

UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN CENGKEH (*Syzygium Aromaticum L.*) SEBAGAI BAHAN AKTIF *HAND SANITIZER* TERHADAP BAKTERI *ESCHERICHIA COLI*

Nisak Azkia¹, Srie Wahyuni², Dr. Reza Kurnia³

Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Abulyatama, Aceh, Indonesia

Email Korespondensi: azkianisaknisak@gmail.com¹, srie_fikes@abulyatama.ac.id², rezakurnia_fikes@abulyatama.ac.id³

Abstrak : Infeksi bakteri *Escherichia coli* merupakan penyebab utama diare, sementara penggunaan *hand sanitizer* berbahan kimia secara berulang dapat menimbulkan iritasi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif alami yang aman dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) sebagai bahan aktif *hand sanitizer* terhadap bakteri *Escherichia coli*. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan rancangan pos test only group design. Ekstrak diperoleh melalui metode maserasi dan diformulasikan menjadi *hand sanitizer* dengan konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 80%. Uji antibakteri dilakukan menggunakan metode tetes sumuran (well diffusion) dengan kontrol positif (*hand sanitizer* komersial) dan kontrol negatif (aquades steril). Hasil penelitian menunjukkan ekstrak daun cengkeh mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, dengan diameter zona hambat terbesar pada konsentrasi 80% yaitu 17,97 mm, lebih tinggi dibandingkan kontrol positif sebesar 9,95 mm. Uji ANOVA memperlihatkan perbedaan signifikan antar konsentrasi ($p = 0,002$). Kesimpulannya, ekstrak daun cengkeh efektif sebagai bahan aktif alami *hand sanitizer*, dengan konsentrasi 80% paling optimal. Hasil ini berpotensi menjadi alternatif produk sanitasi yang aman, terjangkau, dan berbasis bahan alami

Kata kunci: Daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*), *hand sanitizer*, *Escherichia coli*, antibakteri, zona hambat.

1. Pendahuluan

Bakteri adalah kelompok organisme mikroskopis yang umumnya bersel tunggal dan tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini memiliki dinding sel namun tidak berklorofil, sehingga hidup secara heterotrof. Meskipun berukuran sangat kecil, bakteri memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa bakteri bermanfaat dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti industri pangan, farmasi, dan kesehatan. Namun, ada juga bakteri patogen yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia. Salah satu bakteri patogen yang paling sering menjadi perhatian adalah *Escherichia coli*. Infeksi *Escherichia coli* ini juga merupakan salah satu penyebab utama penyakit diare bakterial dunia, terutama pada anak-anak bakteri ini dapat menyebabkan gejala yang serius seperti diare berdarah, gagal ginjal bahkan kematian (1). *Escherichia coli* adalah gram negatif dapat menjadi *aerobic* atau *anaerobic* secara fakultatif. Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang dapat tumbuh dalam substrat basa dan mencerna laktosa untuk menghasilkan gas dan asam. *Escherichia coli* adalah anggota famili *Enterobacteriaceae*, bakteri *Escherichia coli* rumah alami bagi bakteri di saluran pencernaan manusia dan hewan. Secara morfologi, *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif berbentuk batang pendek, berduri, tidak bercincin, bergerak agresif, dan tidak berspora. Ukurannya panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4 - 0,7 μm , (2).

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* adalah penyakit diare di seluruh dunia, *Escherichia coli* merupakan salah satu faktor yang sangat mudah menyebabkan penyakit diare baik secara langsung maupun tidak langsung, dan dapat diperkirakan bahwasanya jumlah kasus diare akan terus meningkat setiap tahunnya.

