



Research article

Aktivitas Antibakteri Gel *Hand Sanitizer* Minyak Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) dengan Variasi *Gelling Agent*

RACHMAWATI DWI AGUSTIN^{1*}, YUNIASIH MULYANI JUBELIENE TAIHUTTU²

¹Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura Ambon

²Departemen Histologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura Ambon

Alamat email penulis korespondensi: rachmawatidwia@gmail.com

Abstract

Hand hygiene is important because hands are one of the intermediary pathways for entering microbes into the body. Efforts to maintain cleanliness by diligently washing hands and using a practical way of using hand sanitizer. The alcohol content in hand sanitizers can have a long-term impact on skin health, as alternative alcohol substitutes can use natural ingredients as the basic ingredients of antiseptic hand sanitizers. Nutmeg seed oil contains active compounds as antibacterial ingredients. This study aims to determine the correct formulation of nutmeg oil hand sanitizer gel preparation and test its effectiveness in inhibiting the growth of pathogenic bacteria, namely *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. Gel preparations were made with variations of the gelling agent Carbopol and CMC-Na. The stability test of the physical properties of the gel preparation includes organoleptic test, homogeneity test, and pH test. Antibacterial activity test by disc diffusion method. The results showed that the gel preparation had a characteristic nutmeg odor, with a clear color for the CMC-Na base and white for the Carbopol base. The pH values obtained for all preparations ranged from 5.7 to 6.2. The results of the antibacterial activity test showed that the nutmeg oil hand sanitizer gel based on CMC-Na and Carbopol could inhibit *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* bacteria quite well. This study concludes that the formulation of CMC-Na-based nutmeg seed oil gel formulation is considered to be the optimal formulation in inhibiting the growth of pathogenic bacteria and has a consistent physical form.

Keywords : *hand sanitizer, nutmeg oil, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, gelling agent*

Abstrak

Kebersihan tangan menjadi hal yang penting karena tangan merupakan salah satu jalur perantara masuknya mikroba ke dalam tubuh. Upaya menjaga kebersihannya dengan rajin mencuci tangan maupun dengan cara praktis menggunakan *hand sanitizer*. Kandungan alkohol yang berada pada *hand sanitizer* dapat berdampak jangka panjang pada kesehatan kulit, untuk itu alternatif pengganti alkohol dapat menggunakan bahan alam sebagai bahan dasar antiseptik *hand sanitizer*. Minyak biji pala mengandung senyawa aktif sebagai bahan antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi yang tepat dari sediaan gel *hand sanitizer* minyak biji pala dan menguji efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Sediaan gel dibuat dengan variasi gelling agent Carbopol dan CMC-Na. Uji stabilitas sifat fisik sediaan gel meliputi uji organoleptic, uji homogenitas, dan uji pH. Uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sediaan gel memiliki bau khas pala, dengan warna bening untuk basis CMC-Na dan putih untuk basis Carbopol. Nilai pH yang diperoleh untuk semua sediaan berkisar antara 5.7-6.2. Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa gel *hand sanitizer* minyak biji pala dengan basis CMC-Na dan Carbopol memiliki kemampuan menghambat bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* cukup baik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah formulasi sediaan gel minyak biji pala berbasis CMC-Na dinilai merupakan formulasi yang optimal dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan memiliki bentuk fisik yang konsisten.

Kata kunci : *hand sanitizer*, minyak biji pala, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *gelling agent*

PENDAHULUAN

Dewasa ini, menjaga kebersihan tangan menjadi hal yang sangat penting karena tangan menjadi perantara masuknya mikroba ke dalam tubuh (Nakoe, 2020). Salah satu upaya dalam menjaga kebersihannya adalah sering mencuci tangan segera setelah melakukan aktivitas dengan menggunakan sabun untuk membunuh mikroba yang telah menempel pada permukaan tangan. Namun upaya ini dianggap kurang efisien apabila keberadaan sabun dan air yang dianggap sulit untuk dijangkau (Rundengan dan Simbala, 2017).

