

HUBUNGAN JARAK TEMPUH DENGAN KADAR SISA CHLOR BEBAS DAN MPN COLIFORM DI PDAM RESERVOIR MEDINI KUDUS

Noor Zahrotul M, Nurjazuli, Trijoko

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email : Unipucocuz@gmail.com

Abstract

Clean Water as main source to all living thing. Getting clean water which having good quality close to drink water quality must having treatment before. PDAM Kudus as a water provider company based on drink water quality according to the policy of Minister of Health Regulation No.492 of 2010 about requirements and supervision drink water quality. The aims of this study is to knowing the relation between water mileage to free chlorine residual level and MPN Coliform in PDAM Undaan District Medini's reservoir region. The design of this study was Cross Sectional with the type of observational analytic (quantitative) with affordable population and Lemeshow formula technique got 42 customers sample plus 1 Medini reservoir. Normality test used Shapiro Wilk, then to analyze the relation used Rank Spearman because unnormal distribution. The result showed that there were 13 samples (30,2%) positive contained coliform bacteria. 2 (two) samples of them containing coliform for about ≥ 240 per 100 ml at 7650 meters and 8000 meters. The level of free chlorine residual was over at ≥ 7000 meter. The average of free chlorine residual was 0,22 mg/l with maximum value was 0,9 mg/l, while pH and temperature each of them were 7,3 and 29,3°C. Statistic test with significant α : 0,05 and p value was 0,0001 showed that there was a relation between water mileage to free chlorine residual and there was a relation between free chlorine residual to MPN Coliform in PDAM Undaan district Medini's reservoir region. Suggestion advice may be giving optimal chlorine and provide chlorination pos in certain distance to reach farthest region distribution.

Keywords : Free Chlorine Residual, MPN Coliform, Reservoir Medini, PDAM Kudus City

Literatures : 48, (1990 – 2017)

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan inti bagi seluruh lapisan makhluk hidup tak terkecuali pada manusia. Lebih dari 60% tubuh kita tersusun oleh air. Tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Sekitar hampir $\frac{3}{4}$ atau 70,8% permukaan bumi ini tersusun oleh air. Saat ini dunia telah mengalami krisis air bersih. Jumlah air bersih di dunia hanya ada 1% yang dapat dikonsumsi.¹ Data WHO 2015 menemukan bahwa 663 juta penduduk masih kesulitan

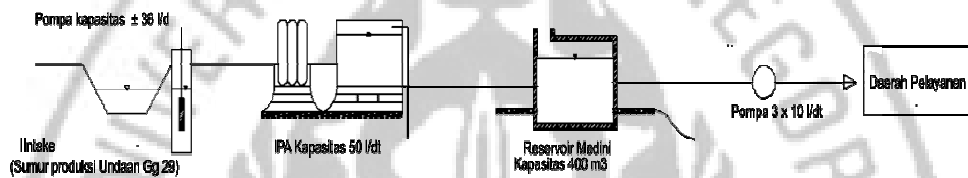
dalam mengakses air bersih. sebagai faktor penyebab kesulitan akses air bersih tersebut.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Indonesia, terdapat beberapa pihak atau perusahaan penyedia air bersih layak minum salah satunya yakni PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Perusahaan yang mengelola air baku menjadi air bersih dan layak minum ini sudah berkembang di Indonesia sejak zaman Belanda

dengan nama *Waterleiding* pada tahun 1920an² Dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilakukan pengawasan kualitas air minum untuk mencegah terjadinya cemaran yang berdampak pada kesehatan.

Oleh sebab itu, PDAM harus memiliki landasan atau acuan dalam memonitoring kualitas air minum yang diproduksi. Di Indonesia peraturan mengenai standar kualitas air minum diatur oleh PERMENKES RI Nomor 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum meliputi paramter fisik, kimiawi dan

mikrobiologi.³ Untuk mendapatkan kualitas air bersih yang mendekati kualitas air minum maka perlu dilakukan pengolahan yang terdiri dari pengolahan lengkap atau pengolahan sederhana. PDAM Kudus merupakan instansi daerah yang menerapkan sistem pengolahan sederhana dikarenakan sumber air baku berasal dari air tanah yang dipompa ke atas. Sehingga pengolahan yang dilakukan melalui tahap filtrasi, aerasi dan pemberian desinfektan. Proses pengolahan hingga distribusi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema pengolahan sederhana PDAM wilayah Medini

