

Karakterisasi dan Uji Efektivitas Sediaan Gel *Aloe vera* Kombinasi Kitosan sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*

Characterization and Effectiveness Test Gel of *Aloe vera* Combination Chitosan as *Staphylococcus aureus* Antibacterial

*Perintis Gita Susanti and Sari Edi Cahyaningrum**

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

* Corresponding author, email: saricahyaningrum@unesa.ac.id

Abstrak. Penelitian mengenai pengembangan sintesis sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* telah dilakukan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan komposisi *Aloe vera* dengan kitosan terhadap karakterisasi dan efektivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* sebagai kandidat obat luka sayat. Sintesis sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan dilakukan dengan cara mencampurkan *Aloe vera* dan larutan kitosan menggunakan perbandingan berat 2:1; 1:1; dan 1:2 (AvK₁, AvK₂, dan AvK₃), serta penambahan Na-CMC, gliserin, dan propilen glikol, yang mana hasil sediaan gel dinetralkan hingga mencapai pH 6,5–7,0. Hasil sediaan gel dikarakterisasi secara organoleptik, pengukuran viskositas, identifikasi gugus fungsional, serta uji efektivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi. Hasil penelitian menunjukkan dari pengamatan organoleptik yaitu warna, aroma, dan tekstur. Karakterisasi pengukuran viskositas terendah dihasilkan oleh gel AvK₃ yakni sebesar 13,0412 mPa.s. Hasil identifikasi gugus fungsional dari semua sediaan gel menunjukkan adanya vibrasi ulur O–H dan N–H, vibrasi ulur C=O, dan vibrasi tekuk C–H, serta vibrasi ulur C–O. Serta uji antibakteri *Staphylococcus aureus* dari sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan dengan berbagai variasi menunjukkan hasil yang efektif yakni yang terkuat ditunjukkan oleh gel AvK₁ dengan zona hambat sebesar 26 mm.

Kata kunci : kitosan, *Aloe vera*, antibakteri, *Staphylococcus aureus*

Abstract. The study about development synthesis gel of *Aloe vera* combination chitosan as *Staphylococcus aureus* antibacterial has been done. This study has the aim to determine the effect of composition comparison of *Aloe vera* with chitosan on the characterization and effectiveness of *Staphylococcus aureus* antibacterial as a candidate for wound healing. The synthesis the gel of *Aloe vera* combination chitosan was made by mixing of *Aloe vera* and chitosan solution with weight varied 2:1; 1:1; and 1:2 (AvK₁, AvK₂, and AvK₃), and addition of Na-CMC, glycerin, and propylene glycol, which the gel was neutralized until it reached pH 6,5–7,0. The gel preparation were characterized by organoleptic, measuring viscosity, functional groups identification, and effectiveness test of *Staphylococcus aureus* antibacterial by diffusion method. The results were shown based organoleptic observations by color, smell, and texture. The lowest viscosity measurement characterization was showed by AvK₃ gel, which was 13.0412 mPa.s. The result functional groups identification of all gel preparations was indicated the presence of O–H and N–H stretching vibrations, C=O stretching vibrations, C–H bending vibrations, and C–O stretching vibrations. *Staphylococcus aureus* antibacterial test from gel of *Aloe vera* combination chitosan with various variations were shown effective result, which the strongest was shown by AvK₁ gel with an inhibition zone of 26 mm.

Key words: chitosan, *Aloe vera*, antibacterial, *Staphylococcus aureus*

PENDAHULUAN

Luka sayat pada kulit yang tidak segera ditangani akan berdampak lebih buruk, seperti terinfeksi. Saputro [1] menyatakan bahwa luka terjadi karena kerusakan integritas atau hilangnya integritas kulit dan jaringan, yang membuat kulit tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri berbentuk bulat berjenis gram positif yang termasuk flora normal pada selaput lendir, nasofaring, dan kulit manusia, namun aktivitasnya dapat menjadi salah satu penyebab infeksi yang paling sering pada kulit terluka [2, 3]. Terjadinya infeksi ini disebabkan oleh penurunan kekebalan tubuh dan virulensi bakteri yang biasanya ditandai dengan abses bernanah [4, 5]. Menurut Jawetz, Melnick, dan Adelberg's [6], infeksi *Staphylococcus aureus* pada manusia mengakibatkan hematogen akut, endokarditis, meningitis, infeksi paru-paru, dan osteomielitis yang dapat ditularkan langsung melalui selaput lendir pada kulit. Adapun tiga fase pada prinsip pemulihan luka terdiri dari fase inflamasi, proliferasi, dan *remodeling* [7]. Johnson dan Wilgus [8] menyatakan jika terdapat kegagalan dalam salah satu proses fase penyembuhan, maka dapat menyebabkan luka kronis. Oleh karena itu perlu perhatian khusus dalam tindakan penyembuhan luka.

