

PENGUJIAN DAN PERBANDINGAN EFEKTIFITAS ANTIMIKROBA DARI HAND SANITIZER IN-HOUSE TAHAP OPTIMASI KADAR ETANOL TERBAIK UNTUK MEMBUNUH BAKTERI E. COLI.

Donatila Mano S^{1*}, Erick Sidarta², Arlends Chris³

¹⁻³Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara

Email Korespondensi: donatilas@fk.untar.ac.id

Disubmit: 17 Juli 2023

Diterima: 28 Juli 2023

Diterbitkan: 18 Agustus 2023

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v3i9.11053>

ABSTRACT

Hand hygiene is an easy way to prevent the transmission of various infectious diseases. The presence of hand sanitizer has a major impact on the ease of accessing hand hygiene. Hand sanitizer is an alternative to washing hands when water and soap are not available. However, it is important to evaluate the antimicrobial effect of hand sanitizers in the market and in-house products. This study conducted a comparative research by comparing different formulations of ingredients on bactericidal effect. This study focuses on hand sanitizer and the comparative concentration of ethanol and tea tree oil to eliminate E. coli bacteria. The best alcohol concentration was 70%, compared to absolute, 80%, and 60% and there was no difference in the effectiveness of the tested hand sanitizers. Hand sanitizers manufacturing is highly dependent on active ingredients and concentrations. It is important to be thoughtful about choosing and making hand sanitizer, so that the product can have adequate function. Hand sanitizer with optimal content and effect can reduce the incidence of infectious diseases.

Keywords: Antimicrobial, Ethanol, Hand Hygiene, Hand Sanitizer

ABSTRAK

Hand hygiene merupakan cara mudah untuk mencegah transmisi berbagai macam penyakit menular. Hadirnya hand sanitizer memberikan dampak besar dalam kemudahan akses hand hygiene. Hand sanitizer menjadi alternatif mencuci tangan saat tidak tersedianya air dan sabun. Meski demikian pentingnya untuk mengevaluasi efek antimikroba yang terkandung dalam hand sanitizer yang beredar di pasar maupun produk sendiri. Studi ini melakukan penelitian komparatif dengan membandingkan formulasi bahan yang berbeda terhadap efek bakterisidal. Penelitian ini berfokus pada hand sanitizer dan tahap perbandingan kadar etanol dan konsentrasi tea tree oil untuk membunuh bakteri E. coli. Konsentrasi alkohol terbaik berdasar di angka 70%, dibandingkan dengan kadar absolut, 80%, dan 60% serta tidak didapatkan perbedaan efektivitas terhadap produk hand sanitizer yang diuji. Pembuatan Hand sanitizer sangat bergantung pada bahan aktif dan konsentasi. Pentingnya untuk memperhatikan aturan dalam memilih dan membuat hand sanitizer, agar produk bisa memiliki fungsi yang adekuat. Hand sanitizer dengan kandungan dan efek yang optimal mampu menurunkan kejadian infeksi menular.

Kata Kunci: Antimikroba, Etanol, Hand Hygiene, Hand Sanitizer

PENDAHULUAN

Kebersihan tangan (*hand hygiene*) merupakan hal yang esensial untuk mengontrol dari berbagai macam penyakit menular. (Freeman et al., 2014) Tangan menjadi salah satu cara mudah dalam mentransmisikan berbagai penyakit menular. (Babeluk et al., 2014) Mencuci tangan telah terbukti untuk mencegah penyakit menular seperti diare, pneumonia, influenza, infeksi cacing, dan berbagai macam penyakit lainnya. (Freeman et al., 2014) Mencuci tangan tidak hanya mencegah penyakit menular, tetapi juga menghilangkan debu, dan menjaga kesehatan kulit tangan. (Singh et al., 2020) *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) merekomendasikan untuk mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir selama 20 detik. (Gozdzielewska et al., 2022)

