

Perbandingan Koefisien Fenol Desinfektan Berbasis Benzalkonium Klorida, Sodium Hipoklorit, Dan *Pine Oil* Terhadap *Staphylococcus aureus*

Nilasari Indah Yuniati*, Nur Aini Hidayah Khasanah

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis STIKes Bina Cipta Husada
Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

* e-mail: nila@stikesbch.ac.id

Abstrak

Berbagai jenis desinfektan kini banyak muncul di pasaran sebagai bentuk pencegahan terhadap kemungkinan adanya infeksi bakteri. Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada desinfektan juga semakin beragam. Untuk menentukan efektivitas desinfektan, koefisien fenol umum digunakan sebagai standar pengukuran. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan koefisien fenol tiga jenis desinfektan berbasis benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil* dalam membunuh bakteri *Staphylococcus aureus*. Koefisien fenol dihitung dengan cara membagi pengenceran tertinggi desinfektan dengan fenol yang mematikan mikroorganisme dalam 10 menit, tetapi tidak mematikan dalam 5 menit. Desinfektan dikatakan memiliki efektivitas yang baik jika memiliki nilai koefisien fenol >1 . Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien fenol benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil*, masing-masing 4,5, 3,5 dan 3,0. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa nilai koefisien fenol ketiga jenis desinfektan tidak berbeda signifikan, dengan $p\text{-value} < 0,05$ ($p = 0,368$). Dapat disimpulkan bahwa benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil* memiliki efektivitas yang sama terhadap *S. aureus*.

Kata Kunci: Desinfektan, Koefisien Fenol, *Staphylococcus aureus*

Abstract

Various types of disinfectants are now appearing on the market as a form of prevention against possible bacterial infections. The content of active compounds contained in disinfectants is also increasingly diverse. The phenol coefficient is commonly used as a measurement standard to determine the effectiveness of disinfectants. This study aims to compare the phenol coefficients of three types of disinfectants based on benzalkonium chloride, sodium hypochlorite, and pine oil in killing *Staphylococcus aureus* bacteria. The phenol coefficient is calculated by dividing the highest dilution of disinfectant by the phenol that kills microorganisms in 10 minutes but does not kill in 5 minutes. If a disinfectant's phenol coefficient value is >1 , it is considered to be effective. The results showed that the phenol coefficient values of benzalkonium chloride, sodium hypochlorite, and pine oil were 4.5, 3.5, and 3.0, respectively. The results of the Kruskal Wallis test show that the phenol coefficient values for the three types of disinfectants are not significantly different, with a $p\text{-value} < 0.05$ ($p = 0.368$). It can be concluded that benzalkonium chloride, sodium hypochlorite, and pine oil have the same effectiveness against *S. aureus*.

Keywords: Disinfectants, Phenol Coefficient, *Staphylococcus aureus*

PENDAHULUAN

Staphylococcus aureus adalah bakteri patogen oportunistik Gram positif yang menjadi penyebab paling umum infeksi nosokomial, termasuk infeksi kulit, pneumonia nosokomial, dan endokarditis yang dapat mengancam jiwa. Infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* seringkali sulit diobati karena bakteri ini dapat menunjukkan resistensi terhadap beberapa antibiotik (Zheng *et al.*, 2021).

Salah satu upaya preventif untuk mengendalikan penyebaran bakteri ini adalah melalui penggunaan desinfektan yang efektif (Gargi *et al.*, 2015). Desinfektan didefinisikan sebagai suatu bahan kimia yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi karena memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan maupun membunuh mikroorganisme pada permukaan atau benda mati (Ononugbo *et al.*, 2018; Lakhe & Khadse, 2020).

Di pasaran, terdapat berbagai jenis desinfektan dengan bahan aktif yang bervariasi, di antaranya benzalkonium klorida, sodium

hipoklorit dan *pine oil*. Masing-masing bahan aktif ini memiliki mekanisme kerja dan efektivitas yang berbeda dalam membunuh mikroorganisme, termasuk *S. aureus*. Untuk menentukan efektivitas desinfektan, koefisien fenol umum digunakan sebagai standar dalam pengukuran (Christian *et al.*, 2020; Aminu & Abdullahi, 2021).