Biomaterial kitosan merupakan salah satu jenis polisakarida yang dapat disintesis melalui deasetilasi kitin dari krustasea, dengan struktur kimianya adalah β -(1,4)-2-amino-dioksi- β -D-glukosa [9]. Banyak hasil penelitian yang melaporkan bahwa kitosan berpotensi untuk mempercepat penyembuhan luka karena sifatnya yang tidak beracun, bioaktif, biokompatibel, antibakteri, antijamur hingga *biodegradable* [10]. Kitosan mempunyai sifat polikation dan memiliki reaktivitas kimia yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh struktur kimianya yang terdapat gugus fungsional amina dan hidroksil yang mana termasuk polimer multifungsi [11]. Adanya kedua gugus fungsional tersebut mengakibatkan kitosan dapat efektif untuk mengadsorpsi kation logam berat, zat organik (protein dan lemak), menginduksi hemostasis dan mengaktifkan trombosit terhadap luka, serta dapat mematikan mikroba [12, 13, 14]. Kitosan memiliki aktivitas sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*, hal ini disebabkan *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri gram positif yang mengandung

peptidoglikan dan lipid yang tinggi dibandingkan bakteri gram negatif, oleh karena itu sifat polikation kitosan mampu berikatan dengan lipid dinding sel hingga merusak pertahanan sel bakteri [14]. Selain itu adanya muatan negatif dan sifat asam dari kandungan asam teikoat yang dimiliki dinding sel bakteri gram positif, menyebabkan terjadinya interaksi dengan kitosan yang merusak sel bakteri [15].

Aloe vera merupakan salah satu tanaman yang mengandung senyawa bioaktif seperti kompleks saponin dan antrakuinon, yang mampu mengatasi permasalahan infeksi jamur dan bakteri pada kulit [16, 17]. Gel *Aloe vera* mengandung senyawa glukomanan dan acemannan yang dapat memiliki fungsi sebagai penyembuh luka, mengaktifkan makrofag, antineoplastik, dan antiviral [18]. Dewi dan Marniza [2], menunjukkan bahwa hasil paling efektif berpengaruh terhadap uji aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* yaitu pada konsentrasi gel *Aloe vera* 70%. Senyawa bioaktif pada gel *Aloe vera* secara signifikan juga dapat meningkatkan sintesis kolagen pada kulit yang akan membantu proses *remodeling* luka [19, 20].

Keunggulan sifat *Aloe vera* selain sebagai antibakteri dan membantu *remodeling* luka, juga memiliki kandungan lignin yang bersifat mampu menjaga kelembaban dengan meresap dalam kulit dan mempertahankan cairan tubuh dari permukaan kulit [21]. Hal ini diperlukan kitosan untuk mempertahankan perlekatan dan pelepasan sifat kandungannya sehingga efektif sebagai antibakteri pada luka sayat kulit. Kitosan yang dikombinasikan dengan *Aloe vera* dalam aplikasi biomedis seperti penyembuhan luka, dapat digunakan sebagai membran dasar [22]. Mondal dan Saha [23] juga telah menunjukkan ketahanan antimikroba dari hasil aplikasi kombinasi kitosan dan *Aloe vera* pada kain katun terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* lebih baik, dibandingkan dengan hasil masing-masing perlakuan kitosan dan *Aloe vera*. Pendistribusian senyawa aktif dalam tubuh dari kombinasi kitosan dan *Aloe vera*, diperlukan bentuk sediaan sebagai pemberi efek terapi penyembuhan luka. Gel adalah formulasi semipadat tembus cairan, terdiri dari molekul besar organik atau suspensi partikel kecil anorganik, yang sering diaplikasikan karena bersifat mudah menembus membran kulit dan memberikan efek terapi langsung [24]. Penggunaan kitosan dalam formulasi ini salah satunya berfungsi sebagai pembentuk gel [25].

Waty [26] menunjukkan bahwa uji efektivitas antibakteri kitosan terbaik pada konsentrasi 1,5%.

