

Efek Antibakteri Sodium Hypochlorite terhadap *Staphylococcus aureus*

Dyah Widiastuti, Isya Fikria Karima, Endang Setiyani

Balai Litbang Kesehatan Banjarnegara

Abstrak

Latar Belakang: Infeksi *Staphylococcus aureus* menjadi masalah yang serius saat ini karena meningkatnya resistensi bakteri terhadap berbagai jenis antibiotik (Multi Drug Resistance/MDR). Meluasnya resistensi bakteri terhadap obat-obatan yang ada, mendorong pentingnya upaya untuk melakukan upaya desinfeksi bakteri di lingkungan.

Metode: Sodium hypochlorite dikaji aktivitas antimikrobanya terhadap *S. aureus*. Penelitian ini menggunakan uji coba kontrol yang sepenuhnya acak dengan tiga ulangan. Dalam penelitian ini hanya terdiri dari satu faktor saja, yaitu pemberian sodium hypochlorite dengan menggunakan konsentrasi: 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm dan 1000 ppm.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa sodium hypochlorite pada konsentrasi 1000 ppm memberikan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *S. aureus* (0,86 + 0,08 mm).

Kesimpulan: Aktivitas antibakteri sodium hypochlorite dikategorikan lemah dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Kata kunci: aktivitas antibakteri, sodium hypochlorite, *Staphylococcus aureus*

Antibacterial Effect of Sodium Hypochlorite to *Staphylococcus aureus*

Abstract

Background: Nowadays *Staphylococcus aureus* infection becomes a serious problem due to increased bacterial resistance to various types of antibiotics (Multi Drug Resistance / MDR). Widespread bacterial resistance to existing drugs, prompting the importance of efforts to disinfect the bacteria in environment.

Methods: Sodium hypochlorite was investigated for the antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus*. This study only consisted of one factor, namely the exposure of sodium hypochlorite using concentrations: 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm and 1000 ppm.

Results: The result showed that sodium hypochlorite at concentration 1000 ppm gave the highest inhibition to the growth of *S. aureus* (0,86+0,08 mm).

Conclusion: The antibacterial activity of sodium hypochlorite is categorized as weak in inhibiting the growth of *S. aureus*.

Keyword: antibacterial activity, sodium hypochlorite, *Staphylococcus aureus*

Alamat Korespondensi :
Dyah Widiastuti
Jl. Selamanik No.16A, Kutabanjarnegara,
Kec. Banjarnegara, Banjarnegara,
Jawa Tengah

PENDAHULUAN

Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu penyebab penyakit menular yang paling sering ditemukan di dunia. Bakteri *S. aureus* merupakan bakteri yang memiliki sifat invasif yang termasuk dalam kelompok bakteri patogen gram positif. Bakteri ini diketahui dapat mengakibatkan berbagai penyakit pada hewan maupun manusia. Kejadian mastitis (radang ambing) pada sapi merupakan salah satu contoh infeksi *S. aureus* pada hewan¹. Adapun pada manusia, infeksi *Staphylococcus aureus* merupakan penyebab utama berbagai penyakit termasuk infeksi kulit, abses, pneumonia, endokarditis, meningitis dan sepsis². Infeksi *S. aureus* pada manusia dapat berupa infeksi minor pada kulit (furunkulosis dan impetigo), infeksi saluran kemih, infeksi saluran pernafasan, hingga infeksi pada mata dan *Central Nervous System* (CNS). Hal ini menunjukkan bahwa infeksi *S. aureus* pada manusia memiliki tingkat keparahan yang beragam³.

Nama *Staphylococcus* berasal dari kata staphyle yang artinya kelompok buah anggur, dan coccus yang artinya bulat serta aureus berarti keemasan. *Staphylococcus aureus* sering ditemukan berkolonisasi sebagai flora normal pada kulit rongga hidung manusia⁴. Diperkirakan 50% individu dewasa merupakan carrier *S. aureus*, namun keberadaan *S. aureus* pada saluran pernapasan atas dan kulit pada individu sehat jarang menyebabkan penyakit. Infeksi serius dari *S. aureus* dapat terjadi ketika sistem imun melemah yang disebabkan oleh perubahan hormon, penyakit, luka, penggunaan steroid atau obat lain yang mempengaruhi kekebalan tubuh⁵.