Solusi untuk mewujudkan kemudahan mencuci tangan secara praktis adalah dengan adanya produk pembersih tangan yang efisien dan mudah diperoleh di *modern market* terdekat. *Hand sanitizer* gel merupakan cairan pembersih tangan

yang kandungannya sebagian besar berbahan dasar alkohol sebagai pembunuh mikroorganisme yang ada di permukaan tangan, penggunaannya dengan cara dioles pada permukaan tangan tanpa dibilas dengan air (Suradnyana dkk., 2020). Kelebihan penggunaan *hand sanitizer* ini disampaikan oleh US FDA (*Food and Drug Administration*) dapat membunuh kuman secara cepat hanya dalam kurun waktu ± 30 detik (Da Costa, 2024). Alkohol yang terkandung di dalamnya berperan sebagai antiseptik yang mempunyai aktivitas bakterisidal. Namun berdasarkan sifat kimiawi dari alkohol sebagai pelarut organik polar yang dapat melarutkan lapisan lemak pada kulit, menyebabkan terjadinya kerusakan lapisan lemak pada kulit dan kondisi terparahnya dapat terjadi infeksi dan iritasi kulit apabila penggunaannya dalam jangka waktu yang cukup lama (Murti dkk., 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan pembersih tangan atau antiseptik yang tidak menimbulkan efek jangka panjang pada kulit dengan memanfaatkan bahan alam sebagai bahan dasar pembuatannya.

Maluku merupakan daerah kepulauan yang banyak menghasilkan tanaman rempah, salah satunya adalah tanaman pala. Ambon yang merupakan ibukota dari Provinsi Maluku menjadi salah satu kota penghasil tanaman pala yang cukup melimpah (Samingan dan Mudatsir, 2017). Tanaman ini terdiri dari buah, biji, dan fuli yang pada setiap bagiannya memiliki manfaat dan menghasilkan minyak atsiri (Hidayawati, 2018).

Minyak atsiri biji pala telah dilaporkan mempunyai aktivitas antimikroba dan antifungi, serta diketahui memiliki aktivitas bakterisidal karena adanya kandungan senyawa *myristica*, *hidrokarbon*, *terpene*, dan turunan fenilpropan (Wijana dkk., 2020).

Kemampuan bakterisidal pada minyak ini lebih besar bila dibandingkan dengan ekstrak biji pala, karena diduga kandungan senyawa aktif pada minyak lebih besar dibandingkan dengan ekstrak kasarnya (Ansory dkk., 2020). Isolasi minyak biji pala diperoleh melalui proses distilasi. Diketahui kandungan minyak atsiri pada minyak biji pala sebesar 2,16% dengan komposisi senyawa antara lain α -Pinea, Kamfena, β -Pinea, Limonena, Safrol, Eugenol, Myristicin, dan lain-lain (Agustin, 2021).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Agustin (2021), formulasi gel *hand*

sanitizer minyak biji pala dengan basis Carbopol sebagai *gelling agent* dilaporkan memiliki kestabilan yang cukup baik setelah dilakukan pengujian stabilitas dan sifat fisiknya. Hasil dari penelitian tersebut mendasari penulis untuk menguji efektivitas sediaan gel *hand sanitizer* minyak biji pala terhadap bakteri *Escherchia coli*. dan *Pseudomonas aeruginosa*. dengan memberikan modifikasi terhadap *gelling agent* yang digunakan yaitu dari Carbopol dan CMC-Na untuk melihat kestabilan sediaanannya, hasilnya diharapkan memiliki daya hambat serta dapat dijadikan sebagai alternatif pembersih tangan bebas alkohol berbahan dasar alam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis *True Experimental Research* dan desain penelitiannya adalah *post-test only control design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura dan Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Maluku pada bulan Mei-November 2021.

Bakteri uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang tersedia di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Maluku, dan bahan dasar sampel menggunakan biji pala yang diperoleh dari Kota Ambon, Maluku. Penelitian ini telah mendapat izin etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura Ambon (No. 081/FK-KOM.ETIK/VIII/2021) pada tanggal 17 Mei 2021.

Alat

Seperangkat alat distilasi, botol sampel, neraca digital, beaker glass (Pyrex), autoklaf, *mixer*, *hot-plate stirrer*, termometer, pipet ukur (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), kaca objek, kertas pH Universal, tabung reaksi (Duran), cawan petri (Pyrex), pembakar bunsen, jangka sorong digital (Caliper), ose steril, pinset, Laminar Air Flow (LAF), dan Oven inkubasi (Memmert).