Pada penelitian ini telah dilakukan pengembangan kombinasi gel *Aloe vera* dengan kitosan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi berdasarkan karakterisasi dan efektivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dalam bentuk formulasi gel sebagai kandidat obat luka sayat. Hasil formulasi gel dikarakterisasi secara organoleptik, pengukuran viskositas, identifikasi gugus fungsional struktur kimia menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), serta uji efektivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain kitosan, CH_3COOH , *Aloe vera*, akuademin, NaOH, gliserin, propilen glikol, Na-CMC, kultur bakteri *Staphylococcus aureus*, media agar, media *Nutrient Broth* (NB), dan antiseptik alkohol 70%.

Alat

Peralatan yang digunakan antara lain gelas kimia, pipet tetes, pisau, *blender*, neraca analitik, *magnetic stirrer*, pipet volumetrik, pipet mikro, rak tabung reaksi, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, piknometer pH meter, batang pengaduk, pinset, *hot plate*, lemari asam, kapas, autoklaf, pembakar spirtus/bunsen, cawan petri, vortex, *disposable syringe* 1 mL, kertas cakram, laminar aseptik, inkubator, lemari es, *aluminium foil*, *wrapping*, penggaris, viscometer bola jatuh, spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Prosedur Penelitian

Sintesis Sediaan Gel *Aloe vera* Kombinasi Kitosan

Batang *Aloe vera* dicuci dengan air mengalir, kemudian dipisahkan antara bagian kulit hijau dan gel *Aloe vera* yang diambil dengan cara disayat. Kemudian diblender dan ditempatkan dalam wadah tertutup [27]. Larutan kitosan 1,5% (b/v) dibuat dengan larutan CH_3COOH 1% (v/v). Sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan disintesis sebanyak 80 gram dengan 3 variasi (AvK₁, AvK₂, AvK₃), dan sediaan gel *Aloe vera* (Av) serta sediaan gel

kitosan (K), yang rancangan formulasinya disajikan pada Tabel 1.

Serbuk Na-CMC dilarutkan dalam sebagian akuademin bersuhu 80 °C kemudian ditambahkan gliserin dan propilen glikol sambil diaduk [28]. Ditambahkan gel *Aloe vera* dan larutan kitosan 1,5%, kemudian ditambahkan akuademin hingga mencapai 80 gram dan diaduk hingga terbentuk gel yang homogen. Ditambahkan larutan NaOH 1,25% (b/v) hingga mencapai pH 6,5–7,0.

Tabel 1. Rancangan formulasi sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan

Bahan	Konsentrasi (%b/b)				
	AvK ₁	AvK ₂	AvK ₃	Av	K
<i>Aloe vera</i>	20	10	10	20	0
Larutan Kitosan 1,5%	10	10	20	0	20
Na-CMC	1	1	1	1	1
Gliserin	10	10	10	10	10
Propilen glikol	5	5	5	5	5
Akuademin add	100	100	100	100	100

Karakterisasi Sediaan Gel *Aloe vera* kombinasi Kitosan

Uji Organoleptik

Hasil sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan diamati secara fisik yang meliputi warna, aroma, dan tekstur. Pengujian ini dilakukan oleh 1 hingga 3 responden, dengan mengisi data hasil pengamatan dan disimpulkan dengan mengambil data modus.

Pengukuran Viskositas

Viskositas (η) diukur menggunakan viskometer Hoppler dengan menghitung waktu jatuh bola (t). Massa jenis (ρ) sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan diperoleh dari menghitung massa fluida (m) yakni selisih berat piknometer terisi penuh dengan piknometer kosong dan dibagi dengan volume piknometer (V).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\eta = K_{bola} (\rho_{bola} - \rho_{fluida}) t$$

Identifikasi Gugus Fungsional

Gugus fungsional hasil sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan diidentifikasi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Uji Antibakteri *Staphylococcus aureus*

Semua alat logam disterilisasi dengan nyala api pijar dan didinginkan [29]. Alat non logam disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit dalam suhu 121 °C. Media padat *Nutrient Agar* (NA) dibuat dari NB dan agar sebanyak 2,8 gram dan 3,5 gram, kemudian dilarutkan dengan 350 mL akuademin. Media cair dibuat dari 0,48 gram NB yang dilarutkan dengan 60 mL akuademin mendidih. Kedua media dihomogenkan dengan dipanaskan menggunakan *hot plate* dan diaduk. Erlenmeyer media NA ditutup menggunakan kapas dan *aluminium foil*, kemudian disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit menggunakan suhu 121 °C.