Nilai koefisien fenol mengindikasikan kekuatan desinfektan dibandingkan dengan fenol sebagai standar, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan efektivitas yang lebih besar dalam membunuh mikroorganisme. Suatu desinfektan dikatakan efektif jika memiliki nilai koefisien fenol sama dengan atau lebih dari zat pembanding fenol 5% (Budiarti *et al.*, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan koefisien fenol dari desinfektan berbasis benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil*. Meskipun masing-masing desinfektan telah digunakan secara luas, namun data yang membandingkan efektivitas desinfektan berbasis benzalkonium

klorida, sodium hipoklorit dan *pine oil* terhadap *S. aureus* masih terbatas. Perbandingan ini penting untuk membantu pemilihan desinfektan yang paling efektif dalam mengendalikan *S. aureus* dalam berbagai konteks penggunaan.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain *post-test only* secara *in vitro* untuk mengetahui daya bunuh desinfektan dengan bahan aktif benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil* terhadap *S. aureus*.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tabung reaksi, rak tabung reaksi, Bunsen, Erlenmeyer, mikropipet, tip mikropipet, *stopwatch*, jarum inokulasi, vorteks, serta inkubator.

Bahan yang digunakan antara lain isolat *S. aureus* koleksi laboratorium Mikrobiologi STIKes Bina Cipta Husada Purwokerto, media *lactosa broth* (LB), NaCl fisiologis

0,9%, akuades, dan tiga jenis desinfektan dengan bahan aktif benzalkonium klorida 1%, sodium hipoklorit 5,25%, dan *pine oil* 2,5%.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini senyawa aktif desinfektan, sedangkan variable terikatnya adalah koefisien fenol desinfektan.

Prosedur Penelitian

Pembuatan stok suspensi bakteri

Kultur *S. aureus* 1 x 24 jam pada agar *slant* diambil sebanyak 1 ose, kemudian diinokulasikan ke dalam 5 mL NaCl fisiologis 0,9%, kemudian divorteks.

Pengenceran fenol dan desinfektan

Dibuat larutan fenol 5% dan desinfektan 5% dengan cara mengambil fenol dan desinfektan masing-masing sebanyak 5 mL, lalu ditambahkan akuades hingga mencapai volume akhir 100 mL. Setelah itu dibuat seri pengenceran sebagai berikut.

Tabel 1. Faktor Pengenceran Fenol

Pengenceran	Volume fenol 5%	Volume akhir
-------------	-----------------	--------------

	(mL)	(mL)
1:70	2	7
1:80	2	8
1:90	2	9
1:100	2	10

Tabel 2. Faktor Pengenceran Desinfektan

Pengenceran	Volume fenol 5% (mL)	Volume akhir (mL)
1:300	1	15
1:350	1	17,5
1:400	1	20
1:450	1	22,5

Pengujian koefisien fenol

Sebanyak 0,2 mL suspensi *S. aureus* diambil dan ditambahkan ke dalam tiap pengenceran desinfektan atau fenol, kemudian didiamkan dengan interval waktu 5 menit hingga 5 menit ke tiga. Setelah itu, pindahkan satu ose kuman dari suspensi tersebut ke dalam 5 mL LB steril. Suspensi kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Tingkat kekeruhan suspensi diamati. Adanya pertumbuhan bakteri ditandai dengan perubahan warna media menjadi keruh.

Penentuan nilai koefisien fenol

Koefisien fenol dari masing-masing desinfektan dapat dihitung

dengan cara membagi pengenceran tertinggi desinfektan dengan fenol yang mematikan mikroorganisme dalam 10 menit, tetapi tidak mematikan dalam 5 menit.

Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis untuk mengetahui perbedaan nilai koefisien fenol ketiga jenis desinfektan terhadap *S. aureus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri Gram positif, termasuk *S. aureus* memiliki kemampuan yang tinggi untuk bertahan hidup dalam jangka waktu lama, sekalipun dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Bakteri ini juga seringkali terlibat dalam peningkatan resistensi terhadap berbagai produk antimikroba, salah satunya desinfektan.