Infeksi *S. aureus* menjadi masalah yang serius saat ini karena meningkatnya resistensi bakteri terhadap berbagai jenis antibiotik (*Multi Drug Resistance*/MDR). *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan adaptasi yang luar biasa sehingga bisa resisten pada berbagai antibiotik. Pandemi dari *S. aureus* yang resisten terhadap antibiotik pertama kali muncul 60 tahun yang lalu⁶. Antibiotik hanya membunuh atau menghambat bakteri yang *susceptible* (sensitif). Hal ini menyebabkan seleksi strain yang resisten hingga akhirnya penggunaan antibiotik menjadi tidak efektif⁷. Meluasnya resistensi bakteri terhadap obat-obatan yang ada, mendorong pentingnya upaya untuk menemukan langkah

alternatif dengan pemberian obat-obatan pencegah penyakit infeksi dari bahan alam.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan uji antibakteri ekstrak jahe merah terhadap *S. aureus*. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa ekstrak jahe merah dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* pada konsentrasi 20000 ppm⁸. Beberapa penelitian juga telah membuktikan adanya efek anti bahan aktif dari ekstrak tanaman terhadap *S. aureus*. Akan tetapi, efek anti bakteri bahan desinfektan terhadap biakan *S. aureus* masih jarang dilakukan. *Staphylococcus aureus* secara umum dapat bertahan hidup di lingkungan yang lembab. Hal tersebut dibuktikan dengan kemampuan *S. aureus* yang dapat hidup di tanah lembab dengan pH netral yaitu 6,2-8 selama 43 hari dan hidup di air dengan rentang waktu beberapa minggu. Suhu lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan *S. aureus* berkisar 28°C-30°C.⁹

Upaya pembersihan dan desinfeksi yang efektif sangat diperlukan untuk mencegah penyebaran infeksi *S. aureus*, terutama melalui kontak baik secara langsung maupun tidak langsung dengan lingkungan yang terkontaminasi. Desinfeksi adalah upaya mengeliminasi mikroorganisme patogen pada obyek tak hidup. Desinfeksi dapat dilakukan menggunakan metode fisika maupun kimia. Bahan yang digunakan dalam proses desinfeksi disebut desinfektan. Masing-masing desinfektan memiliki kisaran target yang berbeda, dan tidak semua desinfektan dapat membunuh semua jenis mikroorganisme.¹⁰

Senyawa yang berbahan dasar klorin telah lama digunakan sebagai antiseptik dan desinfektan tradisional. Salah satu desinfektan berbahan klorin yaitu sodium hipoklorit (NaOCl). Sodium hypochlorite (NaOCL) terbukti efektif untuk membasmi mikroorganisme. Senyawa ini sering digunakan dalam perawatan gigi sebagai desinfektan untuk menghilangkan kuman patogen di sistem perakaran gigi. NaOCL juga banyak ditemukan di bahan pemutih pakaian.¹¹

Natrium hipoklorit pertama kali diproduksi pada 1789 oleh Claude Louis Berthollet di laboratoriumnya di dermaga Javel di Paris, Perancis, dengan melewati gas klor melalui larutan natrium karbonat. Dibandingkan dengan iodium, natrium hipoklorit (NaOCl) memiliki daya reaktivitas yang lebih tinggi

