

PEMBUATAN DAN UJI ANTIBAKTERI GEL ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus*

AISYAH SABILA ROSYADA, KURNIAWAN*, ARIF MULYANTO, KURNIA RITMA DHANTI

Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Teknologi Laboratorium Medik D4
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. KH. Ahmad Dahlan, Dukuhwaluh, Kec. Kembaran, Kab. Banyumas, Prov. Jawa Tengah 53182

ABSTRACT

Staphylococcus aureus is a Gram-positive coccus that is an opportunistic pathogen, namely as a normal flora and also as a pathogen that causes nosocomial infections. This bacterium is able to adapt and easily undergo mutations, giving rise to new strains that are resistant to antibiotics and pose a threat to human health. Efforts to find active ingredients that are effective against *S. aureus* continue to be carried out by utilizing coconut product waste, namely coconut shell charcoal, which contains active ingredients in the form of antimicrobial compounds. The material is extracted and made into a gel preparation to make it easier to use. The purpose of this study was to obtain the optimal coconut shell charcoal extract gel formula and determine its ability to inhibit the growth of *S. aureus* bacteria *in vitro*. This type of research is true experimental, consisting of five groups, namely positive control, negative control, and concentrations of 3%, 6%, and 9%. The extract was prepared in the form of a gel and tested for antibacterial activity using the diffusion method. The optimal preparation of coconut shell charcoal extract gel was achieved at a concentration of 9%, and the greatest antibacterial inhibition against *S. aureus* bacteria was also obtained at a gel with a concentration of 9%. The coconut shell charcoal extract gel formula with a concentration of 9% is the optimal gel and has the greatest antibacterial inhibition against *S. aureus* bacteria.

KEY WORDS: antibacterial test, coconut shell charcoal, gel preparation, *Staphylococcus aureus*

Corresponding author: KURNIAWAN | email: kurniawan@ump.ac.id

PENDAHULUAN

Dilihat dari definisi atau istilahnya, bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram positif berdiameter 0,5-1,0 mm, bersifat anaerob fakultatif, tidak berspora, dan tidak bergerak (Karimela *et al.*, 2017). Bakteri *S. aureus* berasal dari kata *staphyle* artinya berkelompok seperti anggur, *coccus* artinya bulat dan *aureus* yaitu warna keemasan (Afifurrahman *et al.*, 2014). Bakteri *S. aureus* termasuk bakteri flora normal yang bersifat patogen oportunistik. Bakteri ini jarang menyebabkan penyakit pada kulit dan saluran pernapasan bagian atas bagi individu yang sehat. Namun, infeksi serius dapat terjadi ketika sistem imun melemah yang disebabkan oleh penyakit atau luka, perubahan hormon, ketidakseimbangan flora normal, dan penggunaan obat yang mempengaruhi imunitas (Purwanti *et al.*, 2018). Salah satu contoh infeksi yang disebabkan oleh bakteri *S. aureus* adalah infeksi nosokomial.

Infeksi nosokomial adalah infeksi yang berkembang di lingkungan pusat pelayanan kesehatan seperti rumah sakit, puskesmas atau klinik yang disebabkan oleh bakteri. Penularan bakteri *S. aureus* bisa melalui media air, udara, makanan, peralatan kesehatan, kontak langsung dengan tenaga medis maupun non medis yang ada di rumah sakit (Konoralma, 2019). Saat ini, bakteri *S. aureus* menjadi permasalahan yang sangat serius karena mengalami peningkatan resistensi terhadap berbagai jenis antibiotik (*Multidrug Resistance*) (Afifurrahman *et al.*, 2014).

Kemampuan bakteri *S. aureus* yang luar biasa dalam beradaptasi menimbulkan terjadinya resistensi pada

berbagai macam jenis antibiotik. Saat ini, semua golongan antibiotik β -laktam (*penicillin*, *methicillin*, *nafcillin*, *oxacillin*, *cloxacillin*, dan *dicloxacillin*) dan lebih dari 5 antibiotik golongan *non- β -laktam* (*eritromisin*, *gentamisin*, *klindamisin*, *kotrimoksazol*, dan *siprofloksasin*) sudah tidak mampu dalam menangani kasus infeksi *S. aureus* (Afifurrahman *et al.*, 2014).

Masalah resistensi antibiotik bakteri *S. aureus* menjadi ancaman global di bidang kesehatan yang berdampak pada morbiditas dan mortalitas, serta memberikan implikasi negatif di bidang ekonomi. Infeksi bakteri *S. aureus* yang resisten selalu dikaitkan dengan angka kematian, lama perawatan di rumah sakit, dan biaya pengobatan pasien. Berdampingan dengan itu, morbiditas dan mortalitas masih sulit dikendalikan karena infeksi *S. aureus* sudah menyebar ke seluruh dunia (Nuryah *et al.*, 2019). Diperkirakan, pada tahun 2050 sekitar 10 juta kematian dan 100 triliun USD beban ekonomi global bisa terjadi karena imbas dari resistensi bakteri terhadap antibiotik (Lakshmi *et al.*, 2018).

Terapi infeksi *S. aureus* umumnya dilakukan menggunakan antibiotik *vancomycin* (Sastrawan *et al.*, 2020). *Vancomycin* efektif digunakan untuk melawan bakteri Gram positif berbentuk *coccus* seperti bakteri *S. aureus* baik yang sensitif maupun sudah resisten terhadap golongan β -laktam. Namun, hal ini tidak menutup kemungkinan, di kemudian hari, akan terjadi resistensi terhadap antibiotik tersebut apabila pemberiannya dilakukan tidak benar dan mengikuti ketentuan (Malinda & Prisinda, 2022).

