

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Tubuh manusia beradaptasi terhadap iklim tropis melalui mekanisme termoregulasi, yang ditandai dengan peningkatan kehilangan panas melalui proses keringat pada hari-hari yang panas. Proses pengeluaran keringat ini dipicu oleh dua faktor utama, yaitu suhu lingkungan dan tingkat aktivitas fisik individu. Keringat diproduksi oleh tubuh melalui dua tipe kelenjar, yaitu kelenjar apokrin dan kelenjar ektrin. Selain berperan sebagai mekanisme pendinginan, keringat juga dapat berkontribusi terhadap timbulnya bau badan. Penyebab bau badan salah satunya adalah keberadaan bakteri Gram positif, seperti *Staphylococcus aureus*, yang umumnya ditemukan di daerah aksila (Siskawati dkk., 2014).

*S. aureus* merupakan salah satu bakteri yang berkontribusi terhadap timbulnya bau badan, dan bakteri ini dapat ditemukan pada selaput lendir manusia dan kulit. Secara morfologi, *S. aureus* memiliki bentuk bulat yang berdiameter sekitar 0,7–1,2  $\mu\text{m}$ , dan biasanya tersusun dalam kelompok kokus tidak teratur, menyerupai buah anggur. Bakteri ini tidak memiliki kemampuan untuk membentuk spora dan bersifat nonmotil. Selain itu, *S. aureus* dilengkapi dengan kapsul atau lapisan polisakarida yang berperan penting dalam meningkatkan virulensinya. Sebagai bagian dari mikrobiota normal manusia, *S. aureus* umumnya ditemukan di kulit dan saluran pernapasan (Muntiaha dkk., 2014).

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Hasrianti dkk. (2018) menunjukkan keberadaan *S. aureus* pada sampel keringat melalui metode tes PCR. Proses timbulnya bau tidak sedap yang disebabkan oleh *S. aureus* terjadi melalui konversi asam amino alifatik menjadi asam lemak volatil rantai pendek, seperti asam isovalerat (James dkk., 2004). Meskipun selama ini bau badan sering diatasi dengan penggunaan sabun saat mandi, metode ini tidak memberikan hasil yang efektif. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa sabun hanya memberikan efek pembersihan sementara dan tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri penyebab bau badan secara berkelanjutan, terutama setelah aktivitas fisik yang meningkatkan produksi

keringat. Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain yang lebih efektif untuk mengatasi masalah ini.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi bau badan adalah melalui penggunaan produk kosmetik, khususnya deodoran antiperspiran. Produk ini berfungsi untuk mengendalikan produksi keringat sekaligus mengurangi bau pada area ketiak. Penggunaan deodoran antiperspiran mencapai 90% populasi dunia (Lase, 2015). Mekanisme kerja antiperspiran adalah mempersempit saluran keringat dan mengurangi jumlah keringat yang dihasilkan. Bahan yang umum digunakan dalam formulasi antiperspiran adalah garam aluminium seperti aluminium bromida hidrat, aluminium hidroksid klorida, aluminium sulfat dan aluminium kalium sulfat (Abdulkarim dkk., 2010; Timur & Latifah, 2019).

Tawas, yang dikenal sebagai aluminium kalium sulfat, merupakan mineral yang memiliki ketersediaan melimpah dan dapat ditemukan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (2023), produksi tawas di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 146.422,73 ton. Potensi produksi tawas di Indonesia didukung oleh sumber daya alam berupa batuan bauksit, yang banyak dijumpai di wilayah seperti Gunung Ijen (Jawa Timur), Tayan (Kalimantan Barat) dan Pulau Kijang (Kepulauan Riau). Bauksit merupakan bahan baku utama untuk menghasilkan alumina ( $Al_2O_3$ ) (Witaryanto & Idzati, 2017). Tawas telah diproduksi secara lokal dan banyak beredar di pasaran, baik sebagai bahan mentah maupun dalam bentuk produk olahan. Selain ketersediaannya yang melimpah, aluminium kalium sulfat (tawas) memiliki manfaat untuk mengatasi bau badan, khususnya di area ketiak. Senyawa ini berperan sebagai antiperspiran dengan cara menghambat keluarnya keringat ke permukaan kulit melalui penyempitan saluran keringat, sehingga jumlah keringat yang diproduksi tubuh berkurang. Oleh karena itu, tawas berpotensi digunakan sebagai bahan utama alternatif dalam formulasi deodoran antiperspiran yang aman dan efektif (BPOM, 2009; Mathew dkk., 2017).

Shalli dkk. (2020) menyatakan bahwa tawas memiliki sifat antibakteri yang bekerja dengan merusak integritas membran sitoplasma bakteri. Efek ini terutama dipicu oleh adanya ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) pada tawas, yang dapat berikatan dengan fosfolipid serta protein membran sel. Ikatan tersebut memicu perubahan struktur

membran, sehingga isi sel mengalami kebocoran. Kondisi ini mengganggu proses metabolisme bakteri dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel. Penelitian Al-Talib dkk. (2016) mengemukakan bahwa tawas memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang menjadi penyebab timbulnya bau badan, diantaranya adalah *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Corynebacterium xerosis*. Sedangkan Bunyan dkk. (2014), membuktikan bahwa ekstrak cair dari tawas dapat menghambat bakteri *Klebsiella pneumoniae*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, dan *Escherichia coli*. Ekstrak cair tawas dengan konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan 50% terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* dengan diameter sebesar 20, 25, 30, 35 (mm) (Bunyan dkk., 2014).

Tawas digunakan sebagai penghilang bau badan dengan cara digosok di area ketiak. Namun, bentuk batu putih tawas kurang nyaman digunakan karena dapat mengiritasi kulit. Selain itu, tawas juga dapat ditemui dalam bentuk serbuk, namun penggunaannya sebagai antiperspiran masih agak kasar di kulit serta berhamburan ketika digunakan (Swaile dkk., 2012). Oleh karena itu, diperlukan formula pendukung untuk mengatasi kekurangan tawas sebagai antiperspiran.

Salah satu formulasi pendukung untuk mengatasi keterbatasan penggunaan tawas adalah dengan menambahkan lidah buaya (*Aloe vera* L.). Tanaman lidah buaya (*A. vera* L.) dikenal secara luas sebagai tanaman obat yang memiliki berbagai manfaat. Tanaman lidah buaya mengandung 17 asam amino esensial, serta berbagai senyawa bioaktif, termasuk antakuinon, resin, saponin, emodin, lignin, aloin, mineral, dan vitamin, yang berkontribusi terhadap beragam manfaat kesehatannya. Selain itu, lidah buaya dapat diolah menjadi berbagai bentuk sediaan, seperti gel, bubuk, dan ekstrak (Hendrawati, 2017). Lebih lanjut, lidah buaya memiliki potensi sebagai agen antibakteri, yang disebabkan oleh kandungan 12 jenis antrakuinon yang terbukti efektif melawan bakteri dan jamur (Bashir dkk., 2019). Selain antrakuinon, lidah buaya juga mengandung lupeol, kuinon, saponin, nitrogen urea, fenol, tanin, aminoglikosida, sulfur, asam salisilat, asam sinamat, minyak atsiri, dan flavonoid, yang semuanya berkontribusi sebagai senyawa antibakteri (Agarry dkk., 2005).

Di Indonesia, lidah buaya (*A. vera* L.) telah dimanfaatkan secara luas sebagai bahan baku untuk berbagai produk, termasuk makanan, minuman, dan obat-obatan. Namun, kulit daunnya sering kali tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah. Limbah kulit lidah buaya yang dihasilkan dari proses pengolahan di suatu perusahaan dapat mencapai sekitar 29% dari berat bahan baku pelepah lidah buaya yang diolah, dengan total limbah yang dihasilkan dapat mencapai ribuan ton per tahun. Hal ini berpotensi menimbulkan isu lingkungan, seperti emisi metana (Pambudi, 2021). Dalam penelitian ini, bagian yang digunakan adalah kulit lidah buaya (*A. vera* L.) yang diperoleh dari industri Rumah Produksi Amyta Berkah Sejahtera yang berlokasi di Depok, Jawa Barat. Perusahaan ini menghasilkan limbah padat dalam jumlah yang signifikan, khususnya kulit daun lidah buaya sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Menurut Herbavera (2025), perusahaan ini menghasilkan sekitar 1,46 ton limbah kulit lidah buaya setiap tahunnya yang sebagian besar dibuang langsung dan beberapa kulitnya digunakan kembali untuk produksi teh jika masih dalam kondisi baik (Lampiran 1). Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit lidah buaya dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan kulit lidah buaya sebagai bahan baku kosmetik masih belum banyak dieksplorasi, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami. Inovasi ini tidak hanya menawarkan alternatif bahan alami, tetapi juga membantu mengurangi limbah kulit lidah buaya yang dihasilkan dari proses pengolahan berbagai produk makanan dan minuman berbahan dasar lidah buaya (Sari & Ferdinan, 2017).

Furnawanthi (2007) melaporkan bahwa ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap *S. aureus*. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad dkk. (2018) memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa ekstrak kulit daun lidah buaya (*A. vera* L.) mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen, termasuk *E. coli*, *B. subtilis*, dan *S. aureus*. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ariyanti dkk. (2012), yang menemukan bahwa pada konsentrasi 100%, ekstrak kulit daun lidah buaya (*A. barbadensis* M.) menghasilkan zona hambat terhadap *S. aureus* sebesar 11,58 mm. Sementara itu, penelitian Sari dan Ferdinan (2017) mengungkapkan bahwa sabun cair yang diformulasikan dengan ekstrak kulit daun lidah buaya (*A. vera* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*, dengan zona hambat sebesar

10,41 mm pada konsentrasi 10%. Ranti dkk. (2023) juga melaporkan bahwa kulit daun lidah buaya (*A. vera* L.) efektif menghambat pertumbuhan *S. epidermidis* dengan diameter zona hambat sebesar 14,31 mm pada konsentrasi 50%. Lebih lanjut, penelitian Permatasari dkk. (2020) menunjukkan adanya hubungan positif antara peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun lidah buaya (*A. vera* L.) dan ukuran zona hambat terhadap *S. aureus*, di mana konsentrasi 80% dan 100% termasuk dalam kategori kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

Lidah buaya (*A. vera* L.) dalam satu dekade terakhir, telah dimanfaatkan secara luas sebagai bahan aktif dalam produk perawatan tubuh, termasuk antiperspiran. Salah satu bentuk aplikasinya yang populer adalah deodoran semprot, yang dinilai lebih praktis dan higienis karena mengurangi kontak langsung antara produk dan kulit, sehingga meminimalkan risiko kontaminasi silang (Hashemi dkk., 2015). Selain itu, lidah buaya juga digunakan dalam bentuk sediaan lain seperti deodoran *roll-on*, krim, dan gel, yang sering kali dikombinasikan dengan senyawa antiperspiran seperti aluminium kalium sulfat (tawas). Penelitian yang dilakukan oleh Alti dkk. (2025) melaporkan bahwa formula deodoran semprot yang mengandung tawas dan ekstrak lidah buaya menunjukkan hasil terbaik pada komposisi 5% tawas dan 8% ekstrak lidah buaya. Formula ini memiliki pH mendekati nilai fisiologis kulit (6,2), tidak menyebabkan iritasi, dan stabilitas fisik yang optimal. Lebih lanjut, Mahmudah dkk. (2023) menemukan bahwa krim antiperspiran yang diformulasikan dengan tawas dan ekstrak lidah buaya juga menunjukkan stabilitas fisik yang baik. Krim tersebut mampu mengurangi volume keringat hingga 25% berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan terhadap 10 panelis.

Pemanfaatan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) pada penelitian ini merupakan implementasi dari tafsir ayat Al-Qur'an dijelaskan dalam surat Abasa ayat 24-32 yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۗ أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا  
فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا وَعِنَبًا وَقَضْبًا وَرَيْثُونًا وَنَخْلًا وَحَدَائِقَ غُلْبًا وَفَاكِهَةً وَأَبًّا  
مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit), kemudian Kami belah bumi

dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu.”. (QS. Abasa [80]: 24-32).

Allah SWT. menciptakan bumi sebagai suatu ekosistem yang kompleks dan seimbang, yang menjadi tempat hidup bagi seluruh makhluk. Dengan kekuasaannya, Allah SWT. menumbuhkan berbagai jenis sayuran, buah-buahan, rumput, dan biji-bijian yang bermanfaat bagi manusia maupun hewan ternak. Setiap bagian tumbuhan memiliki potensi dan khasiat tersendiri bagi kesehatan manusia, yang dapat digali dan diteliti untuk dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari (Imani, 2005).

Berdasarkan uraian bahwa tawas dan kulit lidah buaya (*A. vera* L.) memiliki aktivitas antibakteri dan belum ada kajian kombinasi kedua bahan tersebut, maka penelitian Pengaruh Kombinasi Aluminium Kalium Sulfat dengan Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*A. vera* L.) sebagai Antiperspiran terhadap *Staphylococcus aureus* perlu dilakukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja senyawa metabolit sekunder ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dengan metode maserasi?
2. Bagaimana pengaruh formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) terbaik dalam menghambat *S. aureus*?
3. Bagaimana evaluasi mutu sediaan fisik formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui jenis senyawa metabolit sekunder dari ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dengan metode maserasi
2. Mengetahui pengaruh formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) terbaik dalam menghambat *S. aureus*

3. Mengetahui evaluasi mutu sediaan fisik formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.).

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

1. Ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder, yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, dan saponin, yang berperan sebagai agen antibakteri.
2. Formulasi antiperspiran yang mengombinasikan aluminium kalium sulfat dengan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) pada konsentrasi 50% terbukti menjadi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*
3. Formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) memiliki sifat fisik yang baik, yaitu pH yang sesuai, sediaan yang homogen, waktu mengering yang efisien, karakteristik organoleptik (warna, bau, dan tekstur) yang dapat diterima, serta tidak menimbulkan iritasi pada kulit.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

##### a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pengetahuan di bidang mikrobiologi, khususnya mengenai pemanfaatan kombinasi aluminium kalium sulfat dengan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) sebagai agen antibakteri terhadap *S. aureus*.

##### b. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk mengetahui lebih lanjut terkait aktivitas antibakteri dari senyawa aktif yang dihasilkan dari kombinasi kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan aluminium kalium sulfat untuk perawatan tubuh sekaligus menjadi solusi dalam mengolah limbah kulit lidah buaya (*A. vera* L.) menjadi produk yang bermanfaat bagi kesehatan juga memiliki nilai ekonomi.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lidah Buaya (*Aloe vera* L.)

Lidah buaya (*A. vera* L.) termasuk dalam keluarga lily dengan banyak spesies, namun hanya satu yang secara luas dimanfaatkan sebagai tanaman obat selama ribuan tahun. Sejarah penggunaannya telah diwariskan secara lisan selama sekitar 3.500 tahun dan berulang kali muncul dalam catatan sejarah karena khasiatnya. Referensi tertulis pertama mengenai lidah buaya ditemukan pada masa Mesir Kuno, di mana tanaman ini dibudidayakan dan digunakan untuk mengobati luka bakar, luka, serta infeksi. Cleopatra diketahui rutin memanfaatkan lidah buaya segar untuk menjaga kelembutan dan keremajaan kulitnya (Yulianto, 2012).

Berdasarkan Depkes RI (2008), tanaman lidah buaya (*A. vera* L.) memiliki klasifikasi ilmiah atau taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Angiosperma  
Kelas : Monocotyledoneae  
Suku : Liliaceae  
Marga : Aloe  
Jenis : *Aloe vera* L.

Lidah buaya merupakan tanaman yang tumbuh dan mampu beradaptasi pada wilayah kering, seperti di Asia, Amerika, dan Afrika. Pada musim kemarau, tanaman ini menutup stomata secara rapat guna meminimalkan kehilangan air pada daun. Menariknya, lidah buaya juga dapat bertahan hidup pada daerah dengan suhu rendah. Secara fisiologis, tanaman ini tergolong ke dalam kelompok *Crassulacean Acid Metabolism* (CAM) yang memiliki ketahanan terhadap kekeringan serta efisiensi tinggi dalam pemanfaatan air (Yulianto, 2012). Secara umum, lidah buaya dibudidayakan di pekarangan, baik sebagai tanaman obat maupun tanaman hias, dan mampu tumbuh optimal pada daerah dengan kondisi angin panas.

