

Efektifitas dan Efisiensi Penggunaan Klorinator sebagai Sarana Pelarut Disinfektan di Usaha Kecil dan Menengah (UKM)

Nur Ahmad Habibi^{1*}, Citra Tristi Utami², Mulyana³, Ratu Ruri Amelia⁴

¹Magister Profesional Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor

²Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

^{3,4}Departemen Quality Assurance, Mitra Ihsan Sejahtera

Abstrak

Air merupakan komponen penting dalam industri pangan. Kualitas air yang digunakan pada Usaha Kecil Mikro (UKM) umumnya mempunyai kualitas yang rendah. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan dan biaya. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi efektifitas dan efisiensi penggunaan klorinator sebagai pelarut disinfektan di Usaha Kecil dan Mikro (UKM). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 kali pengulangan, dengan menguji kualitas air sebelum dan sesudah perlakuan. Parameter uji yang digunakan adalah cemaran *coliform*, *Escherichia coli* (*E. coli*) dan total klorin dalam air. Efisiensi biaya dihitung dengan mengevaluasi jumlah pemakaian klorin/m³air. Hasil penelitian menunjukkan terdapat penurunan *coliform* dan *E. coli* secara bermakna ($p < 0.05$) dengan nilai yang sama dari $2,3 \times 10^5$ cfu/100 ml menjadi 0 cfu/100 ml. Selain itu total klorin setelah perlakuan tidak menunjukkan kenaikan secara signifikan ($p < 0.05$). Penggunaan klorinator dari segi biaya terhitung murah yaitu Rp. 916/m³ air. Klorinator dinilai efektif dalam menurunkan total cemaran mikrobiologi dan dapat menjaga jumlah total klorin terlarut sesuai dengan standar kualitas air untuk sanitasi dan higienis. Selain itu, klorinator juga efisien dari segi biaya apabila diaplikasikan di Usaha Kecil Menengah (UKM)

Kata kunci : Kualitas Air, UKM, Klorinator, *coliform* dan *E. coli*

Abstract

Water is an important substances in the food industry. The quality of water used in the small industry (UKM) generally has low quality. It is caused by lack of knowledge and finance. The aim of the study was to evaluate effectiveness and efficiency of using chlorinator as disinfectant in the small industry (UKM). This study used complete randomized design with 2 repetitions by analyzing water quality before and after treatment. The parameters used *coliform* and *Escherichia coli* (*E. coli*) contaminant and total chlorine in the water. The cost efficiency was calculated by evaluating the use of chlorine per m³ of water. Results showed a significant decrease of *coliform* and *E. coli* ($p < 0.05$) in the similar value, from $2,3 \times 10^5$ cfu/100 ml to 0 cfu/ml. Furthermore, total chlorine after treatment showed no significant increase ($p < 0.05$). The cost of using chlorinator was cheap, just IDR 916/m³. The use of chlorinator was effective to decrease total microbiology contaminant and can keep total chlorine concentration in the standard of water quality for hygiene and sanitation. Furthermore, chlorinator was also efficiency in cost to be implemented in small industry (UKM)

Keywords : Water quality, UKM, Chlorinator, *coliform* and *E. coli*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen penting dalam industri pangan yang umumnya digunakan untuk berbagai aktifitas, seperti sanitasi

peralatan, higienitas karyawan, maupun sebagai bahan baku dalam produksi [1, 2]. Diketahui Penggunaan air melalui Perusahaan Air Minum (PAM) di Indonesia pada tahun

2015 mencapai 3.659 juta m³, dengan 44,55 % digunakan untuk industri [3].

Meskipun demikian, berdasarkan data Survei Kualitas Air di Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2015 menunjukkan 89 % air yang dialirkan dan digunakan oleh masyarakat, maupun Industri telah terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*[4]. Bakteri ini merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan diare, infeksi saluran kemih, bahkan risiko meningitis pada janin apabila dikonsumsi oleh ibu yang sedang hamil [5]. Oleh karena itu persyaratan bakteri *E.coli* pada air bersih, dan air minum diwajibkan 0 Cfu/ml atau tidak terdeteksi [6].

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu Industri yang rentan terhadap pemakaian air yang tidak memenuhi persyaratan. Hal ini berkaitan dengan kurangnya akses terhadap air bersih, serta tidak adanya pengolahan terlebih dahulu (*pre treatment*) untuk air yang akan digunakan [7]. Kondisi ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan dan biaya untuk investasi peralatan [8].