Bahan

Biji pala, CMC-Na (Brataco), Carbopol-940 (Brataco), triethanolamine (TEA) (Brataco), Gliserin (OneMed), Propilen Glikol (Brataco), Akuades, Media Nutrien Agar (NA), Alkohol 70% (OneMed), *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, Blank disk (Oxoid), *Erithromycin disk* (Oxoid) sebagai kontrol positif, Akuades steril sebagai kontrol negatif.

Isolasi Minyak Biji Pala

Isolasi minyak biji pala dilakukan dengan metode ekstraksi berupa distilasi uap. Sebanyak 500g biji pala dibersihkan dan dikering-anginkan selama 3 hari. Kemudian dihaluskan, selanjutnya dilakukan distilasi dengan memanaskannya pada 1 L air hingga suhu 100°C selama 10-12 jam. Kemudian ditambahkan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) anhidrat untuk menghilangkan sisa-sisa air (Astuti, 2019).

Formulasi Gel *Hand Sanitizer*

Pembuatan sediaan gel sebanyak 50gram dengan formulasi gel minyak biji pala sebagai berikut:

Tabel 1. Formulasi Sediaan Gel *Hand Sanitizer* Minyak Biji Pala

Bahan	Konsentrasi (%)			
	F1	F2	F3	F4
Minyak biji pala	0	7.5	0	7.5
CMC-Na	2	2	-	-
Carbopol	-	-	2	2
TEA	-	-	1	1
Gliserin	10	10	10	10
Propilen glikol	5	5	5	5
Akuades	50	50	50	50

Keterangan:

F1 : Komponen sampel tidak mengandung minyak biji pala dengan basis gel CMC-Na 2%

F2 : Komponen sampel yang mengandung minyak biji pala dengan basis gel CMC-Na 2%

F3 : Komponen sampel yang tidak mengandung minyak biji pala dengan basis gel Carbopol 2%

F4 : Komponen sampel yang mengandung minyak biji pala dengan basis gel Carbopol 2%

Pembuatan Gel *Hand Sanitizer* berbasis CMC-Na

Bahan yang akan digunakan ditimbang sesuai dengan takaran pada tabel 1. Akuades dipanaskan hingga 50°C kemudian dimasukkan CMC-Na ke dalam beaker glass yang berisi akuades, diaduk hingga campuran homogen dan larutan berwarna bening, pengadukan dilakukan secara terus-menerus hingga homogen dan terdispersi sempurna membentuk basis gel. Minyak biji pala dengan konsentrasi 2.5% ditambahkan sesuai dengan komposisi pada formula yaitu sebesar 7.5% dari berat total. Kemudian ditambahkan gliserin dan propilen glikol sesuai takaran yang telah ditimbang (Nurwaini dan Savitri, 2020). Akuades sisa ditambahkan hingga berat larutan mencapai 50gram dan terus dilakukan pengadukan hingga homogen.

Pembuatan Gel *Hand Sanitizer* berbasis Carbopol

Carbopol dilarutkan dalam 25 ml akuades yang telah dipanaskan hingga 70°C di dalam beaker glass. Tritenaolamin (TEA) dilarutkan dalam akuades lalu dimasukkan ke dalam larutan Carbopol kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan gliserin dan propilen glikol hingga terbentuk gel yang mengembang dan homogen (Nailufa, 2020). Kemudian ditambahkan minyak biji pala dan ditambahkan akuades hingga mencapai 50 gram, diaduk terus-menerus hingga homogen.

Evaluasi Sediaan Gel

Evaluasi sediaan gel dilakukan berdasarkan uji organoleptik, uji homogenitas, dan uji pH. Pada uji organoleptik dilakukan pengamatan fisik pada sediaan gel meliputi bau, warna, tekstur, dan konsistensi.

Uji homogenitas dilakukan dengan mengoleskan sampel gel pada kaca objek. Kategori sediaan gel yang baik adalah gel yang susunan permukaannya homogen dan tidak terlihat adanya butiran kasar (Suradnyana dkk., 2020).

Uji pH dilakukan dengan mengukur pH menggunakan kertas pH Universal dengan mengoleskan 0,1-gram gel pada kertas indikator pH, kemudian diamati dan

dicocokkan warnanya yang tertera pada kertas pH sampel dengan kertas indikator pH perbandingan.