Program sanitasi yang efektif sangat penting dilakukan untuk mencegah penyebaran penyakit. Untuk itu, perlu dilakukan pengukuran efektivitas desinfektan menggunakan metode standar guna menentukan efektivitasnya serta kondisi

penerapannya sehingga diperoleh manfaat yang maksimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fenol dapat membunuh *S. aureus* dengan waktu kontak 10 menit dan tidak membunuh bakteri dengan waktu kontak 5 menit pada pengenceran 100 kali. Benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil* membunuh *S. aureus* dalam waktu yang sama pada tingkat pengenceran 450 kali, 300 kali, dan 350 kali (Tabel 3). Variasi komposisi kimia dan formulasi bahan yang digunakan dalam suatu desinfektan menyebabkan perbedaan aktivitas antibakterinya (Aminu & Abdullahi, 2021). Efek bakterisidal dari suatu desinfektan juga dipengaruhi oleh konsentrasi, temperatur, dan waktu kontak desinfektan (Aksoy *et al.*, 2019).

Tabel 3. Hasil Uji Koefisien Fenol Larutan Baku Fenol 5% dan Desinfektan terhadap *S. aureus*

Desinfektan	Pengenceran	Waktu kontak (menit)		
		5	10	15
Fenol	1:70	-	-	-
	1:80	-	-	-
	1:90	+	-	-
	1:100	+	-	-
Benzal-	1:300	-	-	-

Desinfektan	Pengenceran	Waktu kontak (menit)		
konium klorida	1:350	-	-	-
	1:400	+	-	-
	1:450	+	-	-
Sodium hipoklorit	1:300	+	-	-
	1:350	+	+	-
	1:400	+	+	-
<i>Pine oil</i>	1:450	+	+	+
	1:300	+	-	-
	1:350	+	-	-
	1:400	+	+	-
	1:450	+	+	-

Keterangan:

+ : Ada pertumbuhan

- : Tidak ada pertumbuhan

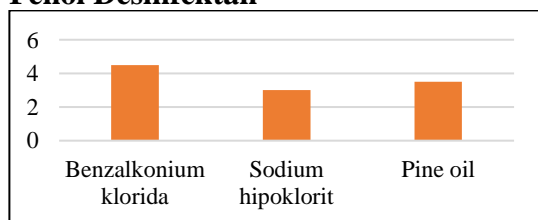
Fenol digunakan sebagai standar dalam pengujian efektivitas desinfektan karena kemampuannya membunuh mikroorganisme uji. Pada konsentrasi rendah (2-5%), fenol memiliki sifat bakterisidal, tuberkuloisidal, fungisidal, dan virucidal terhadap virus lipofilik. Senyawa ini menyebabkan koagulasi intraseluler sitoplasma. Pada kadar rendah, senyawa aktif ini dapat membentuk kompleks protein-fenol dengan ikatan yang lemah, diikuti penetrasi fenol ke dalam sel, menyebabkan presipitasi serta denaturasi protein. Pada kadar tinggi, fenol menyebabkan koagulasi protein

dan lisis membran sel (Shufyani *et al.*, 2018).

Koefisien fenol adalah ukuran standar yang digunakan untuk membandingkan efektivitas desinfektan. Koefisien fenol dihitung sebagai rasio konsentrasi desinfektan yang diperlukan untuk membunuh mikroorganisme tertentu dalam waktu tertentu dibandingkan dengan konsentrasi fenol yang diperlukan untuk membunuh mikroorganisme sama dalam waktu yang sama.

Suatu desinfektan dikatakan efektif jika memiliki nilai koefisien fenol >1 (Ononugbo *et al.*, 2018). Semakin besar nilai koefisien fenol suatu desinfektan, semakin efektif kemampuannya dalam membunuh mikroorganisme (Rutala *et al.*, 2023). Nilai koefisien fenol ketiga jenis desinfektan terhadap *S. aureus* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Perbandingan Koefisien Fenol Desinfektan



Benzalkonium klorida memiliki efektivitas paling baik dengan nilai koefisien fenol 4,5. Nilai koefisien fenol terendah dimiliki oleh sodium hipoklorit, yaitu 3,0. Sementara, *pine oil* memiliki nilai koefisien fenol 3,5. Meskipun memiliki nilai koefisien fenol yang berbeda, hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa nilai koefisien fenol ketiga jenis desinfektan tidak berbeda signifikan, dengan *p-value* $<0,05$ ($p = 0,368$). Dapat dikatakan bahwa ketiganya memiliki efektivitas yang sama terhadap bakteri *S. aureus*.