Escherichia coli dapat menimbulkan diare akut yang terjadi jika terdapat strain atau variasi dari bakteri itu, seperti *Escherichia coli* yang dapat memproduksi verotoksigenik dan enterhemoragik akan menyebabkan kerusakan pada sel endotel yang berakibat pada diare dengan darah, dan mengakibatkan kematian. Selain itu, bakteri *Escherichia coli* dapat merusak dinding pembuluh darah. Jika sel tubuh telah terkontaminasi oleh bakteri ini, maka proses sintesis protein di sel tersebut akan terhenti (3). Berdasarkan menurut WHO, terdapat sekitar 1,7 miliar kasus diare pada anak di seluruh dunia, yang mengakibatkan kematian sebanyak 443.832 anak di bawah usia 5 tahun dan 50.851 anak usia 9 tahun setiap tahun (WHO, 2024). Faktor patogen bakteri, inang, dan lingkungan adalah beberapa faktor yang berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung terhadap wabah diare, menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (4). Pada laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan bahwa prevalensi diare pada balita di Indonesia sebesar 7,4%, menunjukkan bahwa diare masih menjadi masalah kesehatan yang signifikan bagi anak-anak balita. Di antara provinsi di Indonesia, Papua Pegunungan mencatat prevalensi diare tertinggi sebesar 23,5%, diikuti oleh Papua Tengah dengan 17,8%, dan Jawa Barat dengan 11%. Faktor geografis, infrastruktur yang belum berkembang, dan keterbatasan sumber daya membuat situasi di beberapa tempat menjadi lebih buruk, menyebabkan banyak kasus diare pada balita (5).

Kasus diare di Aceh tahun 2024 sejumlah 15.439 kasus, sebanyak 90,3 % mendapatkan tatalaksana sesuai standar. Penderita diare pada balita berdasarkan data yang dilaporkan di kota Banda Aceh pada tahun 2023 yaitu 6,8%. Pada angka 14,4% pada semua umur menunjukkan beban diare yang cukup tinggi di Kota Banda Aceh. Ruang lingkup penanganan diare di kabupaten /kota Aceh belum mencapai optimal, masih terdapat kasus diare yang belum memperoleh pelayanan yang cukup. Salah satu faktor penyebab diare di kalangan masyarakat adalah kurangnya perilaku hidup sehat banyak sampah yang di buang sembarangan serta kebiasaan mengosumsi air mentah dan makan tanpa mencuci tangan terlebih dahulu (6). *Escherichia coli* adalah salah satu bakteri yang menyebabkan penyakit infeksi. Flora komensal di saluran usus besar manusia adalah *Escherichia coli*, bakteri gram negatif. Bakteri ini dapat menyebabkan banyak infeksi, seperti infeksi traktus urinarius, infeksi gastrointestinal, infeksi saluran empedu, dan infeksi traktus respiratorius bawah. Antibiotik telah banyak digunakan untuk mengobati infeksi *Escherichia coli*. Ini termasuk antibiotik dan sintesis modern.

Meskipun antibiotik dapat digunakan untuk mengobati bakteri ini, *Escherichia coli* biasanya resisten terhadap antibiotik lain seperti penisilin dan ampicilin. Penggunaan antibiotik dapat menyebabkan efek samping seperti reaksi hematologi, alergi, reaksi saluran cerna, dan reaksi hematologi, selain dampak resistensi antibiotik (7). Penyakit diare yang di akibatkan oleh bakteri *Escherichia coli* dapat di cegah dengan menggunakan ekstrak tanaman herbal alami salah satunya yaitu daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) pengembangan obat baru berbahan baku alami ini menjadi salah satu alternatif untuk menghadapi resistensi antibakteri. Salah satu tanaman yang telah diteliti memiliki aktivitas antibakteri adalah tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) telah lama dimanfaatkan sebagai obat tradisional secara generasi. Ekstrak cengkeh yang kaya dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri alami karena mudah ditemukan dan memiliki karakteristik sebagai antiseptik, analgesik, antiinflamasi, antijamur, dan antimikroba. *Escherichia coli* bakteri ini dapat di cegah dengan ekstrak tanaman herbal yaitu daun cengkeh (8).

Ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) adalah senyawa yang dihasilkan dari proses pemisahan bagian-bagian cengkeh dengan menggunakan metode fisika atau kimia

prosedur ekstraksi cengkeh mencakup pembersihan dan pemecahan elemen-elemen cengkeh, seperti kulit, batang, dan biji, untuk menghasilkan ekstrak yang mengandung zat aktif seperti eugenol, fenol, flavonoid, alkaloid, serta terpenoid (9). *Hand sanitizer* adalah cairan antiseptik yang berfungsi sebagai pengganti sabun saat tidak ada air untuk membersihkan tangan. Selain, itu kesibukan masyarakat dalam berbagai kegiatan menghasilkan keinginan untuk membersihkan tangan yang praktis. Masyarakat melihat sistem sanitasi ini sebagai alternatif yang nyaman.