Peremajaan Bakteri

Pada proses peremajaan bakteri dimulai dengan membuat Media Nutrien Agar (NA), kemudian Media NA tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dimiringkan. Setelah media NA dipadatkan, diambil masing-masing satu ose isolat bakteri uji (*Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*) kemudian digores pada setiap permukaan media NA kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Rosmania, 2020).

Uji Aktivitas Antibakteri

Metode difusi cakram digunakan dalam uji antibakteri. Prosedur pengujian meliputi sterilisasi alat dan bahan, preparasi media NA dan preparasi bakteri. media NA dituang secara aseptik ke dalam cawan petri yang sudah disterilkan sekitar 15 mL, kemudian dibiarkan mengeras. Bakteri uji yang digunakan digores ke dalam media, kemudian diletakkan *blank disk* yang sebelumnya telah dicelupkan ke dalam sediaan gel, akuades steril digunakan sebagai kontrol negatif dan *erythromycin disk* digunakan sebagai kontrol positif selama 15 menit. Masing-masing kertas cakram (disk) diberi jarak dari tepi cawan petri minimal 20 mm kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C ke dalam inkubator selama 1x24 jam. Dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (Octaviani dkk., 2019).

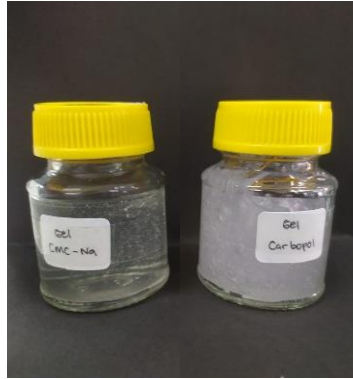
Pengukuran Daya Hambat Antibakteri

Pengamatan dan pengukuran hambatan terhadap bakteri dilakukan setelah inkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Zona hambat yang nampak pada cawan petri diukur dengan menggunakan jangka sorong (Tjiptoningsih, 2020).

HASIL PENELITIAN

Formulasi gel *hand sanitizer* dilakukan dengan menggunakan variasi *gelling agent* menunjukkan bahwa gel yang diperoleh memiliki konsistensi gel yang kental

dan lunak. Konsistensi bentuk gel yang seperti ini akan menyebabkan gel lebih mudah terserap dan merata pada permukaan kulit yang berhubungan dengan viskositas dan daya sebar dari gel tersebut pada permukaan kulit.



Gambar 1. Hasil formulasi gel hand sanitizer minyak biji pala (dokumentasi pribadi)

Uji organoleptik dilakukan dengan cara mengamati penampakan visual bau, warna, tekstur, dan konsistensi pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji organoleptik *hand sanitizer* minyak biji pala dengan variasi *gelling agent*

Formulasi	Uji Organoleptik		
	Tekstur	Warna	Bau
F1	Lunak	Bening	Tidak berbau
F2	Lunak	Bening	Bau khas pala
F3	Kenyal	Putih	Tidak berbau
F4	Kenyal	Putih	Bau khas pala

Uji homogenitas dilakukan dengan tujuan untuk melihat bahan gel yang digunakan dapat tercampur dengan sempurna. Hasil yang diperoleh (pada tabel 3) menunjukkan bahwa gel pembersih tangan minyak biji pala memiliki homogenitas yang baik dengan tidak adanya butiran kasar dalam formulasi sediaan tersebut.

Tabel 3. Hasil Uji homogenitas

Formula	Homogenitas
F1	Homogen

F2	Homogen
F3	Homogen
F4	Homogen

Uji pH dilakukan dengan tujuan untuk melihat keamanan sediaan ketika diaplikasikan pada permukaan kulit.

Tabel 4. Hasil Uj pH

Formula	pH
F1	6.4
F2	5.5
F3	6.7
F4	5.7

Penelitian ini dilakukan dengan membuka konsentrasi minyak biji pala pada 25% kemudian menurunkan konsentrasinya lebih kecil hingga mencapai titik hambat nol mm. Daftar MIC oleh minyak biji pala ditunjukkan pada tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa minyak biji pala secara minimal dapat menghambat bakteri *P.aeruginosa* pada konsentrasi 2,5% dan *E.coli* pada konsentrasi 1%.