Mencuci tangan bukan hanya untuk mencegah penyakit menular di masyarakat, tetapi juga menjadi hal penting yang perlu dilakukan oleh tenaga kesehatan untuk mencegah kontaminasi silang. Pada penelitian mengenai kepatuhan tenaga kesehatan terhadap *hand hygiene*, didapatkan hanya 31,9% dokter dan 41,4% perawat yang patuh terhadap pentingnya *hand hygiene*. Hal mendukung data dari DCD di negara-negara Eropa, infeksi akibat tenaga kesehatan menyebabkan 110.000 kematian tiap tahun, memperpanjang lama rawat, dan menghabiskan biaya hingga 16 juta euro. Diperkirakan 1 dari 18 pasien yang dirawat mengalami infeksi terkait tenaga kesehatan. (Alene et al., 2022; Karaaslan et al., 2014).

Berkembangnya ajakan mencuci tangan di seluruh dunia, membuat terbentuknya produk hand sanitizer sebagai produk instan untuk kebersihan tangan. (Foddai et

al., 2016) *Hand sanitizer* diharapkan mampu untuk menghilangkan atau menurunkan jumlah bakteri dan virus yang ada. *World Health Organization* (WHO) mendeskripsikan hand sanitizer sebagai produk berbahan alkohol (sediaan cair, gel atau busa) yang digunakan di tangan untuk desinfeksi dan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Berdasarkan formulasi, *hand sanitizer* terbagi dalam 2 sediaan, alkohol dan non alkohol. Sediaan yang mengandung alkohol biasanya juga terkandung air, dan bahan lain seperti humektan dan emolien. (Villa & Russo, 2021)

Hand sanitizer berpengaruh dalam upaya meningkatkan kepatuhan dalam *hand hygiene*. Penelitian menunjukkan bahwa di negara maju, promosi penggunaan *hand sanitizer* dapat menurunkan kejadian infeksi di layanan kesehatan, ruang publik, perumahan, dan sekolah. Tidak hanya itu, *hand sanitizer* berbasis alkohol membantu menurunkan kejadian infeksi saluran cerna dan saluran pernapasan di daerah yang memiliki ketersediaan air minim. Ketersediaan hand sanitizer di berbagai tempat meningkatkan kepatuhan dan kebiasaan untuk membersihkan tangan. (Davis et al., 2013)

Meskipun begitu, meningkatnya kebutuhan akan hand sanitizer membuat masyarakat belajar untuk memproduksinya sendiri di rumah. Memproduksi hand sanitizer berbasis alkohol di rumah dapat memberikan efek yang berbahaya seperti risiko tertelan, iritasi mata, dermatitis kontak, mual, muntah. Selain itu berdasarkan penelitian, sekitar 82% video yang beredar mengenai pembuatan hand sanitizer di rumah tidak memenuhi syarat WHO, dan 69% video mempromosikan

penggunaan pewangi dan perwarna agar terlihat menarik, yang justru berbahaya untuk anak. Pembuatan hand sanitizer sebaiknya dilakukan di ruang steril dan menggunakan aturan yang jelas. (Hakimi & Armstrong, 2020) Maka itu peneliti tertarik mengenai melakukan pengujian dan perbandingan efek antimikroba dari hand sanitizer yang dibuat sendiri menggunakan metode yang benar.

KAJIAN PUSTAKA

Mencuci tangan adalah cara termudah untuk melindungi diri sendiri dan orang lain dari penyakit menular. Mencuci tangan disarankan menggunakan sabun dan air mengalir, kecuali bila tidak tersedia dapat menggunakan *hand sanitizer* sebagai alternatif. Waktu yang sebaiknya dilakukan untuk mencuci tangan adalah sebelum, saat dan sesudah menyiapkan makanan, sebelum dan sesudah makan, sebelum dan sesudah membawa orang yang sakit, sebelum dan sesudah membersihkan luka, setelah pergi ke toilet, setelah menggantikan popok, setelah batuk atau berisik, setelah menyentuh hewan, pakan hewan, dan produk sisa hewan, dan setelah membuang sampah. (Cdc, 2022)