Hand sanitizer berbahan dasar alkohol banyak digunakan, tetapi pemakaian jangka panjang dapat menyebabkan iritasi kulit, kekeringan, dan resistensi bakteri. Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan aktif alami. Daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) diketahui mengandung senyawa eugenol, flavonoid, fenol, dan tanin yang berpotensi sebagai antibakteri. (10). Berdasarkan kajian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah disampaikan, oleh karena itu penulis tertarik untuk mengembangkan *hand sanitizer* menggunakan ekstrak daun cengkeh sebagai bahan utama, Selanjutnya penulis akan melakukan pengujian untuk menilai efektivitas *hand sanitizer* tersebut terhadap bakteri *Escherichia coli*.

2. Tinjauan pustaka

2.1 Definisi *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah bakteri yang berada di dalam usus manusia dan hewan. Secara umum, bakteri ini tidak berbahaya dan berperan penting dalam saluran pencernaan manusia yang sehat. Tetapi, ada beberapa *Escherichia coli* yang bersifat patogen dan dapat menimbulkan penyakit seperti diare serta gangguan pada saluran usus lainnya (11). Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri flora normal yang ada dalam tubuh manusia, dengan habitat bakteri ini berada di saluran pencernaan manusia dan hewan. Secara umum, bakteri *Escherichia coli* tidak menimbulkan penyakit, Namun pada situasi tertentu ketika jumlah bakteri menjadi terlalu banyak. Bakteri dapat ditemukan di usus serta dalam saluran pencernaan yang ada pada setiap individu. Bakteri ini juga dapat menyebabkan berbagai infeksi pada sistem pencernaan makanan (enterik) manusia dan hewan. *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif yang berbentuk basil dan bersifat aerobik. Sebagian besar bakteri ini menginfeksi melalui makanan yang terkontaminasi, yang menyebabkan infeksi umum yang terjadi pada penyakit diare (12).

2.2 Cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*)

Cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) adalah tanaman rempah-rempah purbakala yang telah dikenal dan digunakan ribuan tahun sebelum masehi dan daun cengkeh (*Syzygium Aromaticum L.*) yang biasanya digunakan sebagai tanaman obat tradisional karena manfaat terapeutiknya. Di Indonesia terdapat beberapa varietas cengkeh yang umum dibudidayakan, antara lain, cengkeh zanzibar, cengkeh sikotok, dan cengkeh siputih adalah beberapa varietas cengkeh yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Setiap varietas memiliki morfologi, produktivitas, dan kandungan kimia unik. Dikenal luas bahwa varietas zanzibar memiliki kandungan minyak atsiri, terutama eugenol, yang paling tinggi dari varietas lain, sehingga sering di gunakan dalam farmakologi dan kesehatan. Namun, varietas sikotok lebih banyak digunakan dalam berkebunan untuk menghasilkan rempah-rempah. Daun cengkeh varietas zanzibar dipilih sebagai bahan uji dalam penelitian ini karena dianggap lebih representatif dalam mengevaluasi kekuatan antibakterinya terhadap *Escherichia coli*, berdasarkan potensi kandungan senyawa aktifnya (13).

2.3 Ekstraksi dan Meserasi

Ekstraksi adalah metode pemisahan zat yang didasarkan pada perbedaan kelarutan dalam dua cairan yang tidak saling melarut, umumnya air dan satu lagi berupa pelarut organik. Terdapat sejumlah cara yang bisa diterapkan dalam ekstraksi, salah satu yang paling sering digunakan adalah metode maserasi. Maserasi adalah salah satu teknik ekstraksi yang paling sering dilakukan dengan cara menempatkan serbuk tanaman dan pelarut yang tepat ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu ruangan. Metode maserasi juga dapat mengurangi risiko kerusakan senyawa-senyawa dalam tanaman yang mudah terurai oleh panas. Tujuan dari ekstraksi adalah untuk memisahkan atau mengambil senyawa aktif dari simplisia dengan menggunakan pelarut tertentu (14).

