

**PENGARUH LAMA WAKTU PENYIMPANAN TERHADAP
KADAR SISA KLOR PADA AIR YANG TELAH DIKLORINASI
DENGAN KALSIUM HYPOKLORIT (KAPORIT)**

Oleh:

Ida Bagus Rai Wiadnya

Dosen pada Prodi Diploma IV Analisis Kesehatan Poltekkes Mataram

Abstrak: Air distribusi PDAM merupakan salah satu sumber air bersih bagi masyarakat yang dikelola oleh pemerintah daerah diseluruh wilayah Republik Indonesia. Air PDAM sebelum didistribusikan ke konsumen terlebih dahulu harus dilakukan beberapa proses pengolahan untuk menghasilkan air bersih yang berkualitas. Salah satu cara pengolahan air adalah desinfeksi dengan proses klorinasi dengan kaporit atau gas klor. Efek dari proses klorinasi tersebut adalah adanya sisa klor pada air. Sisa klor yang diperbolehkan ada di dalam air bersih adalah dengan kadar 0,2–0,6 ppm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap sisa klor pada air yang telah diklorinasi dengan kaporit, dengan cara mengukur kadar sisa klor pada sampel air tanpa penyimpanan, penyimpanan 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Variabel bebas pada penelitian ini adalah lama waktu penyimpanan dan variabel terikatnya adalah kadar sisa klor. Pemeriksaan kadar sisa klor dilakukan dengan metode Kolorimetri menggunakan alat komparator dengan enam kali pengulangan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa terjadi penurunan kadar sisa klor pada sampel air setelah disimpan selama 6 jam diperoleh sisa klor rata-rata 0,7 ppm, 12 jam diperoleh sisa klor rata-rata 0,47 ppm dan 18 jam diperoleh sisa klor rata-rata 0,25 ppm. Untuk mengetahui pengaruh lama waktu penyimpanan air terhadap kadar sisa klor pada air yang telah diklorinasi dengan kaporit, dilakukan uji statistik Anova Satu Arah (*One Way Anova*) dengan komputer program SPSS. Diperoleh nilai probabilitas (p) adalah $0,000 < \alpha = 0,05$, yang artinya ada pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap sisa klor pada air yang telah diklorinasi dengan gas klorin (Cl_2).

Kata Kunci : Waktu penyimpanan, kadar sisa klor, Kaporit

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Keberadaan air di muka bumi ini sangat berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, danau, laut hingga samudera, hal ini disebabkan oleh karena luas wilayah perairan lebih besar daripada luas wilayah daratan. Walaupun demikian tidak seluruhnya sumber mata air tersebut dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satunya adalah kebutuhan akan air bersih dan air minum (Saputri, 2011).

Pemanfaatan air sebagai air bersih dan air minum tidak dapat dilakukan secara langsung, akan tetapi membutuhkan proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan dilakukan agar air tersebut dapat memenuhi standar sebagai air bersih maupun air minum. Untuk melakukan proses pengolahan air tersebut dibutuhkan suatu instalasi yang sesuai dengan kuantitas dan kualitas yang diinginkan (Saputri, 2011).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah perusahaan yang melayani kebutuhan air bersih atau air minum di seluruh wilayah Republik

Indonesia. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) belum mampu memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat, baik ditinjau dari aspek kuantitas terutama distribusi air pada saat pemakaian bersama (jam puncak) maupun kualitas air yang didistribusikan masih belum memenuhi syarat kualitas yang telah ditetapkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI). Syarat kualitas tersebut harus terpenuhi baik dari aspek fisika maupun kimiawi (Syahril, 2010).

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI), dijelaskan prinsip-prinsip cara perbaikan kualitas air terhadap cemaran mikroorganisme. Salah satu prinsip tersebut yaitu dengan pengolahan air dengan cara desinfeksi. Desinfeksi adalah suatu proses untuk membunuh bakteri patogen penyebab penyakit yang penyebarannya melalui air dengan menggunakan bahan desinfektan (Sutrisno, 2002).

Jenis-jenis bahan desinfektan yang biasa digunakan dalam proses desinfeksi terhadap air

minum adalah kaporit, klorin dan senyawanya, ferrat, hidrogen peroksida dan kalium permanganat (Ditjen PPM & PLP, 1990). Tetapi desinfeksi yang umum dilakukan adalah desinfeksi dengan cara klorinasi karena jenis desinfektan tersebut memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan desinfektan yang lain yaitu lebih murah, mudah didapat dan mudah penanganannya.