Tabel 5. Hasil MIC minyak biji pala terhadap pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *P.aeruginosa*

Konsentrasi (%)	Diameter Hambat (mm)	
	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>
25	20.75	25
20	18.25	18.75
15	16	18
10	12.75	17.25
5	0	12.75
2.5	8.75	11
1	0	8.5
0.5	0	0
0.25	0	0
0.1	0	0
0.05	0	0

Setelah dilakukan uji MIC, maka dilanjutkan dengan uji antibakteri menggunakan formulasi yang dikombinasikan dengan minyak biji pala 2,5%.

Konsentrasi ini dianggap mewakili kedua MIC pada kedua bakteri berdasarkan tabel 5. Hasil aktivitas antibakteri dengan variasi *gelling agent* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji formulasi gel dengan variasi *gelling agent*

Bakteri	Formulasi Gel	Zona Hambat (mm)		
		Rerata	Kontrol (+)	Kontrol (-)
<i>E. coli</i>	Carbopol CMC-Na	17 25	24,4	0
<i>P. aeruginosa</i>	Carbopol CMC-Na	21.5 16.5	24	0

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai jenis *gelling agent* terhadap efektivitas hand sanitizer berbahan dasar minyak biji pala. *Gelling agent* yang digunakan meliputi CMC-Na dan Carbopol 940. Pemilihan basis gel sangat penting karena dapat mempengaruhi parameter yang diteliti dalam formulasi. Carbopol 940 dipilih karena bahan ini mampu meningkatkan viskositas dan daya lekat dari sediaan. Sementara itu, CMC-Na digunakan sebagai basis gel untuk membantu meningkatkan pH serta memperluas daya sebar gel. Triethanolamine (TEA) ditambahkan sebagai agen pembasa yang berguna untuk menetralkan pH Carbopol 940, sekaligus membantu mengembangkan gel dan menjadikannya lebih bening. Propilen glikol dan gliserin berfungsi sebagai humektan, aquades digunakan sebagai pelarut (Susianti dkk., 2021).

Hasil uji organoleptik pada ke-enam formula sediaan gel dengan variasi *gelling agent* menunjukkan bahwa basis gel CMC-Na tanpa minyak biji pala berwarna bening transparan, begitu juga dengan penambahan minyak biji pala dengan bentuk sediaan lunak. Formula dengan bahan dasar HPMC tanpa minyak biji pala berwarna bening transparan, sedangkan dengan penambahan minyak biji pala berwarna putih bening dengan bentuk sediaan lunak. Formula dengan bahan dasar Carbopol tanpa minyak biji pala berwarna putih bening, begitu juga dengan penambahan minyak biji pala dengan bentuk sediaan kenyal. Semua formula dengan penambahan minyak biji pala

memiliki bau khas pala. Formula dengan basis Carbopol memiliki tekstur kenyal sedangkan basis gel lainnya lunak cenderung cair. Hal ini dikarenakan bahan Carbopol memiliki sifat yang mudah didispersikan oleh air. Sehingga menghasilkan produk yang kental. Tekstur yang dihasilkan dari basis Carbopol ini kekentalannya sedikit kaku maka apabila diaplikasikan ke kulit akan terasa lebih lengket.

Uji pH dilakukan dengan tujuan untuk melihat keamanan sediaan ketika diaplikasikan pada permukaan kulit. pH sediaan gel yang baik adalah sama dengan pH kulit manusia dengan nilai berkisar antara 4,5-6,5 (Adriana, 2022). Nilai pH sediaan pada tabel 4 menunjukkan nilai pH yang sama dengan kisaran pH kulit sehingga sediaan aman diaplikasikan pada kulit. Hasil uji pH menunjukkan bahwa dari tiap formula sediaan gel memiliki perbedaan nilai pH. Formula dengan basis CMC-Na tanpa penambahan minyak biji pala memiliki pH yang lebih tinggi yaitu sebesar 6,4 sedangkan dengan penambahan minyak biji pala terjadi penurunan pH yaitu sebesar 5,5. Hal ini dikarenakan minyak biji pala bersifat asam sehingga dapat menurunkan nilai pH. Formula dengan basis HPMC tanpa penambahan minyak biji pala memiliki nilai pH sebesar 6,6 dan dengan penambahan minyak biji pala sebesar 5,2. Formula dengan basis Carbopol tanpa penambahan minyak biji pala memiliki nilai pH sebesar 6,7 dan dengan penambahan minyak biji pala sebesar 5,7. Dari semua variasi *gelling agent* basis Carbopol memiliki nilai pH yang lebih tinggi daripada basis lainnya dikarenakan Carbopol sangat mudah terdispersi dan terikat pada air sehingga besarnya pH dipengaruhi oleh adanya kandungan air.