Terdapat lebih dari 350 spesies lidah buaya yang termasuk dalam famili *Liliaceae*, dan sebagian di antaranya telah mengalami proses persilangan. Di tingkat global, terdapat tiga spesies lidah buaya yang umum dibudidayakan untuk tujuan

komersial. Ketiga spesies tersebut adalah *Cape aloe* (*Aloe ferox* Miller), *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller), dan *Socotrine aloe* (*Aloe perry* Baker) (Hayati, 2009). Perbedaan karakteristik ketiga spesies utama tersebut disajikan pada Tabel 2.1. Di luar ketiga spesies tersebut, terdapat pula beragam varietas dan spesies lain yang umumnya dimanfaatkan sebagai tanaman hias atau memiliki karakteristik morfologi khusus, antara lain *Aloe marlothii*, *Aloe albiflora*, *Aloe bakeri*, *Aloe ballyi*, *Aloe nobilis*, *Aloe aristata* dan *Aloe barberae* (Kardinan & Ruhnyat, 2003).

Tabel 2.1 Karakteristik tiga jenis tanaman lidah buaya

No	Karakteristik	<i>Aloe ferox</i> Miller	<i>Aloe barbadensis</i> Miller	<i>Aloe perry</i> Baker
1	Bentuk daun	Berpangkal lebar	Berpangkal lebar (pelepah atas cembung)	Berpangkal lebar
2	Lebar daun	10-15 cm	6-13 cm	5-8 cm
3	Lapisan lilin daun	Padat	Padat	Tipis
4	Duri	Di pinggir dan bawah daun	Di pinggir daun	Di pinggir daun
5	Batang	Tampak jelas (> 3-5 meter)	Tidak tampak jelas	Tidak tampak jelas ( $\pm$ 0,5 meter)
6	Warna bunga	Jingga hingga merah gelap	Kuning	Merah terang
7	Tinggi bunga (mm)	35-40	25-30 (tinggi tungkai bunga)	25-30

Sumber : Hayati, 2009

Lidah buaya merupakan tanaman herba berdaun lebat dengan tinggi mencapai sekitar 1 meter. Daunnya panjang, tebal, berdaging, dan rapuh, berbentuk seperti tombak dengan ujung runcing dan bergerigi halus. Pangkal daun lidah buaya melekat pada batang dengan permukaan berbintik dan berwarna hijau. Daun memiliki lebar 2–6 cm, panjang sekitar 15–36 cm, serta ujung bergelombang, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.1. Bunganya tersusun dalam perbungaan majemuk yang berkelompok, dengan panjang tangkai sekitar 60–90 cm dan berwarna kuning kemerahan. Apabila daun yang tebal dan berdaging dikupas, akan tampak cairan kuning dengan rasa pahit pada bagian kulit, yang setelah diolah dikenal sebagai *aloes*. Sementara itu, bagian dalam daunnya menghasilkan gel

kental yang, setelah diproses, disebut '*aloe vera gel*'. Perbanyak lidah buaya dengan cara pemisahan anakan (Setiawan, 2008).



Gambar 2.1 Tanaman lidah buaya (*A. vera* L.) (Dewi, 2020)

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, pemanfaatan lidah buaya tidak lagi terbatas pada bahan pangan dan minuman kesehatan, tetapi telah berkembang hingga ke sektor industri farmasi dan kosmetik. Lidah buaya merupakan salah satu dari sepuluh komoditas tanaman terpopuler di dunia dan memiliki potensi signifikan sebagai tanaman obat dan sumber bahan baku industri. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), lebih dari 23 negara telah memanfaatkan tanaman ini sebagai bahan utama obat-obatan. Potensi tersebut didukung oleh kandungan berbagai senyawa aktif yang bermanfaat, antara lain enzim, asam amino, mineral, vitamin, polisakarida, serta komponen bioaktif lainnya yang memberikan efek positif terhadap kesehatan.

## 2.2 Kandungan dan Manfaat Lidah Buaya (*Aloe vera* L.)

Peningkatan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya gaya hidup sehat telah memengaruhi pola konsumsi pangan. Saat ini, konsumen cenderung memilih bahan pangan yang tidak hanya memiliki kandungan gizi tinggi dan cita rasa yang baik, tetapi juga memberikan manfaat fisiologis bagi tubuh. Di negara-negara maju, pertimbangan konsumen dalam memilih pangan tidak lagi terbatas pada nilai gizi dan rasa, melainkan juga pada dampaknya terhadap kesehatan fisik. Lidah buaya sendiri mengandung sekitar 95% air, sedangkan sisanya terdiri atas berbagai bahan aktif, seperti enzim, minyak atsiri, vitamin, mineral, asam amino, dan glikoprotein. Komposisi kandungan lidah buaya per 100 g disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komponen Bioaktif lidah buaya (*A. vera* L.) yang sudah teridentifikasi

<b>Komponen Bioaktif</b>	<b>Manfaat</b>
Lignin	Gel memiliki daya adsorpsi yang tinggi sehingga mudah terserap melalui mukosa atau permukaan kulit
Complex Anthraquinone	Berfungsi menurunkan aktivitas bakteri, menetralkan racun, serta berperan sebagai laksatif dan pereda nyeri
Saponin	Memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi sehingga gel mudah meresap ke dalam mukosa atau kulit
Acemannan	Memiliki aktivitas sebagai antivirus, antibakteri, dan antijamur, mampu merusak jaringan tumor, serta membantu memperkuat sistem imun tubuh
Salisilat	Berperan sebagai agen analgesik dan antiinflamasi
Enzim Bradykinase, Karboksipeptidase	Bersifat antiinflamasi dan antialergi, serta mampu meredakan rasa nyeri
Glukomannan, Mukopolisakarida	Bersifat imunomodulasi
Asam Amino	Berfungsi sebagai bahan penyusun yang penting perbaikan dan pertumbuhan jaringan, sekaligus berperan sebagai sumber energi. Lidah buaya ( <i>A. vera</i> L.) mengandung 20 jenis asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh
Mineral	Memiliki fungsi dalam memperkuat sistem pertahanan tubuh terhadap penyakit dan berinteraksi dengan vitamin guna menunjang kelancaran proses fisiologis
Aloctin A, Tennin	Berperan sebagai anti-inflamasi

Komponen Bioaktif	Manfaat
Asam folat, Vitamin A, B1, B2, B6, B12, C, E,	Komponen esensial yang berperan dalam mendukung fungsi tubuh agar tetap sehat dan bekerja secara normal

Sumber : Yulianto, 2012

Lidah buaya (*A. vera* L.) mengandung berbagai nutrisi esensial yang dibutuhkan tubuh, termasuk vitamin E, B6, C, B1, B12, A, B2, kolin, asam folat, dan inositol. Mineral yang terkandung di dalamnya meliputi magnesium (Mg), seng (Zn), kalsium (Ca), kromium (Cr), natrium (Na), besi (Fe), serta kalium (K). Meskipun gel lidah buaya sebagian besar terdiri dari air, ia juga mengandung komponen padat yang didominasi karbohidrat berupa monosakarida dan polisakarida. Kandungan nutrisi utama gel lidah buaya mencakup karbohidrat, vitamin, dan kalsium. Polisakarida pada gel ini sebagian besar merupakan glukomanan, dengan sedikit arabinan dan galaktan. Sementara itu, monosakaridanya terdiri dari D-glukosa, D-mannosa, arabinosa, galaktosa, dan xilosa.

Sejumlah studi sebelumnya telah mengevaluasi potensi antibakteri pada lidah buaya. Zahara (2022) melaporkan bahwa ekstrak etanol lidah buaya memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *P. acnes*, dengan nilai konsentrasi hambat minimum sebesar 12,5% dan konsentrasi bunuh minimum sebesar 25%. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Dewi dkk. (2019) menunjukkan bahwa gel daun lidah buaya pada konsentrasi 70% merupakan formulasi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*, dengan diameter zona hambat mencapai 12,81 mm. Hasil penelitian Kumala (2023) mengungkapkan bahwa ekstrak etanol lidah buaya pada konsentrasi 75% menghasilkan zona hambat terbesar terhadap *P. acnes*, yaitu 6,77 mm. Selanjutnya, Astuti (2024) melaporkan bahwa formula Kitosan–Nano Silver–*Aloe vera* dengan penambahan 25% lidah buaya memberikan diameter zona hambat tertinggi terhadap *S. aureus* sebesar 12,22 mm, pada pengujian dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Sulistyani dkk. (2016) melaporkan bahwa infusa daun lidah buaya pada konsentrasi 60% menghasilkan zona hambat sebesar 16,5 mm terhadap *E. coli*, 34 mm terhadap *Salmonella typhi*, dan 15 mm terhadap *S. aureus*. Penelitian lain oleh Apriani

(2021) menunjukkan bahwa getah lidah buaya pada konsentrasi 90% menghasilkan zona hambat terbesar terhadap *S. aureus*, dengan rata-rata 19,40 mm. Lebih lanjut, Permatasari dkk. (2020) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun lidah buaya berkorelasi positif dengan peningkatan diameter zona hambat terhadap *S. aureus*.

### 2.3 Aluminium Kalium Sulfat

Tawas atau kalium aluminium sulfat dengan rumus kimia  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  merupakan kristal padat yang tidak berwarna dan tidak berbau, namun berubah menjadi putih jika terkena udara (Gambar 2.2). Tawas berperan dalam memisahkan serta mengendapkan kotoran pada air dengan cara mengikat partikel-partikel hingga membentuk gumpalan yang kemudian mengendap di dasar. Bahan kimia ini bekerja dengan memperbesar ukuran koloid dalam air, sehingga partikel menjadi lebih besar, lebih berat, dan akhirnya mengendap. Waktu pengendapan menggunakan tawas berkisar sekitar 12 jam, lebih cepat dibandingkan penggunaan kapur. Selain itu, pencampuran tawas dengan air tidak menimbulkan warna putih keruh seperti yang terjadi saat menggunakan kapur (Nurrohman & Isworo, 2002).

Tawas diketahui bertindak sebagai antiperspiran. Antiperspiran menghilangkan bau badan dengan menghambat produksi keringat dari kelenjar apokrin di ketiak (Alzomor dkk., 2014). Tawas sering digunakan sebagai bahan dasar produk deodoran. Deodoran seringkali masih mengandung tawas di atas batas anjuran BPOM yaitu 20%. Beberapa produk deodoran yang tersedia secara komersial mengandung tawas hingga 35% (Wilyanti dkk., 2021).

Penggunaan tawas dengan konsentrasi lebih dari 1% menunjukkan efek bakterisidal. Mekanisme efek tersebut berkaitan dengan kemampuan tawas menyerap air dari dalam sel bakteri, yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya lisis pada dinding sel bakteri Gram positif (Nurrohman & Isworo, 2002). Mekanisme antimikroba tawas bekerja dengan mengubah permeabilitas membran sitoplasma melalui perusakan dinding sel, sehingga terjadi kebocoran isi sel dan terganggunya proses metabolisme bakteri (Shalli dkk., 2020).



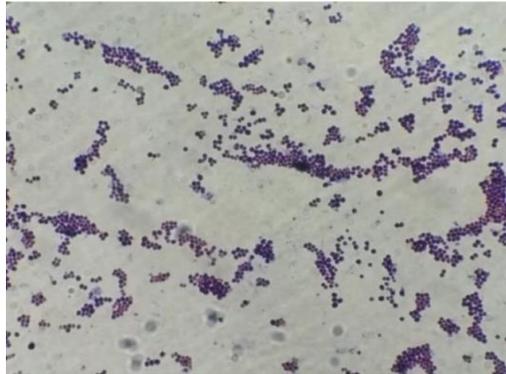
Gambar 2.2 Tawas (Makarim, 2022)

Berdasarkan penelitian Prasetya (2023), dengan menguji ekstrak daun anting-anting (*Acalypha indica* L.) dan aluminium kalium sulfat, menghasilkan rata-rata daya hambat terhadap *S. aureus* sebesar 19,70 mm. Penelitian Ali (2018), menunjukkan seluruh isolat percobaan sebesar 20% adalah MIC dan MBC kecuali *K. pneumoneae* 20% hanya MIC tetapi pada *C. albicans* 10% adalah MIC dan MBC dan pada *E. coli* 10% adalah hanya MIC. Pada *C. albicans* konsentrasi tawas 20% menghasilkan zona hambat 44 mm. Penelitian Al Husayni (2018), menunjukkan pada *Staphylococcus* sp. konsentrasi tawas 20% menghasilkan zona hambat 29,5 mm. Hal ini lebih baik dibandingkan meropenem dan amoxiclav sebesar 26.1 mm dan 20.2 mm. Penelitian Lase (2015), menunjukkan bahwa sediaan antiperspiran dengan konsentrasi tawas 20% merupakan formula terbaik karena memiliki stabilitas fisik yang baik, tidak menyebabkan iritasi, dan aman terhadap kain. ediaan ini menunjukkan efektivitas antiperspiran mencapai 9,26% dan mampu menghilangkan bau badan hingga durasi 9 jam.

#### 2.4 Bakteri *Staphylococcus aureus*.

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri anaerob fakultatif yang tumbuh optimal pada suhu 37 °C, namun pembentukan pigmennya lebih maksimal pada suhu kamar (20–25 °C). Koloni padat umumnya berwarna abu-abu hingga kuning keemasan, berbentuk bulat, halus, mengkilap, dan menonjol. Lebih dari 90% isolat klinis diketahui menghasilkan *S. aureus*. Bakteri ini memiliki kapsul atau lapisan polisakarida yang berperan penting dalam mekanisme virulensinya (Jawetz & Adelberg, 2008). Pada media agar, koloni berdiameter 1–2 mm, tampak buram, mengkilap, berbentuk cembung, dan bertekstur lunak. Sementara itu, pada media

agar darah, koloni cenderung berukuran lebih besar, dan beberapa spesies menunjukkan adanya zona hemolisis di sekitarnya (Syahrurahman dkk., 2010).



Gambar 2.3 *Staphylococcus aureus* (Hayati dkk., 2019)

*S. aureus* dapat menyebabkan bau badan dengan memproduksi asam lemak volatil rantai pendek dalam bentuk asam isovalerat (Lailiyah dkk., 2019). Berikut klasifikasi dari bakteri *S. aureus* (Tammi dkk., 2015) :

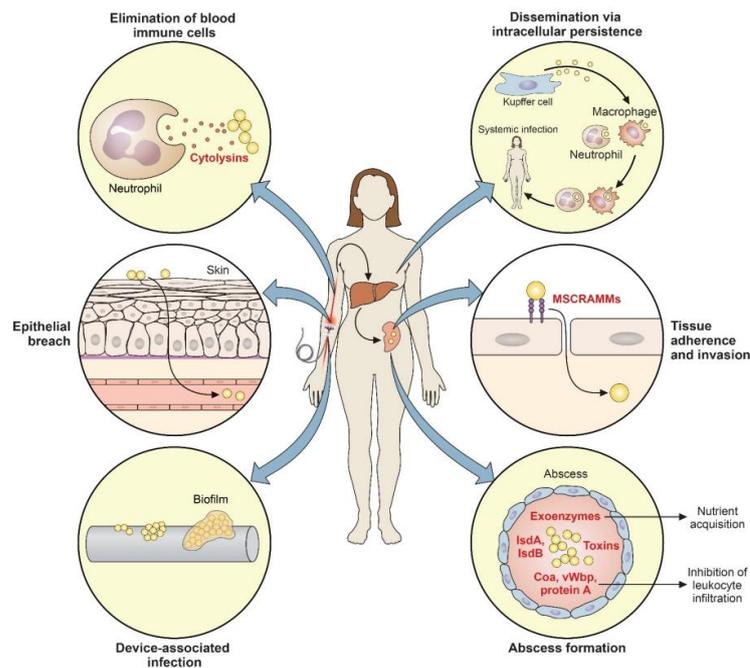
Kerajaan : Bacteria  
Filum : Firmicutes  
Kelas : Bacilli  
Ordo : Bacillales  
Famili : Staphylococcaceae  
Genus : Staphylococcus  
Spesies : *Staphylococcus aureus*.