Sulitnya menemukan antibiotik yang sensitif dan bertambahnya kasus resistensi antibiotik terhadap

beberapa strain *S. aureus* menjadi ancaman serius bagi kesehatan manusia. Perlu dilakukan pencarian bahan aktif alternatif yang aman dan efektif sebagai solusi mengatasi masalah tersebut. Umumnya, eksplorasi bahan aktif berasal dari tumbuhan yang dinilai lebih aman dibandingkan dengan obat modern dan memiliki efek samping yang sedikit (Ma'ruf *et al.*, 2018). WHO juga mendukung penggunaan obat-obatan alami sebagai upaya menjaga kesehatan masyarakat (Sudirman & Skripsa, 2020). Produk alami umumnya merupakan hasil dari metabolisme tumbuhan yang sering dipilih karena kemampuannya untuk merusak sel bakteri. Bahan aktif dari tumbuhan terdiri atas berbagai macam metabolit sekunder yang berperan sebagai senyawa untuk perlindungan dan pertahanan diri terhadap patogen (Wu *et al.*, 2019).

Salah satu jenis tumbuhan yang telah banyak dimanfaatkan sebagai obat alami adalah pohon kelapa yang hampir semua bagiannya memiliki manfaat bagi manusia. Tempurung kelapa adalah kulit atau lapisan luar dari buah kelapa yang keras dan mengandung senyawa kimia seperti fenol, alkohol, keton, piridin, aldehid, dan karbonil yang bersifat sebagai antimikroba (Fauzan & Ikhwanus, 2017)

Tempurung kelapa yang telah diproses menjadi arang memiliki kemampuan daya serap yang baik dalam membersihkan kotoran pada kulit manusia karena terdapat unsur oksigen di dalam karbon. Berdasarkan hasil penelitian Lestari *et al.* (2021), ekstrak arang tempurung kelapa memiliki sifat antibakteri yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4%. Pada penelitian tersebut, uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cawan dengan bahan aktif yang diujikan diteteskan pada kertas cakram (*paper disk*). Kertas cakram yang berisi bahan aktif diletakkan di atas permukaan media yang sebelumnya telah diinokulasi dengan kultur bakteri uji secara merata sehingga kemampuan antibakteri dari bahan aktif tersebut akan ditunjukkan dengan adanya zona hambat (zona bening) di sekitar kertas cakram.

Untuk mempermudah penggunaan dan juga aplikasinya, ekstrak tempurung kelapa dibuat dalam bentuk sediaan gel. Gel adalah bentuk sediaan semi-padat yang terdiri dari molekul organik atau partikel non organik yang saling diresapi oleh suatu cairan. Gel dipilih karena dapat digunakan untuk pemakaian luar (obat kulit) (Muadifah *et al.*, 2019). Selain itu, sediaan gel juga memiliki karakteristik penyebaran yang baik, mudah digunakan, cepat kering dan memberi rasa dingin ketika diaplikasikan pada kulit (Prihannensia *et al.*, 2018).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula gel ekstrak arang tempurung kelapa yang optimal dan mengetahui kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* secara *in vitro*.

METODE

a. Desain, Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian *true*

experimental dengan rancangan *Post-test Only Control Group Design*. Penelitian terdiri atas 5 kelompok yaitu kelompok kontrol positif (antibiotik *vancomycin*), kontrol negatif (DMSO), dan kelompok perlakuan dengan konsentrasi arang tempurung kelapa F₁ (3%), F₂ (6%), dan F₃ (9%). Penelitian dilaksanakan bulan September 2021-Februari 2022 di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Purwokerto, yang terdiri atas Laboratorium Biologi Farmasi, Laboratorium Teknologi Farmasi, Laboratorium Kimia Analisis Fakultas Farmasi, dan Laboratorium Mikrobiologi & Biokimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

b. Prosedur penelitian

Persiapan Arang Tempurung Kelapa

Sebanyak 10 kg arang tempurung kelapa dikeringkan menggunakan oven selama \pm 2 jam pada suhu 50 °C. Arang tempurung kelapa disortir berdasarkan ukuran dan kualitasnya. Tumbuk kasar arang tempurung kelapa sebelum diblender untuk mempermudah dan mempercepat proses penghancuran. Setelah hancur, arang tempurung kelapa dihaluskan dan diayak untuk memisahkan partikel kasar dengan partikel halus.

Ekstraksi Arang Tempurung Kelapa

Sebanyak 6 kg serbuk halus arang tempurung kelapa dimasukkan ke dalam 6 toples kaca (masing-masing 1 kg) untuk direndam menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:1. Toples disimpan pada suhu ruang selama 5 hari. Pengamatan dan pengadukan dilakukan setiap hari dengan menambahkan pelarut etanol pada toples yang larutannya berkurang sehingga volumenya tetap 1 L. Setelah 5 hari, sampel disaring menggunakan corong *buchner* melewati kertas saring yang dipasang di dalamnya. Maserat hasil ekstraksi kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* dan *waterbath* hingga diperoleh ekstrak kental. Pada penelitian ini digunakan pelarut etanol karena sifatnya yang universal, mampu menyari senyawa polar, non-polar, dan semi-polar, tidak mudah terkontaminasi, serta tidak toksik apabila ekstraknya digunakan untuk pengobatan (Rompas *et al.*, 2022).