2.4 Hand Sanitizer

Hand sanitizer (semprot/gel) adalah salah satu opsi praktis dalam mencuci tangan karena mengandung alkohol (antiseptik sintetik) yang dapat mencegah atau menghentikan pertumbuhan serta membunuh kuman penyebab penyakit dengan cepat. Banyak orang yang berminat memakai *hand sanitizer* karena cara penggunaannya lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan sabun dan air. Produk *hand sanitizer* yang tersedia di pasar semakin bervariasi, baik dari segi komponen maupun zat pembawanya. Umumnya, *hand sanitizer* mengandung bahan aktif seperti alkohol, triklosan, atau agen antimikroba lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Zat yang terdapat dalam *hand sanitizer* bekerja dengan mendenaturasi serta mengkoagulasi protein sel mikroorganisme. Oleh sebab itu, senyawa seperti alkohol dan triklosan sering dipakai sebagai komponen dalam pembuatan *hand sanitizer* (15).

3. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Jenis penelitian yang digunakan ialah True Experimental Laboratories dengan desain pretest-posttest with control group. Populasi dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* dengan sampel berupa isolat bakteri *Escherichia coli* yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi FMIPA Biologi Universitas Syiah Kuala. Ekstrak daun cengkeh diperoleh melalui metode maserasi menggunakan etanol 96% dan diformulasikan menjadi *hand sanitizer* dengan empat konsentrasi yaitu 20%, 40%, 60%, dan 80% menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu (4 perlakuan konsentrasi + kontrol positif *hand sanitizer* komersial + kontrol negatif aquades steril) dan 3 kali pengulangan. Uji efektivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode sumuran (well diffusion) pada *media Mueller Hinton Agar (MHA)* dan diameter zona hambat diukur dalam satuan milimeter. Data dianalisis menggunakan uji repeted measure ANOVA dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.

4. Temuan dan Diskusi

4.1 Hasil

Table 1 . Hasil Uji Antibakteri *Escherichia coli*

Bakteri Uji	Pengulangan	K-	K+	Zona Bunuh/ Zona Bening <i>Handsanitizer</i> (mm)			
				20%	40%	60%	80%
<i>Escherichia coli</i>	1	0	10.25	11.64	14.23	13.91	15.59
	2	0	10.83	14.19	17.4	14.40	16.28
	3	0	8.78	10.70	19.39	14.48	22.03
TOTAL		0	29.86	36.53	51.02	42.79	53.9
Rata-rata		0	9.95	12.18	17.01	14.26	17.97
Mean Std. Deviation		-	-	1.81	2.60	0.31	3.54
Total Mean Std. Deviation							3.13

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1 menyajikan hasil uji efektivitas antibakteri ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan metode tetes sumuran terlihat bahwa ekstrak daun cengkeh memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam *hand sanitizer*, semakin besar zona bening atau zona hambat yang terbentuk di sekitar sampel. Perlakuan ini terdiri dari empat konsentrasi *hand sanitizer* berbahan ekstrak daun cengkeh (20%, 40%, 60%, dan 80%), kontrol positif (*hand sanitizer* komersial), dan kontrol negatif (aquades steril). Kontrol negatif (K-) tidak menunjukkan zona hambat dengan diameter zona hambatnya (0 mm), menandakan tidak ada aktivitas antibakteri dari pelarut aquades steril. Kontrol positif (K+) memiliki rata-rata zona hambat sebesar (9,95 mm), menunjukkan adanya daya hambat yang efektif dari *hand sanitizer* komersial terhadap *Escherichia coli*. Konsentrasi 20% menghasilkan zona hambat sebesar (12,18 mm), menunjukkan daya hambat yang kuat. Konsentrasi 40% menghasilkan zona hambat sebesar (17,01 mm), menunjukkan daya hambat yang lebih tinggi dibandingkan 20%. Konsentrasi 60% menghasilkan zona hambat sebesar (14,26 mm), sedikit menurun dibandingkan 40%. Konsentrasi 80% menghasilkan zona hambat paling besar yaitu (17,97 mm), yang merupakan daya hambat tertinggi di antara semua perlakuan.