Sejarahnya, Etanol dikenalkan pertama kali pada tahun 1875 sebagai cairan pembersih dalam dunia kesehatan, lalu terus berkembang hingga pada tahun 1965, dimana alkohol digunakan sebagai kandungan dalam *hand sanitizer*. Ilmu dan trend kesehatan yang terus berkembang membuat pada tahun 2020, munculnya penggunaan *hand sanitizer* berbasis non alkohol. *Produk hand sanitizer* berbasis alkohol setidaknya mengandung 60-95% alkohol, dalam bentuk etanol, isopropanolol, atau n-propanolol dan hidrogen

peroksida. Sementara produk hand sanitizer berbasis *non alkohol* biasanya mengandung benzakonium klorida, klorheksidin, kloroxilenol, iodin, triklosa, dan komponen ammonium kuarternar. (Prajapati et al., 2022)

Mikrobiota yang ada pada tangan terbagi atas flora transien dan flora residen. Densitas dan variabilitas koloni bakteri yang ada di tangan sangat bervariasi, dan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti usia, jenis kelamin, etnis, dan profesi pekerjaan. (Chojnacki et al., 2021) Mikorganisme yang termasuk sebagai flora residen adalah *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Enterococcus faecalis*. Flora ini berkoloni di lapisan dalam kulit. Sementara itu, flora transien seperti *S. aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, tinggal di lapisan terluar kulit. *Hand sanitizer* berbasis alkohol memiliki kemampuan yang sangat baik terhadap bakteri. Pada penelitian *in vitro*, diperkirakan reduksi jumlah bakteri terjadi setelah penggunaan 15-30 detik. Selain bakteri, hand sanitizer berbasis alkohol juga efektif terhadap virus seperti, hepatitis C, virus zika, norovirus, virus enteritis, dan coronavirus. (Golin et al., 2020; Jain et al., 2016)

Hand sanitizer berkerja dengan menghancurkan dinding sel bakteri, dan mendenaturasi protrein yang ada didalamnya. Membrane sel yang ada pada bakteri sebagian besar terdiri dari fosfolipid. Fosfolipid terdiri dari komponen hidrofobik sebagai ekor dan komponen hidrofilik sebagai kepala. Pelarut organik seperti propranolol atau etanol yang terkandung pada hand sanitizer bersifat amfilik yang dimana didalamnya terkandung komponen hidrofilik dan

lipofilik/hidrofobik. Alkohol dan air sama-sama memiliki atom oksigen dengan dua electron. Saat alkohol pada hand sanitizer bereaksi dengan molekul air pada sitoplasma sel, air yang ada di dalamnya akan keluar dan membuat tekanan osmotik meningkat dan dinding bakteri menjadi hipertonik. Hal ini menyebabkan kematian sel, dan anion asam karboksilat pada protein asamamino akan berikatan dengan hidrosil dan terjadi denaturasi.(Dastider et al., 2020) Gugus kepala dari benzalkonium klorida (BK) bersifat kation secara progresif diserap oleh gugus fosfat dari fosfolipid yang bersifat negatif. Hal ini menyebabkan konsentrasi BK meningkat dan membuat celah hidrofilik pada membran. Ikatan alkali yang merupakan komponen ekor BK mengganggu membran sel dengan menembus dan mengganggu fungsi sel, merusak kerja protein yang ada di dalamnya.(Golin et al., 2020). Rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada bagaimana kadar optimal alkohol yang dapat digunakan secara efektif untuk membunuh bakteri?

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian komparatif yang membandingkan formulasi bahan yang berbeda terhadap efek bakterisidal yang dimilikinya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pelayanan Terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Tarumanagara. Penelitian berlangsung pada bulan Maret sampai Juli 2020. Sampel penelitian ini adalah hand sanitizer. Penelitian ini berfokus pada tahap perbandingan kadar etanol dan konsentrasi *Tea Tree Oil* (TTO) terbaik untuk membunuh bakteri *E. coli*.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- Alat Cawan petri
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Alkohol meter
- Gelas ukur 1000 ml
- Gelas ukur 500 ml
- Gelas ukur 250 ml

Bahan habis pakai

- Tips ukuran 1000 μ l
- *Disposable biohazard bag*
- *Deionized sterile water*
- Kultur bakteri *E. coli*
- McConkey agar
- Tabung sentrifuge 15 ml
- Tabung Eppendorf 1.5 ml
- NaCl fisiologis

Tahap perbandingan kadar etanol terbaik untuk membunuh bakteri *E. coli*.