sehingga dipercaya sebagai bahan desinfeksi pada tumpahan darah yang mengandung virus HIV atau HBV¹². Penelitian yang dilakukan oleh Tiwari et al. menunjukkan bahwa natrium hipoklorit (NaOCl) memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan etanol 70%¹³. Hasil uji menunjukkan bahwa NaOCl mampu membunuh hingga bentuk biofilm bakteri¹⁴. Larutan yang mengandung NaOCl dengan konsentrasi 1% sudah dapat dijadikan sebagai desinfektan. Hal ini berbeda dengan larutan etanol yang minimal mengandung 70% etanol untuk dapat digunakan sebagai desinfektan. Selain itu, proses desinfeksi juga dapat menggunakan larutan yang mengandung 10% formaldehida, amonium desinfektan, detergent dan juga asam. Kelebihan lain yang dimiliki oleh NaOCl adalah harganya yang murah, terjangkau dan mudah digunakan oleh masyarakat umum¹⁵. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi optimum natrium hipoklorit (NaOCl) dalam membasmi *S. aureus*. Diharapkan dari hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dasar dalam mengendalikan bakteri *S. aureus* di lingkungan.

METODE

Kultur bakteri *S. aureus*

Penelitian ini menggunakan biakan murni *Staphylococcus aureus* ATCC (American Type Culture Collection) 25923 diperoleh dari Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi (BPPT) Jawa Tengah selanjutnya diremajakan di Laboratorium Mikrobiologi, Biologi Molekuler dan Imunologi, Balai Litbang Kesehatan Banjarnegara.

Uji Antibakteri

Konsentrasi NaOCl yang ditambahkan yaitu 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm dan 1000 ppm. Setiap perlakuan dengan masing-masing konsentrasi NaOCl yang ditambahkan diberi tiga kali ulangan. Medium yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri *S. aureus* adalah Medium Nutrient Agar (NA) yang dibuat sesuai komposisi yang ditetapkan. Kertas cakram dibuat dari kertas saring Whatman no.42 dibentuk dengan menggunakan pelubang kertas yang berukuran 6 mm kemudian disterilkan dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit¹⁶. Biakan murni *S. aureus* ATCC25923 yang telah dikulturkan selama dalam waktu 24 jam, diambil masing-masing 1 ose dan diinokulasi pada akuades steril sampai didapatkan kekeruhan yang setara dengan Mc.

Farland'0,5 (1% asam sulfur 9,95 ml dan 1% barium chlorida 0,05 ml)¹⁷.

Penentuan daerah bebas mikroba dengan metode difusi¹⁷. Pengamatan dan pengukuran diameter zona bening yang terbentuk di sekitar sumuran dilakukan setelah 24 jam menggunakan jangka sorong. Data dianalisis normalitasnya dengan uji Kolmogorov Smirnov dan dianalisis uji beda. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) dilakukan uji lanjut untuk melihat perbedaan antar kelompok.

HASIL

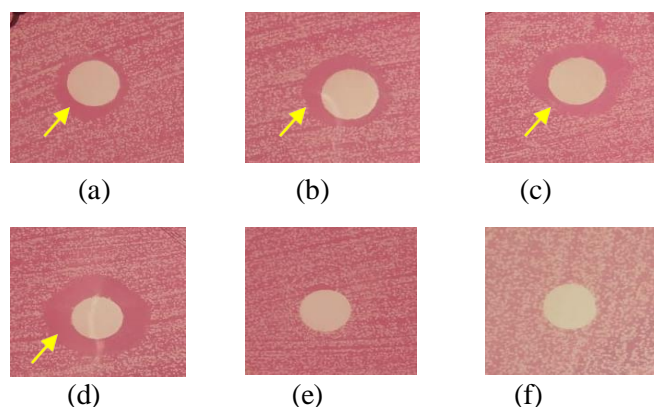
Hasil pengamatan setelah minggu keenam menunjukkan bahwa bakteri *S. aureus* tidak dapat tumbuh di medium subkultur setelah paparan sodium hypochlorite mulai konsentrasi 50 ppm (Tabel 1).