Hasil ini penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun cengkeh cukup efektif melawan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi tinggi. Nilai rata-rata tertinggi pada konsentrasi 80% membuktikan bahwa semakin kuat efek antibakterinya. Dari nilai standar deviasi, terlihat bahwa konsentrasi 80% memiliki nilai standar deviasi terbesar yaitu 3,54 mm, yang menunjukkan adanya variasi atau perbedaan nilai antara ulangan yang cukup besar, artinya hasil ulangan di konsentrasi ini bervariasi tapi tetap menunjukkan efektivitas tinggi. Sebaliknya, konsentrasi 60% memiliki standar deviasi paling kecil (0,31), yang berarti hasilnya lebih stabil tapi zona hambatnya tidak terlalu besar. Konsentrasi 20% dan 40% memiliki standar deviasi sedang (1,81 dan 2,60), menunjukkan ada variasi, tapi masih bisa diterima. Nilai total Mean std. deviation sebesar (3,13) menunjukkan bahwa secara keseluruhan hasil uji cukup bervariasi, tetapi tetap bisa dijadikan dasar analisis.

Tabel 2 Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62.527	3	20.842	3.684	.002
Within Groups	45.261	8	5.658		
Total	107.788	11			

Berdasarkan hasil tabel 4.3 hasil uji nilai signifikansi (Sig.) = 0,002 < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% terhadap diameter zona hambat *Escherichia coli*. Dengan kata lain, tingkat konsentrasi ekstrak daun cengkeh berpengaruh nyata terhadap daya hambat terhadap bakteri. Nilai F hitung = 3.684, menunjukkan bahwa variasi antar kelompok lebih besar dibandingkan variasi dalam kelompok, yang memperkuat bukti bahwa pada setiap perlakuan memberikan efek berbeda secara statistik.

4.2 Pembahasan

Diameter Zona Hambat (mm)	Daya Hambat
>21 – 30	Sangat Kuat
11-20	Sedang
6-10	Lemah
<6	Tidak ada Aktivitas

Tabel Klasifikasi daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) sebagai bahan aktif alami dalam pembuatan *hand sanitizer* terhadap bakteri *Escherichia coli*. Daun cengkeh merupakan salah satu bagian dari tanaman cengkeh yang diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti *eugenol*, *flavonoid*, *tanin*, dan *saponin* yang memiliki potensi sebagai antibakteri. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) yang dipetik secara langsung pada pagi hari untuk memastikan kandungan metabolit sekundernya dalam kondisi optimal.

Uji efektivitas antibakteri dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode sumuran pada media (*Mueller Hinton Agar*) MHA. Zona bening (zona hambat) yang terbentuk di sekitar sumur menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dari *hand sanitizer* yang mengandung ekstrak daun cengkeh. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin besar pula zona hambat yang terbentuk. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak daun cengkeh memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* secara signifikan, khususnya pada konsentrasi 80% yang menunjukkan zona bening paling luas. Hal ini sejalan dengan teori terdahulu bahwa kandungan *eugenol* dalam cengkeh mampu merusak membran sel bakteri sehingga menyebabkan lisis sel (16).

Pada zona hambat dengan diameter antara >20-30 mm termasuk dalam kategori daya hambat kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua konsentrasi ekstrak daun cengkeh

menunjukkan daya hambat yang kuat terhadap *Escherichia coli*. Adanya fluktuasi kecil pada nilai zona hambat, seperti pada konsentrasi 60% yang sedikit lebih rendah dari 40%, kemungkinan disebabkan oleh faktor teknis saat aplikasi ekstrak atau distribusi zat aktif yang tidak merata. Namun, secara umum, terdapat korelasi positif antara peningkatan konsentrasi ekstrak dengan peningkatan efektivitas antibakteri, terutama pada konsentrasi tertinggi (80%). Kemampuan antibakteri ekstrak daun cengkeh ini berkaitan dengan kandungan senyawa aktif seperti *eugenol*, *flavonoid*, dan *tanin*, yang bekerja merusak membran sel bakteri, mengganggu metabolisme, dan menyebabkan kematian sel bakteri. Hasil ini mendukung bahwa ekstrak daun cengkeh berpotensi sebagai bahan aktif alami dalam formulasi *hand sanitizer*, dengan efektivitas yang mendekati bahkan melebihi *hand sanitizer* komersial pada konsentrasi tertentu (17)