*S. aureus*, salah satu bakteri Gram positif berbentuk bulat dengan ukuran diameter 0,7–1,2  $\mu\text{m}$ , membentuk koloni yang tersusun acak menyerupai gerombolan buah anggur (Gambar 2.3). Bakteri ini tergolong anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, serta tidak dilengkapi dengan struktur pergerakan. Di antara bakteri non-spora, *S. aureus* dikenal memiliki tingkat resistensi tinggi. Kultur pada lereng agar dapat bertahan selama beberapa bulan baik pada suhu kamar maupun di suhu dingin. Selain itu, bakteri ini mampu bertahan 6–14 minggu ketika berada pada kondisi kering di media seperti benang, kertas, kain, atau dalam nanah (Syahrurahman dkk., 2010).

#### 2.4.1 Patogenitas *Staphylococcus aureus*

Sebagian strain *S. aureus* secara alami merupakan bagian dari flora normal yang terdapat pada kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan manusia. Bakteri ini juga dapat ditemukan di udara serta di lingkungan sekitar. Strain *S. aureus* yang bersifat patogen memiliki karakteristik invasif, mampu memicu hemolisis, menghasilkan koagulase, dan memfermentasi manitol. Kolonisasi *S. aureus* pada folikel rambut dapat mengakibatkan nekrosis pada jaringan lokal (Jawetz & Adelberg, 2008).

Infeksi sistemik umumnya berawal ketika bakteri berhasil menembus pertahanan alami kulit atau menyebar dari biofilm yang terbentuk pada alat medis yang dipasang di tubuh. Saat memasuki aliran darah, bakteri mampu menghancurkan atau menonaktifkan sel imun seperti neutrofil melalui racun sitolitik, atau bersembunyi di dalam sel-sel tersebut untuk mencapai penyebaran ke seluruh tubuh. Dalam perjalanannya menuju hati, bakteri akan berhadapan dengan fagositosis oleh sel Kupffer, yang menjadi salah satu penghalang infeksi lanjutan. Apabila tahap ini berhasil dilalui, bakteri dapat terus menyebar melalui sirkulasi darah dan menempel pada jaringan target serta menyerangnya dengan bantuan protein permukaan jenis MSCRAMM. Pembentukan abses berikutnya dipengaruhi oleh banyak faktor bakteri yang berbeda yang mencakup protein permukaan tertentu, racun, dan eksoenzim. Tahapan infeksi sistemik dari *S. aureus* tertera pada Gambar 2.4.

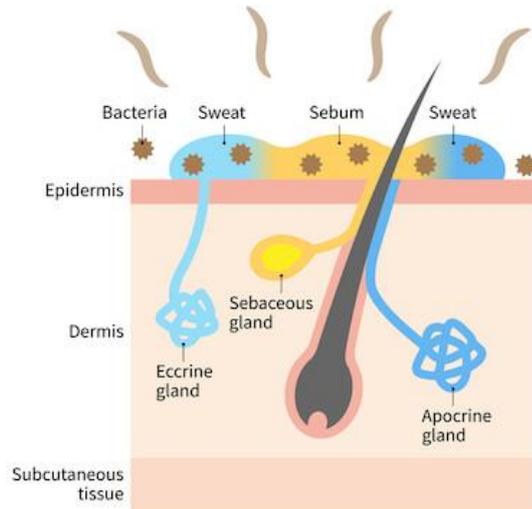


Gambar 2.4 Tahapan infeksi sistemik bakteri *S. aureus* (Cheung dkk., 2021)

Racun yang dihasilkan oleh *S. aureus* (*staphylococcal enterotoxin*, dan *exfoliatin*) memungkinkan mikroorganisme ini menyerang jaringan dan tetap berada di area yang terinfeksi untuk jangka waktu lama, sehingga menyebabkan infeksi kulit ringan (Bowersox, 2007). Fibrin akan membentuk gumpalan di sekitar area lesi dan pembuluh limfatik, menciptakan dinding yang membatasi area nekrosis. Selanjutnya, sel-sel inflamasi bergerak menuju lokasi tersebut, jaringan nekrotik di bagian tengah lesi mengalami pelarutan, dan cairan abses akan mengalir ke arah dengan hambatan paling rendah. Setelah cairan tersebut keluar, area tersebut akan terisi jaringan granulasi yang kemudian berproses menuju penyembuhan (Syahrurahman dkk., 2010). Selain itu, *S. aureus* juga dapat menimbulkan berbagai sindrom infeksi, termasuk infeksi pada kulit.

Infeksi kulit akibat *S. aureus* dapat terjadi pada kondisi hangat dan lembap, maupun pada area kulit terbuka yang diakibatkan oleh eksim, luka pascaoperasi, atau pemasangan infus (Gillespie & Bamford, 2008). Penularan juga dapat berlangsung melalui kontaminasi langsung pada luka, seperti pada kasus infeksi stafilokokus pasca operasi atau trauma. Apabila bakteri menyebar hingga menimbulkan bakteremia, dapat terjadi komplikasi serius, antara lain endokarditis, osteomielitis hematogen akut, meningitis, serta infeksi paru-paru. *S. aureus*

memiliki kemampuan untuk menginfeksi hampir seluruh jaringan atau organ dalam tubuh, sehingga memicu gejala khas berupa peradangan, nekrosis, dan pembentukan abses. Pada rongga mulut, *S. aureus* merupakan penyebab peradangan terbanyak kedua setelah *Streptococcus alpha*, dengan manifestasi klinis meliputi gondongan, selulitis, stomatitis angularis, dan abses periodontal (Najlah, 2010).

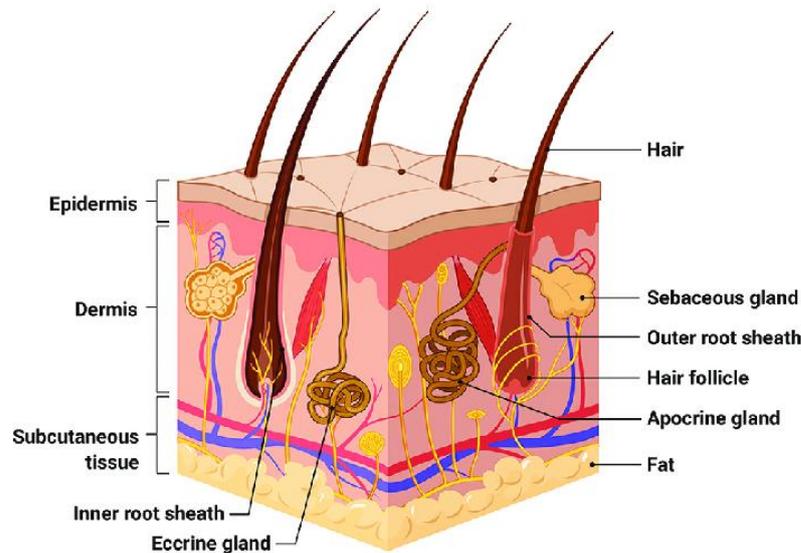


Gambar 2.5 Skema kelenjar keringat di kulit (Khanna, 2021)

Komposisi mikrobiota kulit dapat bervariasi antarindividu maupun antarbagian tubuh pada inang yang sama; terkadang ketiak kiri dapat memiliki mikroflora yang sangat berbeda dibandingkan dengan ketiak kanan. *S. aureus* merupakan salah satu bakteri kulit yang menghasilkan bau badan (Khanna, 2021). Salah satu kelenjar apokrin (Gambar 2.5) di daerah ketiak mengandung beberapa protein dan gula yang dapat diurai oleh bakteri sehingga menghasilkan bau seperti amonia (Setiawan & Suling, 2018). Mekanisme terbentuknya bau badan oleh *S. aureus* terjadi melalui konversi asam amino alifatik menjadi asam lemak volatil rantai pendek (C4–C5), dengan produk utama berupa asam isovalerat yang memiliki aroma menyengat (Lailiyah dkk., 2019). Asam isovalerat yang dihasilkan oleh bakteri ini sangat berbau dan berkontribusi signifikan pada pembentukan bau badan.

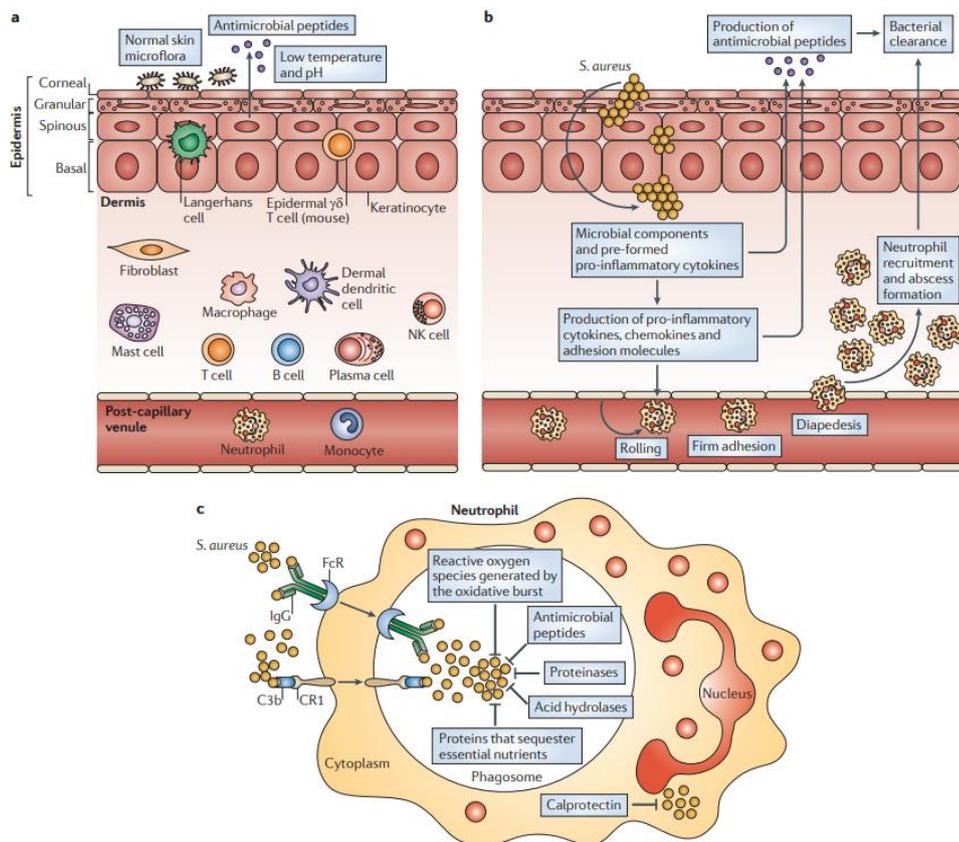
## 2.5 Kulit

Kulit merupakan organ terbesar dan paling tampak pada tubuh manusia, berfungsi sebagai penghalang terhadap pengaruh lingkungan sekaligus mencerminkan kondisi kesehatan individu. Struktur kulit tersusun atas jaringan epitel yang sensitif, elastis, dan kompleks, dengan variasi dalam warna maupun jenis. Karakteristik kulit dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis kelamin, ras, usia, dan iklim (Haerani dkk., 2018). Secara anatomi, kulit manusia terdiri atas tiga kompartemen utama, yaitu epidermis, dermis, dan subkutis (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Struktur kulit (Chu dkk., 2021)

Epidermis merupakan lapisan kulit terluar yang tersusun atas epitel skuamosa, didominasi oleh keratinosit dan melanosit. Lapisan ini mengandung serat kolagen serta sejumlah kecil serat elastis (Widowati & Rinata, 2020). Di bawah epidermis terdapat dermis, atau korium, yang berada tepat di atas jaringan subkutan. Dermis terdiri dari dua lapisan utama, yaitu lapisan papiler yang didominasi oleh jaringan ikat padat, dan lapisan retikuler yang terdiri dari jaringan ikat longgar. Lapisan retikuler ini berfungsi sebagai lokasi bagi pembuluh darah, serabut saraf, folikel rambut, kelenjar keringat, serta kelenjar sebacea (Sunarto dkk., 2019). Di bawah dermis, terdapat jaringan subkutan yang merupakan lapisan terdalam, yang mengandung pembuluh darah, pembuluh limfa, dan serabut saraf yang posisinya sejajar dengan permukaan kulit. Jaringan ini berfungsi sebagai isolator panas, pelindung terhadap trauma, dan cadangan energi (Sunarto dkk., 2019).



Gambar 2.7 Anatomi respon kulit terhadap *S. aureus*; (a) Respon awal kulit terhadap *S. aureus* (b) Aktivasi respon imun dan rekrutmen sel inflamasi (c) Aktivitas fagositik neutrofil terhadap *S. aureus* (Miller & Cho, 2011)

Mekanisme infeksi *S. aureus* dan respon imun kulit dapat dilihat pada Gambar 2.7. Kulit normal memiliki mekanisme imun bawaan konstitutif, termasuk penghalang epidermis, mikroflora kulit normal, peptida antimikroba, serta suhu dan pH rendah. Mekanisme ini membantu mencegah infeksi oleh mikroorganisme patogen dari lingkungan. Selama *S. aureus* menginfeksi kulit, pelindung epidermis diterobos dan keratinosit dan sel imun kulit yang tinggal (seperti sel Langerhans,  $\gamma\delta$  sel T, sel dendritik, makrofag, fibroblas, sel mast, sel B dan T, sel plasma dan sel pembunuh alami (NK) di dermis) menghasilkan sitokin pro-inflamasi, kemokin dan molekul adhesi. Molekul-molekul ini mendorong perekrutan neutrofil dari aliran darah, yang membantu mengendalikan infeksi dengan membentuk abses. Pembentukan abses neutrofil merupakan ciri khas bakteri *S. aureus* (yang biasanya ditandai sebagai infeksi piogenik) dan diperlukan untuk pembersihan bakteri. Sitokin pro-inflamasi juga menginduksi produksi peptida antimikroba (seperti  $\beta$ -

defensin dan cathelicidin) yang memiliki aktivitas bakteriostatik atau bakterisidal terhadap bakteri *S. aureus* (Miller & Cho, 2011).

Neutrofil memfagositosis bakteri yang di opsonisasi menggunakan reseptor Fc dan komplemen. Setelah penyerapan ini ke dalam fagosom, ada beberapa mekanisme yang mendorong pembunuhan bakteri. Pertama adalah ledakan oksidatif, yang menghasilkan spesies oksigen reaktif (seperti  $O_2$ ,  $H_2O_2$  dan HOCL.) melalui NADPH oksidase dan myeloperoxidase.. Spesies ini dapat membunuh bakteri secara langsung tetapi juga menghasilkan muatan dalam membran fagosit untuk mendorong pembunuhan enzimatik. Kedua, fagosom mengandung peptida antimikroba (seperti cathelicidin, lisozim, azurosidin dan  $\alpha$ -defensin), yang memiliki aktivitas mikrobisida langsung. Ketiga, proteinase (seperti cathepsin G, elastase neutrofil, gelatinase, kolagenase neutrofil dan proteinase 3) dan hidrolase asam mendegradasi komponen bakteri. Terakhir, protein yang menyerap nutrisi penting membatasi pertumbuhan bakteri; protein tersebut meliputi laktoferin (yang mengikat zat besi dan tembaga), transkobalamin II (yang mengikat vitamin B12) dan gelatinase neutrofil. lipocalin terkait (NGAL; yang mengikat siderofor bakteri, mencegah ekstraksi zat besi). Jika bakteri *S. aureus* memasuki sitoplasma neutrofil, terdapat banyak kalprotektin, yang mengikat  $Mn^{2+}$  dan  $Zn^{2+}$  untuk menghambat bakteri pertumbuhan. C3b, komponen pelengkap C3b; CR1, reseptor pelengkap tipe 1 (Miller & Cho, 2011).