Analisis GC-MS

Deteksi senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak arang tempurung kelapa dilakukan menggunakan alat GC-MS (Shimadzu GCMS-QP2010 SE). Preparasi diawali dengan mencampurkan 3 g ekstrak dengan 3 ml etanol 96%, kemudian dilakukan pengocokan dengan corong pisah selama 5 menit dan didiamkan beberapa saat sampai terbentuk dua lapisan yaitu fraksi atas dan fraksi bawah untuk dipisahkan. Fraksi atas (etanol 96%) dimasukkan ke dalam botol kaca, sedangkan fraksi bawah dilakukan pemisahan dengan mengulangi prosedur di atas hingga didapatkan fraksi atas pertama dan kedua yang dicampur menjadi satu. Setelah itu, fraksi atas dipekatkan dengan meniupkan gas nitrogen hingga volumenya menjadi 1 ml (Isa *et al.*, 2019).

Pembuatan Sediaan Gel

Gel dibuat dalam 4 formula, yaitu 1 basis gel (F₀) dan 3 formula dengan penambahan konsentrasi ekstrak yang berbeda-beda (F₁, F₂, F₃). Keempat formula ini diperoleh dari proses ujicoba sebelum penelitian ini dilaksanakan (pra penelitian) dengan mengacu pada hasil penelitian dari Aponno *et al.*, (2014). Setelah melakukan beberapa kali pengulangan dan evaluasi, maka digunakan

formulasi sediaan basis gel sebagai berikut:

Na-CMC	2%
Gliserin	10%
Propilen glikol	5%
Akuades	80 ml

Bahan ditimbang sesuai dengan konsentrasi pada tabel 2. Na-CMC ditaburkan sedikit demi sedikit ke dalam akuades hangat sambil diaduk hingga mendidih, lalu angkat. Kemudian, ditambahkan gliserin, propilen glikol, dan ekstrak arang tempurung kelapa dengan pengadukan secara kontinyu sampai terbentuk gel. Sediaan yang sudah jadi dimasukkan ke dalam wadah dan diberi label.

Uji Stabilitas Sediaan Gel

Evaluasi uji kestabilan fisik sediaan gel dilakukan dengan beberapa parameter fisika, diantaranya (Sayuti, 2015):

- 1) Uji organoleptis, dilakukan untuk mengetahui bentuk tampilan fisik sediaan meliputi, warna, bau, dan tekstur.
- 2) Uji daya sebar, dilakukan untuk mengetahui kemampuan menyebarnya gel saat diaplikasikan pada kulit. Sediaan gel sebanyak 0,5 g diletakkan di atas kaca bening bulat, lalu ditutup menggunakan kaca kedua dengan bentuk dan ukuran yang sama dan di atasnya diberi beban 150 g. Setelah itu, dilakukan pengukuran diameter sebaran gelnya.
- 3) Uji homogenitas gel, digunakan untuk mengetahui ukuran dan tingkat keseragaman partikel-partikel penyusun gel. Gel dikatakan homogen jika semua partikel penyusunnya halus, seragam dan tidak terlihat butiran-butiran kasar.
- 4) Pengukuran viskositas, digunakan untuk mengukur kekentalan sediaan gel. Pengukuran dilakukan menggunakan alat viskometer dengan kecepatan *spindle* 50 rpm (putaran per menit).
- 5) Uji nilai pH dari sediaan gel, digunakan untuk mengetahui gel yang dihasilkan mampu menyebabkan iritasi pada kulit atau tidak. Pengukuran dilakukan dengan cara mencelupkan bagian elektroda dari alat pH meter ke dalam gel beberapa saat, lalu dicatat nilai pH yang muncul layar atau monitor.

Uji Sensitivitas Sediaan Gel terhadap Bakteri *S. aureus*

Sebanyak 1 ose kultur bakteri *S. aureus* diinokulasikan ke dalam 45 ml media TSB dan diinkubasi 1 x 24 jam pada suhu 37 °C sambil dikocok pada kecepatan 100 rpm hingga medium menjadi keruh. Dilakukan pengenceran sampai 10⁻⁵ dan dihitung jumlah selnya secara turbidimetri menggunakan spektrofotometer (Shimadzu UV mini-1240) panjang gelombang 600 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dikonversi dengan kalkulator OD₆₀₀. Pengenceran dengan nilai absorbansi (OD₆₀₀) 10⁸ sel/ml siap digunakan untuk uji sensitivitas (Kurniawan & Yulistiani, 2020).

Uji sensitivitas antibakteri pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode difusi cawan. Bakteri ditumbuhkan dengan cara *streak plate* yaitu suspensi bakteri *S. aureus* digoreskan pada seluruh permukaan media *Mueller Hinton Agar* (MHA) pada cawan petri menggunakan *cotton bud* steril. Disiapkan 1 kertas cakram berisi antibiotik *vancomycin* (kontrol positif) dan 4 kertas cakram kosong (*paper disk blank*) yang dicelupkan pada sediaan gel arang tempurung kelapa dengan konsentrasi 3%, 6%, 9%, dan larutan DMSO