- Proses penumbuhan *E. coli* pada media agar McConkey
 1. Sebanyak 5 ml NaCl fisiologis ditambahkan ke dalam biakan *E. coli*
 2. Siapkan 3 tabung Eppendorf dan diberikan label $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ dan $\frac{1}{12}$ o Isi ketiga tabung Eppendorf tersebut dengan 300 μ l, 100 μ l dan 200 μ l larutan NaCl fisiologis secara berurutan
 3. Tambahkan 100 μ l suspensi bakteri ke dalam tabung $\frac{1}{4}$ lalu lakukan mixing dengan resuspensi
 4. Dari tabung $\frac{1}{4}$ pindahkan 100 μ l cairan ke dua tabung lainnya
 5. Lakukan mixing terhadap semua tabung
 6. Siapkan 3 tabung yang telah diisi dengan 550 μ l NaCl fisiologis
 7. Masukkan 50 μ l dari masing-masing pengenceran ke setiap tabung yang berbeda

8. Lakukan proses penyebaran dengan menggunakan pipet ke media McConkey
 9. Tumbuhkan bakteri selama 24 jam pada incubator bersuhu 37 °C
- Lihat pertumbuhan bakteri setelah 24 jam
 - Penentuan kadar etanol terbaik untuk membunuh bakteri
 - Dari hasil pengamatan kegiatan sebelumnya tentukan konsentrasi pengenceran terbaik. Hal tersebut dilakukan dengan melihat pertumbuhan bakteri yang memiliki jumlah koloni bakteri yang tumbuh mencapai 50 - 100 koloni pada media McConkey
 - Apabila tidak ditemukan konsentrasi pengenceran biakan terbaik, ulangi percobaan sebelumnya dengan konsentrasi pengenceran yang berbeda
 - Apabila didapatkan pengenceran yang sesuai, lanjutkan dengan membuat stok biakan sesuai pengenceran tersebut.
 - Pada tahap ini etanol dengan konsentrasi yang berbeda dibuat dengan melakukan pengenceran menggunakan deionized sterile water
 - Pengenceran yang digunakan adalah etanol dengan konsentrasi akhir 60%, 70%, 75% dan 80%.
 - Hasil pengenceran diuji dengan menggunakan alkohol meter
 - Siapkan tabung Eppendorf yang dilabel 0, 60, 70, 75 dan 80
 - Isi tabung label 0 dengan 550 µl NaCl fisiologis, tabung label 60 dengan etanol 60% dan seterusnya
 - Isi setiap tabung yang berbeda dengan 50 µl suspeni biakan E. coli
 - Lakukan proses mixing dan tunggu selama 30 detik
 - Lakukan proses penyebaran dari setiap tabung ke media McConkey yang berbeda o Masing-masing perlakuan dilakukan perulangan sebanyak 3X o Inkubasi biakan pada cawan pada inkubator dengan suhu 37 °C
 - Lakukan pengamatan setelah 24 jam dan hitung colony forming unit (CFU)
- Analisa statistik yang digunakan pada penelitian berfokus pada analisa deskriptif