## 2.6 Antibakteri

Agen antimikroba merupakan zat yang mampu membunuh bakteri pada fase vegetatifnya (Pelczar & Chan, 1988). Antibiotik adalah sekelompok agen antimikroba yang menghambat pertumbuhan bakteri dan secara khusus digunakan untuk mengobati infeksi. Senyawa antibakteri adalah senyawa yang memiliki kemampuan untuk merusak atau melisiskan dinding sel bakteri, sehingga mengakibatkan kematian bakteri tersebut (Kurniawan dkk., 2021). Berdasarkan mekanisme kerjanya, agen antibakteri dibagi menjadi dua kategori: bakteriostatik, yang menekan atau menghentikan pertumbuhan bakteri, dan bakterisida, yang membunuh bakteri. Beberapa senyawa antimikroba diketahui memiliki sifat ganda, yaitu bakteriostatik pada konsentrasi rendah dan bakterisida pada konsentrasi tinggi

(Gani, 2007). Mekanisme kerja antibakteri meliputi penghambatan sintesis dinding sel, perubahan permeabilitas membran, modifikasi struktur asam nukleat, penghambatan aktivitas enzim, serta penghambatan sintesis asam nukleat dan protein (Sunanti, 2007). Kekuatan aktivitas antibakteri dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter zona hambat, yaitu kategori lemah ( $\leq 5$  mm), sedang (6–10 mm), kuat (11–20 mm), dan sangat kuat ( $\geq 21$  mm) (Fachriyah & Hidayat, 2020).

### 2.6.1 Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antimikroba bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan suatu senyawa dalam menghambat atau membunuh bakteri, mengukur kadar zat antimikroba pada cairan tubuh atau jaringan, serta menentukan tingkat sensitivitas bakteri terhadap antibiotik pada konsentrasi tertentu (Jawetz & Adelberg, 2001). Uji aktivitas antimikroba untuk mengetahui kerentanan bakteri patogen dapat dilakukan dengan dua metode:

#### a. Metode dilusi

Metode pengenceran memiliki keunggulan dalam memperkirakan konsentrasi senyawa uji yang terdapat dalam suspensi agar maupun kaldu, sehingga sering digunakan untuk menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM). Pada teknik pengenceran agar, medium yang telah diinokulasi dengan organisme uji dicampur secara merata dengan sampel uji. Selanjutnya, pertumbuhan mikroorganisme diamati dan dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberi perlakuan menggunakan sampel. Proses ini dilakukan kembali pada berbagai tingkat pengenceran untuk menentukan tingkat pengenceran tertinggi yang masih mampu menghambat pertumbuhan mikroba (Rahman & Nurhayati, 2010). Pada metode pengenceran tabung, sejumlah konsentrasi sampel uji dicampurkan dengan suspensi bakteri dalam tabung reaksi, dan konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba ditetapkan sebagai KHM. Sementara itu, metode mikrodilusi cair dilakukan dengan menumbuhkan mikroorganisme pada sumur mikrotiter yang berisi berbagai konsentrasi senyawa uji, di mana pertumbuhan mikroba ditandai dengan terbentuknya kekeruhan pada sumur (Choma, 2005).

b. Metode difusi

Prinsip metode difusi didasarkan pada kemampuan senyawa antimikroba untuk berdifusi ke dalam media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Beberapa teknik yang termasuk dalam metode ini antara lain uji Kirby-Bauer (*disk diffusion*), teknik *ditch plate*, uji E, pelat gradien, dan *cup plate* (Pratiwi, 2008). Di antara berbagai teknik tersebut, metode difusi cakram atau uji Kirby-Bauer merupakan yang paling umum digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri. Dalam prosedur ini, koloni bakteri uji berumur 24 jam pertama-tama disuspensikan dalam 0,5 ml media cair, kemudian diinkubasi selama 5–8 jam. Setelah itu, suspensi diencerkan dengan air suling steril hingga mencapai tingkat kekeruhan sesuai standar McFarland, yang setara dengan konsentrasi  $10^8$  CFU/ml. Suspensi bakteri kemudian diratakan secara merata pada permukaan agar menggunakan batang L. Selanjutnya, cakram kertas berisi senyawa antimikroba ditempatkan pada permukaan agar dan diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat di sekitar cakram kertas (Lorian, 1980).

Selain metode Kirby-Bauer, aktivitas antibakteri juga dapat diuji menggunakan metode sumur (*well diffusion*). Dalam metode ini, suspensi bakteri uji disebarakan secara merata pada permukaan media agar. Setelah itu, dibuat lubang dengan diameter tertentu pada media tersebut, kemudian diisi dengan larutan yang mengandung senyawa antibakteri. Media selanjutnya diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Aktivitas antibakteri ditentukan berdasarkan terbentuknya zona hambat di sekitar lubang (sumur) pada media (Lorian, 1980). Zona hambat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu zona hambat sempurna, apabila area di sekitar sumur benar-benar bebas dari koloni bakteri, dan zona hambat parsial, apabila masih terdapat pertumbuhan bakteri pada area tersebut. Zona hambat parsial dapat ditandai dengan keberadaan koloni yang resisten atau terbentuknya zona yang belum sempurna di sekitar sumur maupun cakram yang mengandung senyawa uji (Lorian, 1980).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Januari 2025 hingga April 2025. Pengambilan sampel lidah buaya (*A. vera* L.) dilakukan di perkebunan lidah buaya yang berlokasi di Depok. Identifikasi tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran. Proses pembuatan ekstrak serta pengujian sifat fisik sediaan dilaksanakan di Laboratorium Ekologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung, sedangkan pengujian aktivitas antibakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya; blender, timbangan analitik, *beaker glass*, termometer, *rotary evaporator*, oven, corong kaca, batang pengaduk, autoklaf, gelas ukur, tabung reaksi, bunsen, mikroskop, botol semprot, ose, spatula, kaca objek, mikropipet, *hot plate*, *magnetic stirrer*, cawan petri, pipet tetes, jangka sorong, spektrofotometer, inkubator, *vortex*, *laminar air flow*. Fungsi dari masing-masing alat dapat dilihat di Lampiran 2.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu kulit lidah buaya (*A. vera* L.), aluminium kalium sulfat (tawas), biakan murni bakteri *S. aureus* yang didapatkan dari PT Agritama Sinergi Inovasi (AGAVI), gliserin, propilen glikol, aquades, antibiotik penisilin, deodoran komersial, etanol 96%, media *Mueller Hinton Agar* (MHA), spirtus, pH universal, tip mikropipet, asam klorida (HCl), asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), besi (III) klorida (FeCl<sub>3</sub>), asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), reagen Liebermann Burchard, reagen Wagner, reagen Dragendorff, reagen Mayer, *aluminium foil*, kertas saring, natrium klorida (NaCl), plastik tahan panas, kapas, kasa, karet, plastik *wrap*, dan *cotton bud steril*. Fungsi dari masing-masing bahan dapat dilihat di Lampiran 3.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pendekatan eksperimental. Pada tahap pertama, dilakukan uji aktivitas antibakteri terhadap formulasi deodoran semprot yang merupakan kombinasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan tawas. Rancangan penelitian terdiri atas 9 kelompok perlakuan, meliputi 5 kelompok perlakuan utama serta empat kelompok kontrol, yaitu kontrol positif antibiotik (penisilin), kontrol positif produk deodoran komersial, kontrol negatif bahan dasar formula, dan kontrol negatif berupa akuades (Tabel 3.1). Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh satu konsentrasi ekstrak lidah buaya (*A. vera* L.) terbaik yang selanjutnya digunakan untuk uji sifat fisik. Penelitian ini melibatkan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah konsentrasi ekstrak lidah buaya (*A. vera* L.), sedangkan variabel terikat meliputi konsentrasi aluminium kalium sulfat dan bahan dasar formula.

Jumlah pengulangan tiap kelompok ditentukan berdasarkan rumus Federer (Hanafiah, 2004) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}(n-1)(k-1) &\geq 15 && (3.1) \\(n-1)(9-1) &\geq 15 \\(n-1)8 &\geq 15 \\8n - 8 &\geq 15 \\8n &\geq 23 \\n &\geq 2,875 \text{ (dibulatkan menjadi 3)}\end{aligned}$$

Keterangan:

k = jumlah kelompok perlakuan (9)

n = banyaknya pengulangan

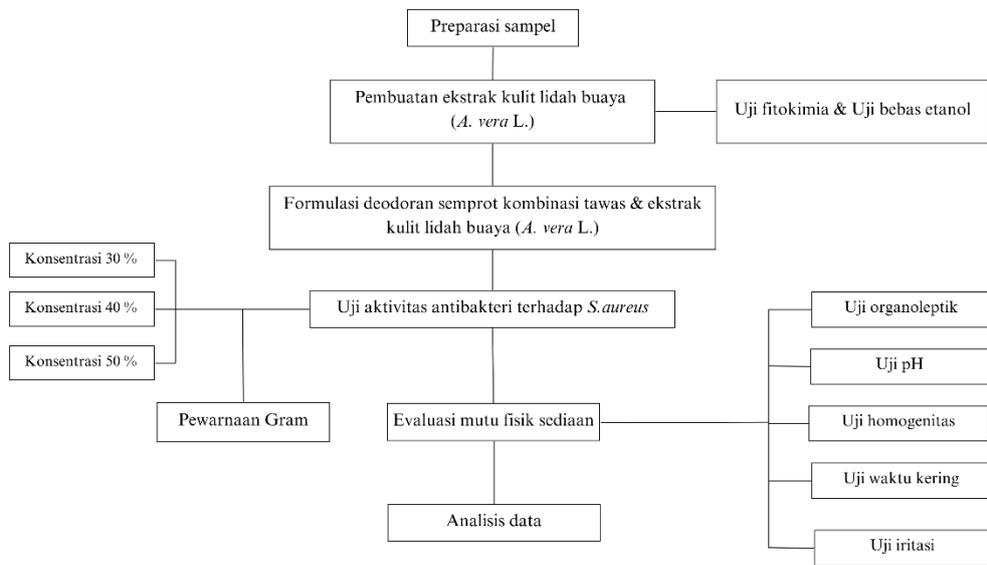
Tabel 3.1 Rancangan perlakuan antibakteri kombinasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan aluminium kalium sulfat (tawas)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
L30	L30-1	L30-2	L30-3
L40	L40-1	L40-2	L40-3
L50	L50-1	L50-2	L50-3
L100	L100-1	L100-2	L100-3
T100	T100-1	T100-2	T100-3
K+PK	K+PK-1	K+PK-2	K+PK-3
K+P	K+P-1	K+P-2	K+P-3
K-BD	K-BD-1	K-BD-2	K-BD-3
K <sup>-</sup>	K-1	K-2	K-3

Keterangan:

- L30 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 30% + tawas 10% + bahan dasar formula  
 L40 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 40% + tawas 10% + bahan dasar formula  
 L50 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 50% + tawas 10% + bahan dasar formula  
 L100 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 100%  
 T100 : Konsentrasi tawas 100%  
 K+PK : Kontrol produk komersial  
 K+P : Kontrol positif (Penisilin)  
 K-BD : Kontrol bahan dasar formula  
 K<sup>-</sup> : Kontrol negatif (Aquadest)

Penelitian diawali dengan proses preparasi dan ekstraksi sampel kulit lidah buaya (*A. vera* L.), kemudian dilanjutkan dengan pengujian bebas etanol, uji fitokimia, serta uji aktivitas antibakteri pada formulasi deodoran semprot yang mengombinasikan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan tawas. Konsentrasi ekstrak yang menunjukkan hasil terbaik selanjutnya digunakan untuk pengujian sifat fisik sediaan deodoran semprot, meliputi uji organoleptik, pH, homogenitas, waktu pengeringan, dan uji iritasi. Seluruh data hasil pengujian dianalisis secara sistematis. Alur pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Prosedur Pembuatan Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*A. vera L.*)

Pemilihan lidah buaya dilakukan berdasarkan tingkat kematangan, yang ditandai dengan warna daun hijau tanpa perubahan warna menjadi kuning, serta bebas dari cacat fisik seperti patah atau bercak pada permukaan daun. Lidah buaya yang dipilih berusia lebih dari 3 tahun. Lidah buaya (*A. vera L.*) yang berumur 3 tahun dilaporkan merupakan usia optimal untuk digunakan sebagai obat. Menurut Hes dkk. (2019), pemanenan daun lidah buaya (*A. vera L.*) sebaiknya dilakukan setelah tanaman berusia tiga tahun, karena pada umur tersebut kandungan senyawa bioaktifnya berada pada tingkat paling tinggi. Dalam penelitian ini, lidah buaya diperoleh dari perkebunan yang berlokasi di Depok

Setelah sampel dipastikan, langkah berikutnya adalah membersihkan pelepah lidah buaya (*A. vera L.*) kemudian melakukan sortasi basah. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran, bahan asing, serta bagian tanaman lain yang tidak diperlukan dari bahan simplisia (Pangondian dkk., 2023). Hasil sortasi basah dapat dilihat pada Lampiran 4.a. Pelepah lidah buaya (*A. vera L.*) selanjutnya diproses untuk mendapatkan simplisia. Tahap awal untuk mendapatkan simplisia kulit lidah

buaya (*A. vera* L.) adalah mengeluarkan daging lidah buaya (*A. vera* L.) hasil sortiran basah (Lampiran 4.b) dan melakukan proses pengeringan dengan tujuan mengurangi kadar air dalam daun agar simplisia dapat diawetkan selama penyimpanan dan mencegah terjadinya reaksi enzimatik yang berpotensi merusak simplisia tersebut (Utomo dkk., (2009).

Proses pengeringan dilakukan menggunakan oven. Perbedaan utama antara pengeringan dengan oven dan sinar matahari terletak pada kontrol suhu, waktu pengeringan, dan dampaknya terhadap kualitas bahan yang dikeringkan (Fahmi dkk., 2019). Hasil penelitian Elvionita (2022) mengungkap bahwa proses pengeringan daun kersen menggunakan oven menghasilkan kadar flavonoid yang lebih tinggi, yakni sebesar 7,099% b/b, dibandingkan dengan metode pengeringan di bawah sinar matahari langsung yang hanya menghasilkan 1,838% b/b.

Sebanyak 3 kg kulit lidah buaya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50 °C selama 48 jam. Menurut Rachmawan (2001), pengeringan pada suhu di bawah 45 °C berpotensi memicu pertumbuhan mikroba, sedangkan suhu di atas 75 °C dapat menurunkan kandungan metabolit sekunder dalam bahan organik. Berdasarkan pertimbangan tersebut, suhu pengeringan yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 50 °C yang menghasilkan simplisia kering kulit lidah buaya (*A. vera* L.) pada Lampiran 4.c. Simplisia kering kulit lidah buaya (*A. vera* L.) selanjutnya dihaluskan (Lampiran 4.d) menggunakan blender yang bertujuan untuk meningkatkan kontak antara pelarut dan sampel, sehingga proses ekstraksi metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel dapat berlangsung lebih optimal (Triyanti dkk., 2024). Selanjutnya, simplisia kulit lidah buaya (*A. vera* L.) yang telah dihaluskan diekstraksi dengan metode maserasi.