Untuk menjaga kualitas air yang diproduksi maka PDAM Kudus menurut aturan PERMENKES 492 tahun 2010 memiliki nilai batas maksimum pada bakteri Coliform air yaitu 0 per 100 ml sampel sedangkan untuk kadar sisa klor bebas yaitu diantara 0,2 – 0,5 mg per 10 ml sampel. Namun berdasarkan laporan hasil pemeriksaan pelanggan pada bulan Januari 2018 nilai kadar *chlor* dan bakteriologi di titik terjauh dari reservoir yakni 0,06 ppm sedangkan untuk MPN *coliform* yakni ++2400 per 100 ml sampel serta 240 per 100 ml sampel untuk MPN *Fecal Coliform*. Sedangkan pada bulan Maret 2018 ditemukan bahwa pada Kecamatan Undaan masih banyak beberapa sampel pelanggan yang memiliki kadar sisa *chlor* bebas sebesar 0,00 dan mengandung MPN *Coliform*. Data bulan Maret 2018 menunjukkan bahwa pada pelanggan di desa Medini gang 9 dengan jarak sekitar 6500 meter

diukur dari reservoir mengandung sisa *chlor* bebas sebesar 0,0 dan mengandung MPN Coliform sebesar 5,5 per 100 ml sampel. Oleh sebab penulis bermaksud untuk menganalisis hubungan jarak tempuh air dengan kadar sisa klor bebas dan MPN Coliform di Wilayah Reservoir Medini Kecamatan Undaan.

Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif dengan teknik analitik observasional. Rancangan desain penelitian ini menggunakan pendekatan *Cross Sectional*. Teknik pengambilan sampel yaitu menggunakan populasi terjangkau. Karena adanya batasan tempat dan waktu. Populasi yang diambil merupakan pelanggan air PDAM Kecamatan Undaan di wilayah reservoir Medini Undaan yang meliputi 5 desa dengan pelanggan sejumlah 2.068 KK (Kepala Keluarga) yang kemudian dihitung dengan rumus Lemeshow

didapatkan 42 sampel ditambah 1 (satu) reservoir Medini. Untuk menganalisis adanya hubungan variabel bebas dan variabel terikat maka dilakukan analisis data menggunakan *Rank Spearman* dikarenakan data tidak berdistribusi normal.

Teknik pemeriksaan untuk sisa klor bebas menggunakan alat *colorimetri* dengan menggunakan reagen *DPD Free Chlorin Reagent*, lalu untuk pemeriksaan mikrobiologi yaitu menggunakan metode tabung ganda 5:5:1, kemudian pengukuran jarak menggunakan maps serta pengukuran pH dan suhu menggunakan *conductivity meter*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pengecekan klor, pengukuran jarak

1. Analisis Univariat

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Variabel Penelitian

| Variabel Penelitian | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|---------------------------------------|---------------|----------------|
| Sisa klor bebas (mg/l) | | |
| ≤0,00 | 7 | 16,3 |
| 0,01 - 0,30 | 25 | 58,1 |
| 0,31 - 0,60 | 9 | 20,9 |
| 0,61 - 0,90 | 2 | 4,7 |
| Jumlah | 43 | 100 |
| MPN Coliform per 100 ml sampel | | |
| 0 | 30 | 69,8 |
| ++2,1 | 1 | 2,3 |
| 2,2 | 2 | 4,7 |
| 4,4 | 3 | 7,0 |
| 5 | 1 | 2,3 |
| ++5,5 | 3 | 7,0 |
| 15 | 1 | 2,3 |
| ++240 | 2 | 4,7 |
| Jumlah | 43 | 100 |
| pH | | |
| 6,10 - 6,50 | 1 | 2,33 |
| 6,60 - 7,00 | 14 | 32,55 |
| 7,10 - 7,50 | 15 | 34,88 |
| 7,60 - 8,00 | 13 | 30,23 |
| Jumlah | 43 | 100 |
| Suhu | | |
| 26,10 - 28,0 | 5 | 11,6 |
| 28,10 - 30,0 | 32 | 74,4 |
| 30,10 - 32,0 | 6 | 14,0 |