Hasil penelitian Ríos-Castillo *et al.* (2018) menyatakan bahwa produk desinfektan berbasis benzalkonium klorida memiliki stabilitas yang baik dan efektivitas yang tinggi terhadap Gram positif seperti *S. aureus* dan *Enterococcus hirae*. Sulistyaningsih *et al.* (2012) menambahkan, benzalkonium klorida tidak efektif membunuh *Pseudomonas aeruginosa*. Benzalkonium klorida lebih efektif digunakan untuk Gram positif seperti *S. aureus* dan *S. epidermidis*, namun tidak untuk Gram negatif dan *Candida albicans*.

Benzalkonium klorida dan senyawa ammonium kuartener lainnya dianggap sebagai desinfektan yang efisien karena sifat kimianya memungkinkan senyawa tersebut melekat pada permukaan, memberikan efektivitas antibakteri yang bertahan lama. Hal ini akan menghambat adhesi bakteri sehingga membantu dalam mencegah pertumbuhan kembali mikroorganisme setelah desinfeksi (Ríos-Castillo *et al.*, 2018).

Senyawa ini dapat menyebabkan kerusakan struktural dan membran sel, juga dapat menyebabkan perubahan dalam potensial elektrokimia membran sel bakteri, yang mengganggu fungsi normal membran dan transportasi zat-zat esensial ke dalam sel. Benzalkonium klorida sering digunakan dalam konsentrasi yang relatif rendah, namun tetap memberikan efektivitas antimikroba yang tinggi (Christian *et al.*, 2020).

Serupa dengan benzalkonium klorida, senyawa sodium hipoklorit juga merupakan desinfektan permukaan yang umum digunakan. Senyawa aktif ini memiliki spektrum

luas terhadap bakteri, virus, serta spora Gram positif maupun Gram negatif (Ríos-Castillo *et al.*, 2018).

Sodium hipoklorit termasuk senyawa oksidator kuat yang bekerja dengan mengoksidasi komponen seluler mikroorganisme, termasuk asam nukleat, protein, dan lipid. Reaksi oksidasi ini merusak struktur sel mikroorganisme dan mengganggu fungsi seluler yang vital. Selain itu, sodium hipoklorit juga dapat merusak membran sel, menyebabkan kebocoran dan kehilangan integritas sel. Hal ini menyebabkan lisis dan kematian sel. (Rutala *et al.*, 2023). Namun, senyawa ini tidak memiliki efektivitas jangka panjang. Hasil penelitian Ríos-Castillo *et al.* (2018) menunjukkan bahwa meskipun sodium hipoklorit 4% memiliki daya bunuh yang baik, namun setelah 24 jam tidak menunjukkan efektivitas yang stabil terhadap bakteri uji, yaitu *S. aureus* dan *E. hirae*. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penurunan progresif sifat antimikroba dan hilangnya efektivitas sodium hipoklorit dapat disebabkan oleh berbagai kondisi yang

mempengaruhi stabilitasnya, seperti perubahan pH, suhu, dan kelembapan.

Pine oil adalah senyawa alami yang diekstraksi dari ranting dan kerucut tumbuhan pinus. *Pine oil* termasuk golongan senyawa terpenin yang sering digunakan sebagai penghilang bau dan senyawa antimikroba. Senyawa ini umumnya mengandung campuran terpenoid, termasuk α -terpineol, β -terpineol, dan terpinene-4-ol, yang memberikan sifat antimikroba. Sifat kimia *pine oil* membuatnya larut dalam pelarut organik seperti etanol dan dapat membentuk emulsi dalam air, memudahkan penggunaannya dalam formulasi desinfektan. Terpenoid dalam *pine oil* dapat merusak membran sel *S. aureus*, menyebabkan kebocoran intraseluler dan pada akhirnya dapat menyebabkan kematian sel. *Pine oil* memiliki toksisitas yang relatif rendah terhadap manusia (Rutala *et al.*, 2023).

Sulistyaningsih *et al.* (2012) menyatakan bahwa *pine oil* tidak memiliki sifat antimikroba spektrum luas. Senyawa terpenin ini memiliki efek sinergisme jika dikombinasikan

dengan asam organik yang larut dalam minyak sehingga mampu membunuh bakteri Gram positif maupun negatif.