Sebanyak 244 g simplisia dimasukkan ke dalam bejana maserasi, kemudian ditambahkan etanol 96% sebanyak 732 ml dengan perbandingan 1:3. Bejana ditutup rapat dan disimpan selama empat hari tanpa paparan sinar matahari. Pergantian pelarut dilakukan setiap 24 jam disertai pengadukan. Setelah proses maserasi selesai, campuran disaring menggunakan kertas saring, dan maserat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dengan kecepatan 120 rpm hingga dihasilkan ekstrak kental. Kemudian rendemen yang dihasilkan dihitung untuk mengetahui jumlah ekstrak dan kandungan zat aktif yang diperoleh

menggunakan rumus berdasarkan (Laut dkk, 2020) di bawah ini.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Bobot ekstrak kental}}{\text{Bobot awal simplisia}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

% Rendemen : Persentase hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi

Bobot ekstrak kental : Jumlah berat ekstrak kental yang diperoleh dari proses ekstraksi (g)

Bobot awal simplisia : Jumlah berat simplisia yang digunakan untuk ekstraksi (g)

### 3.4.2 Uji Bebas Etanol

Uji bebas etanol dilakukan untuk mengetahui apakah suatu ekstrak masih mengandung etanol. Prosedur pengujian diawali dengan memasukkan 1 g ekstrak pekat ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan masing-masing 2 tetes asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), lalu dipanaskan. Ekstrak dinyatakan bebas etanol apabila tidak tercium aroma khas ester etanol

### 3.4.3 Uji Fitokimia

Skrining fitokimia merupakan tahap awal dalam mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam simplisia. Berikut adalah metode uji fitokimia ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.):

#### a. Flavonoid

Sebanyak 1 g ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 tetes asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 2 N dan dikocok secara intensif. Keberadaan flavonoid dalam sampel ditunjukkan oleh perubahan warna larutan yang mencolok, dari hijau muda menjadi kuning, merah, atau coklat (Mailuhu dkk., 2021).

#### b. Tanin

Uji tanin dilakukan dengan mengambil 1 g ekstrak, kemudian menambahkan 20 ml aquades. Campuran tersebut dipanaskan dan disaring untuk memperoleh filtrat. Filtrat yang dihasilkan kemudian ditetesi larutan  $\text{FeCl}_3$  1% sebanyak 2–3 tetes. Adanya warna coklat kehijauan atau biru kehitaman menandakan hasil uji positif (Tukiran dkk., 2014).

c. Saponin

Uji saponin dilakukan dengan menimbang 1 g ekstrak, kemudian menambahkan 10 ml air suling dan memanaskannya. Larutan yang diperoleh dikocok, lalu dibiarkan selama 15 menit. Keberadaan saponin ditunjukkan oleh terbentuknya busa stabil pada permukaan larutan (Tukiran dkk., 2014).

d. Steroid

Uji terpenoid dilakukan dengan memasukkan 1 g ekstrak ke dalam tabung reaksi, kemudian menambahkan 2 ml reagen Liebermann–Burchard dan membiarkannya mengering. Selanjutnya, ditambahkan 2 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Perubahan warna menjadi merah atau kuning menandakan hasil positif untuk terpenoid, sedangkan perubahan warna menjadi hijau menunjukkan hasil positif untuk steroid (Pudiarifanti & Jon, 2022).

e. Alkaloid

Uji alkaloid dilakukan dengan menimbang 0,5 g ekstrak, kemudian menambahkan 1 ml HCl 2 N dan 9 ml akuades. Campuran dipanaskan di atas penangas air selama 2 menit, lalu disaring. Filtrat yang diperoleh dibagi ke dalam tiga tabung reaksi, masing-masing berisi 0,5 ml. Setiap tabung diberi pereaksi berbeda, yakni Mayer, Wagner, dan Dragendorff. Hasil positif alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya endapan cokelat kemerahan pada uji Wagner, endapan putih pada uji Mayer, serta endapan merah atau jingga pada uji Dragendorff (Mustikasari & Ariyani, 2010). Penggunaan tiga reagen (Dragendorff, Mayer, dan Wagner) dalam uji alkaloid bertujuan meningkatkan akurasi deteksi, karena masing-masing memiliki kemampuan berbeda dalam membentuk endapan dengan garam alkaloid (Lestari dkk., 2024). Menurut Prayoga dkk. (2019) sampel dikatakan positif mengandung alkaloid jika menunjukkan pembentukan endapan pada minimal dua dari tiga reagen.

### 3.4.4 Uji Sifat Fisik Sediaan Deodoran Semprot Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*A. vera* L.) dan Aluminium Kalium Sulfat (Tawas)

Uji sifat fisik sediaan deodoran semprot ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan Aluminium kalium sulfat meliputi 5 tahap pengujian yaitu; uji organoleptik, uji pH, uji homogenitas, uji waktu kering, dan uji iritasi

#### a. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati warna, tekstur, dan aroma dari sediaan yang telah diformulasikan. Deodoran semprot disiapkan dalam dua formula, yaitu blanko dan formula dengan konsentrasi terbaik. Sampel disimpan pada suhu ruang 15–30 °C, kemudian diamati setiap minggu selama 8 minggu atau 60 hari. Seluruh hasil pengamatan dicatat pada lembar uji organoleptik (Wilyanti dkk., 2021).

#### b. Uji pH

Pengujian pH sediaan dilakukan menggunakan indikator pH universal. Kertas indikator dicelupkan ke dalam sediaan, kemudian diamati perubahan warna yang terjadi. Warna tersebut selanjutnya dibandingkan dengan skala warna standar untuk menentukan nilai pH (Wilyanti dkk., 2021).

#### c. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan dua metode, yaitu pengamatan secara langsung dengan mata telanjang dan pemeriksaan menggunakan mikroskop. Menurut Endarti (2004), uji ini bertujuan menilai keseragaman distribusi zat dalam sediaan. Umumnya, sampel dibuat sebagai preparat dan diamati di bawah mikroskop untuk menentukan tingkat kehomogenannya. Semakin tinggi tingkat homogenitas, semakin baik kualitas sediaan tersebut (Endarti dkk., 2004). Pada pengujian ini, deodoran semprot dituangkan ke dalam gelas beaker, kemudian diamati di bawah sinar matahari dengan latar belakang hitam untuk melihat keberadaan partikel (Afifah dkk., 2022).

#### d. Uji Waktu Kering

Pengujian waktu kering dilakukan dengan menyemprotkan sediaan pada bagian bawah lengan, kemudian menghitung durasi yang dibutuhkan hingga cairan tersebut benar-benar mengering (Nurlaela & Fitriansyah, 2016).

e. Uji Iritasi

Pengujian iritasi dilakukan dengan melibatkan 30 responden sukarela. Deodoran semprot diaplikasikan pada bagian bawah lengan sebanyak satu kali semprotan, lalu dibiarkan selama 15 menit. Apabila muncul reaksi atau tanda iritasi pada kulit, hal tersebut dicatat pada lembar pengamatan uji iritasi. Keterangan hasil uji meliputi: (-) tidak ada reaksi atau iritasi, (+) kulit memerah, (++) kulit memerah disertai rasa gatal, dan (+++) kulit mengalami pembengkakan (Wilyanti dkk., 2021).

### 3.4.5 Pembuatan Formulasi Uji

Pembuatan formula deodoran semprot menggunakan 4 bahan campuran yaitu ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.), aluminium kalium sulfat (tawas), gliserin, dan propilen glikol. Volume dicukupkan dengan aquades hingga 8 ml. Semua bahan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan. Tawas dilarutkan dengan aquades hingga homogen. Kemudian ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.), propilen glikol dan gliserin ditambahkan sesuai formulasi dan dimasukkan ke dalam botol semprot. Sediaan deodoran semprot dilakukan uji aktivitas terhadap *S. aureus* dan uji sifat fisik. Formulasi deodoran semprot ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dan aluminium kalium sulfat (tawas) dapat dilihat dalam Tabel 3.2. yang memodifikasi dari Mulyono dkk. (2023).

Tabel 3.2 Formulasi kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak lidah buaya (*A. vera* L.)

Bahan	Fungsi	Formula Sediaan			
		Kontrol BD	L30	L40	L50
Ekstrak lidah buaya ( <i>A. vera</i> L.) (g)	Zat aktif	-	30%	40%	50%
Aluminium kalium sulfat (g)	Zat aktif	-	10%	10%	10%
Gliserin (ml)	Pelarut	3%	3%	3%	3%
Propilen glikol (ml)	Humektan	5%	5%	5%	5%
Aquades (ml)	Pelarut	hingga 100	hingga 100	hingga 100	hingga 100

### 3.4.6 Pengujian Aktivitas Antibakteri

#### a. Pembuatan Media *Mueller Hinton Agar* (MHA)

Sebanyak 19 g media MHA ditimbang dan dilarutkan dalam 500 ml aquades, kemudian dipanaskan hingga mendidih. Larutan tersebut disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 25 menit, lalu didinginkan hingga mencapai suhu sekitar 40 °C. Setelah itu, media dituangkan ke dalam cawan petri steril (Nofita dkk, 2021).

#### b. Peremajaan Bakteri Uji

Peremajaan bakteri pada media MHA dilakukan dengan menggoreskan *S. aureus* menggunakan ose jarum, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam (Yusriana & Dewi, 2014).

#### c. Pewarnaan Gram

Uji pewarnaan Gram dilakukan untuk mengidentifikasi apakah bakteri tergolong Gram positif atau Gram negatif. Prosedurnya dimulai dengan menyemprot kaca objek menggunakan etanol 70% hingga permukaannya bebas minyak, lalu meneteskan dua tetes aquades steril. Biakan murni bakteri berumur 24 jam diambil secara aseptis menggunakan jarum ose, kemudian disuspensikan ke dalam aquades steril di atas kaca objek. Suspensi difiksasi dengan melewati kaca objek di atas api bunsen hingga kering. Selanjutnya, preparat ditetesi larutan kristal violet sebanyak 2–3 tetes dan dibiarkan selama 1 menit, lalu dibilas dengan air mengalir dan dikeringkan. Setelah itu, larutan iodine ditetesi selama 1 menit, diikuti dengan penambahan alkohol selama 30 detik atau hingga warna hilang, kemudian dibilas dan dikeringkan kembali. Preparat kemudian diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 1000x menggunakan minyak emersi. Bakteri Gram positif akan tampak berwarna ungu, sedangkan Gram negatif akan terlihat berwarna merah (Waluyo, 2008).

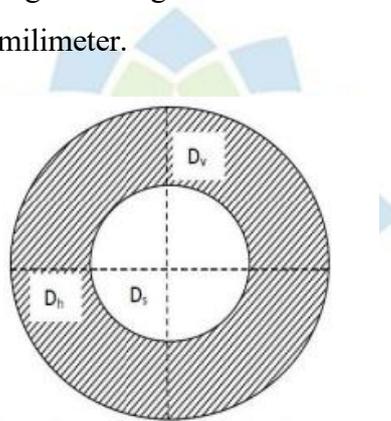
#### d. Suspensi Bakteri Uji

Pembuatan suspensi bakteri dilakukan dengan mengambil satu ose biakan bakteri, kemudian memasukkannya ke dalam tabung reaksi berisi 10 ml larutan NaCl fisiologis 0,85%. Suspensi dihomogenkan menggunakan *vortex*, lalu disesuaikan dengan standar McFarland, di mana nilai absorbansi untuk standar *McFarland* 0,5

berkisar antara 0,08–0,10 pada panjang gelombang 600–625 nm (McFarland, 2012).

e. Pengujian Aktivitas Antibakteri dengan Metode Sumuran

Uji aktivitas antibakteri terhadap formula sediaan deodoran semprot dilakukan dengan metode difusi sumuran menggunakan ujung pipet kaca steril dengan diameter 5 mm. Sumuran yang telah dibuat dengan jarak 2 cm dari tepi cawan dan jarak antar sumur yaitu 3 cm serta kedalamannya 4 mm yang diisi 9 jenis perlakuan (L30, L40, L50, L100, T100, K+Penisilin, K+Produk Komersial, K-Bahan Dasar, dan K-Aquades) sebanyak 20 µL. Selanjutnya cawan petri diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam (Jayaprakash & Nagarajan, 2016). Zona hambat yang muncul dihitung diameternya menggunakan jangka sorong berdasarkan Gambar 3.2. Diameter zona hambat diukur dalam satuan milimeter.



Gambar 3.2 Pengukuran diameter zona hambat

Keterangan :

$D_v$  = Diameter vertikal

$D_h$  = Diameter horizontal

$D_s$  = Diameter cakram

$$\text{Diameter Zona Hambat} = \frac{(D_v - D_s) + (D_h - D_s)}{2} \quad (3.3)$$

Diameter zona hambat yang dihasilkan selanjutnya dikategorikan sebagai kekuatan daya antibakteri berdasarkan penggolongan Davis & Stout (1971).

Tabel 3.3 Kategori zona hambat

Kategori	Zona Hambat
Lemah	< 5 mm
Sedang	5–10 mm
Kuat	> 10–20 mm
Sangat Kuat	> 20–30 mm

### 3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu analisis deskriptif dan analisis statistik. Analisis deskriptif mencakup pengamatan dan pencatatan karakteristik fisik sediaan, meliputi uji organoleptik, pH, homogenitas, waktu kering, serta uji iritasi. Hasilnya disajikan dalam bentuk tabel, dijelaskan secara naratif, dan dibandingkan dengan referensi literatur.

Sementara itu, analisis statistik dilakukan menggunakan program SPSS versi 29 untuk mengolah data uji aktivitas antibakteri. Uji normalitas menggunakan metode Shapiro–Wilk, kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan *Levene's test*. Apabila data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, maka digunakan uji parametrik *One-Way ANOVA*. Namun, jika homogenitas tidak terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik Kruskal–Wallis untuk membandingkan rata-rata antar kelompok, diikuti uji lanjutan *Post Hoc Mann–Whitney* guna menentukan kelompok yang memiliki perbedaan signifikan (Sutanto, 2021).



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) dengan Metode Maserasi

Penelitian ini mengevaluasi potensi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) sebagai antibakteri yang dihasilkan melalui proses ekstraksi. Tahapan awal dalam proses ekstraksi adalah determinasi tanaman. Proses tersebut melibatkan identifikasi tanaman secara tepat melalui pemeriksaan di lembaga resmi, guna memastikan bahwa tanaman yang diperoleh sesuai dengan spesies yang diinginkan dan bebas dari kontaminasi atau kesalahan identifikasi (Tika, 2017). Determinasi tanaman pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Padjajaran dengan hasil yang tertera pada No.499/LBM/IT/II/2025 menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan adalah lidah buaya (*Aloe vera* (L.) Burm. f. (Lampiran 5). Morfologi dan klasifikasi dari lidah buaya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lidah buaya (*Aloe vera* (L.) Burm. f.

Setelah memastikan sampel yang digunakan, tahapan selanjutnya adalah melakukan ekstraksi dengan metode maserasi terhadap bagian tumbuhan yang telah ditentukan. Melalui proses ini, diperoleh ekstrak kental kulit lidah buaya (*A. vera* L.) berwarna hijau kehitaman dan beraroma khas kulit lidah buaya (*A. vera* L.) (Tabel 4.1). Warna hijau kehitaman pada ekstrak kulit lidah buaya disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa fenolik, tanin, dan antrakuinon yang mudah

teroksidasi menjadi pigmen gelap selama proses ekstraksi, terutama dengan bantuan enzim seperti polifenol oksidase. Selain itu, penggunaan etanol 96% sebagai pelarut dapat melarutkan senyawa non-polar tersebut secara maksimal, sehingga memperkuat intensitas warna gelap pada ekstrak (Eshun & He, 2004; Hamman, 2008).

Tabel 4.1 juga menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan adalah sebesar 15,78% yang dikategorikan baik. Sebagaimana dinyatakan oleh Wardaningrum dkk. (2019) bahwa rendemen yang baik apabila nilainya  $\geq 10\%$ . Hasil penelitian ini menghasilkan nilai rendemen yang lebih besar dibandingkan penelitian Sutrisno (2023) dimana, nilai rendemen ekstrak kulit lidah buaya adalah 9,40% yang diperoleh dengan metode sokletasi menggunakan pelarut etanol 70% selama 6 jam. Metode sokletasi adalah teknik ekstraksi kontinu dengan alat khusus yang memanaskan pelarut secara berulang untuk mengekstraksi senyawa aktif secara optimal tanpa mengganti pelarut (Hadian, 2017). Meski efisien, metode ini membutuhkan waktu lama dan suhu tinggi, yang dapat merusak senyawa termolabil. Sebaliknya, maserasi dengan etanol 96% pada suhu ruang seperti dalam penelitian ini lebih mampu menjaga stabilitas senyawa bioaktif dan meningkatkan rendemen.