Suspensi bakteri 10 mL dibuat dari 1 mL stok bakteri *Staphylococcus aureus* dimasukkan dalam 9 mL media cair NB yang didinginkan secara aseptik, lalu diinkubasi selama 18 jam pada suhu 37 °C. Sebanyak 1 mL suspensi bakteri yang telah dibuat, ditempatkan dalam cawan petri dan ditambahkan 25 mL media NA steril dalam keadaan cair. Dilakukan teknik *pour plate*, yang digoyangkan membentuk angka delapan. Media didiamkan dalam laminar aseptik selama 15 menit hingga membeku.

Kertas cakram berdiameter 5 mm direndam dalam setiap sampel bervolume sama yang telah diinjeksi lalu disusun pada media. Dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C, kemudian diameter hasil zona bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram diukur menggunakan penggaris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Sediaan Gel *Aloe vera* Kombinasi Kitosan

Gel *Aloe vera* ditambahkan dengan larutan kitosan 1,5% dengan berbagai kombinasi bertujuan untuk memperoleh hasil uji aktivitas antibakteri *Staphylococcus aureus* paling efektif [23]. Na-CMC bersifat netral dan berviskositas stabil ini berfungsi sebagai *gelling agent* sehingga dapat terbentuk kandidat obat luka sayat dengan sediaan yang mudah diaplikasikan dan memberi efek terapi yang baik [30]. Penambahan gliserin dan propilen glikol berperan sebagai humektan untuk memperoleh hasil sediaan yang kadar airnya dapat dipertahankan sehingga ketika pengaplikasian tidak menyebabkan kulit kering [31]. Hasil pH awal dari sediaan gel adalah asam, dan agar tidak mengiritasi kulit maka, diperlukan

larutan NaOH 1,25% (b/v) untuk menetralkannya hingga mendapatkan pH 6,5–7,0 [21].

Karakterisasi Sediaan Gel *Aloe vera* kombinasi Kitosan

Uji Organoleptik

Hasil organoleptik sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji organoleptik sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan

Parameter	AvK ₁	AvK ₂	AvK ₃	Av	K
warna	kuning bening	kuning+ bening	jingga bening	bening kehijauan	kuning bening
aroma	khas	khas	khas	khas	khas
tekstur	kental	kental+	sedikit kental	kental+	kental++

Berdasarkan hasil pengamatan telah diketahui bahwa sediaan gel Av berwarna bening kehijauan karena warna khas dari gel *Aloe vera* yang berkonsentrasi paling besar dibanding hasil sediaan lain, dan bertekstur kental yang mana merupakan karakteristik dari gel. Sedangkan pada sediaan gel K berwarna kuning bening karena warna khas dari larutan kitosan yang berkonsentrasi paling besar dibanding hasil sediaan lain, dan bertekstur paling kental yang mana merupakan karakteristik dari gel karena tingginya komposisi kitosan, serta kedua sediaan gel Av dan K beraroma khas yang berasal dari beberapa campuran komposisi di dalamnya.

Hasil pengamatan gel AvK₁, AvK₂, AvK₃ yang memiliki warna paling mencolok adalah AvK₃ yaitu jingga bening karena komposisi kitosannya lebih banyak dibanding *Aloe vera*. Sedangkan gel AvK₁ berwarna kuning bening karena komposisi *Aloe vera* nya lebih banyak dibanding kitosan sehingga berwarna paling muda. Ketiga gel ini memiliki aroma khas yang berasal dari beberapa campuran komposisi di dalamnya. Sedangkan pengamatan tekstur gel AvK₂ yang memiliki kombinasi perbandingan *Aloe vera* dengan kitosan sama, bersifat paling kental dibanding dengan gel AvK₁ dan AvK₃.

Pengukuran Viskositas

Salah satu sifat fisik yang menunjukkan seberapa kental suatu zat cair atau fluida dapat diperhatikan berdasarkan nilai viskositasnya. Semakin besar nilai viskositas, maka fluida tersebut bersifat kental yang mana akan memiliki kecepatan alir yang rendah karena memiliki hambatan alir yang besar [32]. Dalam hal ini,

sediaan gel yang mempunyai viskositas rendah maka akan bersifat cepat menyebar dalam mendistribusikan obat dan segera memberikan efek terapi ketika diaplikasikan pada luka sayat kulit. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, viskositas sediaan gel yang baik yaitu sedikit kental dan bersifat agak cair karena memiliki daya sebar dan daya lekat yang baik ketika pengaplikasian [33]. Adapun standar nilai viskositas dari sediaan gel (*semisolid*) berdasarkan SNI 16-4399-1996 adalah sebesar 2.000–50.000 cPs atau sama dengan 2.000–50.000 mPa.s [34].