Penelitian ini telah membandingkan efektivitas tiga jenis desinfektan dengan bahan aktif berbeda, yakni benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil*. Hal ini dapat membantu pemilihan desinfektan yang paling efektif dalam berbagai konteks penggunaan. Namun, penelitian ini hanya menggunakan *S. aureus* sebagai bakteri uji dan tidak menganalisis pengaruh faktor lingkungan seperti pH dan faktor lainnya terhadap efektivitas desinfektan.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa benzalkonium klorida, sodium hipoklorit, dan *pine oil* memiliki kemampuan yang sama efektif terhadap *S. aureus*. Ketiganya memiliki daya bunuh terhadap kuman yang lebih efektif dibanding fenol.

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat membandingkan efektivitas ketiga jenis senyawa aktif desinfektan terhadap beberapa patogen

penyebab infeksi, serta menganalisis berbagai faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi kerja desinfektan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksoy, A., El-Kahlout, K., & Yardimci, H. (2019). Comparative Evaluation of the Effects of Binzalkonium Chloride, Iodine, Gluteraldehyde and Hydrogen Peroxide Disinfectants against Avian Salmonellae Focusing on Genotypic Resistance Pattern of the Salmonellae Serotypes toward Benzalkonium Chloride. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(1), 001–012. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1055>
- Aminu, A.I., & Abdullahi, M.S. (2021). Evaluation of the Antibacterial Effectiveness of Some Antiseptics and Disinfectants. *UMYU Journal of Microbiology Research (UJMR)*, 6(1), 175–181. <https://doi.org/10.47430/ujmr.2161.023>
- Budiarti, L. Y., Kaidah, S., Azhari, N. P., & Putri, P. (2023). Coefficient Test of Antimicrobial Phenol Combination of Eichhornia crassipes and Pistia stratiotes Extract In Vitro as Alternative Disinfection Candidates. *Berkala Kedokteran*, 19(2), 203. <https://doi.org/10.20527/jbk.v19i2.17409>
- Christian, K. D., Syamsuri, Pradana, M. S., & Ngibad, K. (2020). Uji koefisien fenol benzalkonium klorida dan pine oil terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Journal of Pharmaceutical Science and Medical Research*, 3(1), 29–34.
- Gargi, R., Harshad, V., Mukesh, P., & Jadhav, R. (2015). Efficacy of Some Antiseptics and Disinfectants: A Review. *International Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Research*, 4(4), 182–197.
- Lakhe, S., & Khadse, S. (2020). Comparison of Disinfectant by Phenol Coefficient Method. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 9(8), 1529–1538.

- <https://doi.org/10.20959/wjpr20208-18102>
- Ononugbo, C., Reward, E., & Ike, A. (2018). The Effect of pH and Temperature on Phenol Coefficients of Two Common Disinfectants Using Clinical Isolates of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Advances in Microbiology*, 10(2), 1–7. <https://doi.org/10.9734/jamb/2018/41376>
- Ríos-Castillo, A. G., Umaña, F. F., & Rodríguez-Jerez, J. J. (2018). Long-term antibacterial efficacy of disinfectants based on benzalkonium chloride and sodium hypochlorite tested on surfaces against resistant gram-positive bacteria. *Food Control*, 93, 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.06.008>
- Rutala, W. A., Boyce, J. M., & Weber, D. J. (2023). Disinfection, sterilization and antisepsis: An overview. *American Journal of Infection Control*, 51, A3–A12.
- Shufyani, F., Pratiwi, A., & Siringoringo, W. P. (2018). Koefisien Fenol Produk Desinfektan yang Beredar di Salah Satu Supermarket Kota Lubuk Pakam. *Jurnal Penelitian Farmasi Herbal*, 1(1), 11–16.
- Sulistyaningsih, L., Koendhori, E. B., & Ramadhani. (2012). Benzalkonium Chloride and Pine Oil-Containing Cleaning Fluid is Not Effective Against *Pseudomonas aeruginosa*. *Folia Medica Indonesiana*, 48(3), 121–125.
- Zheng, X., Fang, R., Wang, C., Tian, X., Lin, J., Zeng, W., Zhou, T., & Xu, C. (2021). Resistance profiles and biological characteristics of rifampicin-resistant *Staphylococcus aureus* small-colony variants. *Infection and Drug Resistance*, 14, 1527–1536. <https://doi.org/10.2147/IDR.S301863>