Kategori adanya aktivitas antibakteri pada suatu zat apabila zat tersebut mampu membunuh atau mengurangi efek berbahaya khususnya bakteri patogen. Aktivitas antibakteri *hand sanitizer* minyak biji pala (*Myristica fragrans* Houtt) dengan berbagai variasi *gelling agent* disajikan pada Tabel 6. Hasil ini menunjukkan bahwa *hand sanitizer* minyak biji pala secara aktif dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Meskipun memiliki nilai zona hambat yang cukup kecil sehingga lemah dalam menghambat keempat bakteri patogen tersebut.

Prinsip kerja antibakteri yaitu dapat sebagai bakteriostatik dan bakterisidal. Apabila senyawa antibakteri tersebut bersifat bakteriostatik maka cara kerjanya

hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri jika diberikan secara terus menerus (Rita, et al, 2017). Namun apabila daya pengahambatannya dihentikan atau habis, maka pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri akan kembali aktif ditunjukkan dengan semakin kecilnya nilai diameter zona hambat (Widowati dkk., 2019). Sedangkan apabila senyawa antibakteri tersebut bersifat bakterisidal, apabila pemberian senyawa antibakteri tersebut dihentikan pun tetap efektif dalam membunuh dan menghentikan aktivitas fisiologis bakteri (Oulkheir, *et al*, 2017)

Adanya perbedaan nilai diameter zona hambat yang ditunjukkan oleh sampel dipengaruhi oleh jenis bakteri uji yang digunakan. Bakteri tersebut akan membentuk resistensi dengan sendirinya yang merupakan mekanisme alami untuk mempertahankan hidupnya (Shintawati, 2020).

Berdasarkan hasil uji formulasi, dapat dilihat bahwa hand sanitizer berbasis Carbopol menunjukkan bahwa mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dengan kategori sedang yaitu sebesar 17 mm tetapi kuat dalam penghambatan bakteri *P.aeruginosa* dengan nilai sebesar 21.5. Sedangkan pada hand sanitizer berbasis CMC-Na mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dengan kategori kuat yaitu sebesar 25 mm tetapi untuk bakteri *P.aeruginosa* memiliki daya hambat yang masuk kategori sedang sebesar 16.5 mm. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan pada biji pala memiliki aktivitas bakteri, Penelitian Ansory et al. (2020) mengungkapkan bahwa minyak atsiri biji pala memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* ATCC 25922. Fraksi minyak yang mengandung senyawa aktif seperti α -pinene, sabinene, dan myristicin mampu menghasilkan zona hambat hingga 10,89 mm pada konsentrasi 2,5%, menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri. Selain itu, Kothari *et al.* (2022) melaporkan bahwa senyawa elemicin yang terkandung dalam biji pala menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, dengan nilai konsentrasi hambat minimum (MIC) sebesar 31,25 $\mu\text{g/mL}$. Temuan ini mendukung potensi elemicin sebagai agen antibakteri alami.

Perbedaan efektivitas antibakteri hand sanitizer minyak biji pala terhadap *P. aeruginosa* dan *E. coli* pada dua jenis gelling agent, yaitu Carbopol 940 dan CMC-Na, dapat dijelaskan melalui karakteristik fisikokimia masing-masing basis gel yang