Hasil pengukuran viskositas sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, viskositas gel Av sebesar 5,38762 mPa.s bernilai lebih rendah dibandingkan dengan gel K yang bernilai sebesar 3214,2 mPa.s. Hal ini dikarenakan penggunaan kitosan yang paling banyak daripada sediaan gel lainnya menyebabkan gel yang terbentuk lebih kental sehingga viskositasnya tinggi. Sedangkan sediaan gel AvK₃ mempunyai viskositas sebesar 13,0412 mPa.s yang bernilai paling rendah dibanding dengan gel AvK₁ dan AvK₂. Hasil viskositas dari ketiga sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan tidak memenuhi nilai yang distandarkan. Hal ini dikarenakan konsentrasi Na-CMC sebagai *gelling agent* dalam sediaan gel yang tidak terlalu tinggi, serta adanya gliserin yang mampu mengikat air dari luar sehingga dapat menurunkan viskositas. Namun dengan dihasilkannya sediaan gel berviskositas rendah ini, diharapkan sediaan gel AvK₃ mampu mendistribusikan obat dengan cepat dan segera memberikan efek terapi ketika pengaplikasian.

Tabel 3. Hasil pengukuran viskositas sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan

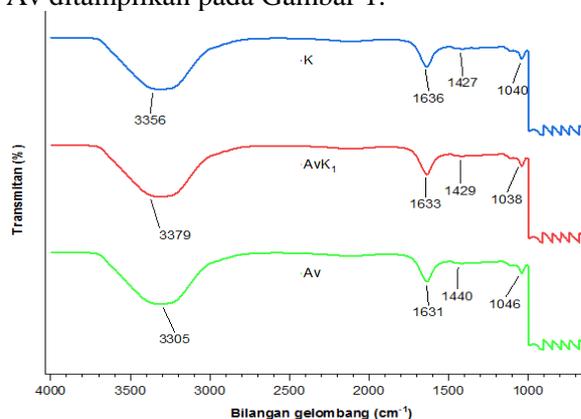
Sampel	AvK ₁	AvK ₂	AvK ₃	Av	K
Viskositas (mPa.s)	17,3897	17,6957	13,0412	5,38762	3214,2

Identifikasi Gugus Fungsional

Identifikasi gugus fungsional sediaan gel Av menunjukkan adanya vibrasi ulur O–H dan N–H yang terlihat spektra pada bilangan gelombang 3305 cm⁻¹. Terdapat vibrasi ulur C=O yang terlihat pada spektra bilangan gelombang 1631 cm⁻¹, dan vibrasi tekuk C–H pada panjang gelombang 1449 cm⁻¹, serta vibrasi ulur C–O pada panjang gelombang 1046 cm⁻¹. Gugus fungsional gel K teridentifikasi adanya vibrasi

ulur O–H dan N–H yang terlihat pada spektra bilangan gelombang 3356 cm⁻¹. Terdapat vibrasi ulur C=O dari gugus asetil yang terlihat pada spektra bilangan gelombang 1636 cm⁻¹, dan vibrasi tekuk C–H pada panjang gelombang 1427 cm⁻¹, serta vibrasi ulur C–O pada panjang gelombang 1040 cm⁻¹ [23].

Sedangkan gel AvK₁ yang merupakan kombinasi *Aloe vera* dengan kitosan mengalami pergeseran spektra FTIR yang ditunjukkan oleh vibrasi ulur O–H dan N–H pada panjang gelombang 3379 cm⁻¹. Vibrasi ulur C=O dari gugus asetil teridentifikasi pada panjang gelombang 1633 cm⁻¹, dan vibrasi tekuk C–H pada panjang gelombang 1429 cm⁻¹, serta vibrasi ulur C–O pada panjang gelombang 1038 cm⁻¹. Hasil spektra FTIR dari sediaan gel K, AvK₁, dan Av ditampilkan pada Gambar 1.