Tabel 1. Lebar zona hambat yang ditimbulkan oleh paparan sodium hypochlorite pada kultur *S. aureus*

No	Konsentrasi Sodium Hipoklorit	Rerata+SD (mm)
1	Kontrol (aquadest)	0 ± 0
2	10 ppm	0 ± 0
3	50 ppm	0,26 ± 0,114
4	100 ppm	0,4 ± 0,1
5	500 ppm	0,56 ± 0,05
6	1000 ppm	0,86 ± 0,08

Keterangan: Diameter sumuran 6 mm

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi sodium hipoklorit yang dipaparkan maka lebar zona hambat semakin besar. Terbentuknya zona hambat pada kultur *S. aureus* setelah paparan NaClO ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bakteri *S. aureus* pada Medium Natrium Agar yang menunjukkan adanya zona hambat pada konsentrasi sodium hipoklorit 50 ppm (a); 100 ppm (b); 500 ppm (c); 1000 ppm (d) dan tidak adanya zona hambat pada konsentrasi sodium hipoklorit 10 ppm (e); dan kontrol (f)

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
lebar_zona_hambat	,195	30	,005	,875	30	,002

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil analisa uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal ($p < 0,005$) sehingga uji beda dilakukan dengan uji Kruskal Wallis.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Data

Test Statistics^{a,b}

	lebar_zona_hambat
Chi-Square	27,901
df	5
Asymp. Sig.	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
konsentrasi

Hasil analisis Kruskal Wallis menunjukkan bahwa minimal terdapat 2 kelompok yang memiliki perbedaan secara signifikan dalam hal lebar zona hambat akibat paparan sodium hypochlorite terhadap *S. aureus* antar konsentrasi ($p\text{-value} = 0$). Untuk melihat kelompok yang memiliki perbedaan yang nyata, dilakukan uji lanjut dengan Mann Whitney. Hasil uji Mann Whitney ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Mann Whitney untuk melihat perbedaan antar kelompok

Kelompok Perlakuan	p	
kontrol	10 ppm	1
	50 ppm	0,005*
	100 ppm	0,005*
	500 ppm	0,005*
10 ppm	1000 ppm	0,004*
	50 ppm	0,005*
	100 ppm	0,005*
	500 ppm	0,005*
50 ppm	1000 ppm	0,004*
	100 ppm	0,083
	500 ppm	0,008*
	1000 ppm	0,007*
100 ppm	500 ppm	0,021*
	1000 ppm	0,007*
500 ppm	1000 ppm	0,006*

Tabel 4 menunjukkan bahwa dari hasil uji Mann Whitney diketahui bahwa lebar zona hambat akibat paparan NaOCl dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm dan

1000 ppm berbeda nyata dengan kontrol. Sedangkan paparan NaOCl dengan konsentrasi 10 ppm tidak menimbulkan zona hambat terhadap pertumbuhan *S. aureus*, sehingga tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hasil uji Mann Whitney juga menunjukkan bahwa kelompok perlakuan yang tidak memiliki perbedaan lebar zona hambat secara signifikan hanya ditemukan pada paparan NaOCl 50 ppm dan NaOCl 100 ppm.

PEMBAHASAN

Perlakuan menggunakan NaOCl telah terbukti memiliki efek antibakteri terhadap kultur *S. aureus* mulai konsentrasi 50 ppm. Hasil uji Mann Whitney menunjukkan bahwa paparan NaOCl pada konsentrasi 50 ppm berbeda nyata dengan kelompok kontrol. Hasil uji ini menunjukkan konsentrasi NaOCl yang lebih rendah dibanding penelitian Hinenoya yang melaporkan bahwa NaOCl dengan konsentrasi 100 ppm belum berhasil menghambat pertumbuhan *Staphylococcus*. Namun perbedaannya, strain yang digunakan pada penelitian Hinenoya adalah strain *Staphylococcus* yang resisten (MRSA)¹⁸.

Hasil uji Mann Whitney juga menunjukkan bahwa lebar zona hambat pada pertumbuhan *S. aureus* akibat paparan NaOCl 50 ppm tidak berbeda nyata dengan zona hambat yang terbentuk akibat paparan NaOCl 100 ppm. Senyawa NaOCl telah banyak digunakan untuk membasmi kuman di sistem perakaran gigi dalam prosedur perawatan akar gigi. Meskipun efek antimikrobia senyawa NaClO belum banyak diketahui, namun pada air yang mengandung klorin aktif, terbentuk senyawa asam hipoklorit. Asam hipoklorit merupakan agen oksidator kuat yang menghasilkan efek antimikrobia dengan cara mengoksidasi secara irreversibel senyawa golongan hidrosulfurik yang terdapat pada enzim esensial. Hal ini akan menyebabkan terganggunya fungsi metabolis pada sel bakteri. Klorin juga dapat terikat pada komponen sitoplasma bakteri dan membentuk senyawa komposit N-chloro yang bersifat sangat toksik sehingga akan mematikan mikroorganisme¹⁹.

