : Konsentrasi sampel sebenarnya

C_{a*} : Konsentrasi analit yang ditambahkan

1.3.Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedurnya diterapkan secara berulang pada sampel yang diambil (Harmita, 2004). Penentuan presisi dilakukan dengan mengukur konsentrasi sampel dengan 4 kali pengulangan, lalu dari nilai absorbansi tersebut kemudian ditentukan nilai konsentrasi (menggunakan kurva kalibrasi), nilai simpangan baku (SD) serta nilai relatif standar deviasi (SD) dapat ditentukan presisi yang baik ditunjukkan dengan perolehan simpangan baku relatif (RSD) < 15% (AOAC, 1998). Metode ini dengan menggunakan persamaan berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

SD : Standar Deviasi (Simpangan Baku)

X : Konsentrasi hasil analisis

N : Jumlah Pengulangan analisis

\bar{X} : Konsentrasi rata-rata hasil analisis

1.4.Linieritas adalah kemampuan metode analisis yang memberikan respon baik secara langsung maupun dengan bantuan transformasi matematika, menghasilkan suatu hubungan yang proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan regresi linier sehingga didapat nilai slope, intersep, dan koefisien korelasi (Harmita, 2004).

1.5.Limit Deteksi dan Limit Kuantifikasi (LOD) adalah parameter untuk penentuan sampel dengan kadar yang terkecil dan tetapi masih memberikan

tanggapan detector yang berbeda dengan pembanding. Sedangkan limit kuantifikasi (LOQ) adalah kadar terkecil dari suatu sampel yang dapat dianalisis dengan penentuan kuantitatif yang menunjukkan akurasi dan presisi yang memadai (Mulja dan Suharman, 1995).

$$LOD = \frac{3,3 \times SD}{Slope}$$

$$LOQ = \frac{10 \times SD}{Slope}$$

1.6. Selektivitas atau spesifikasi suatu metode adalah kemampuannya yang hanya mengukur zat tertentu saja secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel. Selektivitas seringkali dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpanan metode yang dilakukan terhadap sampel yang mengandung bahan yang ditambahkan berupa cemaran hasil urai. Senyawa asing lainnya, dan dibandingkan terhadap hasil analisis sampel yang tidak mengandung bahan lain yang ditambahkan (Harmita, 2004)

D. Landasan Teori

Menurut Permenkes RI No. 416/MEN.KES/PER/IX/1990, pengertian air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Air merupakan zat yang penting dalam kehidupan makhluk hidup di dunia ini, dari hewan yang berspesies terendah sampai yang tertinggi, juga manusia dan

tanaman. Apabila air sudah tercemar logam-logam yang berbahaya akan mengakibatkan hal-hal yang buruk bagi kehidupan (Darmono, 1995).

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti untuk air minum, air mandi dan untuk keperluan lainnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia. Air minum memerlukan persyaratan yang ketat karena air minum langsung berhubungan dengan proses *biologis* tubuh yang menentukan kualitas kehidupan manusia. Lebih dari 70% tubuh manusia terdiri dari air dan lebih dari 90% proses biokimiawi tubuh memerlukan air sebagai mediumnya. Bila air minum manusia berkualitas tidak baik maka akan mengganggu proses biokimiawi tubuh dan mengakibatkan gangguan fungsionalnya (Maulana, 2012).

Tembaga Cu adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, dan liat yang melebur pada 1038°C. Logam ini tidak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer (Vogel, 1994). Logam dalam kadar tertentu dalam air minum dibutuhkan oleh manusia, namun dalam kadar berlebih dapat merugikan kesehatan, kandungan tembaga Cu dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh untuk metabolisme. Tembaga Cu merupakan komponen dari enzim yang diperlukan untuk menghasilkan energi, anti oksidasi, dan sintesa hormone adrenalin, serta untuk pembentukan jaringan ikat. Namun kelebihan tembaga Cu dalam tubuh akan mengakibatkan keracunan, mual, muntah dan menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal (Yustisia, 2012).

Metode analisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan metode yang populer untuk analisis logam karena disamping relative

sederhana, metode ini juga yang sering digunakan untuk pengukuran sampel logam dengan kadar yang sangat kecil (Broekaert, 2002). Metode ini didasarkan pada *absorbs atomic*, yaitu penyerapan radiasi yang dipancarkan dari suatu sumber radiasi oleh suatu medium yang terdiri dari atom-atom bebas yang berada pada tingkat energi dasar (Vandecasteele dan Block, 1993; Welz dan Michael, 2005).

Analisis logam Tembaga (Cu) preparasi menggunakan metode destruksi basah. Uji kualitatif secara spektrofotometri membandingkan lambda dengan absorbansi sampel dan standard. Uji kuantitatif secara spektrofotometer menentukan absorbansi sampel dan standard yang dihitung dengan regresi linier. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum batasan maksimum Tembaga (Cu) yaitu 2 mg/L. Pada penelitian Kuntum Khaira (2014) air minum isi ulang kemasan galon positif mengandung logam Tembaga (Cu).

E. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori di atas maka hipotesis pada penelitian ini analisis logam Tembaga (Cu) dengan uji kualitatif dan uji kuantitatif secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Terdapat Logam Tembaga (Cu) pada sampel air minum isi ulang di kelurahan Mojosongo. Kebanyakan kadar logam Tembaga (Cu) air minum isi ulang dalam kemasan galon memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum batasan maksimum Tembaga (Cu) yaitu 2 mg/L.