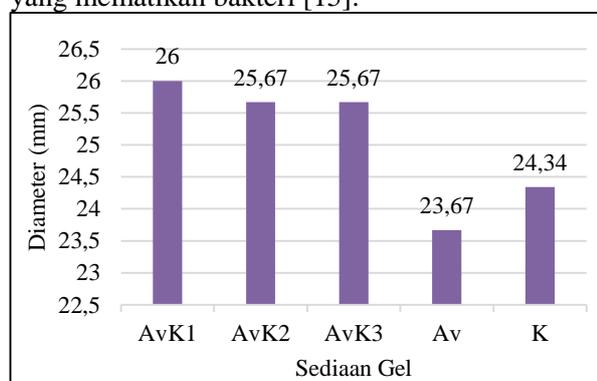
Gambar 1. Hasil spektra FTIR sediaan gel

Uji Antibakteri *Staphylococcus aureus*

Metode yang diaplikasikan dalam pengujian antibakteri ini yaitu difusi menggunakan kertas cakram. Uji antibakteri ini menghasilkan zona bening yang menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan bakteri di sekitar kertas cakram, juga membuktikan bahwa telah terjadi aktivitas antibakteri [35]. Bakteri yang digunakan pengujian adalah *Staphylococcus aureus* karena biasa hidup pada kulit manusia, namun juga menyebabkan infeksi kulit yang terluka [3]. Aktivitas antibakteri bersifat kuat apabila menghasilkan diameter sebesar 20 mm atau lebih, dapat bersifat sedang apabila menghasilkan diameter sebesar 10–20 mm, dan apabila menghasilkan diameter sebesar 5–10 mm maka sifat antibakterinya lemah [36]. Hasil uji antibakteri sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan terhadap *Staphylococcus aureus* disajikan dalam Gambar 2.

Hasil uji antibakteri gel Av didapatkan diameter zona hambat dengan rata-rata sebesar 23,67 mm yang termasuk bersifat antibakteri kuat, meskipun hasil ini bernilai paling kecil daripada sediaan gel lainnya. Sediaan gel Av hanya mengandung zat aktif dari *Aloe vera* antara lain saponin dan antrakuinon yang memiliki peran sebagai antijamur, antiviral dan antibakteri [16, 17]. Stabilitas membran sel bakteri mampu diganggu hingga terjadi lisis sel dengan adanya saponin [37]. Terjadinya sintesis protein bakteri juga dapat dihambat oleh antrakuinon, sehingga bakteri dapat mati [38].

Sedangkan gel K diketahui menunjukkan nilai yang lebih besar dibanding gel Av, yakni memiliki diameter zona hambat dengan rata-rata sebesar 24,34 mm yang juga bersifat antibakteri kuat. *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri gram positif yang mengandung peptidoglikan dan lipid yang tinggi dibandingkan bakteri gram negatif. Sifat polikation kitosan yang memiliki gugus fungsional amina dengan pasangan elektron bebas pada struktur kimianya dari sediaan gel K, mampu berikatan dengan anion pada lipid dinding sel hingga merusak pertahanan sel bakteri [14]. Selain itu adanya muatan negatif dan sifat asam dari kandungan asam teikoat yang dimiliki dinding sel bakteri gram positif, menyebabkan terjadinya interaksi dengan kitosan yang mematikan bakteri [15].



Gambar 2. Hasil uji antibakteri *Staphylococcus aureus*

Sediaan gel AvK₁ menunjukkan diameter zona hambat dengan rata-rata paling besar dibanding sediaan gel lainnya yakni sebesar 26 mm yang bersifat antibakteri kuat. Pada gel AvK₁ ini memiliki komposisi perbandingan *Aloe vera* lebih banyak daripada komposisi kitosannya. Pada gel AvK₂ memiliki komposisi perbandingan *Aloe vera* yang sama banyak dengan komposisi kitosannya, sedangkan pada gel AvK₃ memiliki komposisi perbandingan *Aloe vera* yang lebih

sedikit daripada komposisi kitosannya. Meskipun terdapat perbedaan perbandingan komposisi, namun sediaan gel AvK₂ dan AvK₃ ini memiliki diameter zona hambat dengan rata-rata sama yaitu sebesar 25,67 mm yang termasuk bersifat antibakteri kuat. Hasil ini bernilai lebih kecil daripada sediaan gel AvK₁, namun lebih besar daripada sediaan Av dan K. Hal ini disebabkan adanya zat aktif dari masing-masing *Aloe vera* dan kitosan yang mampu bersifat lebih kuat sebagai antibakteri. Oleh karena itu sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan yang memiliki berbagai variasi, mampu memberikan hasil yang efektif terhadap uji antibakteri *Staphylococcus aureus*.

KESIMPULAN

Telah disintesis sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan yang dikarakterisasi berdasarkan uji organoleptik ditunjukkan dari pengamatan warna, aroma, dan tekstur. Karakterisasi pengukuran viskositas terendah dari sediaan gel AvK₃ yakni sebesar 13,0412 mPa.s, diharapkan bersifat cepat menyebar dalam mendistribusikan obat dan segera memberikan efek terapi ketika diaplikasikan pada luka sayat kulit. Sedangkan karakterisasi berdasarkan identifikasi gugus fungsional dari semua sediaan gel menunjukkan adanya vibrasi ulur O–H dan N–H, vibrasi ulur C=O, dan vibrasi tekuk C–H, serta vibrasi ulur C–O.