mempengaruhi pelepasan zat aktif dan interaksi dengan dinding sel bakteri. Carbopol 940 dikenal memiliki kemampuan membentuk gel yang lebih jernih, kental, dan stabil dengan viskositas tinggi. Karakteristik ini memungkinkan zat aktif seperti minyak atsiri pala, yang bersifat hidrofobik, untuk tersuspensi lebih homogen dan stabil di dalam matriks gel. Menurut Ismail, *et al* (2021), Carbopol dapat meningkatkan daya lekat dan viskositas sediaan, yang kemungkinan besar memperpanjang waktu kontak antara zat aktif dengan permukaan bakteri. Hal ini relevan terhadap *P. aeruginosa*, yang memiliki dinding sel Gram-negatif dengan struktur kompleks dan tahan terhadap banyak agen antibakteri; waktu kontak yang lebih lama memungkinkan penetrasi yang lebih baik dan efektivitas antibakteri yang meningkat. Di sisi lain, CMC-Na memiliki karakteristik yang lebih hidrofilik dan membentuk gel dengan viskositas lebih rendah. CMC-Na cenderung meningkatkan pH dan daya sebar sediaan, sehingga memudahkan pelepasan senyawa aktif ke lingkungan sekitar. Hal ini berpengaruh terhadap *E. coli*, yang juga merupakan bakteri Gram-negatif namun lebih rentan terhadap perubahan lingkungan dan penetrasi senyawa antibakteri dibanding *P. aeruginosa*. Menurut Khaerunnisa dkk. (2015), pelepasan senyawa aktif yang lebih cepat dan daya sebar yang lebih luas dari basis CMC-Na dapat meningkatkan efektivitas antibakteri terhadap *E. coli*. Dengan demikian, perbedaan efektivitas antibakteri antara dua basis gel tersebut terhadap dua jenis bakteri diduga kuat dipengaruhi oleh interaksi antara struktur gel, profil pelepasan zat aktif, serta karakteristik dinding sel bakteri sasaran.

KESIMPULAN

Minyak biji pala pada konsentrasi 2,5% terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Formulasi gel dengan *gelling agent* CMC-Na lebih efektif terhadap *E. coli*, sedangkan Carbopol lebih efektif terhadap *P. aeruginosa*. CMC-Na dinilai sebagai basis yang optimal karena memberikan hasil fisik yang stabil dan daya hambat yang kuat terhadap *E. coli*. Penelitian ini hanya menguji dua jenis *gelling agent* dan dua jenis bakteri patogen, serta belum mengevaluasi stabilitas jangka panjang atau efek iritasi pada kulit. Sehingga disarankan untuk mengeksplorasi variasi konsentrasi minyak biji pala, uji

terhadap bakteri lain, serta uji stabilitas sediaan dan keamanan penggunaan pada kulit manusia secara *in vivo*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, A.N.I. 2022. Pengaruh Konsentrasi Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) terhadap Stabilitas Fisik Gel Anti Jerawat Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu* L.) dan Uji Aktivitas terhadap *Propionibacterium acne*. *Jurnal FITO*, 13, 2, 49–55.
- Agustin, R.D.Y.T. 2021. Formulation and physical stability test of hand sanitizer based on nutmeg oil (*Myristica fragrans*Houtt). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 800. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/800/1/012032>
- Ansory, H.M., Fitriani, I.N. & Nilawatii, A. 2020. Chemical separation and antibacterial activity of nutmeg seed essential oil against *Shigella* sp. and *Escherichia coli* ATCC 25922. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 846(1).
- Astuti, R. 2019. Pengaruh waktu distilasi minyak biji pala (*Myristica fragrans*) dengan metode distilasi uap dan identifikasi komponen kimiawi. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1, 2, 36–40.
- Da Costa, S. 2024. Perbandingan efektivitas hand sanitizer dan sabun antiseptik dalam mengurangi bakteri pada tangan tenaga kesehatan. *Plenary Health: Jurnal Kesehatan Paripurna*, 1, 3, 412–418. <https://doi.org/10.37985/plenaryhealth.v1i3.645>
- Hidayawati, E. 2018. Optimasi sediaan gel ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe var. *rubrum*) menggunakan gelling agent carbopol dan humektan propilen glikol dengan metode simplex lattice design. *Skripsi*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ismail, S.H., Hamdy, A., Ismail, T.A., Mahboub, H.H., Mahmoud, W.H. & Daoush, W.M. 2021. Synthesis and characterization of antibacterial Carbopol/ZnO hybrid nanoparticles gel. *Crystals*, 11, 9, 1092. <https://doi.org/10.3390/cryst11091092>
- Khaerunnisa, S., Hasanah, A.N. & Yuliani, S. 2015. Formulasi gel hand sanitizer ekstrak daun sirih (*Piper betle* L.) dengan variasi konsentrasi CMC-Na sebagai gelling agent. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 1, 1, 1–9.