Klorinator merupakan alat sederhana yang berfungsi untuk mengalirkan disinfektan seperti klorin (Cl) yang berfungsi untuk mengurangi kontaminan berupa mikroorganisme patogen di dalam air[9]. Cara kerjanya adalah dengan melarutkan tablet klorin di air melalui lubang kecil sehingga tercapai kadar yang optimal untuk membunuh mikroorganisme patogen, dan aman untuk digunakan.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektifitas penggunaan klorinator terhadap kualitas air di UMKM, serta menilai efisiensi *cost*/biaya yang digunakan.

2. Metodologi

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2x pengulangan. Pengujian parameter dilakukan sebelum, dan sesudah perlakuan

2.2 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di bulan Desember 2018 di UKM ABC Bogor

Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium MBRIO Bogor.

2.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah pipa, klorinator, tandon, botol steril, gelas kimia, dan pH meter.

Bahan yang digunakan adalah air yang digunakan di perusahaan Mitra Ihsan Sejahtera dan tablet klorin dalam bentuk kalsium hipoklorit (Ca(ClO)₂), isopropil alkohol 70 %, *plate count* agar (PCA), *Lactosa Broth* (LB) aquades, EMB agar.

2.4 Pengambilan Sampel air

Personel pengambilan air menggunakan sarung tangan steril untuk mencegah kontaminasi. Pengambilan air dilakukan pada kran air yang paling dekat dengan pipa PAM utama. Sebelum pengambilan, kran dibersihkan dan disinfeksi terlebih dahulu[10].

Pembersihan dilakukan dengan menggunakan, misalnya, lap atau sikat yang mengandung isopropil alkohol 70. Kemudian kran dibuka dan dibiarkan mengalir dengan kecepatan yang konstan selama beberapa waktu untuk membilas pipa pelayanan 2-3 menit untuk membuang air yang dekat di

mulut kran. Setelah itu air diambil secara mengalir selama 10 menit, kemudian botol ditutup[10].

2.5 Pengujian sampel air

Parameter dalam penelitian ini meliputi 4 karakteristik diantaranya adalah sensorik, fisik, kimia, dan mikrobiologi.

Sensorik dan Fisik

Pengujian fisik dan sensorik dengan mengevaluasi rasa, aroma, dan warna secara organoleptik dengan menggunakan metode SNI 3554 : 2015[11].

Kimia

Pengujian kimia dilakukan untuk mengukur kandungan klorin bebas dalam produk dengan menggunakan metode spektrofometer [11]. Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan pH meter [11].

Pengujian *Total Dissolved Solid (TDS)* dilakukan dengan menggunakan metode SNI 3554 : 2015 (gravimetri)[11].

Pengujian karakteristik mineral air dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)*[11]. Pengujian meliputi mineral arsenik (As), timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), nitrit (NO₂), sianida (Sn), kromium (Cr), Mangan (Mn dan selenium (Se).

Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi dilakukan dengan melihat total *coliform* dan *Eschericia coli*.

Pengujian total bakteri *coliform* dan *E.coli* dilakukan dengan menggunakan penyaring membran (*membrane filter*) [11].

2.6 Penilaian cost/biaya

Penilaian biaya dalam penggunaan klorinator ini dihitung mulai dari biaya investasi peralatan, dan biaya pemakaian tablet klorin/m³ air.

Perhitungan biaya tablet klorin dilakukan dengan menghitung penggunaan klorin selama

sebulan, kemudian dibandingkan dengan penggunaan jumlah air selama 1 bulan.

$$\text{Biaya} = \frac{A \times B}{C}$$

Keterangan:

A = jumlah pemakaian Cl /bln (gr)

B = harga/ gram (rupiah)

C = jumlah pemakaian air (m³)

2.7 Pemasangan Klorinator

Pemasangan klorinator diletakkan sebelum memasuki penampungan air (tandon), ini bertujuan untuk mengurangi residu klorin yang larut, sehingga air yang digunakan mempunyai kandungan klorin yang rendah.

Pengisian klorin pada klorinator dilakukan tiap minggu sekitar 1 tablet klorin/ minggu.



Gambar 1. Pemasangan klorinator

2.8 Analisis Data

Analisis data menggunakan tingkat kepercayaan 95 %. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji T berpasangan.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Karakteristik keseluruhan air

Hasil pengujian air sebelum perlakuan menunjukkan data sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik air

Parameter	Nilai	Satuan
Fisik dan sensorik		
Warna	Normal	-
Aroma	Normal	-
Rasa	Normal	-
Kimia		
pH	7,46	-
Total Dissolved Solid (TDS)	92.0	mg/L
Arsenik (As)	ND	mg/L
Timbal (Pb)	ND	mg/L
Kadmium (Cd)	ND	mg/L
Merkuri (Hg)	ND	mg/L
Nitrit (NO ₂)	ND	mg/L
Sianida (Sn)	ND	mg/L
kromium (Cr)	ND	mg/L
Mangan (Mn)	ND	mg/L
Selenium (Se)	ND	mg/L
klorin (Cl)	ND	mg/L
Mikrobiologi		
<i>Coliform</i>	2.3 x 10 ⁵	Cfu/100 ml
<i>E.coli</i>	2.3 x 10 ⁵	Cfu/100 ml

*ND (*Not Detected*) : Tidak terdeteksi

Air PAM yang mengalir di UKM Mitra Ihsan Sejahtera merupakan air yang digunakan untuk sanitasi peralatan, dan ruangan. Sehingga harus memenuhi persyaratan air bersih.