Sediaan gel *Aloe vera* kombinasi kitosan dengan berbagai variasi mampu memberikan hasil yang efektif terhadap uji antibakteri *Staphylococcus aureus*. Hasil terkuat ditunjukkan oleh gel AvK₁ yang memiliki komposisi perbandingan *Aloe vera* lebih banyak daripada komposisi kitosannya, dengan zona hambat sebesar 26 mm. Hal ini disebabkan adanya zat aktif dari masing-masing *Aloe vera* dan kitosan yang mampu bersifat lebih kuat sebagai antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saputro, I. D. 2014. *Dasar-Dasar Biomolekuler Penyembuhan Luka*. Surabaya: Global Persada Press.
2. Dewi, R. and Marniza, E. 2019. Aktivitas Antibakteri Gel Lidah Buaya terhadap *Staphylococcus aureus*, *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(2622), pp. 61–62.

3. Gibson, J. M. 1996. *Mikrobiologi dan Patologi Modern untuk Perawat*. Jakarta: EGC.
4. Firdaus, T. 2014. *Efektivitas Ekstrak Bawang Dayak (Eleutherine palmifolia) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus*. Jakarta.
5. Aponno, J. V, Yamlean, P. V. Y. and Supriati, H. S. 2014. Uji Efektivitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn) terhadap Penyembuhan Luka yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Kelinci (*Orytolagus cuniculus*), *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(3), pp. 279–286.
6. Jawetz, E., Melnick, J. and Adelberg's, E. A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. 25th edn. Jakarta: Salemba Medika.
7. Kantawong, F. et al. 2016. Mucus of *Achatina fulica* Stimulates Mineralization and Inflammatory Response in Dental Pulp Cells, *Turkish Journal of Biology*, 40(2), pp. 353–359. doi: 10.3906/biy-1505-29.
8. Johnson, K. E. and Wilgus, T. A. 2014. Vascular Endothelial Growth Factor and Angiogenesis in the Regulation of Cutaneous Wound Repair, *Adv Wound Care*, 3(10), pp. 647–661. doi: 10.1089/wound.2013.0517.
9. Ray, S. S. 2013. *Environmentally Friendly Polymer Nanocomposites*. Cambridge: Woodhead Publishing.
10. Bano, I. et al. 2017. Chitosan: A Potential Biopolymer for Wound Management, *International Journal of Biological Macromolecules*, 102, pp. 380–383. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.04.047.
11. Nikmah, F. and Cahyaningrum, S. E. 2014. Alginate Preparation and Characterization of Chitosan-Ca-Alginate Membrane, *Unesa Journal of Chemistry*, 3(1), pp. 55–59.
12. Pratiwi, R. 2014. Manfaat Kitin dan Kitosan bagi Kehidupan Manusia, *Oseana*, XXXIX(1), pp. 35–43. Available at: http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/os_xxxix_1_2014-4.pdf.
13. Khan, M. A. and Mujahid, M. 2019. A Review on Recent Advances in Chitosan Based Composite for Hemostatic Dressings, *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, pp. 138–147. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.11.045.
14. Nurainy, F., Rizal, S. and Yudiantoro. 2008. Pengaruh Konsentrasi Kitosan terhadap Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi, *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2), pp. 117–125.
15. Matica, M. A., Aachmann, F. L., Tøndervik, A., Sletta, H., and Ostafe, V. 2019. Chitosan as a Wound Dressing Starting Material: Antimicrobial Properties and Mode of Action, *Int. J. Mol. Sci.*, (1), pp. 1–33.
16. Bashir, A. et al. 2011. Comparative Study of Antimicrobial Activities of *Aloe Vera* Extracts and Antibiotics Against Isolates from Skin Infections, *African Journal of Biotechnology*, 10(19), pp. 3835–3840. doi: 10.4314/ajb.v10i19.
17. Furnawanthi, I. 2007. *Khasiat dan Manfaat Lidah Buaya*. 8th edn. Jakarta: Agro Media Pustaka.
18. Hu, Y., Xu, J. and Hu, Q. 2003. Evaluation of Antioxidant Potential of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) Extracts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), pp. 7788–7791. doi: 10.1021/jf034255i.
19. Maulani, I. 2015. *Perbandingan Pemberian Gel Lidah Buaya (Aloe vera L.) dan Povidone Iodine terhadap Waktu Penyembuhan Luka Iris (Vulnus scissum) pada Mencit (Mus musculus) Jantan Galur Wistar*. Palembang.
20. Sharma, K., Mittal, A. and Chauhan, N. 2016. *Aloe vera* as Penetration Enhancer, *Int. J. Drug Dev. & Res.*, 7(January-March 2015), pp. 280–285.
21. Suhartono, M., Sularsih and Nafi'ah. 2018. Perbedaan Pengaruh Aplikasi Gel Kombinasi Kitosan Berat Molekul Tinggi dan Rendah dengan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Kepadatan Kolagen pada Proses Penyembuhan Ulkus Traumatikus, *Jurnal Kedokteran Gigi*, 12(1), pp. 60–71.
22. Silva, S. S. et al. 2013. Effect of Crosslinking in Chitosan/*Aloe Vera*-Based Membranes for Biomedical Applications, *Carbohydrate Polymers*, pp. 1–31. doi: 10.1016/j.carbpol.2013.06.022.
23. Mondal, I. H. and Saha, J. 2019. Antimicrobial, UV Resistant and Thermal Comfort Properties of Chitosan-and *Aloe vera*-Modified Cotton Woven Fabric, *Journal of Polymers and the Environment*, 0(0), p. 0. doi: 10.1007/s10924-018-1354-9.
24. Agustina, L., Shoviantari, F. and Aditya, D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Mucin (*Achatina Fulica*) terhadap Kualitas Fisik