Kadar sisa klor bebas di dalam air minum yang diizinkan berkisar antara 0,2 – 0,6 ppm, dimana sudah sangat efektif dalam membunuh bakteri patogen dan virus lainnya, dengan jangka waktu kontak 5-10 menit dalam kisaran pH 7,0 – 8,5 (Bauman, 2002).

Kadar sisa klor yang melebihi batas tersebut dapat berdampak negatif pada kesehatan apabila dikonsumsi secara terus menerus. Kadar sisa klor berlebih dapat menyebabkan beberapa penyakit, apabila klor di dalam tubuh tersebut bersenyawa dengan zat organik, seperti air seni atau keringat maka akan menghasilkan senyawa nitrogen triklorin yang dapat mengakibatkan iritasi hebat terhadap sel-sel tubuh yang melindungi paru-paru, gangguan saluran cerna, anemia dan peningkatan absorpsi klor dalam tubuh. Gangguan tersebut merupakan salah satu penyebab kanker (Buckle, 1997).

Air yang dikonsumsi oleh masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan. Syarat air minum dilihat dari segi fisik dapat ditinjau dari beberapa aspek antara lain bau, kekeruhan, rasa, warna dan suhu. Air minum yang berbau selain tidak estetik, juga tidak disukai oleh masyarakat (Budiman, 2007).

Survei yang peneliti lakukan di masyarakat mengeluhkan bahwa air yang didistribusikan oleh PDAM seringkali macet pada pemakaian jam puncak, keruh dan bahkan bau kaporit yang masih menyengat, sehingga masyarakat di beberapa wilayah pelayanan akhirnya hanya menggunakan air PDAM untuk mandi dan mencuci, sedangkan untuk minum dan keperluan memasak mereka mengeluarkan uang ekstra untuk membeli air minum dalam kemasan.

Bau kaporit yang menyengat merupakan indikator adanya sisa klor atau klorin bebas yang berlebih di dalam air. Kebiasaan yang dilakukan oleh masyarakat agar dapat mencapai kadar sisa klor yang diizinkan adalah dengan menyimpan atau menampung air selama 6 jam, kemudian air pada bagian atas itulah yang digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Mengacu pada latar belakang, peneliti bermaksud melakukan penelitian tentang "Pengaruh Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Sisa Klor Pada Air yang telah diklorinasi dengan Kaporit".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat pre eksperimental yaitu penelitian dengan melakukan kegiatan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui suatu gejala atau pengaruh yang timbul sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu (Notoatmodjo, 2010).

Dengan menggunakan desain penelitian *One Group Pretest Post test*, peneliti ingin mengetahui pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap sisa klor pada air yang telah diklorinasi dengan gas klor.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebagai berikut T0 : Air tanpa penyimpanan, T1 : Air yang disimpan selama 6 jam, T2 : Air yang disimpan selama 12 jam dan T3 : Air yang disimpan selama 18 jam, Jadi total perlakuan adalah 24 unit percobaan.

Alat dan Perekasi

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Neraca analitik, botol semprot, gelas beaker 100 ml, gelas ukur 25 ml, satu set komparator, terdiri dari cuvet, pipet tetes, batang pengaduk, labu ukur 100 ml, 500 ml, wadah penampung air.

Pereaksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air yang telah diberikan perlakuan dengan penambahan Kalsium Hypoklorit (Kaporit 60%), Asam klorida pekat, aquadest dan Reagen orthotoluidin dihydrochloride.

Metode pemeriksaan untuk menentukan sisa klor pada pemeriksaan ini menggunakan metode kolorimetri dengan komparator yang bertujuan untuk menentukan kadar sisa klor dalam air yang didasarkan atas reaksi antara Cl_2 dengan orthotoluidin dalam suasana asam kuat membentuk haloquinon yang berwarna kuning. Warna kuning ini dibandingkan dengan standar warna dalam komparator, klor dalam keadaan bebas dalam air hanya membutuhkan waktu kontak dengan orthotoluidin kurang lebih 1 menit, sedangkan Cl_2 dalam keadaan terikat membutuhkan waktu sampai 10 menit.