dan pemeriksaan MPN Coliform didapatkan nilai rata-rata sisa klor bebas yaitu 0,22 mg/l dengan nilai maksimum 0,9 mg/l pada jarak 0 meter (Reservoir) dan nilai minimum 0,0 mg/l dimulai pada jarak 6730 - 8000 meter. Dari 43 sampel, sebanyak 7 sampel (16,3%) tidak mengandung sisa klor bebas. Sedangkan untuk nilai MPN Coliform didapatkan sebanyak 30 sampel (69,8%) tidak mengandung bakteri Coliform, sedangkan nilai maksimum yaitu terdapat 2 (dua) sampel mengandung bakteri coliform sebanyak 240 per 100 ml pada jarak 7650 dan 8000 meter. Berikut analisis distribusi frekuensi dapat dilihat pada tabel 1.

| | | |
|---------------|----|-----|
| Jumlah | 43 | 100 |
|---------------|----|-----|

Sedangkan untuk nilai pH dan suhu berdasarkan nilai batas yang dianjurkan oleh PERMENKES

yaitu sebesar 6,5 – 8,5 sedangkan untuk nilai suhu yakni $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

2. Analisis Bivariat

nomor 492 tahun 2010 masih memenuhi syarat yaitu untuk nilai pH

Tabel 2. Uji Normalitas

| No | Variabel | p | Keterangan |
|----|------------------|--------|----------------------------|
| 1 | Jarak Tempuh Air | 0,0001 | Tidak berdistribusi normal |
| 2 | Sisa Klor | 0,0001 | Tidak berdistribusi normal |
| 3 | MPN Coliform | 0,0001 | Tidak berdistribusi normal |

Uji normalitas didapatkan nilai $p = 0,0001$ sehingga dikatakan data tidak berdistribusi normal, maka analisis hubungan selanjutnya yaitu

menggunakan uji korelasi *Rank Spearman*. Berikut merupakan tabel hasil analisis hubungan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Uji Korelasi Rank Spearman

| No | Hubungan | r hitung | p-value |
|----|--|----------|---------|
| 1 | Hubungan jarak tempuh dengan kadar sisa <i>chlor</i> bebas | -0,742 | 0,0001 |
| 2 | Hubungan kadar sisa <i>chlor</i> bebas dengan MPN Coliform | -0,744 | 0,0001 |

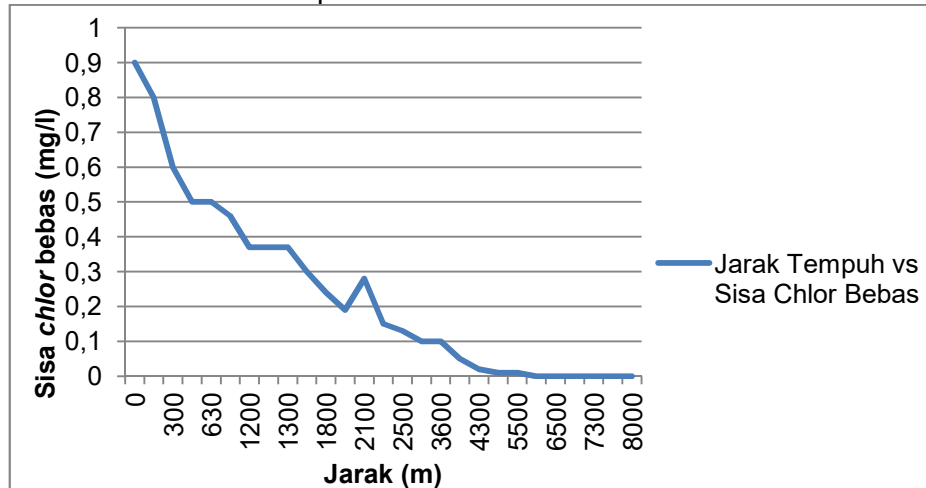
Hubungan Jarak Tempuh dengan Kadar Sisa *Chlor* Bebas

Pada tabel 3 poin 1 menunjukkan bahwa untuk mengetahui hubungan antara kadar sisa *chlor* bebas didapatkan nilai p sebesar 0,0001 yang berarti $p \leq 0,05$, hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara jarak tempuh air dengan sisa *chlor* bebas dengan koefisien korelasi (kekuatan hubungan) nilai r sebesar $-0,742^{**}$, artinya tingkat kekuatan hubungan antara variabel jarak tempuh air dengan sisa *chlor* bebas bersifat kuat karena nilai r adalah $0 < -0,742 < 0,75$ pada derajat signifikasi $\alpha : 0,05$, namun arah hubungan berbanding terbalik karena r bernilai negatif.