(kontrol negatif). Kertas cakram yang mengandung senyawa antibakteri dan DMSO diletakkan di atas permukaan media MHA dengan pengaturan jarak yang sama. Setelah itu, media diinkubasi 1 x 24 jam pada suhu 37 °C. Dilakukan pengamatan ada tidaknya zona hambatan, jika terbentuk zona hambatan, maka diameternya diukur menggunakan jangka sorong. Dari hasil pengukuran tersebut, dilakukan penghitungan luas zona hambatan menggunakan rumus berikut: (Kurniawan & Yulistiani, 2020).

$$L_{zhaw} = \pi \cdot r_a^2$$

$$L_{kcc} = \pi \cdot r_b^2$$

$$L_{zhak} = L_{zhaw} - L_{kcc}$$

Keterangan:

π : 3,14

r_a : Jari-jari zona hambatan (mm)

r_b : Jari-jari kertas cakram (mm)

L_{zhaw} : Luas zona hambatan awal (mm²)

L_{kcc} : Luas kertas cakram (mm²)

L_{zhak} : Luas zona hambatan akhir (mm²)

c. Analisis Data

Analisis data statistik menggunakan uji *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc LSD (Least Significant Difference)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Arang Tempurung Kelapa

Hasil ekstraksi 6 kg arang tempurung kelapa menggunakan pelarut etanol 96% diperoleh bobot ekstrak kental sebesar 11,23 g dengan nilai rendemen 0,18 %. Rendahnya nilai rendemen menandakan metode ekstraksi tidak bekerja secara maksimal. Salah satu mutu ekstrak adalah nilai rendemen ekstrak yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai rendemen menandakan banyaknya ekstrak yang didapatkan (Syamsul *et al.*, 2020).

Analisis GCMS

Analisis GC-MS diperoleh sebanyak 731 jenis senyawa aktif yang terkandung di dalam arang tempurung kelapa. Dari semua senyawa aktif, terdapat 3 jenis senyawa yang paling dominan seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis Senyawa Aktif Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

Peak	Height	A/H	Mark	Name
1	25,53	21,35	3,82	Alpha-Santalol (CAS)
2	15,94	11,61	4,4	Santalol (CAS)
3	19,93	17,01	3,75	Eicosane (CAS)

Data hasil analisis GC-MS menunjukkan adanya 3 senyawa aktif yang dominan dimiliki oleh ekstrak arang tempurung kelapa yaitu senyawa *Alpha-Santalol* (CAS), *Santalol* (CAS), dan *Eicosane* (CAS). Senyawa *Alpha Santalol* dan *Santalol* dapat memberi efek antiinflamasi, antioksidan, dan antibakteri yang dapat menekan pertumbuhan bakteri *S. aureus*, *S. typhimurium*, *P. aeruginosa*, dan *E. coli* (Bommareddy *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2015; Sharifi-Rad *et al.*, 2023). Untuk senyawa *Eicosane* (CAS), di bidang kesehatan

dapat digunakan sebagai antibakteri dan antifungi (Saputri *et al.*, 2015). Senyawa *Eicosane* dari ekstrak daun *Amherstia nobilis* menunjukkan sifat antioksidan dan merupakan senyawa utama yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*, *P. aeruginosa*, dan *E. coli* (Jasna *et al.*, 2018).

Pembuatan Sediaan Gel

Gel ekstrak arang tempurung kelapa dibuat dalam 3 formulasi berbeda yaitu 3%, 6%, dan 9% yang dibuat sebanyak 25 ml untuk tiap konsentrasi atau $\frac{1}{4}$ resep dari formulasi basis gel.

Tabel 2. Formula Gel dan Konsentrasi Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

No.	Bahan	Konsentrasi		
		F ₁ (3%)	F ₂ (6%)	F ₃ (9%)
1.	Ekstrak	0,75 g	1,5 g	2,25 g
2.	Na-CMC	0,5 g	0,5 g	0,5 g
3.	Gliserin	2,5 g	2,5 g	2,5 g
4.	Propilen glikol	1,25 g	1,25 g	1,25 g
5.	Akuades	20 ml	19,25 ml	18,5 ml
6.	Jumlah	25 ml	25 ml	25 ml

Ketiga formulasi ini merupakan hasil modifikasi dari beberapa kali uji coba sampai diperoleh sediaan gel dengan kriteria yang sesuai dengan rincian seperti tercantum pada tabel 2. Pembuatan sediaan gel antibakteri menggunakan *gelling agent* Na-CMC sebagai pembentuk gel untuk menjaga konsistensi cairan dan padatan agar tetap stabil. Na-CMC memiliki sifat yang resisten terhadap mikroba dan memiliki daya ikat yang kuat terhadap zat aktif mengikat Na-CMC merupakan polimer turunan dari senyawa selulosa yang cepat mengembang di dalam air panas. Bahan ini akan terdispersi ke dalam air sehingga air akan diserap bahan menjadi mengental membentuk gel. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC yang digunakan, maka akan semakin tinggi pula viskositasnya. Gliserin dan propilen glikol berperan sebagai humektan yang akan menjaga kestabilan sediaan gel selama penyimpanan (Aponno *et al.*, 2014; Hariningsih, 2019).

Uji Stabilitas Sediaan Gel

Uji stabilitas gel dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi dan kualitas dari gel ekstrak arang tempurung kelapa. Data mengenai hasil uji stabilitas sediaan gel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Stabilitas Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

Pengujian	Formulasi		
	F ₁ (3%)	F ₂ (6%)	F ₃ (9%)
Organoleptis			
a) Warna	Hitam kecoklatan	Hitam kecoklat	Hitam kecoklat
b) Bau	Bau gel	Bau gel	Bau gel
c) Bentuk	Kental	Kental	Kental
Daya sebar			
a) TB	3,6 cm	3,35 cm	3,8 cm
b) DB	4,35 cm	3,95 cm	4,1 cm
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen

Viskositas	2,424 cp	5,064 cp	5,904 cp
pH	6,53	6,98	6,94

Catatan: TB= Tanpa Beban, DB= Dengan Beban.