HASIL PENELITIAN

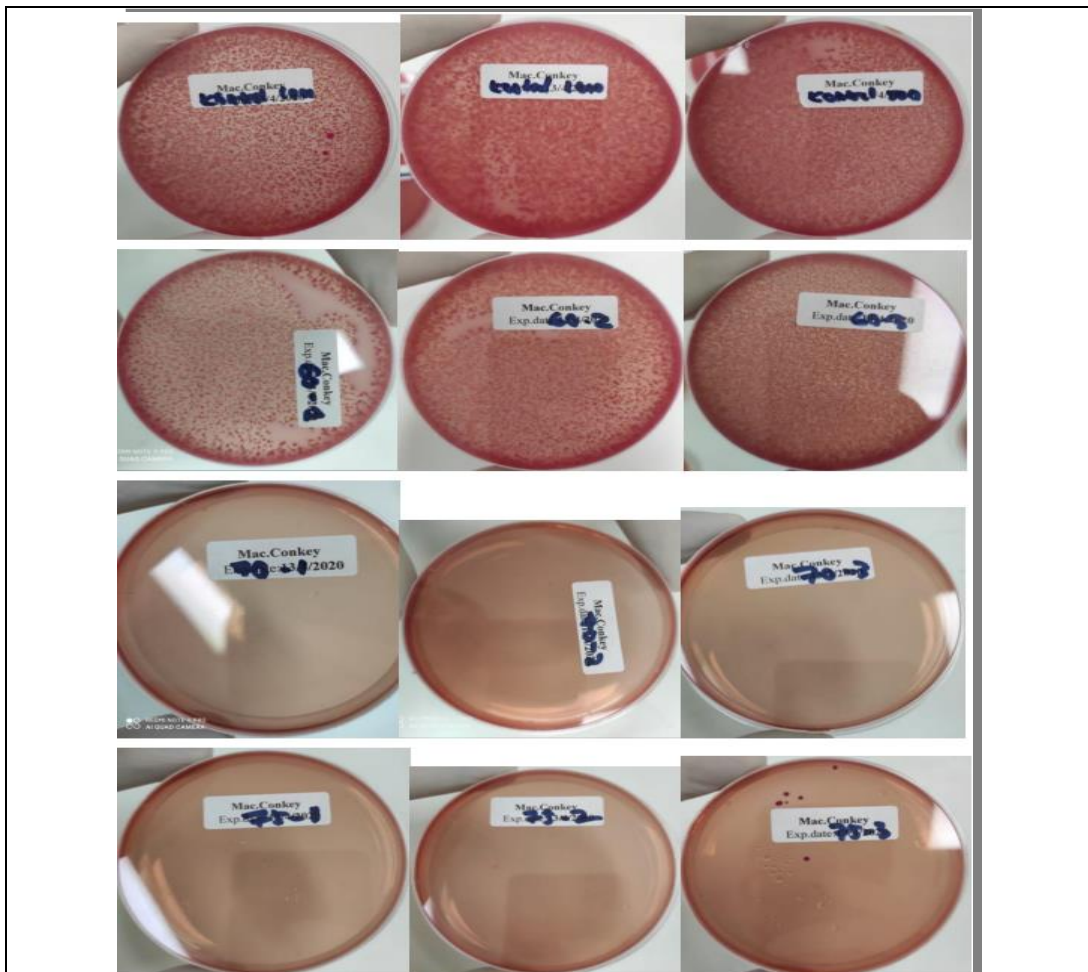
Proses untuk menguji metode yang digunakan:

1. Pembuatan suspensi bakteri dengan menambahkan hasil goresan dari refreshing pada tahap sebelumnya kedalam tabung 15 ml yang berisikan NaCl 0.9% steril
2. Penyebaran suspensi bakteri yang telah diencerkan 5x yaitu dengan menambahkan 50 mikrolit suspense bakteri ke dalam 200 ml akuades. Hasil penceran disebar ke media MacConkey
3. Penyebaran suspense bakteri yang telah diencerkan 5x dengan menggunakan alkohol 75%. Hal ini dicapai dengan menambahkan 50 mikrolit suspense bakteri ke dalam 200 ml alkohol 75%. Hasil penceran disebar ke media MacConkey

Proses untuk menguji metode yang digunakan:

1. Pembuatan suspensi bakteri dengan menambahkan hasil goresan dari refreshing pada tahap sebelumnya kedalam

- tabung 15 ml yang berisikan NaCl 0.9% steril
2. Penyebaran suspensi bakteri kontrol. Bakteri yang tidak diberikan hand sanitizer. Kontrol diulang sebanyak 3x
 3. Penyebaran suspense bakteri yang diberikan alkohol 60%. Perlakuan ini diulang sebanyak 3x
 4. Penyebaran suspense bakteri yang diberikan alkohol 70%. Perlakuan ini diulang sebanyak 3x
 5. Penyebaran suspense bakteri yang diberikan alkohol 75%. Perlakuan ini diulang sebanyak 3x
 6. Penyebaran suspense bakteri yang diberikan alkohol 80%. Perlakuan ini diulang sebanyak 3x
- Proses tahapan optimasi kadar konsentrasi alkohol yang efektif untuk membunuh bakteri tergambar pada gambar 1 dengan rincian sebagai berikut:
1. Konsentrasi terbaik di 70%, dibandingkan yg alkohol berkadar absolute, 80%, dan 60%
 2. Tidak terdapat perbedaan efektivitas antara beberapa produk *handsanitizer* yang diuji.





Gambar 1. Proses Pengujian tahap perbandingan kadar etanol dan konsentrasi TTO terbaik untuk membunuh bakteri *E. coli*.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini didapatkan konsentrasi etanol 70% memiliki hasil yang terbaik untuk menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Konsentrasi alkohol yang dibutuhkan oleh hand sanitizer untuk dapat memberikan efek antibakteri berkisar 60-80%. Penelitian yang dilakukan oleh *Missiani, et al* mengenai efikasi antibakteri produk hand sanitizer di Kenya pada tahun 2015. Pada penelitian ini didapatkan 14 produk *hand sanitizer* yang beredar di pasar Kenya, dan 7 produk diantaranya memiliki efikasi yang rendah terhadap 3 jenis bakteri (patogen *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa*). Hanya 4 dari 14 produk yang beredar di pasar memenuhi standar formulasi WHO dan mampu mereduksi ketiga jenis bakteri. (Ochwoto et al., 2017)

Penelitian serupa dilakukan oleh Aliya Hayat dan Fizza Munnawar mengenai efektivitas antibakteri pada produk hand sanitizer yang beredar di Pakistan pada tahun 2016. Penelitian ini melibatkan 21 produk, dan dinilai efektivitasnya terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *Micrococcus luteus*. Pada penelitian ini didapatkan 5 produk yang memiliki efektivitas tinggi terhadap 3 jenis bakteri, dan sisanya memiliki efektivitas yang berbeda-beda. Terdapat produk yang tidak efektif

terhadap *P. aeruginosa* dan *M. Letus*, tetapi memiliki efek cukup terhadap *E. coli*. Beberapa produk *hand sanitizer* yang beredar sensitive terhadap bakteri gram positif, tetapi resisten terhadap gram negatif. Dan 5 produk yang beredar ditemukan resisten terhadap 3 jenis patogen. (Hayat & Munnawar, 2016)

Tea tree oil (TTO) adalah minyak esensial yang didapatkan dari distilasi daun atau batang dari *Melaleuca alternifolia*, pohon kecil dari keluarga Myrtaceae yang banyak ditemukan di Australia. Minyak ini telah digunakan sejak tahun 1920 sebagai obat dan antiseptik, dan telah banyak dipelajari kegunaannya. (Romeo et al., 2022) Studi dilakukan oleh *Dimpel Pirgal et al* mengenai formulasi dan evaluasi efek antibakteri pada hand sanitizer berbasis minyak esensial, melibatkan 3 jenis minyak esensial yaitu kamfer, *tea tree oil*, dan serai. Penelitian menghasilkan bahwa produk ketiga produk *hand sanitizer* ini memiliki rerata pH 5,8, yang dimana masuk ke dalam kategori optimal (pH 4,0-7,0). Dari ketiga minyak esensial, *tee tree oil* memiliki efek antibakteri yang paling tinggi, meskipun tidak memiliki efek terhadap antijamur. (Pirgal et al., 2022)