Tabel 4.1 Rendemen ekstrak kulit lidah buaya (*Aloe vera* L.) menggunakan metode maserasi

Berat Kering (g)	Ekstrak Kental (g)	Rendemen (%)	Deskripsi
244	38,52	15,78	Ekstrak kental berwarna hijau kehitaman beraroma kulit lidah buaya ( <i>A. vera</i> L.) yang khas
			

Nilai rendemen dihitung untuk mengetahui banyaknya senyawa metabolit yang berhasil di ekstrak selama proses ekstraksi (Hasnaeni dkk., 2019). Harborne (1987) juga menyatakan bahwa semakin banyak senyawa aktif ditunjukkan dengan semakin besar rendemen yang dihasilkan. Oleh karena itu, diharapkan ekstrak kental dengan nilai rendemen yang baik memiliki kandungan senyawa aktif yang tinggi sehingga berdampak positif pada pengujian antibakteri.

Metode maserasi pada proses ekstraksi fitokimia kulit lidah buaya (*A. vera* L.) didasarkan pada prinsip ekstraksi dingin. Dalam penelitian ini, proses maserasi simplisia kulit lidah buaya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis pelarut, proses pengadukan, lama maserasi, serta tahap remaserasi. Pemilihan pelarut menjadi faktor penting karena pelarut harus mampu menarik senyawa fitokimia dari simplisia yang digunakan (Arifianti dkk., 2014). Penentuan jenis pelarut mengacu pada prinsip “*like dissolves like*,” yaitu senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar, sedangkan senyawa polar larut dalam pelarut polar (Khotimah, 2016). Dalam penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah etanol, yang bersifat polar.

Etanol 96% dipilih sebagai pelarut karena lebih efektif dalam mengekstrak senyawa bioaktif yang bersifat non-polar dan semi-polar, seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid, yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri (Azwanida, 2015). Etanol 96% memiliki kemampuan denaturasi protein dan pelarutan lipid membran yang lebih kuat dibandingkan etanol 70%, karena kandungan etanol yang lebih tinggi memungkinkan penetrasi yang lebih efektif ke dalam membran sel bakteri. Konsentrasi etanol yang tinggi menyebabkan disrupsi integritas membran sitoplasma bakteri melalui ekstraksi fosfolipid dan kerusakan protein membran, yang berujung pada kebocoran isi sel dan kematian sel bakteri (McDonnell & Russell, 1999). Oleh karena itu, penggunaan etanol 96% tidak hanya meningkatkan efisiensi ekstraksi senyawa aktif, tetapi juga memperkuat efek antibakteri dari ekstrak yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dkk. (2021), menunjukkan bahwa ekstrak kitolod (*Isotoma longiflora*) dengan pelarut etanol 96% memiliki rendemen paling tinggi (5,092%) 7 pelarut etil asetat (3,304%), dan n-heksan (2,316%). Menurut Astutik dkk. (2021), penggunaan pelarut etanol 96%

pada ekstraksi buah pari-joto (*Medinilla speciosa*) menghasilkan rendemen sebesar 34,84%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan etanol 70% yang hanya menghasilkan rendemen 22,40%.

Waktu maserasi merupakan faktor kedua yang mempengaruhi hasil rendemen pada penelitian ini. Hal tersebut karena waktu ekstraksi mempengaruhi lamanya kontak antara sampel dan pelarut. Istiqomah (2013) menyatakan bahwa semakin lama waktu perendaman, semakin banyak komponen senyawa yang dapat terekstraksi, tergantung pada jenis pelarut yang digunakan. Setelah proses maserasi selama 24 jam, penelitian dilanjutkan dengan tahap remaserasi. Menurut Anjaswati dkk. (2021), remaserasi dilakukan dengan menambahkan pelarut baru pada sisa simplisia (residu) untuk memaksimalkan penyarian senyawa aktif yang masih tersisa. Hasil penelitian Ningsih dkk. (2020) menunjukkan bahwa ekstraksi rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) menggunakan metode remaserasi menghasilkan rendemen tertinggi, yakni 23,3%, sedangkan metode maserasi hanya menghasilkan 22%. Sementara itu, penelitian Pebrian dkk. (2021) melaporkan bahwa rendemen ekstrak kulit pisang nangka dari metode maserasi sebesar 5,21%, sedangkan dengan metode remaserasi mencapai 5,64%. Filtrat hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C dengan kecepatan 120 rpm hingga diperoleh ekstrak kental.

Tabel 4.2 Hasil uji bebas etanol ekstrak kulit lidah buaya (*Aloe vera* L.)

Ekstrak kulit lidah buaya ( <i>A. vera</i> L.)	Hasil
	Tidak tercium bau ester

Ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) yang dihasilkan selanjutnya dilakukan pengujian bebas etanol. Uji bebas etanol dilakukan untuk mengetahui masih ada atau tidaknya etanol yang terkandung dalam ekstrak (Tivani dkk., 2021). Validasi bebas etanol ini menjadi penting dalam menginterpretasikan hasil penelitian sehingga memastikan bahwa efek yang diamati merupakan karakteristik intrinsik

dari ekstrak yang digunakan. Uji bebas etanol dilakukan dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) lalu ditambah dengan CH<sub>3</sub>COOH dan dipanaskan. CH<sub>3</sub>COOH berfungsi sebagai sumber asam karboksilat yang akan bereaksi dengan etanol jika etanol masih ada dalam ekstrak sedangkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berperan sebagai katalisator yang mempercepat reaksi esterifikasi antara etanol dan asam asetat, sehingga terbentuk etil asetat (ester) yang memiliki bau khas (Rufaidah dkk., 2021). Menurut Tivani dkk. (2021), suatu ekstrak dinyatakan bebas etanol apabila tidak tercium bau ester khas etanol. Berdasarkan data pada Tabel 4.2, ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) tidak mengeluarkan aroma ester, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak tersebut tidak mengandung etanol. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Indrawati dkk. (2022), yang menyatakan bahwa ekstrak kulit lidah buaya telah bebas etanol, ditandai dengan tidak terdeteksinya bau khas ester, sehingga layak digunakan untuk tahap penelitian berikutnya. Ekstrak yang telah dipastikan bebas etanol kemudian diuji secara fitokimia untuk mengidentifikasi keberadaan berbagai golongan senyawa metabolit sekunder.

Skrining fitokimia merupakan prosedur yang bertujuan untuk mendeteksi keberadaan metabolit sekunder dalam bahan alam, sehingga memberikan informasi tentang profil fitokimianya (Saputri, 2022). Teknik ini dapat dilakukan dengan pendekatan kualitatif, semi-kuantitatif, atau kuantitatif, tergantung pada fokus dan tujuan penelitian. Metode kualitatif biasanya mengidentifikasi senyawa melalui reaksi spesifik yang ditandai dengan perubahan warna setelah penambahan reagen tertentu. Dalam penelitian ini, uji skrining fitokimia difokuskan pada lima jenis senyawa: flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan steroid/terpenoid.

Tabel 4.3 Skrining fitokimia ekstrak kulit lidah buaya (*Aloe vera* L.)

Senyawa	Hasil Positif	Dokumentasi Ekstrak Kulit Lidah Buaya	Dokumentasi Formula Antiperspiran
1. Flavonoid	Merah mencolok (Mailuhu dkk., 2021)	 Merah (+)	 Coklat tua (-)
2. Alkaloid			

Senyawa	Hasil Positif	Dokumentasi Ekstrak Kulit Lidah Buaya	Dokumentasi Formula Antiperspiran
a. Reagen Wagner	Coklat kemerahan (Mustikasari & Ariyani, 2010)	 Coklat kemerahan (+)	 Kuning tak ada endapan (-)
b. Reagen Mayer	Endapan putih (Mustikasari & Ariyani, 2010)	 Endapan putih (+)	 Kuning tak ada endapan (-)
c. Reagen Dragendorff	Endapan merah/jingga (Mustikasari & Ariyani, 2010)	 Endapan jingga (+)	 Jingga tak ada endapan (-)
3. Tanin	Coklat kehijauan/Biru kehitaman (Tukiran dkk., 2014)	 Coklat kehijauan (+)	 Coklat tua (+)
4. Saponin	Buih stabil selama 15 menit (Tukiran dkk., 2014)	 Buih stabil lebih dari 15 menit (+)	 Kuning tak ada buih yang muncul (-)
5. Steroid/ Terpenoid	Terpenoid = Merah/Kuning  Steroid = Hijau (Pudiarifanti & Jon, 2022)	 Merah pekat (+Terpenoid)	 Merah kecoklatan (+Terpenoid)

Hasil skrining fitokimia ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dapat dilihat pada Tabel 4.3. Uji terhadap golongan senyawa flavonoid menunjukkan hasil positif, ditandai dengan munculnya warna merah setelah penambahan  $H_2SO_4$  dan pengocokan kuat. Menurut Aliwu (2020), terbentuknya warna merah bata atau coklat kehitaman mengindikasikan keberadaan flavonoid dengan struktur yang lebih kompleks. Perubahan warna ini terjadi akibat reaksi oksidasi-reduksi antara senyawa flavonoid dan  $H_2SO_4$  yang membentuk senyawa kompleks berwarna khas.

Golongan senyawa kedua yaitu alkaloid yang menunjukkan hasil positif setelah direaksikan dengan ketiga reagen, yaitu Wagner, Mayer dan Dragendorff. Pada uji Wagner menghasilkan warna coklat kemerahan, uji Mayer menghasilkan endapan putih dan uji Dragendorff menghasilkan endapan jingga. Alkaloid dikenal memiliki struktur kimia yang dapat berinteraksi dengan berbagai reagen kimia. Reaksi ini sering melibatkan pembentukan kompleks antara alkaloid dan ion logam dari reagen, yang mengakibatkan perubahan warna atau pembentukan endapan (Tjandra dkk., 2020). Kulit lidah buaya diketahui mengandung beberapa jenis alkaloid, terutama alkaloid aromatik dan pseudo-alkaloid seperti aloin dan emodin. Untuk mendeteksi keberadaan senyawa-senyawa tersebut, digunakan tiga jenis reagen yaitu Mayer, Wagner, dan Dragendorff. Reagen Mayer lebih selektif terhadap alkaloid tersier, Wagner efektif untuk alkaloid aromatik, dan Dragendorff bersifat paling sensitif terhadap berbagai jenis alkaloid. Penggunaan ketiga reagen secara bersamaan memungkinkan identifikasi alkaloid yang lebih menyeluruh dalam ekstrak kulit lidah buaya (Harborne, 1987; Prabhu dkk., 2014; Kumari & Chandra, 2011).

Golongan senyawa ketiga yaitu tanin yang menunjukkan warna coklat pada sampel setelah direaksikan dengan logam  $FeCl_3$  1%. Terjadinya perubahan warna pada sampel setelah penambahan  $FeCl_3$  menandakan keberadaan senyawa fenolik yang mengalami oksidasi. Reaksi kimia tanin melibatkan gugus fenol yang dapat membentuk kompleks dengan ion logam atau berinteraksi dengan protein sehingga menghasilkan perubahan warna atau endapan (Mabruroh, 2015).

Golongan senyawa keempat yaitu saponin yang diketahui dengan munculnya buih yang stabil selama 15 menit. Saponin terdiri dari dua komponen utama: aglikon (bagian non-polar) dan karbohidrat (bagian polar). Struktur ini

memungkinkan saponin untuk berinteraksi dengan air dan lipid, sehingga dapat membentuk busa (Putri dkk., 2023).

Kelompok senyawa kelima adalah terpenoid. Identifikasi senyawa ini ditandai dengan munculnya warna merah tua, yang dihasilkan melalui reaksi oksidasi terpenoid, yang menghasilkan pembentukan gugus kromofor yang terdiri dari karbon tak jenuh terkonjugasi. Mekanisme ini terjadi ketika gugus hidroksil dalam terpenoid mengalami asetilasi oleh anhidrida asetat, diikuti oleh eliminasi gugus asetil dan atom hidrogen, yang pada akhirnya menghasilkan ikatan rangkap terkonjugasi (Siadi, 2012).

Berdasarkan Tabel 4.3, ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) terdeteksi positif mengandung lima golongan senyawa, yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid. Keberhasilan ekstraksi kelima golongan fitokimia ini sangat dipengaruhi oleh kesesuaian polaritas antara senyawa target dan pelarut yang digunakan. Prinsip “*like dissolves like*” menyatakan bahwa senyawa nonpolar akan larut dalam pelarut nonpolar, sedangkan senyawa polar akan larut dalam pelarut polar (Dayan, 2019). Flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin tergolong sebagai senyawa polar, sementara terpenoid merupakan senyawa nonpolar yang tetap dapat diekstraksi menggunakan pelarut polar seperti etanol (Dahmoune dkk., 2015; Oleszek & Marston, 2002). Hasil serupa dilaporkan oleh Indrawati dkk. (2022), yang menemukan bahwa kulit lidah buaya mengandung flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Penelitian lain oleh Sofia dkk. (2023) juga mengidentifikasi adanya alkaloid, flavonoid, dan tanin pada bagian kulit tanaman tersebut. Oleh karena itu, penggunaan etanol sebagai pelarut memungkinkan proses ekstraksi senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, serta terpenoid dari kulit lidah buaya (*A. vera* L.).

Skrining fitokimia juga dilakukan pada formula antiperspiran yang terdiri dari kombinasi aluminium kalium sulfat (tawas) dan ekstrak kulit kayu lidah buaya (*A. vera* L.) untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis produk. Berdasarkan data pada Tabel 4.3, hasil positif terdeteksi untuk kandungan tanin dan terpenoid. Temuan ini menunjukkan bahwa kedua senyawa tersebut tetap stabil dalam formulasi produk. Hal ini diduga karena senyawa tanin & terpenoid memiliki struktur kimia yang relatif stabil terhadap proses formulasi seperti pemanasan, pencampuran dengan bahan tambahan, serta paparan ion logam

dari tawas (Dai & Mumper, 2010). Sifat lipofilik dari terpenoid dan tanin juga memungkinkan senyawa ini tetap aktif dan terlarut secara stabil dalam fase minyak pada sistem emulsi krim, yang mendukung peranannya dalam aktivitas biologis seperti antimikroba (Nurani dkk., 2024). Senyawa seperti flavonoid, alkaloid, dan saponin kemungkinan berada dalam konsentrasi rendah dalam kulit lidah buaya, sehingga setelah proses pengolahan dan pencampuran, jumlahnya tidak mencukupi untuk terdeteksi secara kualitatif oleh reagen (Harborne, 1998). Selain itu, beberapa bahan pelarut atau aditif dalam formula, seperti gliserin atau propilen glikol, dapat menyebabkan interferensi terhadap reaksi deteksi, sehingga menurunkan sensitivitas uji terhadap senyawa-senyawa tersebut (Wink, 2015).

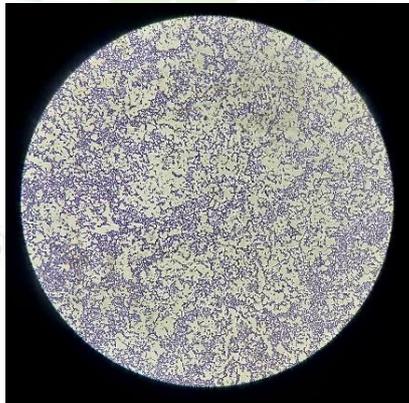
Ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk tanin yang berfungsi sebagai astringen dan antibakteri melalui pengendapan protein serta penghambatan enzim bakteri (Cowan, 1999), serta steroid yang dapat meningkatkan permeabilitas membran mikroorganisme hingga menyebabkan lisis sel (Harborne, 1998). Stabilitas dan keberlangsungan aktivitas kedua senyawa ini dalam formulasi menunjukkan potensi besar dari kombinasi tersebut sebagai bahan aktif dalam produk yang berbasis bahan alami.