Pada penelitian ini ekstrak daun cengkeh juga menunjukkan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 80% dengan zona hambatnya (17,97 mm) juga termasuk dalam respon hambat pertumbuhan yang kuat (>20-30 mm) yang sudah menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup efektif dan kuat. sebagai pembanding pada penelitian ini kontrol positif (+) antibakteri *Hand sanitizer* komersial juga menunjukkan zona hambat yang tinggi (9,95) dibandingkan pada konsentrasi lainnya. Namun pada hasil ini dapat bersaing karena bahan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat alami dan pada nilai signifikan penelitian ini menunjukkan nilai (Sig) = 0,002 < 0,005, karena terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan setiap konsentrasi dan terhadap zona hambat pada bakteri *Escherichia coli*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi 80% ekstrak daun cengkeh terbukti memberikan zona hambat paling kuat dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka kandungan senyawa aktif seperti *eugenol*, *flavonoid*, *tanin*, dan *fenolik* yang berperan sebagai antibakteri juga semakin besar, sehingga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Dengan demikian, pertumbuhan zona hambat bakteri *Escherichia coli* akan terbentuk di sekitaran sumur yang telah diberikan ekstrak tersebut.

5. Kesimpulan dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian mengenai “Uji Efektivitas Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) Sebagai Bahan Aktif *Hand Sanitizer* Terhadap Bakteri *Escherichia coli*”, diperoleh bahwa hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikan ($p = 0,002 < 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang berarti terdapat perbedaan efektivitas antibakteri ekstrak daun cengkeh pada berbagai konsentrasi (20%, 40%, 60%, dan 80%) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Konsentrasi 80% memberikan zona hambat terbesar yaitu 17,97 mm, lebih tinggi dibandingkan *hand sanitizer* komersial (kontrol positif) sebesar 9,95 mm. Uji ANOVA juga menunjukkan hasil signifikan ($p = 0,002$), menandakan bahwa variasi konsentrasi ekstrak daun cengkeh berpengaruh nyata terhadap daya hambat antibakteri. Dengan demikian, ekstrak daun cengkeh efektif digunakan sebagai bahan aktif alami dalam formulasi *hand sanitizer*, dengan konsentrasi 80% sebagai yang paling optimal. Pengembangan produk lebih lanjut dapat mencakup optimalisasi formulasi, uji stabilitas dan keamanan, inovasi bentuk sediaan, uji lapangan, serta peluang komersialisasi agar penelitian ini memiliki nilai aplikatif bagi masyarakat.

Penelitian lanjutan disarankan untuk dapat dijadikan dasar pengembangan produk *hand sanitizer* berbahan aktif alami dari ekstrak daun cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.). Dan disarankan untuk mengidentifikasi senyawa aktif utama yang berperan dalam aktivitas antibakteri serta melakukan uji stabilitas formulasi dan uji iritasi kulit guna memastikan

keamanan penggunaan pada manusia. Selain itu, diperlukan pengujian lanjutan pada kondisi lapangan untuk memastikan efektivitasnya serta perlu dikembangkan pengujian terhadap berbagai jenis bakteri, baik gram negatif maupun gram positif, guna mengetahui spektrum antibakteri yang lebih luas.