Hubungan Kadar Sisa *Chlor* Bebas dengan MPN Coliform

Pada poin 2 menunjukkan bahwa untuk mengetahui hubungan antara kadar sisa *chlor* bebas terhadap jumlah bakteri *Coliform* (MPN *Coliform*) didapatkan nilai p sebesar 0,0001 yang berarti $p \leq 0,05$, hal ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kadar sisa *chlor* bebas terhadap jumlah bakteri *Coliform* (MPN *Coliform*) dengan koefisien korelasi (kekuatan hubungan) nilai r sebesar sebesar $-0,744^{**}$, artinya tingkat kekuatan hubungan antara kadar sisa *chlor* bebas terhadap jumlah bakteri *Coliform* (MPN *Coliform*) bersifat kuat karena nilai r adalah $0 < -0,744 < 0,75$ pada derajat signifikasi $\alpha : 0,05$, namun arah hubungan berbanding terbalik karena r bernilai negatif.

Berikut korelasi antara diinterpretasikan dalam grafik hubungan jarak tempuh dengan sisa klor bebas apabila seperti gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Jarak Tempuh Air dengan Kadar Sisa Chlor Bebas

Terdapat hubungan antara jarak tempuh dengan kadar sisa *chlor* bebas. Berdasarkan pada grafik jarak tempuh air dengan kadar sisa *chlor* bebas nilai maksimum jarak tempuh air pada jarak 8000 meter didapatkan kadar sisa *chlor* sebanyak 0,0 mg/l sedangkan nilai minimum jarak tempuh air pada jarak 0 meter dan 290 meter secara berturut – turut adalah 0,9 mg/l dan 0,8 mg/l. Namun terdapat garis yang fluktuatif dimana pada jarak 2000 m residu klor yang dihasilkan sebesar 0,19 sedangkan pada jarak 2100 m residu klor yang dihasilkan sebesar 0,28. Hal ini diakibatkan oleh adanya faktor ketidaktepatan dalam mengukur atau pada alat pengukur sehingga mengakibatkan adanya hasil yang kurang sesuai dengan teori bahwa semakin jauh jarak yang ditempuh maka sisa klor bebas semakin sedikit.

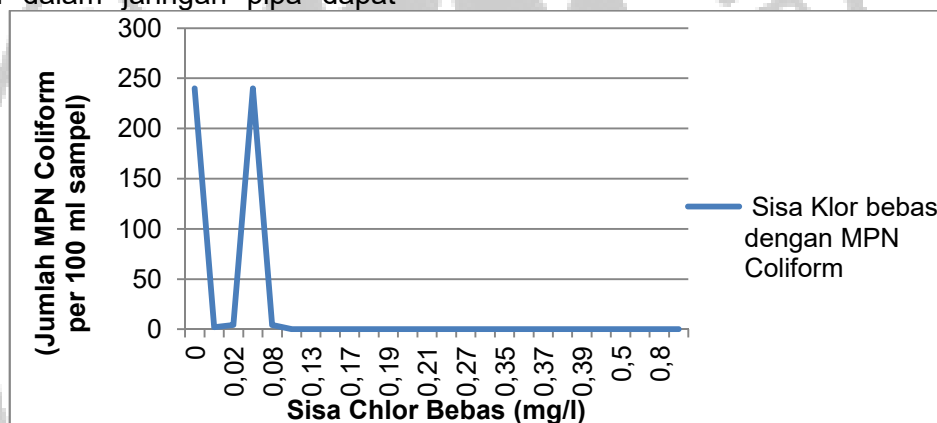
Semakin jauh jarak yang ditempuh, konsentrasi klorin di titik-titik atau di jalur akan semakin rendah. Penurunan konsentrasi klorin dari jarak 1200 m (0,39 mg/l)