Prosedur kerja

- Pembuatan reagen orthotoluidin :
Ditimbaorthotoluidin dihydrochloride dilarutkan di dalam 0,135 gr bubuk am 50 ml aquades dan 15 ml HCl pekat, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan aquades sampai volume 100 ml.
- Persiapan Sampel
Disiapkan 4 buah wadah penampung sampel beserta tutupnya, dibuat sampel air yang memiliki kadar sisa klor sekitar 1,0 - 1,5 ppm

masing-masing sebanyak 2 liter ke dalam 4 wadah, kemudian tutup. Diberikan tanda pada wadah sebagai berikut: tanpa penyimpanan, disimpan selama 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Pemeriksaan kadar sisa klor langsung dilakukan terhadap air tanpa penyimpanan.

Penentuan sisa klor

Dimasukkan sampel air sampai tanda 20 ml pada cuvet, Kemudian ditambahkan 2 – 3 tetes reagen orthotoluidin lalu campur sampai homogen, Dibaca pada komparator, warna yang terbentuk pada sampel dibandingkan dengan warna standar.

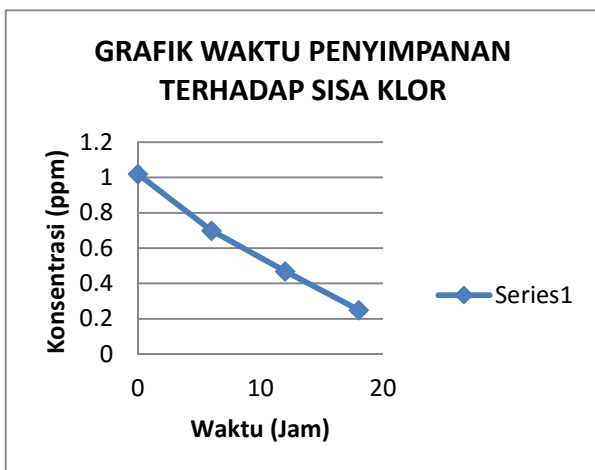
HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penetapan kadar yang telah dilakukan diperoleh kadar sisa klor pada sampel air seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Penetapan Kadar Sisa Klor

No	Waktu Penyimpanan	Replikasi / Kadar Sisa Klor (ppm)						Jumlah	Rerata (ppm)
		1	2	3	4	5	6		
1.	0 Jam	1,1	1,1	0,6	1,3	1,0	1,0	6,1	1,02
2.	6 jam	0,7	0,7	0,4	0,9	0,8	0,7	4,2	0,7
3.	12 jam	0,3	0,6	0,3	0,6	0,5	0,5	2,8	0,47
4.	18 jam	0,1	0,5	0,1	0,3	0,3	0,2	1,5	0,25

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa pada sampel air tanpa penyimpanan kadar sisa klor tertinggi adalah 1,3 ppm dan kadar terendah adalah 0,6 ppm, sampel air dengan penyimpanan 6 jam kadar sisa klor tertinggi adalah 0,9 ppm dan kadar terendah adalah 0,4 ppm, sampel air dengan penyimpanan 12 jam kadar sisa klor tertinggi adalah 0,6 ppm dan kadar terendah adalah 0,3 ppm sedangkan sampel air dengan waktu penyimpanan 18 jam kadar sisa klor tertinggi adalah 0,5 ppm dan kadar terendah adalah 0,1 ppm. Untuk lebih jelasnya, pengaruh lama penyimpanan air terhadap sisa klor pada air distribusi PDAM dapat dilihat pada gambar grafik berikut ini :



Grafik Pengaruh lama waktu penyimpanan air terhadap sisa klor Dari grafik di atas terlihat bahwa terjadi penurunan kadar sisa klor pada sampel air tanpa penyimpanan setelah disimpan selama 6 jam yaitu dari 1,02 ppm menjadi 0,7 ppm. Pada sampel air yang disimpan selama 12 jam terjadi penurunan kadar sisa klor dari 1,02 ppm menjadi 0,47 ppm setelah disimpan selama 18 jam. terjadi penurunan kadar sisa klor dari 1,02 ppm menjadi 0,25 ppm

a. Hasil Uji Statistik

Berdasarkan hasil penetapan kadar sisa klor pada sampel air dilakukan analisis statistik untuk mengetahui apakah data tersebut berdistribusi normal atau tidak menggunakan uji non parametrik *Shapiro-Wilk* dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

Adapun hasil uji Non Parametrik *Shapiro-Wilk* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Uji Distribusi Normalitas Data

Jam Simpan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar Klor 0 jam	.305	6	.086	.884	6	.287
6 jam	.333	6	.036	.873	6	.238
12 jam	.263	6	.200	.823	6	.093
18 jam	.214	6	.200	.958	6	.804