Reference

- [1] Febriza, M. A., Adrian, Q. J., & Sucipto, A. (2021). Penerapan Ar Dalam Media Pembelajaran Klasifikasi Bakteri. *Jurnal bioeduin: Program Studi Pendidikan Biologi*, 11(1), 10–18. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v11i1.12076>
- [2] Ronzon, T., Gurria, P., Carus, M., Cingiz, K., El-Meligi, A., Hark, N., Iost, S., M'barek, R., Philippidis, G., van Leeuwen, M., Wesseler, J., Medina-Lozano, I., Grimplet, J., Díaz, A., Tejedor-Calvo, E., Marco, P., Fischer, M., Creydt, M., Sánchez-Hernández, E., ... Miras Ávalos, J. M. (2025). Formulasi dan Efektivitas Gel *Hand Sanitizer* Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14.
- [3] Bahri, S., Rokhim, S., & Prasiska, Y. S. (2019). Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* pada Sampel Daging. *Journal of Health Science and Prevention*, 3(1), 62–67. <https://doi.org/10.29080/jhsp.v3i1.195>
- [4] Sulastri, Santoso, A., & Kumalasari, N. C. (2024). Penyuluhan Edukasi Terkait Pencegahan dan Penatalaksanaan Diare pada Anak Bagi Warga Desa Nogosari. *Jurnal Inovasi Dan Pengabdian Masyarakat*, 04(02), 37–44. <https://jurnal.itkesmusidrap.ac.id/JIPengMas/article/view/852/390>
- [5] Yustati, E., & Sartika, M. (2025). Determinan Kejadian Diare pada Balita. *Jurnal Abdi Kesehatan Dan Kedokteran*, 4(2), 268–278. <https://doi.org/10.55018/jakk.v4i2.101>
- [6] Profil. (2024). Profil Kesehatan kota banda aceh. *Buku*, 14.
- [7] Ugha, K. B., Rini, D. I., & Koamesah, S. M. J. (2019). Uji aktivitas anti bakteri ekstrak etanol daun cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* secara in-vitro. *Cendana Medical Journal*, 17(2), 149–157.
- [8] Pradana, A., Santosa, D., & Sulaiman, T. N. S. (2023). Potensi Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Merr . & Perry di Indonesia Sebagai Sumber Daya Alam dan Bahan Baku Obat Antibakteri dan Antijamur. *Majalah Farmaseutika*, 20(1), 70–78.
- [9] Azzahirah, M., Berliyanti, D., & ... (2024). Literature Review: Efektivitas Ekstrak Cengkeh Terhadap Bakteri Permasalahan Gigi. *Jurnal ...*, 5, 1875–1886.
- [10] Lusiana, R. A., Widodo, D. S., Suyanti, L., Gunawan, G., & Haris, A. (2020). Edukasi Pembuatan Hand Sanitizer Berbasis Lidah Buaya pada Masyarakat Desa Harjowinangun, Grobogan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 1(1), 47–54. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v1i1.19>
- [11] dwi andriani, R. (2021). efektivitas antibakteri fraksi aktif ekstrak daun cengkeh (*syzygium aromaticum* L.) terhadap bakteri *escerrichia coli*.
- [12] Fariani, A., & Advinda, L. (2022). Effects of Various Concentrations of Antiseptic Solid Soaps On *Escherichia coli* Pengaruh Berbagai Konsentrasi Sabun Padat Antiseptik Terhadap *Escherichia coli*. *Serambi Biologi*, 7(3), 229–234.
- [13] Soenarsih, S., Wahyudiyono, E., & Rahmat Mande, D. A. (2021). Cannarium (Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian) Keragaman dan Kekerabatan Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) di Pulau Ternate. *Ilmu Pertanian Canarium*, 19(2), 65–84.
- [14] Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Lembang, S. A. R. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v6i1.13941>
- [15] Hand, S., Menggunakan, S., & Dan, S. (2022). Cengkeh Pada Suhu Ekstrim Dan Pengaruh Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Medan Area Medan Cengkeh Pada Suhu Ekstrim Dan Pengaruh Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Diajukan se.

- [16] Ramadhani¹, A., Saadah², S., & Sogandi^{1*}. (2020). Efek Antibakteri Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. 7(November), 203–214.
- [17] Chandra, M. A., Putri, B. E., & Restapaty, R. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Ramania (*Bouea Macrophylla* Griffith) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Journal of Pharmacopolium*, 6(3), 11–17. <https://doi.org/10.36465/jop.v6i3.1199>.