Sediaan gel ekstrak arang tempurung kelapa memiliki karakter berupa gel kental, tidak berbau dan berwarna hitam kecoklatan. Semakin tinggi konsentrasi ekstraknya, maka akan semakin hitam warna gel yang dihasilkan.

Pada penelitian ini dilakukan dua perlakuan uji daya sebar pada setiap sediaan gel ekstraknya, yaitu daya sebar tanpa beban dan daya sebar dengan beban. Hasil uji daya sebar tertinggi dimiliki oleh gel dengan konsentrasi 9% sebesar 3,8 cm (TB) dan 3% sebesar 4,35 cm (DB). Data hasil uji daya sebar dari ketiga formula belum memenuhi persyaratan sebagaimana gel yang baik karena daya sebar nya kurang dari 5 cm. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Forestryana *et al.* (2020), daya sebar gel yang baik adalah 5-7 cm. Kemampuan daya sebar gel dipengaruhi oleh viskositas dan karakteristik basis gel yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi Na-CMC, maka akan semakin kecil daya sebar nya, mengingat konsentrasi Na-CMC berbanding lurus dengan viskositas gel. Sediaan dengan viskositas besar memiliki daya sebar yang kecil dan hal ini berlaku sebaliknya.

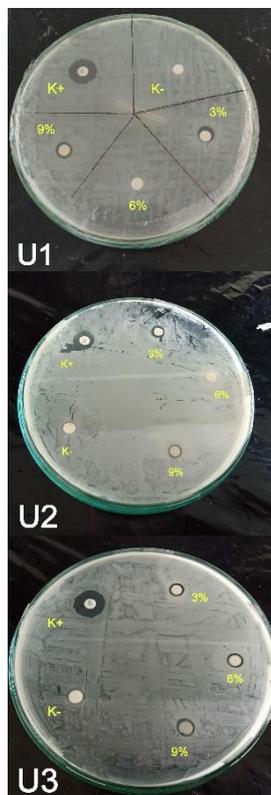
Uji homogenitas bertujuan untuk melihat keseragaman partikel di dalam sediaan gel. Sediaan gel yang tidak homogen dapat menyebabkan proses terapi tidak efektif karena pelepasan obat menjadi tidak sempurna (Sumule *et al.*, 2020). Hasil uji homogenitas dari ketiga formula gel semuanya menunjukkan homogen dengan tidak ditemukannya partikel-partikel yang besar dan kasar pada sediaan gel ekstrak arang tempurung kelapa.

Uji viskositas gel berperan untuk mengetahui tingkat kekentalan sediaan gel yang dalam hal ini viskositas menunjukkan besar tekanan dari suatu cairan mengalir. Berdasarkan data yang tercantum pada tabel 3, diketahui bahwa nilai viskositas gel paling besar dimiliki oleh gel konsentrasi 9% yaitu sebesar 5,904 cp. Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi ekstrak arang tempurung kelapa, maka semakin tinggi pula nilai viskositasnya. Hasil pengukuran nilai viskositas terhadap ketiga formula gel secara umum sudah memenuhi syarat sediaan gel dengan nilai viskositas yang baik yaitu berkisar 2.000-50.000 cp (Anggraeni *et al.*, 2019).

Hasil pengukuran nilai pH dari ketiga sediaan gel ekstrak arang tempurung kelapa berada pada rentang nilai pH 6,5-6,9. Nilai pH dari ketiga sediaan gel telah memenuhi kriteria nilai pH yang ditetapkan dan sesuai dengan nilai pH kulit normal yaitu 4,5-7. Tingkat keasaman (pH) suatu gel perlu diperhatikan mengingat gel tersebut akan diaplikasikan pada kulit manusia sehingga tingkat keasaman gel harus berada pada rentang nilai pH normal dari kulit manusia (Siva & Afriadi, 2018).

Uji Sensitivitas Sediaan Gel terhadap Bakteri *S. aureus*

Hasil uji sensitivitas sediaan gel arang tempurung kelapa terhadap bakteri *S. aureus* disajikan pada gambar 1 dan tabel 4.



Gambar 1. Hasil Uji Daya Hambat Ekstrak Arang Tempurung Kelapa

Tabel 4. Hasil Uji Sensitivitas Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa terhadap Bakteri *S. aureus*

Perlakuan	Luas Zona Hambat (mm ²)				Mean
	U ₁	U ₂	U ₃	Jumlah	
K+	112,7	63,30	116,90	292,9	97,60
K-	0	0	0	0	0
F ₁ (3%)	10,20	5,90	9,10	25,20	8,40
F ₂ (3%)	0	0	2,90	2,90	0,100
F ₃ (3%)	11,30	18,30	12,40	42,0	14,0

Catatan: K+: *vancomycin*, K-: DMSO, U₁: ulangan 1, U₂: ulangan 2, U₃: ulangan 3.

Data hasil uji sensitivitas menunjukkan sediaan gel ekstrak arang tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar kertas cakram. Berdasarkan gambar 1 dan tabel 4, sediaan gel dengan konsentrasi 3% dan 9% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada U₁, U₂, dan U₃, sedangkan sediaan gel dengan konsentrasi 6% pada U₁ dan U₂ tidak muncul zona hambat.