#### **4.2 Uji Antibakteri Formula Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) terhadap *Staphylococcus aureus***

Pengujian aktivitas antibakteri dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode difusi sumuran, yaitu teknik yang melibatkan pembuatan lubang (sumur) pada media agar yang telah diinokulasi dengan mikroba uji (Retnaningsih dkk., 2019). Prayoga (2013) melaporkan bahwa metode ini menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan metode difusi cakram pada ekstrak daun sirih hijau, dengan selisih rata-rata sebesar 9,4 mm. Temuan serupa disampaikan oleh Rahmah dkk. (2024), yang menunjukkan bahwa rata-rata zona hambat pada metode difusi sumuran lebih besar 0,32 mm dibandingkan metode difusi cakram. Perbedaan tersebut disebabkan oleh difusi sampel uji yang lebih merata dan efisien pada metode sumuran, sehingga meningkatkan efektivitas penghambatan pertumbuhan bakteri (Nurhayati dkk., 2020). Berdasarkan pertimbangan ini, metode difusi

sumuran dipilih untuk mengevaluasi potensi antibakteri ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*.

*S. aureus* merupakan patogen penyebab berbagai infeksi pada manusia, baik infeksi kulit ringan hingga infeksi sistemik yang dapat mengancam jiwa (Otto, 2014). Prevalensi dan kemampuan *S. aureus* dalam mengembangkan resistensi terhadap berbagai antibiotik menjadikannya model yang penting untuk studi aktivitas antibakteri senyawa baru (Sluzhbe, 2023). *S. aureus* paling sering menyerang kulit dan jaringan lunak, yang dapat menyebabkan infeksi kulit yang umumnya terjadi di area lembab seperti ketiak, kulit kepala, dan daerah dengan luka atau iritasi (Mayo Clinic, 2022). Sebelum dilakukan uji aktivitas antibakteri, verifikasi identitas *S. aureus* merupakan langkah penting. Tujuan verifikasi ini adalah untuk mengkonfirmasi karakteristik morfologi dari dinding sel bakteri yang digunakan sehingga memastikan bahwa isolat yang diuji sesuai dengan deskripsi *S. aureus* yaitu sebagai bakteri Gram positif berbentuk kokus yang tersusun dalam kelompok (Cappuccino & Sherman, 2014). Oleh karena itu, verifikasi *S. aureus* dilakukan melalui metode pewarnaan Gram.



Gambar 4.2 Pewarnaan Gram *Staphylococcus aureus* dengan perbesaran 40x

Pewarnaan Gram adalah teknik pewarnaan diferensial yang digunakan untuk mengklasifikasikan bakteri menjadi dua kelompok utama, Gram positif dan Gram negatif, berdasarkan perbedaan komposisi dan struktur dinding sel. Proses ini melibatkan serangkaian langkah pewarnaan menggunakan kristal violet sebagai pewarna utama, larutan lugol (iodin) sebagai fiksatif, larutan alkohol sebagai agen pemucat, dan safranin sebagai pewarna tandingan (Susanto, 2016). Prosedur pewarnaan Gram dimulai dengan aplikasi kristal violet sebagai pewarna primer yang mewarnai dinding sel bakteri. Penambahan lugol (iodin) berfungsi untuk

membentuk kompleks kristal violet-iodin yang lebih stabil. Selanjutnya, dekolorisasi dengan alkohol yang dapat melarutkan lapisan lipid membran luar bakteri Gram negatif sehingga menyebabkan hilangnya kompleks warna primer. Pada bakteri Gram positif, dinding peptidoglikan yang tebal mampu mempertahankan kompleks warna, sehingga tetap berwarna ungu. Sebaliknya, pemberian safranin sebagai pewarna sekunder akan mewarnai bakteri Gram negatif menjadi merah muda, sedangkan Gram positif tidak berubah warna (Wille dkk., 2017). Berdasarkan Gambar 4.2, sel bakteri *S. aureus* tampak berwarna ungu dengan bentuk kokus yang berkelompok tidak beraturan menyerupai buah anggur, sehingga digolongkan sebagai Gram positif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ramadani dkk. (2023), yang juga menunjukkan bahwa *S. aureus* memiliki bentuk kokus berkelompok menyerupai anggur dan berwarna ungu. Isolat *S. aureus* yang telah terverifikasi kemudian digunakan untuk uji aktivitas antibakteri.

Formulasi deodoran semprot pada penelitian ini meliputi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dengan berbagai konsentrasi ditambah dengan aluminium kalium sulfat (tawas), gliserin, propilen glikol dan aquades (Lampiran 9). Penambahan bahan dasar (basis) pada formula deodoran semprot bertujuan untuk mengurangi bau badan dan keringat berlebih sambil menjaga kenyamanan pada kulit. Aluminium kalium sulfat (tawas) berperan sebagai agen antibakteri dan ion aluminium juga dapat menyebabkan penyempitan pori-pori keringat sehingga dapat mengurangi produksi keringat berlebih (antiperspiran) (Schmidleithner dkk., (2019) dan Boyce & Pittet (2002). Gliserin berfungsi sebagai humektan yang dapat meningkatkan hidrasi pada kulit dan mencegah kekeringan yang mungkin disebabkan oleh kandungan aluminium dalam formula (Lodén, 2005). Fluhr dkk. (2008) juga menyatakan bahwa gliserin membantu mempertahankan kelembaban lapisan stratum korneum, menjaga elastisitas dan kenyamanan kulit. Bahan lainnya adalah propilen glikol yang juga berfungsi sebagai humektan dan pelarut yang membantu melarutkan bahan-bahan aktif dan memastikan distribusi yang merata dalam produk (Johnson dkk., 1999). Selain itu, sifat humektan propilen glikol berkontribusi dalam menjaga kelembaban kulit setelah aplikasi (Araviiskaia & Dréno, 2016). Sementara itu, aquades digunakan sebagai pelarut seluruh bahan-bahan formula deodoran semprot (Mulyono, 2023). Aktivitas antibakteri formulasi

antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) ditunjukkan pada Gambar 4.3. dan Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji aktivitas antibakteri formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.)

Perlakuan	Rata-Rata Zona Hambat (mm) $\pm$ SD	Kategori
L30	7,07 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	Sedang
L40	7,75 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup>	Sedang
L50	8,38 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>	Sedang
L100	3,31 $\pm$ 0,35 <sup>c</sup>	Lemah
T100	12,40 $\pm$ 0,04 <sup>d</sup>	Kuat
K+PK	9,44 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	Sedang
K+P	4,63 $\pm$ 0,31 <sup>e</sup>	Lemah
K-BD	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>f</sup>	-
K-	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>f</sup>	-

Keterangan:

L30 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 30% + tawas 10% + bahan dasar formula

L40 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 40% + tawas 10% + bahan dasar formula

L50 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 50% + tawas 10% + bahan dasar formula

L100 : Konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya 100%

T100 : Konsentrasi tawas 100%

K+PK : Kontrol produk komersial

K+P : Kontrol positif (Penisilin)

K-BD : Kontrol bahan dasar formula

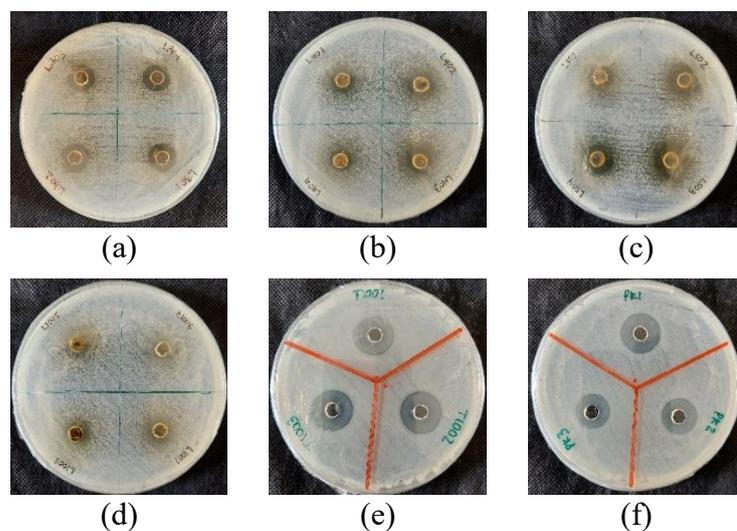
K<sup>-</sup> : Kontrol negatif (Aquades)

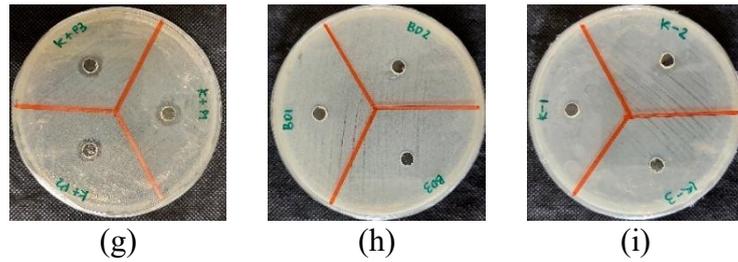
Nilai pada tabel menunjukkan rata-rata  $\pm$  standar deviasi, huruf berbeda pada kolom menunjukkan perbedaan nyata secara statistik ( $\alpha = 0,05$ )

Berdasarkan Tabel 4.4, ketiga formula antiperspiran yang merupakan kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) menghasilkan zona hambat dengan variasi ukuran, namun seluruhnya termasuk dalam kategori sedang. Analisis statistik pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS versi 29. Uji normalitas Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data memiliki distribusi normal ( $p > 0,05$ ) (Lampiran 10). Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas *Levene's* yang menghasilkan nilai  $p > 0,05$ , sehingga data dinyatakan tidak homogen (Lampiran 11). Berdasarkan hasil tersebut, analisis dilanjutkan menggunakan uji Kruskal–Wallis untuk mengidentifikasi adanya perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan. Hasil uji Kruskal–Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar perlakuan

(Asymp. Sig > 0,05), kecuali pada perlakuan L40, L50, dan K+PK yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan (Tabel 4.4 dan Lampiran 12).

Tabel 4.4 juga menunjukkan bahwa perlakuan L50 merupakan formula terbaik dengan zona hambat terbesar yaitu 8,38 mm yang tergolong dalam kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) menghasilkan zona hambat yang semakin meningkat pula. Hasil penelitian tersebut lebih baik dari penelitian terdahulu. Penelitian Manurung (2020) melaporkan bahwa ekstrak etanol lidah buaya dengan konsentrasi 60%, 80%, dan 100% mampu menghasilkan zona hambat terhadap *S. aureus* masing-masing sebesar 6,5 mm, 6,8 mm, dan 7,3 mm. Sementara itu, Amalia dkk. (2017) menemukan bahwa kombinasi ekstrak kulit lidah buaya dengan gentamisin sulfat menghasilkan rata-rata zona hambat  $7,63 \pm 0,35$  mm terhadap *S. aureus*. Pada penelitian ini, perlakuan L50 (ekstrak 50% + tawas 10% + bahan dasar formula) memberikan zona hambat sebesar 8,38 mm, yang menunjukkan daya hambat lebih besar dibandingkan kombinasi ekstrak kulit lidah buaya dengan gentamisin sulfat. Hal ini mengindikasikan adanya potensi sinergis antara ekstrak kulit lidah buaya dan tawas dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, hasil L50 juga melampaui daya hambat ekstrak kulit lidah buaya murni 100%, menandakan bahwa kombinasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dengan aluminium kalium sulfat mampu memberikan efek sinergis yang lebih optimal melalui mekanisme kerja ganda yang saling mendukung dalam menghambat aktivitas *S. aureus*.





Gambar 4.3 Aktivitas antibakteri formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) terhadap *S. aureus*; (a) L30 (b) L40 (c) L50 (d) L100 (e) T100 (f) K+PK (g) K+P (h) K-BD (i) K-

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa perlakuan L50 secara statistik menunjukkan tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol positif produk komersial (K+PK) dan menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa L50 dapat memberikan efek antibakteri yang sebanding dengan produk komersial yang telah diformulasikan secara optimal, sehingga memiliki potensi sebagai alternatif bahan aktif antiperspiran alami yang efektif terhadap *S. aureus*. Efektivitas antibakteri dari perawatan L50 kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi aluminium kalium sulfat (tawas) dan senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak kulit lidah buaya. Aluminium kalium sulfat bekerja dengan mengendapkan protein dan membentuk lapisan pelindung pada permukaan kulit. Sementara itu, senyawa aktif dalam ekstrak kulit lidah buaya, seperti fenol, flavonoid, dan saponin, diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang efektif terhadap bakteri Gram-positif, termasuk *S. aureus* (Sari dkk., 2020; Wijaya & Mafufatun, 2022). Selain itu, lidah buaya (*A. vera* L.) juga dilaporkan memiliki berbagai khasiat yang mendukung penggunaannya dalam sediaan perawatan kulit, dimana senyawa flavonoid, tanin, dan saponin diketahui berperan sebagai antioksidan alami, membantu menangkal radikal bebas dan memperlambat penuaan dini (Jatnika & Saptoningsih, 2009). Senyawa tersebut juga memiliki sifat antiinflamasi dan antibakteri, yang berguna untuk mengatasi iritasi kulit ringan, jerawat, serta membantu proses regenerasi kulit. Ekstrak kulit lidah buaya juga diketahui dapat menjaga kelembaban kulit menjadikannya bahan potensial dalam formulasi pelembab alami (Fabilla & Mustakim, 2024).

Dalam penelitian ini, pengujian aktivitas antibakteri menggunakan kontrol negatif berupa aquades dan bahan dasar formula. Aquades digunakan untuk memastikan bahwa pelarut tidak memiliki aktivitas antibakteri. Jika pada bakteri

uji tidak terbentuk zona hambat ketika menggunakan aquades, maka dapat disimpulkan bahwa efek penghambatan yang diamati berasal dari senyawa aktif dalam sampel, bukan dari pelarut (Rompas dkk., 2022). Gerung dkk. (2021) juga menyatakan bahwa aquades bersifat netral sehingga tidak memengaruhi pertumbuhan bakteri. Berdasarkan Tabel 4.4, kontrol negatif aquades menunjukkan zona hambat 0 mm, yang berarti aquades tidak memengaruhi pertumbuhan *S. aureus*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Dewi & Marniza (2019), yang melaporkan bahwa kontrol negatif aquades tidak membentuk zona hambat terhadap *S. aureus*. Penelitian Kumala dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa kontrol negatif menghasilkan zona hambat 0 mm terhadap bakteri *P. acnes*.

Kontrol negatif kedua yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan dasar formula (basis). Tujuan dari penggunaan kontrol ini adalah untuk memastikan bahwa aktivitas antibakteri yang teramati pada sediaan uji disebabkan oleh zat aktif antibakteri yang ditambahkan, dan bukan berasal dari komponen inert yang menyusun formulasi dasar (Jones dkk., 2010). Basis formula yang digunakan terdiri dari pelarut aquades, gliserin, dan propilen glikol yang diharapkan tidak memiliki efek antimikroba. Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kontrol bahan dasar formula (basis) menghasilkan zona hambat sebesar 0 mm, artinya bahan dasar formula (basis) tidak mempengaruhi pertumbuhan *S. aureus*. Menurut Lambert dkk. (2001), tidak adanya zona hambat pada kontrol basis formula menjadi validasi penting bahwa efek antibakteri yang diamati murni berasal dari agen antibakteri yang diuji. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Huzaemah dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa formula basis deodoran semprot ekstrak daun mangkogan menghasilkan daya hambat 0 mm terhadap *S. epidermidis*. Selain kontrol negatif, pengujian aktivitas antibakteri pada penelitian ini juga menggunakan kontrol positif.