Menurut Severing et al.²⁰, timbulnya daya toksisitas dari NaOCl dimulai dengan perubahan struktur kimiawi senyawa natrium hipoklorit. Proses pembentukan larutan NaOCl sebagai bahan desinfektan membutuhkan akuades (H₂O). Pertemuan dua senyawa kimia tersebut

akan menyebabkan terjadinya disosiasi struktur dari NaOCl menjadi HClO. Larutan asam hipoklorus (HClO) merupakan agen pengoksidasi yang kuat sehingga mampu menyebabkan terjadinya reaksi potensial dengan molekul lainnya dalam reaksi reduksi-oksidasi. Reaksi potensial ini akan menghasilkan beberapa senyawa baru seperti hidrogen peroksida, superoksida, radikal hidroksil dan oksigen yang sebagian besar bersifat mutagenik terhadap bakteri. Hal lain yang dapat ditimbulkan oleh reaksi potensial tersebut adalah terjadinya denaturasi protein, oksidasi lipid pada bagian membran/dinding sel, deaktivasi enzim dan mampu menyebabkan kerusakan pada DNA²⁰. Keadaan yang demikian akan memicu terjadinya resistensi mikroba terhadap antimikroba sehingga dibutuhkan penanganan awal dalam tahap desinfeksi. Berdasarkan hasil penelitian Tiwari et al.¹³, kemampuan oksidasi NaOCl yang kuat dapat menyebabkan perubahan komponen lipid dan protein penyusun exopolymer matrix melalui proses saponifikasi, netralisasi asam amino dan reaksi kloraminasi¹³.

NaOCl menunjukkan kemampuan antiseptik terhadap *S. aureus* dikarenakan adanya pembentukan asam hipoklorit dan pelepasan senyawa klorin yang sangat bersifat bakterisida. Hasil uji pada medium agar menunjukkan bahwa na hipoklorit pada konsentrasi 50 ppm telah mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Aktivitas bakterisida dari sodium hipoklorit disebabkan karena pada saat sodium hipoklorit ditambahkan ke dalam air (H₂O) akan terbentuk asam hipoklorit (HOCl) yang mengandung klorin aktif. Senyawa klorin aktif ini merupakan agen oksidasi yang kuat. Beberapa pengujian telah membuktikan bahwa klorin bersifat antibakteri karena mampu mengoksidasi gugus -SH yang terdapat pada beberapa enzim esensial sehingga mengganggu fungsi metabolik dalam sel bakteri²⁰.

Konsentrasi perlakuan yang menunjukkan efek anti bakteri terhadap *S. aureus* melebihi nilai ambang batas aman kandungan klorin pada air minum. Menurut KepMenKes No. 907/MENKES/SK/VII/2002, konsentrasi klorin yang aman digunakan pada air minum maksimal 0,5 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan klorin yang ada di air minum tidak membasmi kuman *S. aureus*, karena klorin dapat menghambat pertumbuhan pertumbuhan *S. aureus* pada konsentrasi lebih dari 10 ppm. Oleh karena itu, sangat disarankan untuk mengkonsumsi air yang telah dimasak hingga

mendidih terlebih dahulu. Selain itu, pengendalian *S. aureus* di lingkungan juga sangat penting untuk dilakukan karena bakteri ini diketahui dapat bertahan di lingkungan dalam watu yang lama.

KESIMPULAN

Aktivitas antibakteri sodium hypochlorite dikategorikan lemah dalam menghambat pertumbuhan *S. Aureus*.