Penelitian mengenai penggunaan *tea tree oil* ini juga

dilakukan oleh *Bock-Hui Youn, et al* mengenai uji klinis efek antimikroba dan efek *hand hygiene* pada disinfektan berbasis *tea tree oil*. Penelitian ini menggunakan disinfektan dengan kandungan *tea tree oil* 10%, dan menunjukan hasil yang efektif sebagai hand sanitizer. Penelitian ini juga mendapatkan tidak ada perbedaan yang bermakna terhadap kelembaban kulit, eksfoliasi kulit, dan kulit kering setelah penggunaannya. (Youn et al., 2021)

KESIMPULAN

Efektivitas antimikroba yang terdapat pada hand sanitizer sangat bergantung pada bahan aktif dan konsentrasi yang terkandung didalamnya. Pada penelitian ini kadar terbaik alkohol adalah sebesar 75%. Pentingnya untuk tidak membuat hand sanitizer dirumah karena proses yang tidak steril, risiko tertelan oleh anak, dan efektivitas yang tidak teruji. *Hand sanitizer* yang memiliki bahan aktif dan konsentrasi yang sesuai dengan aturan, dapat menurunkan transmisi berbagai macam penyakit menular. Diharapkan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitasnya terhadap *hand sanitizer* berbasis non alkohol, dan proteksinya terhadap mikroorganisme lain

DAFTAR PUSTAKA

Alene, M., Tamiru, D., Bazie, G. W., Mebratu, W., & Kebede, N. (2022). Hand Hygiene Compliance And Its Associated Factors Among Health Care Providers In Primary Hospitals Of Waghimira Zone, Northeast Ethiopia: A Mixed Study Design. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 11(1), 75.

<https://doi.org/10.1186/S13756-022-01119-6>

Babeluk, R., Jutz, S., Mertlitz, S., Matiasek, J., & Klaus, C. (2014). Hand Hygiene - Evaluation Of Three Disinfectant Hand Sanitizers In A Community Setting. *Plos One*, 9(11), E111969. <https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0111969>

Cdc. (2022). *When And How To Wash Your Hands*. Handwashing: Clean Hands Save Lives. <https://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>

Chojnacki, M., Dobrotka, C., Osborn, R., Johnson, W., Young, M., Meyer, B., Laskey, E., Wozniak, R. A. F., Dewhurst, S., & Dunman, P. M. (2021). Evaluating The Antimicrobial Properties Of Commercial Hand Sanitizers. *Mosphere*, 6(2). <https://doi.org/10.1128/Msphere.00062-21>

Dastider, D., Jyoti Sen, D., Kumar Mandal, S., Bose, S., Ray, S., & Mahanti, B. (2020). Hand Sanitizers Bid Farewell To Germs On Surface Area Of Hands. *European Journal Of Pharmaceutical And Medical Research*, 7(4), 648-656. www.ejpmr.com

Davis, J., Scalmanini, J., Pickering, A. J., Okoth, G., Ram, P. K., Blum, A. G., Breiman, R. F., & Oyier, B. (2013). Access To Waterless Hand Sanitizer Improves Student Hand Hygiene Behavior In Primary Schools In Nairobi, Kenya. *The American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene*, 89(3), 411-418. <https://doi.org/10.4269/Ajtmh.13-0008>