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa hasil uji Non Parametrik *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai probabilitas dengan waktu penyimpanan 0 jam (tanpa penyimpanan) adalah 0,287, penyimpanan 6 jam adalah 0,238, penyimpanan 12 jam adalah 0,093 dan penyimpanan 18 jam adalah 0,804 dimana nilai probabilitas tersebut $> \alpha 0,05$ artinya data berdistribusi normal.

b. Hasil Uji Homogenitas Varians

Untuk mengetahui apakah data hasil penetapan kadar sisa klor bersifat homogen atau tidak dilakukan uji statistik *Levene* diperoleh hasil uji seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. Hasil Uji Statistik Homogenitas Varians

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.214	3	20	.885

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai probabilitas adalah 0,885 ($> \alpha 0,05$) artinya data dalam kelompok bersifat homogen sedangkan untuk mengetahui adanya pengaruh lama penyimpanan air terhadap kadar sisa klor pada sampel air dilakukan analisis data secara statistik menggunakan uji *One Way ANOVA* dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Adapun hasil analisis dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Uji Statistik dengan *One Way ANOVA*

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	2.090	3	.697	22.842	.000
Within Groups	.610	20	.030		
Total	2.700	23			

Berdasarkan tabel di atas diperoleh nilai probabilitas adalah sebesar 0,000 ($< \alpha$ 0,05).

PEMBAHASAN

Sumber-sumber air yang umum digunakan untuk air baku PDAM adalah air tanah dan air permukaan meliputi air sungai, air rawa, air danau dan mata air. Untuk memperoleh air bersih dengan kualitas yang baik diperlukan pengolahan terlebih dahulu, salah satu proses pengolahan tersebut adalah desinfeksi dengan klorinasi (Azis, 2011).

Faktor-faktor yang mempengaruhi klorinasi adalah waktu kontak, jenis dan konsentrasi desinfektan, keadaan mikroorganisme dan faktor lingkungan meliputi suhu, pH, kualitas air, pengolahan air (Setiawan, dkk, 2007).

Untuk menjaga kualitas air distribusi PDAM, keberadaan sisa klor sangat diperlukan dalam suatu sistem jaringan distribusi karena dapat mengurangi resiko tumbuhnya mikroorganisme dan terjadinya kontaminasi akibat kebocoran pada proses pengaliran. Sisa klor pada sistem jaringan distribusi harus dijaga pada konsentrasi 0,2 – 0,6 ppm.

Dari survei yang telah peneliti lakukan di masyarakat yang menggunakan air PDAM untuk keperluan sehari-hari banyak mengeluhkan bau kaporit yang masih sangat menyengat. Bau kaporit merupakan indikator adanya sisa klor berlebih dan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Permenkes No. 907 tahun 2002 tentang standar kualitas air minum. Kebiasaan yang dilakukan oleh masyarakat agar dapat mencapai kadar sisa klor yang diizinkan adalah dengan menyimpan atau menampung air selama 6 jam, kemudian air pada bagian atas itulah yang digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil penetapan kadar sisa klor tertinggi pada sampel air tanpa penyimpanan adalah 1,3 ppm, kadar terendah adalah 0,6 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 1,02 ppm. Hasil penetapan kadar tersebut masih tinggi jika dibandingkan dengan standar sisa klor yang

diperbolehkan. Hal tersebut disebabkan karena pada proses klorinasi pemberian kaporit tidak memperhitungkan debit dan kualitas air, sehingga jumlah klorin dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh mikroorganisme patogen dan untuk mengoksidasi bahan organik serta untuk mendapatkan sisa klor bebas sebesar 0,2 – 0,6 ppm tidak dapat dihitung secara tepat, oleh karena itu masih didapatkan kadar sisa klor berlebih yang sampai di kran konsumen. Air dengan sisa klor berlebih yang digunakan untuk mandi akan menimbulkan efek pada bagian luar tubuh yaitu dapat mengakibatkan iritasi mata dan hidung, selain itu juga dapat mengakibatkan gangguan hati, ginjal dan susunan saraf pusat apabila dikonsumsi dalam jangka panjang (Dirjen Yanmed, 2002).