Berdasarkan tabel 1, diketahui air PAM yang mengalir di UKM madu Herbal Mitra Ihsan Sejahtera dilihat dari sisi fisik dan sensorik, memiliki nilai yang baik yaitu normal apabila diuji warna, aroma dan rasa.

Berdasarkan karakteristik kimia air memiliki pH 7,46. pH ini masih dalam *range* pH normal untuk air bersih yaitu 6-8, selain itu *Total Dissolved Solid* (TDS) air yaitu 92.0

mg/L masih dalam *range* TDS normal air standar maksimum 1000 mg/L[6].

Namun, berdasarkan karakteristik mikrobiologi, nilai total *coliform* dan *E.coli* tidak memenuhi standar air untuk sanitasi dan higienis. Masing masing nilai total *coliform* dan *E.coli* adalah 2.3 x 10⁵ cfu/100 ml, sementara standar yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia untuk total *coliform* adalah 50 cfu/ml dan *E. coli* 0 cfu/ml [6].

Peningkatan jumlah *koliform* dan *E.coli* di dalam air PAM berkaitan kemampuan *coliform* untuk berkembang dalam substrat yang relatif rendah. Selain itu kondisi temperatur air, korosi pipa, dan nutrisi terlarut yang ada di dalam pipa juga merupakan pemicu pertumbuhan mikroorganisme tersebut [12].

3.2 Efektifitas Penggunaan Klorinator

Berdasarkan pengamatan selama 1 minggu, dengan pengambilan sampel sebelum dan sesudah perlakuan (masing masing 2 sampel) didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Perlakuan dengan Klorinator

Parameter	Sebelum	Sesudah	P value
Total <i>coliform</i> (cfu/100 ml)	2.3 x 10 ⁵	< 1	P<0.05
<i>E coli</i> (cfu/100 ml)	2.3 x 10 ⁵	ND	P<0.05
Klorin bebas (mg/L)	0	0.19	p>0.05

*ND (*Not Detected*) : Tidak terdeteksi

Berdasarkan uji T berpasangan penggunaan klorinator dapat menurunkan nilai Total *coliform* dan *E. coli* secara signifikan (p<0.05). Penurunan ini berkaitan dengan kemampuan klorin sebagai disinfektan yang dapat membunuh bakteri [13-15].

Nilai *coliform* < 1 cfu/100ml dan *E. coli* 0 cfu/100 ml dinilai telah memenuhi standar air untuk sanitasi dan higienis, bahkan telah memenuhi standar air minum [6].

Aktivitas klorin dalam membunuh mikroorganisme ialah melalui penghambatan aktifitas pernafasan, yang dapat mengakibatkan kematian sel mikroorganisme [15]. Pada konsentrasi tinggi yaitu 1 mg/L diketahui klorin dapat menurunkan 5 log (siklus) bakteri *E. coli* dalam waktu 30 detik [16, 17]. Namun diketahui penggunaan klorin yang berlebihan juga dapat berbahaya bagi tubuh manusia [18].

Berdasarkan nilai total klorin bebas diketahui terdapat peningkatan konsentrasi klorin dalam air, namun tidak signifikan ($p > 0.05$). Ini disebabkan karena pemasangan klorinator diletakkan sebelum penampungan air yang mengakibatkan klorin telah terendapkan terlebih dahulu di dalam tandon, sehingga konsentrasi residunya sangat rendah. Nilai residu yang diperoleh, dinilai telah memenuhi persyaratan air sanitasi dan higienis [6].

3.3 Efisiensi Biaya Klorinator

Biaya yang digunakan dalam investasi peralatan klorinator cukup murah dan terjangkau bagi usaha UKM. Harga per 1 unit klorinator hanya senilai Rp 50.000 – Rp 100.000.

Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian tablet klorin adalah Rp 55.000/kg. Jumlah tersebut dapat dipakai untuk 1 bulan pemakaian. Diketahui berdasarkan pemakaian air, di UKM mitra Ihsan Sejahtera per bulan dapat menggunakan air sebanyak 60 m³ sehingga biaya yang dikeluarkan per 1 m³ untuk pemakaian klorin adalah Rp. 916/m³.