ke jarak 1300 m (0,37 mg/l) dikarenakan faktor jarak tempuh dan perubahan kecepatan (*v*) yang semakin kecil. Terdapat 2 reaksi yang mengakibatkan semakin jauh jarak yang ditempuh maka semakin sedikit kadar *chlor* yang tersisa, yaitu *Bulk Reaction* dan *Pipe Wall Reaction*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Asryadin (2012) menerangkan bahwa penurunan kadar sisa klor bebas akan berkurang selama perjalanan air sampai ke konsumen. Hal itu disebabkan oleh daya kerja klor aktif selama perjalanan, kontak dengan mikroorganisme penyebab kontaminasi air dan jaringan pipa yang tidak efisien karena terjadi kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran.⁴

Selain itu faktor lain seperti jenis pipa menurut penelitian Heim dan Dietrich menjelaskan bahwa pipa HDPE membutuhkan klorin yang lebih banyak daripada pipa PVC yaitu 0,1-0,9 mg/cm^{2.5} Pada penelitian dilakukan oleh Syahputra (2012) menunjukkan adanya kecenderungan semakin jauh jarak antara reservoir dengan

konsumen, maka semakin kecil atau sedikit sisa klor yang dipengaruhi dua faktor yaitu *bulk reaction* dan *pipe wall reaction*. *Bulk reaction* diukur melalui pengujian laboratorium terhadap sampel air pada jaringan distribusi air minum di Perumahan BSB Jatisari sedangkan *pipe wall reaction* dapat dilihat dari jenis pipa yang digunakan dalam jaringan distribusi air minum di Perumahan BSB Jatisari adalah pipa GI (*Galvanis Iron*) dan PVC (*Polyvinyl Chloride*). Pipa GI terbuat dari besi sehingga mudah terkorosi, sedangkan pipa PVC terbuat dari bahan plastik. Sisa klor yang terlalu tinggi dalam jaringan pipa dapat

menyebabkan terjadinya korosi pada pipa.⁶ Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pratiwi Listiyaningrum, Arya Rezagama dan Dwi Siwi Handayani menyatakan hasil pengujian usia air terhadap konsentrasi klorin bahwa semakin lama umur air dalam sistem distribusi (pipa distribusi) air minum nilai kekeruhan relatif semakin berkurang dengan reaksi peluruhan klorin. Didapatkan nilai R memenuhi mendekati 1, sehingga *water age* cukup kuat mempengaruhi konsentrasi klorin dalam pipa distribusi air minum.⁷



Gambar 3. Kadar Sisa Chlor Bebas dengan Jumlah MPN Coliform

Pada gambar 3 grafik menunjukkan bahwa kadar sisa klor terhadap jumlah MPN Coliform terdapat sebanyak 8 sampel air pelanggan yang tercemar bakteri MPN Coliform, salah satunya hingga mencapai ++240 pada jarak 7650 dan 8000 meter dengan kadar klor sebesar 0,03 dan 0,00. Sedangkan sebanyak 34 sampel air pelanggan dan reservoir tidak terkontaminasi bakteri *Coliform* karena kadar sisa klor masih mempengaruhi dalam jaringan distribusi sehingga masih mampu untuk membunuh mikroorganisme dalam air. Namun terjadi garis fluktuatif pada titik sisa

chlor bebas dengan nilai 0,03 mg mengandung bakteri coliform

sebanyak ++240 per 100 ml sampel lebih banyak dibandingkan pada titik sisa klor bebas dengan nilai 0,01 yaitu sebanyak 2,2 per 100 ml sampel. Hal itu dikarenakan adanya pengaruh kebocoran pada pipa sehingga mengakibatkan masuknya kontaminan dari sumber pencemar. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Reri Afrianita, Puti Sri Komala dan Yose Andriani menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai suhu dalam air minum, kadar sisa klor akan semakin menurun. Hasil penelitian nilai suhu berkisar antara