Ekstrak arang tempurung kelapa konsentrasi 3% dan 6% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan rerata luas zona hambat yang lebih kecil jika dibandingkan dengan konsentrasi ekstrak 9% yaitu 14,0 mm². Aktivitas antibakteri ekstrak arang tempurung kelapa sangat dipengaruhi oleh kandungan

senyawa fitokimia yang dimilikinya. Jadi, semakin tinggi konsentrasi ekstrak arang tempurung kelapa, maka kemampuan untuk menghambat bakteri *S. aureus* semakin besar (Prihannensia *et al.*, 2018). Kecilnya zona hambat yang terbentuk pada sediaan gel konsentrasi 3% dan 6% diduga disebabkan oleh rendahnya konsentrasi ekstrak di dalam formulasi gel dan bahan penyusun gel yang menghalangi senyawa antibakteri untuk kontak langsung dengan bakteri *S. aureus* sehingga respon hambatan yang dihasilkan kecil.

Hasil penelitian ini juga menemukan adanya variasi efektivitas gel dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang berumur 1x24 jam yang ditunjukkan dengan adanya perbedaan diameter zona hambat di sekitar kertas cakram. Diduga faktor penyebabnya adalah volume sediaan gel yang melapisi kertas cakram tidak sama dan proses perendaman kertas cakram ke dalam sediaan gel yang tidak maksimal sehingga senyawa antibakteri yang terkandung di dalam gel tidak dapat meresap ke dalam lapisan kertas cakram secara merata. Selain itu, ekstrak yang disimpan cukup lama juga dapat menyebabkan kualitas dan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri menjadi menurun. Faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap respon hambatan dan ukuran diameter zona hambat yang terbentuk (Wikananda *et al.*, 2019).

Kaitan antara konsentrasi ekstrak dengan diameter zona hambat tidak selalu berbanding lurus karena perbedaan kecepatan difusi zat antibakteri pada media MHA. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi besar kecilnya daya hambat diantaranya adalah perlakuan pra difusi, ketebalan media, komposisi media, pH media, suhu inkubasi, waktu inkubasi, kerapatan negatif, dan kecepatan difusi (Yanti & Mitika, 2017; Wilapangga & Syaputra, 2018).

Kontrol positif menggunakan antibiotik *vancomycin*, sedangkan kontrol negatif menggunakan DMSO. Kontrol positif *vancomycin* membentuk diameter zona hambat lebih besar dibandingkan ketiga formula gel ekstrak arang tempurung kelapa karena *vancomycin* merupakan standar emas pengobatan infeksi *S. aureus* yang resisten (Sastrawan *et al.*, 2020). Antibiotik glikopeptida *vancomycin* bersifat antibakteri yang memiliki spektrum sempit hanya bekerja pada bakteri Gram positif saja (Artha *et al.*, 2022). Cara kerja antibiotik *vancomycin* membunuh bakteri dengan menghambat sintesis peptidoglikan dari komponen dinding sel dengan cara mengikat terminal D-ananyl-D-alanine dari peptidoglikan yang terbentuk (Anggita *et al.*, 2022). Penggunaan DMSO sebagai kontrol negatif didasari oleh karakter dari larutan ini yang bersifat netral dan tidak memiliki kandungan senyawa aktif yang mampu untuk menghambat maupun membunuh bakteri.

Analisis Statistik Hasil Uji Sensitivitas Sediaan Gel terhadap Bakteri *S. aureus*

Perbedaan daya hambat hasil uji sensitivitas gel ekstrak arang tempurung kelapa terhadap bakteri *S. aureus* dapat dilihat pada tabel 5.

Hasil analisis data menggunakan uji *One Way Anova* diperoleh nilai signifikan $p < 0,0005$ ($p < 0,05$) yang artinya bahwa terdapat perbedaan nilai rerata konsentrasi gel ekstrak arang tempurung kelapa terhadap luas zona hambat bakteri *S. aureus*. Selanjutnya dilakukan uji *Post-Hoc LSD* untuk mengetahui kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan bermakna pada tabel 6.

Tabel 5. Perbedaan Uji Sensitivitas Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa terhadap Bakteri *S. aureus*

No	Perlakuan	Rerata ± SD (mm ²)	CI 95%	P value
1.	K+	97.63 ± 29.80	23,58 ±171.67	0,0005
2.	K-	0.00 ± 0.00	0,00 ± 0,00	
3.	F ₁ (3%)	8.40 ± 2.23	2,85 ±13,94	
4.	F ₂ (3%)	0.96 ± 1.67	-3,19 ±5,12	
5.	F ₃ (3%)	14.00 ± 3.76	4,64 ±23,35	

Tabel 6. Hasil Uji *Post-Hoc LSD* Gel Ekstrak Arang Tempurung Kelapa terhadap Bakteri *S. aureus*

No.	Perlakuan	Perbedaan Rerata	Sig.	P value
1.	K+ vs K-	97.63	0.000*	<0,05
2.	K+ vs F ₁	89.23	0.000*	
3.	K+ vs F ₂	96.66	0.000*	
4.	K+ vs F ₃	83.63	0.000*	
5.	K- vs F ₁	-8.40	0.463	
6.	K- vs F ₂	-0.96	0.932	
7.	K- vs F ₃	-14.00	0.233	
8.	F ₁ vs F ₂	7.43	0.515	
9.	F ₁ vs F ₃	-5.600	0.622	
10.	F ₂ vs F ₃	-13.03	0.264	