Foddai, A. C. G., Grant, I. R., &

- Dean, M. (2016). Efficacy Of Instant Hand Sanitizers Against Foodborne Pathogens Compared With Hand Washing With Soap And Water In Food Preparation Settings: A Systematic Review. *Journal Of Food Protection*, 79(6), 1040-1054. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-15-492>
- Freeman, M. C., Stocks, M. E., Cumming, O., Jeandron, A., Higgins, J. P. T., Wolf, J., Prüss-Ustün, A., Bonjour, S., Hunter, P. R., Fewtrell, L., & Curtis, V. (2014). Systematic Review: Hygiene And Health: Systematic Review Of Handwashing Practices Worldwide And Update Of Health Effects. *Tropical Medicine & International Health*, 19(8), 906-916. <https://doi.org/10.1111/Tmi.12339>
- Golin, A. P., Choi, D., & Ghahary, A. (2020). Hand Sanitizers: A Review Of Ingredients, Mechanisms Of Action, Modes Of Delivery, And Efficacy Against Coronaviruses. *American Journal Of Infection Control*, 48(9), 1062-1067. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.06.182>
- Gozdzielewska, L., Kilpatrick, C., Reilly, J., Stewart, S., Butcher, J., Kalule, A., Cumming, O., Watson, J., & Price, L. (2022). The Effectiveness Of Hand Hygiene Interventions For Preventing Community Transmission Or Acquisition Of Novel Coronavirus Or Influenza Infections: A Systematic Review. *Bmc Public Health*, 22(1), 1283. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13667-y>
- Hakimi, A. A., & Armstrong, W. B. (2020). Hand Sanitizer In A Pandemic: Wrong Formulations In The Wrong Hands. *The Journal Of Emergency Medicine*, 59(5), 668-672. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.07.018>
- Hayat, A., & Munnawar, F. (2016). Antibacterial Effectiveness Of Commercially Available Hand Sanitizers. *International Journal Of Biology And Biotechnology*, 13(3), 427-431.
- Jain, V. M., Karibasappa, G. N., Dodamani, A. S., Prashanth, V. K., & Mali, G. V. (2016). Comparative Assessment Of Antimicrobial Efficacy Of Different Hand Sanitizers: An In Vitro Study. *Dental Research Journal*, 13(5), 424-431. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.192283>
- Karaaslan, A., Kepenekli Kadayifci, E., Atici, S., Sili, U., Soysal, A., Çulha, G., Pekru, Y., & Bakir, M. (2014). Compliance Of Healthcare Workers With Hand Hygiene Practices In Neonatal And Pediatric Intensive Care Units: Overt Observation. *Interdisciplinary Perspectives On Infectious Diseases*, 2014, 1-5. <https://doi.org/10.1155/2014/306478>
- Ochwoto, M., Muita, L., Talaam, K., Wanjala, C., Ogeto, F., Wachira, F., Osman, S., Kimotho, J., & Ndegwa, L. (2017). Anti-Bacterial Efficacy Of Alcoholic Hand Rubs In The Kenyan Market, 2015. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0174-3>
- Pirgal, D., Singh, J. K., Javalkar, T., Suma, N., Murthy, S., Guha, S., & Gayathri, L. (2022). Formulation And Evaluation Of Essential Oils Based Antimicrobial Hand Sanitizer Gel To Avoid The Spread Of

- Diseases. *Journal Of Pharmaceutical Negative Results*, 13(10), 3951-3960. <https://doi.org/10.47750/Pnr.2022.13.S10.481>
- Prajapati, P., Desai, H., & Chandarana, C. (2022). Hand Sanitizers As A Preventive Measure In Covid-19 Pandemic, Its Characteristics, And Harmful Effects: A Review. *Journal Of The Egyptian Public Health Association*, 97(1), 6. <https://doi.org/10.1186/S42506-021-00094-X>
- Romeo, A., Iacovelli, F., Scagnolari, C., Scordio, M., Frasca, F., Condò, R., Ammendola, S., Gaziano, R., Anselmi, M., Divizia, M., & Falconi, M. (2022). Potential Use Of Tea Tree Oil As A Disinfectant Agent Against Coronaviruses: A Combined Experimental And Simulation Study. *Molecules*, 27(12), 3786. <https://doi.org/10.3390/Molecules27123786>
- Singh, P., Potlia, I., Malhotra, S., Dubey, H., & Chauhan, H. (2020). Hand Sanitizer An Alternative To Hand Washing—A Review Of Literature. *Journal Of Advanced Oral Research*, 11(2), 137-142. <https://doi.org/10.1177/2320206820939403>
- Villa, C., & Russo, E. (2021). Hydrogels In Hand Sanitizers. *Materials*, 14(7), 1577. <https://doi.org/10.3390/Ma14071577>
- Youn, B., Kim, Y., Yoo, S., & Hur, M. (2021). Antimicrobial And Hand Hygiene Effects Of Tea Tree Essential Oil Disinfectant: A Randomised Control Trial. *International Journal Of Clinical Practice*, 75(8). <https://doi.org/10.1111/Ijcp.14206>