27,5-29 °C. Nilai korelasi antara suhu dengan sisa klor adalah -0,52. Nilai 0,52 menunjukkan hubungan antar suhu dan sisa klor yang memiliki tingkat hubungan yang sedang, sehingga dapat disimpulkan bahwa suhu ikut mempengaruhi keberadaan kadar sisa klor dalam jaringan distribusi air minum.⁸ Begitu pula dengan penelitian Liu dkk (2014) yang menyimpulkan bahwa klor semakin cepat meluruh seiring pemanasan yang semakin lama. Perbedaan hasil ini dapat diakibatkan oleh beberapa kondisi seperti pengukuran yang menggunakan termometer dengan ketelitian rendah dan kondisi perpipaan yang terdapat di lokasi sampling.⁹ Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Reri Afrianita, Puti Sri Komala dan Yose Andriani juga menunjukkan bahwa nilai korelasi antara pH dengan sisa klor adalah -0,649.. Nilai 0,649 menunjukkan bahwa antar pH dan sisa klor memiliki tingkat hubungan yang kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa pH mempengaruhi keberadaan kadar sisa klor dalam jaringan distribusi air minum.⁸

Kesimpulan

1. Rata – rata sisa klor bebas yaitu 0,22 mg/l dengan nilai maksimum yaitu 0,80 mg/l dan nilai minimum 0,00 mg/l.
2. Sebanyak 7 (16,3%) sampel air tidak mengandung sisa klor bebas (0,0 mg/l) dan 36 (83,7%) sampel air mengandung sisa klor bebas dengan rentang 0.01 – 0.90 mg/l.
3. Sebanyak 30 (69,77%) sampel air dari 43 sampel tidak mengandung bakteri *Coliform*. Sedangkan sisanya yaitu 13 sampel air (30,23%) terkontaminasi bakteri *Coliform* dan 2 sampel air (4,6%) diantaranya terdapat coliform

sejumlah ± 240 per 100 ml sampel.

4. Rata – rata nilai pH yang didapatkan yaitu 7,3 sedangkan rata – rata suhu yang didapatkan yaitu 29,3 °C.
5. Terdapat hubungan antara jarak tempuh air dengan kadar sisa *chlor* bebas pada jaringan distribusi dengan nilai $p \leq 0,05$ (0,0001).
6. Terdapat hubungan kadar sisa *chlor* bebas dengan MPN Coliform pada jaringan distribusi PDAM dengan nilai $p \leq 0,05$ (0,0001).

Saran

1. Bagi Instansi PDAM

Diperlukan penyediaan pos klorinasi pada jarak tertentu untuk menjangkau wilayah yang jaraknya tidak telampaui oleh injeksi desinfeksi klor.
2. Bagi Masyarakat

Masyarakat dapat melakukan pencegahan seperti menjaga kondisi lingkungan
3. Bagi Peneliti Lain

Perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

Daftar Pustaka

1. Pangaribuan, dkk. Optimalisasi Peran Sains dan Teknologi untuk Mewujudkan Smart City. Tangerang. Tangerang: UTFMIPA; 2017.
2. Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2010.
3. PERPAMSI Indonesia. Sejarah PDAM. <http://perpamsi.or.id/> (diakses 12 Maret 2018)
4. Asryadin, Christiyaningsih J. Pengaruh Jarak Tempuh Air dari Unit Pengolahan Air Terhadap pH, Suhu, Kadar Sisa Klor dan Angka Lempeng Total Bakteri

- (ALTB) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat. *J. Analisis Kesehatan Sains*. 2012;1(02)
5. Heim, T.H. dan Dietrich, A.M. Sensory Aspects And Water Quality Impacts Of Chlorinated And Chloraminated Drinking Water In Contact With HDPE And PVC Pipe. *Water Res.* 2006; 41: 757-764
 6. Syahputra. Analisis Sisa Chlor Pada Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Semarang. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang; 2012
 7. Listiyaningrum, P, Rezagama A., Handayani D, S. Analisis Simulasi Perubahan Konsentrasi Klorin dalam Pipa Distribusi Penyediaan Air Minum PDAM Demak Zona 3. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang; 2015.
 8. Afrianita R., Komala, P.S., Andriani Y. Kajian Kadar Sisa Klor di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II 0 Padang; 2016.
 9. Liu, B., Reckhow, D.A., Li, Y. A Two-site Chlorine Decay model For The Combined Effects Of pH, Water Distribution Temperature And In-home Heating Profiles using Differential Evolution. *J. Water Res.* 2014; 53: 47-57.