Daftar Pustaka

1. Susanti R, Margareta R. Aktivitas Fagositosis Neutrofil terhadap *Staphylococcus aureus* Isolat Sapi di Jawa Tengah dengan Teknik Acridine Orange Fluorescence. Berk Penel Hayati. 2003:61-66.
2. Jawetz E. Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta: EGC; 2005.
3. DeLeo FR, Otto M, Kreiswirth BN, Chambers HF. Community-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Lancet. 2010;375(9725):1557-1568. doi:10.1016/S0140-6736(09)61999-1.Community-associated.
4. Tim Binarupa. Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran. Jakarta: Karisma; 2008.
5. Afifurrahman, Samadin KH, Aziz S. Pola Kepekaan Bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap Antibiotik Vancomycin di RSUP Dr . Mohammad Hoesin Palembang. MKS. 2014;46(4):266-270.
6. Oliveira DC, Tomasz A, Lencastre H De. Secrets of Success of a Human Pathogen: Molecular Evolution of Pandemic Clones of Meticillin- Resistant *Staphylococcus aureus*. Lancet Infect Dis. 2002;2:180-189.
7. Kumar P, Shukla I, Varshney S. Nasal Screening of Healthcare Workers for Nasal Carriage of Coagulase Positive MRSA and Prevalence of Nasal Colonization with *Staphylococcus aureus*. Biol Med. 2011;3(2):182-186.
8. Widiastuti D, Pramestuti N. Uji Antimikroba Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale*) Terhadap *Staphylococcus Aureus*. SEL Jurnal Penelitian Kesehatan Vol.5 No.2, November 2018,43-49
9. Garcia LS and Isenberg HD.2010. Clinical microbiology procedures handbook. Washington, DC : ASM Press,
10. Darmadi. 2008. Infeksi Nosokomial: Problematika dan Pengendaliannya. Penerbit Salemba Medika.Jakarta
11. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE. Ilmu endodontik dalam praktek. 11th edition.

- Alih bahasa: Abyono R, Suryo S. Jakarta: EGC, 1995
12. Detha, A. dan Datta, F. U., 2016. *Disinfektan Alternatif dari Bahan Alami*. Kupang: UNDANA Press
 13. Tiwari, S., Rajak, S., Mondal, D.P. & Biswas, D., 2017. Sodium hypochlorite is more effective than 70% ethanol against biofilms of clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. *American Journal of Infection Control*. 46(6), pp. 37–42.
 14. Marquez, A. Djelouadji, Z., Lattard, V. & Kodjo, A., 2017. Overview of laboratory methods to diagnose leptospirosis and to identify and to type leptospire. *International Microbiology*, 20(4), pp. 184–193.
 15. Simões, L. C., Simões, M. and Vieira, M. J., 2010. Influence of the diversity of bacterial isolates from drinking water on resistance of biofilms to disinfection. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(19), pp. 6673–6679.
 16. Sari KIP, Periadnadi, Nasir N. Uji Antimikroba Ekstrak Jahe-Jahean (*Zingiberaceae*) Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *J Biol Univ Andalas*. 2013;2(1):20-24.
 17. Balouiri M, Sadiki M, Ibnsouda SK. Methods for In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity: A Review. *J Pharm Anal*. 2016;6(2):71-79. doi:10.1016/j.jpha.2015.11.005.
 18. [Hinenoya A¹](#), [Awasthi SP](#), [Yasuda N](#), et al. Chlorine Dioxide is a Better Disinfectant than Sodium Hypochlorite against Multi-Drug Resistant *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Acinetobacter baumannii*. [Jpn J Infect Dis](#). 2015;68(4):276-9.
 19. FariaG, Viola KS, Coaguila-Llerena H, et al. Penetration of sodium hypochlorite into root canal dentine: effect of surfactants, gel form and passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2019;52(3)
 20. Severing, A.-L., Rembe, J-D., Koester, V. & Stuermer, E.K., 2018. Safety and efficacy profiles of different commercial sodium hypochlorite/hypochlorous acid solutions (NaClO/HClO): antimicrobial efficacy, cytotoxic impact and physicochemical parameters in vitro. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, pp. 1–8.