Pada sampel air dengan waktu penyimpanan 6 jam diperoleh hasil penetapan kadar sisa klor tertinggi adalah 0,9 ppm, kadar terendah adalah 0,4 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 0,7 ppm, terjadi penurunan kadar sekitar 0,3 ppm jika dibandingkan dengan kadar sisa klor pada sampel air tanpa penyimpanan. Pada air dengan waktu penyimpanan 12 jam diperoleh hasil penetapan kadar sisa klor tertinggi adalah 0,6 ppm, kadar terendah adalah 0,3 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 0,47 ppm, terjadi penurunan kadar sekitar 0,3 ppm jika dibandingkan dengan kadar sisa klor pada sampel air dengan waktu penyimpanan 6 jam. Pada sampel air dengan waktu penyimpanan 18 jam diperoleh hasil penetapan kadar sisa klor tertinggi adalah 0,5 ppm, kadar terendah adalah 0,1 ppm dan rata-rata sisa klor adalah 0,25 ppm, terjadi penurunan kadar sekitar 0,2 ppm jika dibandingkan dengan kadar sisa klor yang diperoleh dari sampel air dengan waktu penyimpanan 12 jam. Setelah dilakukan penyimpanan air selama 18 jam diperoleh hasil kadar sisa klor seperti yang dianjurkan yaitu 0,2 – 0,6 ppm.

Selama proses klorinasi, klor akan direduksi sampai menjadi klorida (Cl^- murni) yang tidak mempunyai daya bunuh sama sekali (Giyantini, 2004). Semakin lama waktu penyimpanan air maka sisa klor yang direduksi menjadi klorida akan semakin banyak dan sisa klor bebas maupun terikatkan semakin sedikit. Pada saat proses penetapan kadar, yang dapat dibaca oleh komparator adalah klor dalam keadaan bebas ($HOCl$, OCl^- dan Cl_2) dan klor dalam keadaan terikat (NH_2Cl , $NHCl_2$, NCl_3), sementara klorida (Cl^- murni) tidak dapat diukur oleh komparator. Oleh sebab itu, pada saat proses penetapan kadar, kadar sisa klor yang diperoleh semakin menurun. Berdasarkan hasil uji statistik tersebut diketahui nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima artinya ada pengaruh yang

bermakna lama penyimpanan air terhadap kadar sisa klor pada air PDAM Giri Menang Mataram.

PENUTUP

a. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sisa klor pada air tanpa penyimpanan (0 jam) kadar tertinggi adalah 1,1 ppm, kadar terendah adalah 0,6 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 1,02 ppm.
2. Sisa klor pada air yang disimpan selama 6 jam kadar tertinggi adalah 0,9 ppm, kadar terendah adalah 0,4 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 0,7 ppm.
3. Sisa klor pada air yang disimpan selama 12 jam kadar tertinggi adalah 0,6 ppm, kadar terendah adalah 0,3 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 0,47 ppm.
4. Sisa klor pada air disimpan selama 18 jam kadar tertinggi adalah 0,5 ppm, kadar terendah adalah 0,1 ppm dan kadar rata-rata sisa klor adalah 0,25 ppm.
5. Hasil uji statistik *One Way ANOVA* diperoleh nilai probabilitas $0,000 < \alpha 0,05$ menunjukkan ada pengaruh lama waktu penyimpanan terhadap sisa klor pada air yang telah diklorinasi dengan kaporit

b. Saran

1. Bagi masyarakat yang menggunakan fasilitas air PDAM untuk kebutuhan sehari-hari perlu dilakukan pengolahan air dengan cara membiarkan air selama beberapa jam untuk menurunkan kadar sisa klor sampai batas yang diizinkan.
2. Diharapkan bagi instansi terkait khususnya perusahaan daerah air minum (PDAM) untuk lebih akurat didalam memperhitungkan kadar

kaporit yang ditambahkan untuk membunuh mikro organisme patogen dan untuk mengoksidasi bahan organik agar mendapatkan sisa klor bebas berkisar antara 0,2 – 0,6 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, Abdul. 2011. *Kajian Permasalahan dan Analisis Kebutuhan Air Minum Kota Mataram dan Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Universitas Gadjah Mada : Hal 2.
- Baumann, E.R. 1962. *Should Small Water Supplies be Superchlorinated Part I and II. Water and Sewage Works*. (12): 463-465.
- Buckle, K.A. 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Depkes RI. 1990. *Permenkes No.416/Menkes/Per/XI/1990* syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Depkes R.I : Jakarta.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Setiawan, Nurjazuli dan Mifbakhuddin. 2006. *Pengaruh Berbagai Jenis Senyawa Chlor terhadap Jumlah Residu Chlor pada Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)*. Fakultas Kesehatan Masyarakat UM : Semarang.
- Sutrisno, C.T., dan Suciastuti, E. 2002. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta : Jakarta.