Catatan: (*) = Terdapat beda nyata signifikan ($p < 0,05$)

Hasil uji *Post-Hoc LSD* menunjukkan data dengan nilai signifikan $p < 0,05$ yang ditandai dengan notasi (*) artinya data tersebut terdapat beda nyata signifikan. Berdasarkan tabel 6 didapatkan bahwa kelompok kontrol positif menunjukkan beda nyata signifikan terhadap kelompok kontrol negatif dan kelompok konsentrasi ekstrak 3 %, 6%, dan 9%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa formula sediaan gel ekstrak arang tempurung kelapa yang optimal adalah gel dengan konsentrasi 9% dan kemampuan sediaan gel dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang terbaik juga dimiliki oleh sediaan gel dengan konsentrasi 9%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan konsentrasi ekstrak arang tempurung

kelapa yang lebih tinggi agar mendapatkan hasil daya hambat yang lebih besar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai melalui kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa pada tahun 2021. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Afifurrahman, Samadin, K. H., & Aziz, S. 2014. Pola Kepekaan Bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap Antibiotik *Vancomycin* di RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang. *Majalah Kedokteran Sriwijaya*, 46(4), 266-270. <https://doi.org/10.36706/mks.v46i4.2716>.
- Anggita, D., Nuraisyah, S., & Wiriansya, E. P. 2022. Mekanisme Kerja Antibiotik. *UMI Medical Journal*, 7(1), 46-58. <https://doi.org/10.33096/umj.v7i1.149>.
- Anggraeni, Y., Ambarwati, T., Miranti, I., & Genatrika, E. 2019. Citrula Gel dari Limbah Kulit Buah Semangka (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum dan Nakai) sebagai Antijerawat (*Acne vulgaris*). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia* (Pharmaceutical Journal of Indonesia), 16(1), 74-84. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v16i1.2964>.
- Aponno, J. V., Yamlean, P. V. Y., & Supriati, H. S. 2014. Uji Efektivitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Pseidium guajava Linn*) terhadap Penyembuhan Luka yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Kelinci (*Orytolagus cuniculus*). *Pharmacon*, 3(3), 2302-2493. <https://doi.org/10.35799/pha.3.2014.5444>.
- Artha, I. W. W., Hendrayana, M. A., & Sukrama, I. D. M. 2022. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Buah Lerak (*Sapindus rarak*) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Medika Udayana*, 11(5), 14-18.
- Bommareddy, A., Brozena, S., Steigerwalt, J., Landis, T., Hughes, S., Mabry, E., Knopp, A., VanWert, A. L., & Dwivedi, C. 2019. Medicinal Properties of Alpha-Santalol, a Naturally Occurring Constituent of Sandalwood Oil. *Natural Product Research*, 33(4), 527-543. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1399387>.
- Fauzan, F. and Ikhwanus, M. 2017. Pemurnian Asap Cair Tempurung Kelapa Melalui Distilasi dan Filtrasi Menggunakan Zeolit dan Arang Aktif. *Prosiding Semnastek*, (016), pp.1-5.
- Forestryana, D., Fahmi, M. S., & Putri, A. N. 2020. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi *Gelling Agent* pada Karakteristik Formula Gel Antiseptik Ekstrak Etanol 70% Kulit Buah Pisang Ambon. *Lumbung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(2), 45-51. <https://doi.org/10.31764/lf.v1i2.2303>.
- Hariningsih, Y. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi Na-CMC terhadap Stabilitas Fisik Gel Ekstrak Pelepeh Pisang Ambon (*Musa paradisiaca L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8(2), 46-51. <http://dx.doi.org/10.30591/pij.v8i2.1447>.
- Isa, I., Musa, W. J. ., & Rahman, S. W. 2019. Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Pestisida Organik terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura F.*). *Jambura Journal of Chemistry*, 1(1), 15-20. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v1i1.2102>.
- Jasna, T. J., Jaiganesh, K. P., & Sreedharren, B. 2018. GC-MS Analysis and Antibacterial Activity of *Amherstia nobilis*. *W Leaf Extract*. *International Journal of Herbal Medicine*, 6(6), 101-105.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., & Dien, H. A. 2017. Karakteristik *Staphylococcus aureus* yang Diisolasi dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangihe. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 188-198. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16506>.
- Konoralma, K. 2019. Identifikasi Bakteri Penyebab Infeksi Nosokomial Di Rumah Sakit Umum GMIM Pancaran Kasih Manado. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas*