Nilai tersebut dinilai sangat terjangkau, sehingga penggunaan klorinator ini sangat efisien dari segi biaya apabila diaplikasikan pada UKM.

Selain itu, penggunaan klorinator dinilai mudah untuk UKM. Hal ini disebabkan dalam penggunaannya hanya perlu mengisi klorin pada klorinator tiap minggu.

4. Kesimpulan

Penggunaan klorinator dapat menurunkan total cemaran mikrobiologi (*Coliform* dan *e coli*) sesuai dengan persyaratan air untuk sanitasi dan higienis.

Klorinator dinilai efisien dari segi biaya dan mudah apabila diaplikasikan di Usaha Pangan Kecil Menengah (UKM).

5. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut terkait residu klorinator yang ada di dalam penyimpanan air apabila dipakai terus menerus dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wahlquist ÅK, Water and its role in food and health security – the importance of water to food production, *Asia Pac J Clin Nutr*, vol.18, no.4, pp.501-506, 2009.
2. Oberholster PJ, Botha A-M, The importance of water quality to the food industry in South Africa. Understanding the Food Energy Water Nexus WWF-SA, South Africa, 2014.
3. BPS, Statistik Air Bersih, Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, 2015.
4. BPS, Hasil Survei Kualitas Air di Daerah Istimewa Yogyakarta, Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, 2015.
5. Makvana S, Krilov LR, *Escherichia coli* Infections, *Pediatrics in review*, vol.36, no.4, pp.167-170, 2015, doi :10.1542/pir.36-4-167.
6. PERMENKES, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam

- Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum, Dinas Kesehatan Republik Indonesia, 2017.
7. Nuraida L, Keamanan Pangan Industri Usaha Kecil Dan Menengah (UKM) dan Industri Rumah Tangga (IRT) Pangan Seafast Institut Pertanian Bogor, 2008.
 8. Farzin YH, Grogan KA, Socioeconomic factors and water quality in California. *Environmental Economics and Policy Studies*, vol.15, no.1, pp.31-37,2013.
 9. Van Haute S, Sampers I, Holvoet K, Uyttendaele M, Physicochemical quality and chemical safety of chlorine as a reconditioning agent and wash water disinfectant for fresh-cut lettuce washing, *Applied and environmental microbiology*, vol.79, no.9, pp.2850-2861, 2013, doi: 10.1128/AEM.03283-12.
 10. BSN, SNI 7828:2012 Kualitas air – Pengambilan contoh - Bagian 5 : Pengambilan contoh air minum dari instalasi pengolahan air dan sistem jaringan distribusi Perpipaan. Badan Standardisasi Nasional, 2012.
 11. BSN, SNI 3554 : 2015 Cara uji air minum dalam kemasan, Badan Standardisasi Nasional, 2015.
 12. Juhna T, Birzniece D, Larsson S, Zulenkovs D, Sharipo A, Azevedo NF, et al, Detection of Escherichia coli in biofilms from pipe samples and coupons in drinking water distribution networks, *Applied and environmental microbiology*, vol.73, no.22, pp.7456-7464, 2007, doi:10.1128/AEM.00845-07.
 13. Hosni AA, Szabo JG, Bishop PL, Efficacy of Chlorine Dioxide as a Disinfectant for Bacillus Spores in Drinking-Water Biofilms, *J Environ Eng*, vol.137, pp.569-574, 2011, doi :10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000355.©2011.
 14. Denisova V, Mezule L, Juhna T, The Effect of Chlorination on Escherichia Coli Viability in Drinking Water, *Material Science and Applied Chemistry*, vol.30, vol.45, 2014, doi : 10.7250/msac.2014.008.
 15. Zhao T, Doyle MP, Zhao P, Blake P, Wu F-M, Chlorine Inactivation of Escherichia coli O157:H7 in Water, *Journal of Food Protection*, vol 64, no 10, pp1607–1609, 2001.
 16. Moreno, Y., Piqueres, P., Alonso, J. L., et al, Survival and viability of Helicobacter pylori after inoculation into chlorinated drinking water, *Water Research*, vol. 41, no. 15, pp.3490–3496,2007,doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2007.05.020>
 17. Zhao, T., Doyle, M. P., Zang, P., et al, Chlorine inactivation of Escherichia coli O157: H7 in water, *Journal of Food Protection*, vol. 64, no 10, pp. 1607–1609, 2004.
 18. National Toxicology Program (NTP). Toxicology and Carcinogenesis Studies of Chlorinated Water (CAS Nos. 7782-50-5 and 7681-52-9) and Chloraminated Water (CAS No. 10599-90-3) (Deionized and CharcoalFiltered) in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). TR-392, 1992.