- Kothari, S., Patel, M., Patel, R., Shah, P. and Shrivastava, N. 2022. Antibacterial activity of elemicin isolated from *Myristica fragrans* against *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* [online]. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9280313>
- Murti Prasetya, W., Chairunnass, A. & Khaery, A.. 2023. Pemanfaatan ekstrak tanaman gedi (*Abelmoschus manihot*L.) asal Kabupaten Wakatobi sebagai bahan aktif antibakteri dalam pembuatan hand sanitizer. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, 10, 2, 57–63. Available at: <https://biowallacea.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/6>
- Nailufa, Y. 2020. Formulasi dan evaluasi gel hand sanitizer dengan moisturizer alga hijau (*Spirulina plantesis*) dan vitamin E. *Syntax Idea*, 2, 6.
- Nakoe, M.R., Lalu, N.A.S. & Mohammad, Y.A. 2020. Perbedaan efektivitas hand-sanitizer dengan cuci tangan menggunakan sabun sebagai bentuk pencegahan COVID-19. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 2, 2.
- Nurwaini, S. & Savitri, A.I. 2020. Formulasi sediaan gel antiseptik tangan daun jambu mete (*Anacardium occidentale*L.). *Prosiding University Research Colloquium*, 95–105. Available at: <https://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/904>
- Octaviani, M., Fadhli, H. & Yuneistya, E. 2019. Uji aktivitas antimikroba ekstrak etanol kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan metode difusi cakram. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6, 1, Article 8. <https://doi.org/10.7454/psr.v6i1.4333>
- Oulkheir, S, Aghrouch M, El Mourabit F, Dalha F, Graich H, Amouch F. 2017. Antibacterial activity of essential oils extracts from cinnamon, thyme, clove and geranium against a gram negative and gram positive pathogenic bacteria. *Journal of Diseases and Medicinal Plants*, 3, 1, 1–5. Available at: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/jdmp>
- Rita, W.S. et al. 2017. Aktivitas antibakteri minyak atsiri rimpang jeringau (*Acorus calamus* Linn.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Cakra Kimia*, 5, 2, 130–136.
- Rosmania, F.Y. 2020. Perhitungan jumlah bakteri di laboratorium mikrobiologi menggunakan pengembangan metode spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 2, 76–86.
- Rundengan, C.H. & Simbala, H. 2017. Uji daya hambat ekstrak etanol biji pinang yaki (*Areca vestiaria*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmacon*, 6, 1, 37–46.

- Samingan & Mudatsir, T.H.W.A. 2017. Effect of the concentration of pala (*Myristica fragrans*) ethanol extract on the inhibition of *Staphylococcus aureus*. *Jurnal EduBio Trop*, 5, 1, 1–8.
- Shintawati, O.R. 2020. Sifat antimikroba dan pengaruh perlakuan bahan baku terhadap rendemen minyak sereh wangi. *Jurnal*, 8, 3, 411–419.
- Suradnyana, I.G.M., Wirata, I.K. & Suena, N.M.D.S. 2020. Optimasi gelling agent dan humektan gel hand sanitizer minyak atsiri daun jeruk limau (*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Ochse). *Jurnal Ilmiah Medicam*, 6, 1, 15–22.
- Susianti, N., Juliantoni, Y. & Hanifa, N.I. 2021. Optimasi sediaan gel ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan variasi basis karbopol 940 dan CMC-Na. *Acta Pharmaciae Indonesia*, 9, 1, 44–57. Available at: <https://jos.unsoed.ac.id/index.php/api/article/view/3669>
- Tjiptoningsih, U.G. 2020. Uji daya hambat air perasan buah lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) terhadap pertumbuhan bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi*, 16, 2, 86–96.
- Widowati, R., Handayani, S. & Lasdi, I. 2019. Aktivitas antibakteri minyak nilam (*Pogostemon cablin*) terhadap beberapa spesies bakteri uji. *Pro-Life*, 6, 3, 244.
- Wijana, S, Pratama EP, Rahmah NL, Arwani M. 2020. Hand sanitizer formulation using orange peel essential oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 524, 1.