- Sam Ratulangi, 8(1), 23–35.
- Kumar, R., Anjum, N., & Tripathi, Y. C. 2015. Phytochemistry and Pharmacology of Santalum *Album L.*: a Review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(10), 1842–1876.
- Kurniawan, & Yulistiani, M. 2020. A Production and Activity Test of Anti-bacterial Compounds of Endophytic Fungi BR-S1 (a) Isolate Extract in Different General Growth Media. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 14(5), 206–212. <https://doi.org/10.5530/ctbp.2020.4s.25>.
- Lakshmi, S. D., Avti, P. K., & Hegde, G. 2018. Activated Carbon Nanoparticles from Biowaste as New Generation Antimicrobial Agents: A review. *Nano-Structures and Nano-Objects*, 16, 306–321. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2018.08.001>.
- Lestari, D. F., Fatimatuzzahra, & Dominica, D. 2021. Uji Daya Hambat Sabun Cuci Tangan Cair Berbahan Arang Aktif Batok Kelapa terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 242–247. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i2.384>.
- Ma'ruf, M., Mawaddah, G. A., Eriana, N. N. A., Swari, F. I., Aslamiyah, S., & Lutpiatina, L. 2018. Madu Lebah Kelulut (*Trigona Spp.*) dalam Aktifitas terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Resisten. *Jurnal Skala Kesehatan*, 9(1). <https://doi.org/10.31964/jsk.v9i1.151>.
- Malinda, Y., & Prisinda, D. 2022. The Antibiotics Sensitivity Test on *Staphylococcus* and *Streptococcus* from Chronic Apical Abscess. *Odonto: Dental Journal*, 9(1), 130–137. <https://doi.org/10.30659/odj.9.1.130-137>.
- Muadifah, A., Astutik, T. K., Amini, H. W., & Tarigan, I. L. 2019. Studi Aktivitas Ekstrak Etanol dan Sediaan Gel Daun Melinjo (*Gnetum gnemon L.*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Chempublish Journal*, 4(2), 89–100. <https://doi.org/10.22437/chp.v4i2.7631>.
- Nuryah, A., Yuniarti, N., & Puspitasari, I. 2019. Prevalensi dan Evaluasi Kesesuaian Penggunaan Antibiotik pada Pasien dengan Infeksi *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* di RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten. *Majalah Farmaseutik*, 15(2), 123–129. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v15i2.47911>.
- Prihannensia, M., Winarsih, S., & Achmad, A. 2018. Uji Aktivitas Sediaan Gel dan Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* secara *In Vitro*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 4(1), 23–28.
- Purwanti, M. A. D., Besung, I. N. K., & Suarjana, I. G. K. 2018. Deteksi Bakteri *Staphylococcus sp.* dari Saluran Pernapasan Babi. *Buletin Veteriner Udayana*, 10(2), 201–207. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2018.v10.i02.p15>.
- Rompas, S. A. T., Wewengkang, D. S., & Mpila, D. A. 2022. Uji Aktivitas Antibakteri Organisme Laut Tunikata *Polycarpa aurata* terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 11(1), 1271–1278. <https://doi.org/10.35799/pha.11.2022.39137>.
- Saputri, D. D., Bintang, M., & Pasaribu, F. H. 2015. Isolation and Characterization of Endophytic Bacteria from Tembelekan (*Lantana camara L.*) as Antibacterial Compounds Producer. *Current Biochemistry*, 2(2), 86–98.
- Sastrawan, I. G. G., Fatmawati, N. N. D., Budayanti, N. N. S., & Darwinata, A. E. 2020. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol 96% Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) terhadap Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 3351. *Jurnal Medika Udanaya*, 9(7), 1–6. <https://doi.org/10.24843/MU.2020.V09.i7.P01>.
- Sayuti, N. A. 2015. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata L.*). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 74–82.
- Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Turgumbayeva, A., Mertdinç, Z., Tütüncü, S., Aydar, E. F., dkk. (2023). Santalum Genus: Phytochemical Constituents, Biological Activities and Health Promoting-Effects. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 78(1–2), 9–25. <https://doi.org/10.1515/znc-2022-0076>.
- Siva, J., & Afriadi. 2018. Formulasi Gel dari Sari Buah Strawberry (*Fragaria X Ananassa Duchesne*) sebagai Pelembab Alami. *Jurnal Dunia Farmasi*, 3(1), 9–15. <https://doi.org/10.33085/jdf.v3i1.4416>.
- Sudirman, & Skripsa, T. H. 2020. Pemanfaatan Pelayanan Pengobatan Tradisional (Batra) Sebagai *Role Model Back To Nature Medicine* di Masa Datang. *ARSY : Jurnal Aplikasi Riset Kepada Masyarakat*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.55583/arsy.v1i1.44>.
- Sumule, A., Kunchayo, I., & Leviana, F. 2020. Optimasi Carbopol 940 dan Gliserin dalam Formula Gel Lendir Bekicot (*Achatina fulica Ferr*) sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan Metode Simplex Lattice Design. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1), 108–117. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i1.5640>.
- Syamsul, E. S., Amanda, N. A., & Lestari, D. 2020. Perbandingan Ekstrak Lamur *Aquilaria malaccensis* dengan Metode Maserasi dan Refluks. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 2(2), 97–104. <https://doi.org/10.33759/jrki.v2i2.85>.
- Wikananda, I. D. A. R. N., Hendrayana, M. A., & Pinatih, K. J. P. 2019. Efek Antibakteri Ekstrak Ethanol Kulit Batang Tanaman Cempaka Kuning (*M. champaca L.*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Medika*, 8(5), 2597–8012.
- Wilapangga, A., & Syaputra, S. 2018. Analisis Antibakteri Metode Agar Cakram Dan Uji Toksisitas Menggunakan BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*) dari Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(2), 50–56.
- Wu, S. C., Liu, F., Zhu, K., & Shen, J. Z. 2019. Natural Products That Target Virulence Factors in Antibiotic-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(48), 13195–13211. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b05595>.
- Yanti, Y. N., & Mitika, S. 2017. Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata Ness*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2(1), 158–168. <https://doi.org/https://doi.org/10.36387/jiis.v2i1.93>.