- dan Stabilitas Mucin Gel, *Jurnal Wiyata*, 6(1), pp. 31–39.
25. Imanto, T., Prasetiawan, R. and Wikantyasning, E. R. 2019. Formulasi dan Karakterisasi Sediaan Nanoemulgel Serbuk Lidah Buaya (*Aloe Vera L.*), *Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(1), pp. 28–37.
 26. Waty, H. R. 2012. *Modifikasi Kitosan pada Aplikasi Plester Luka Berbasis Kitosan (Chitoplast) sebagai Transdermal Patch Antibakteri*. Bogor.
 27. Susanti, R., Yuniastuti, A. and Iswari, R. S. 2012. Aktivitas Reactive Oxygen Species Makrofag akibat Stimulasi Gel Lidah Buaya pada Infeksi *Salmonella typhimurium*, *Jurnal MIPA*, 35(1), pp. 1–10.
 28. Fitriani, A., Bashori, A. and Sudiana, I. K. 2018. Efek Angiogenesis Gel Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) pada Luka Insisi Tikus, *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 20(1).
 29. Aswarita, R. 2013. Interaksi Ekstrak Daun Lidah Buaya (*Aloe vera L.*) dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*) terhadap Daya Hambat *Escherichia coli* secara In Vitro, *Jurnal EduBio Tropika*, 1(2), pp. 115–120.
 30. Adnan, J. 2016. Formulasi Gel Ekstrak Daun Beluntas (*Pluceaindica Less*) dengan Na-CMC sebagai Basis Gel, *Journal of Pharmaceutical Science and Herbal Technology*, 1(1), pp. 41–44.
 31. Usman, Y. 2018. Perbandingan Uji Stabilitas dan Aktivitas Gel Lidah Buaya (*Aloe vera L.*) pada Basis Na-CMC dan Karbopol, *Jurnal Ilmiah Kesehatan Diagnosis*, 12(6), pp. 621–625.
 32. Shanti, P. C. 2019. *Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Emulgel Minyak Atsiri Bunga Cengkeh menggunakan Metode (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil) DPPH*. Malang.
 33. Garg, A., Aggarwal, D., Garg, S., and Singla, A. K. 2002. Spreading of Semisolid Formulations An Update, *Pharm. Technol.*, September, pp. 84–105.
 34. Dewan Standarisasi Nasional. 1996. *SNI 16-4399-1996 Tentang Sediaan Tabir Surya*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
 35. Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
 36. Davis, W. W. and Stout, T. R. 1971. Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay, *Microbiology*, pp. 659–665.
 37. Darsana, I. G. O., Besung, I. N. K. and Mahatmi, H. 2012. Potensi Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* secara In Vitro, *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(3), pp. 337–345.
 38. Kibret, B. *et al.* 2018. Comparative Study of the Antibacterial Activity of Leaves of Croton macrostachyus and *Aloe vera*, *Advances in Life Science and Technology*, 54, pp. 22–28.