Kontrol positif pertama yang digunakan dalam penelitian ini adalah antibiotik penisilin. Penisilin dipilih sebagai kontrol positif dalam uji antibakteri terhadap *S. aureus* karena merupakan antibiotik  $\beta$ -laktam yang secara historis dan ilmiah terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif, termasuk *S. aureus* (Madigan, 2009). Mekanisme kerja penisilin melibatkan penghambatan sintesis dinding sel bakteri dengan mengikat enzim transpeptidase, yang dikenal

sebagai protein pengikat penisilin. Proses ini mengakibatkan lisis sel bakteri akibat peningkatan tekanan osmotik (Kong dkk., 2010). Selain itu, penisilin direkomendasikan oleh lembaga seperti Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) sebagai salah satu standar karena memiliki profil antibakteri yang sudah sangat dikenal dan terstandarisasi (CLSI, 2021). Meskipun beberapa strain *S. aureus*, seperti MRSA, telah mengalami resistensi terhadap penisilin, penggunaannya dalam studi awal tetap relevan ketika tujuannya adalah sebagai pembandingan farmakologis terhadap senyawa baru atau ekstrak alami (Sengupta dkk., 2013; Frieri dkk., 2017). Berdasarkan Tabel 4.4, kontrol penisilin positif menunjukkan zona hambat berukuran 4,63 mm, yang tergolong lemah. Temuan ini konsisten dengan penelitian Putri dkk. (2024), yang melaporkan diameter zona hambat penisilin sebesar 6 mm terhadap *S. aureus*. Berdasarkan standar CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) (2020), resistensi *S. aureus* terhadap penisilin dikategorikan dengan diameter zona hambat  $\leq 28$  mm. Oleh karena itu, diketahui bahwa *S. aureus* yang digunakan pada penelitian ini telah resisten terhadap antibiotik Penisilin.

*S. aureus* merupakan patogen klinis utama dengan tingkat resistensi tinggi terhadap antibiotik, termasuk penisilin. Resistensi tersebut terjadi umumnya melalui dua mekanisme utama, yaitu produksi enzim  $\beta$ -laktamase dan ekspresi protein pengikat penisilin alternatif (PBP2a). Produksi enzim  $\beta$ -laktamase memiliki kemampuan untuk merusak cincin  $\beta$ -laktam yang terdapat dalam struktur penisilin. Akibatnya, antibiotik ini menjadi tidak efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Enzim ini diatur oleh sistem genetik yang memungkinkan bakteri menyesuaikan produksinya saat terpapar antibiotik (Loncar dkk., 2023). Selain itu, resistensi antibiotik juga dapat muncul karena keberadaan gen *mecA*, yang mengkode protein PBP2a. Protein ini berfungsi sebagai pengikat penisilin, sehingga berkontribusi pada mekanisme resistensi bakteri. Gen ini berada dalam elemen genetik mobile SCCmec yang dapat berpindah antar bakteri sehingga memudahkan penyebaran resistensi (Wielders dkk., 2002).

Kontrol positif kedua yang digunakan adalah produk deodoran komersial di pasaran dan sudah mendapat izin edar dari BPOM. Kontrol positif yang digunakan memiliki kandungan aluminium kalium sulfat (tawas), esensial oil, dan aquades.

Penggunaan kontrol positif berupa produk deodoran semprot komersial bertujuan untuk membandingkan efektivitas antibakteri formula uji dengan produk yang telah dijual secara bebas (Andrews, 2001). Berdasarkan Tabel 4.4, kontrol positif produk komersial menunjukkan efektivitas dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*, yang ditandai dengan zona hambat rata-rata sebesar 9,44 mm dengan kategori sedang. Adanya zona hambat pertumbuhan bakteri pada kontrol positif menunjukkan bahwa metode difusi sumuran yang diterapkan berfungsi dengan baik, media agar dan kondisi inkubasi mendukung pertumbuhan bakteri dan agen antibakteri berdifusi dengan baik.

Aktivitas antibakteri pada formula antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dihasilkan karena adanya kandungan fitokimia pada ekstrak tersebut maupun aktivitas antibakteri dari tawas. Tabel 4.4 mengindikasikan bahwa ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) mengandung berbagai senyawa fitokimia, yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid, yang masing-masing memiliki mekanisme antibakteri yang unik. Flavonoid, khususnya, diduga memiliki aktivitas antibakteri yang dapat dijelaskan melalui beberapa jalur. Salah satu jalur tersebut melibatkan interaksi dengan membran sel bakteri, yang berpotensi mengganggu permeabilitas serta fungsi transport seluler (Imran, 2019).

Alkaloid berfungsi sebagai agen antibakteri dengan menghambat pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri, yang mengakibatkan ketidaksempurnaan struktur dinding sel dan kematian sel (Chairani & Harfiani, 2018). Tanin menunjukkan aktivitas antibakteri melalui denaturasi protein, kerusakan integritas membran sel, dan penghambatan enzim DNA girase (Taguchi dkk., 2018). Saponin bekerja dengan membentuk pori-pori pada membran sel bakteri, yang menyebabkan kebocoran isi sitoplasma (Almani dkk., 2020). Sementara itu, terpenoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengganggu fungsi membran sel dan menghambat sintesis protein dan DNA (Seebaluck dkk., 2019).

Selain senyawa fitokimia, aluminium (tawas) juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri. Aluminium kalium sulfat (tawas) memiliki aktivitas antibakteri melalui pelepasan ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) dalam larutan. Ion-ion ini berpotensi berinteraksi dengan permukaan sel bakteri, mengganggu fungsi

fisiologis penting, termasuk permeabilitas membran dan aktivitas enzim (Bhare dkk., 2016). Keberadaan ion aluminium dapat memicu denaturasi protein bakteri dan menghambat metabolisme sel, yang pada akhirnya berkontribusi pada penghambatan pertumbuhan bakteri atau kematian sel (Yu-Jin dkk., 2018).

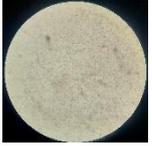
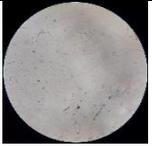
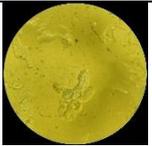
Perlakuan L50 (konsentrasi ekstrak 50% + tawas 10% + bahan dasar formula) menghasilkan aktivitas antibakteri paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, dengan zona hambat mencapai  $8,38 \text{ mm} \pm 0,77$ . Namun, efektivitas ini masih berada di bawah kontrol produk komersial (K+PK) yang menunjukkan zona hambat mencapai  $9,44 \text{ mm} \pm 0,34$ . Perlakuan L100 (ekstrak lidah buaya 100% tanpa kombinasi) justru menunjukkan aktivitas antibakteri paling rendah, dengan zona hambat sebesar  $3,31 \text{ mm} \pm 0,35$ . Rendahnya efektivitas L100 dibandingkan L50 diduga disebabkan oleh tidak adanya efek sinergis antara ekstrak lidah buaya dan tawas, di mana tawas berperan sebagai agen antibakteri tambahan yang meningkatkan daya hambat. Sementara itu, produk komersial (K+PK) kemungkinan mengandung bahan aktif sintetis yang telah diformulasikan secara optimal dan memiliki stabilitas tinggi, sehingga menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat dibandingkan kombinasi bahan alami. Hal ini juga menunjukkan bahwa spektrum antibakteri dari senyawa dalam ekstrak lidah buaya masih terbatas, baik dari segi potensi maupun cakupan terhadap bakteri uji (*S. aureus*), jika tidak dikombinasikan dengan bahan lain yang mendukung (Smith, 2018; Willems, 2020). Dengan demikian, meskipun peningkatan konsentrasi ekstrak lidah buaya berperan dalam meningkatkan daya hambat, efektivitasnya tetap sangat dipengaruhi oleh formulasi dan kombinasi bahan dalam sediaan. Hal ini menggarisbawahi perlunya penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan konsentrasi ekstrak maupun formulasi sediaan secara keseluruhan.

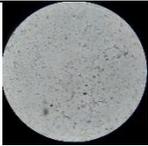
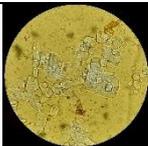
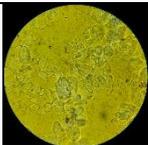
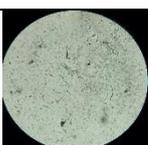
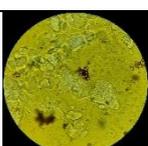
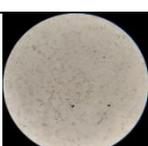
#### **4.3 Evaluasi Mutu Sediaan Fisik Formulasi Antiperspiran Kombinasi Aluminium Kalium Sulfat (Tawas) dan Ekstrak Kulit Lidah Buaya (*Aloe vera*. L.)**

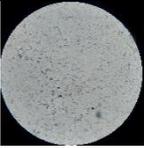
Evaluasi mutu sediaan fisik formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera*. L.) dilakukan melalui lima uji sebagai berikut. Uji pertama yaitu uji organoleptik, merupakan evaluasi awal

terhadap sediaan kosmetik atau farmasi yang melibatkan penilaian secara inderawi terhadap sifat fisik seperti warna, bau, dan bentuk sediaan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memiliki penampilan yang menarik secara visual, aroma yang sesuai, serta tekstur yang nyaman digunakan, sehingga dapat meningkatkan penerimaan dan kenyamanan pengguna (Yuliani & Nisa, 2018). Karakteristik fisik sediaan deodoran semprot dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Karakteristik fisik sediaan deodoran semprot

Waktu (Minggu)	Formula	Organoleptik			pH	Homogenitas	Dokumentasi
		Warna	Bau	Tekstur			
0	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
1	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
2	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	

Waktu (Minggu)	Formula	Organoleptik			pH	Homogenitas	Dokumentasi
		Warna	Bau	Tekstur			
3	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
4	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
5	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
6	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
7	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	
	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	

Waktu (Minggu)	Formula	Organoleptik			pH	Homogenitas	Dokumentasi
		Warna	Bau	Tekstur			
8	F0	Bening	Netral	Cair	5,5	Homogen	
	F1	Coklat kekuningan	Menyengat khas lidah buaya	Cair agak kental	3,5	Tidak Homogen	

Keterangan:

F0 = Blanko (tidak mengandung ekstrak kulit lidah buaya dan tawas)

F1 = Ekstrak kulit lidah buaya 50% + tawas 10% + bahan dasar formula

Hasil pengamatan organoleptik selama periode penyimpanan 8 minggu menunjukkan bahwa seluruh formula tetap stabil, dengan tidak terdeteksinya perubahan warna sejak minggu ke-0 sampai minggu ke-8. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Kosasih & Widiyastuti (2012), bahwa sediaan deodoran *roll on* dengan lidah buaya tidak mengalami perubahan warna dan bau selama 3 bulan. Formula F0 yang merupakan blanko (tanpa ekstrak kulit lidah buaya & tawas) memiliki warna bening, bau netral dan tekstur cair. Sedangkan formula F1 yang mengandung ekstrak kulit lidah buaya dan tawas memiliki warna coklat kekuningan, baunya menyengat khas lidah buaya dan tekstur yang cair agak kental. Warna coklat kekuningan yang muncul diduga berasal dari kandungan senyawa fenolik yang secara alami terdapat pada bagian kulit dan getah tanaman lidah buaya (Surjushe dkk, 2008). Aroma menyengat khas lidah buaya yang khas berasal dari senyawa antrakuinon seperti aloe-emodin dan aloin yang terdapat di bawah kulit daun dan memiliki aroma khas yang tajam (Bozzi dkk., 2007). Sedangkan tekstur cair yang agak kental dipengaruhi oleh interaksi antara ekstrak dan tawas yang meningkatkan viskositas sediaan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan bahan aktif berpengaruh terhadap sifat organoleptik produk dan stabilitas sensori formula F1 tetap terjaga hingga minggu kedelapan.

Kedua, yaitu pengukuran derajat keasaman (pH) sediaan. Pengujian pH merupakan parameter penting dalam evaluasi sediaan topikal, karena nilai pH berhubungan langsung dengan tingkat kenyamanan dan keamanan produk saat

diaplikasikan pada kulit (Azkianti dkk., 2022). Nilai pH yang diharapkan harus berada dalam rentang standar yang ditetapkan oleh SNI 16-4951-1998, yaitu sekitar 3,0 hingga 7,5 (Huzaemah dkk., 2024). Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa setiap formula menunjukkan nilai pH yang stabil yaitu Formula F0 dengan pH 5,5 sedangkan formula F1 dengan pH 3,5. Oleh karena itu, kedua formulasi sediaan deodoran semprot sudah sesuai dengan standar SNI 16- 4951-1998.

Uji ketiga adalah uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa bahan aktif dan bahan dasar tercampur secara merata dalam sistem dosis, sehingga setiap bagian produk memiliki konsentrasi bahan aktif yang konsisten. Homogenitas yang baik akan menjamin konsistensi efektivitas, keamanan, serta kestabilan produk selama penyimpanan dan penggunaan (Ansel dkk., 2013). Tabel 4.5 menunjukkan bahwa F0 menunjukkan formula yang homogen sedangkan F1 tidak homogen. Selama masa penyimpanan 8 minggu, formula F1 terdapat endapan yang merupakan partikel dari ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.). Selain itu, semakin lama masa penyimpanan, semakin terlihat endapan partikel tawas. Hal ini dapat terjadi akibat interaksi antara bahan aktif yang tidak kompatibel atau proses pencampuran yang kurang optimal.

Menurut penelitian Sayuti (2016), sediaan yang tidak homogen ditandai dengan adanya pemisahan fase, pengendapan, atau distribusi partikel yang tidak merata. Formula F1 yang mengandung 50% ekstrak kulit lidah buaya dan 10% tawas tidak homogen, kemungkinan disebabkan oleh interaksi antara polisakarida lidah buaya (seperti acemannan) dan ion logam  $Al^{3+}$  dari tawas. Interaksi ini dapat membentuk ikatan silang antar molekul, sehingga menimbulkan penggumpalan dan ketidakstabilan campuran (Hazra dkk., 2025). Hal ini sejalan dengan temuan Rahmawati dkk. (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan konsentrasi ekstrak yang tinggi (>30%) dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam formulasi semprot. Oleh karena itu direkomendasikan penggunaan agen pengemulsi atau penstabil yang sesuai serta teknik pencampuran yang tepat, seperti homogenisasi dengan kecepatan tinggi (Pratiwi & Wahdaningsih, 2018).

Tabel 4.6 Hasil uji waktu kering sediaan deodoran semprot

Formula	Uji waktu kering
F0	3 menit 22 detik
F1	20 menit 23 detik
K+PK	6 menit 54 detik

Keterangan:

F0 : Blanko (tidak mengandung ekstrak kulit lidah buaya dan tawas)

F1 : Ekstrak kulit lidah buaya 50% + tawas 10% + bahan dasar formula

K+PK : Kontrol positif produk komersial

Keempat, uji waktu kering bertujuan untuk mengukur durasi yang diperlukan hingga sediaan mengering sepenuhnya setelah diaplikasikan (Indriaty dkk., 2022). Berdasarkan Tabel 4.6, formula F0 menunjukkan waktu kering selama 3 menit 22 detik, sedangkan formula F1 menunjukkan waktu kering selama 20 menit 23 detik dan kontrol positif produk komersial selama 6 menit 54 detik. Menurut Lasakka dkk. (2023), standar waktu kering yang ideal adalah kurang dari 5 menit. Hal ini disebabkan karena waktu pengeringan yang terlalu lama dapat menimbulkan ketidaknyamanan serta menurunkan tingkat penerimaan produk oleh konsumen.

Perbedaan waktu kering pada Tabel 4.6 dipengaruhi oleh komposisi formulasi dan sifat fisik bahan tambahan yang mempengaruhi laju penguapan dan viskositas sediaan (Rompis dkk., 2019). Penelitian Vieira dkk. (2009), menunjukkan bahwa penambahan bahan aktif yang bersifat kental atau membentuk lapisan film, seperti ekstrak tanaman atau polimer, dapat meningkatkan viskositas dan memperpanjang waktu penguapan pelarut, sehingga memperlambat waktu kering sediaan. Oleh karena itu, waktu kering formula F1 yang jauh melebihi standar kemungkinan besar diduga karena tingginya konsentrasi ekstrak lidah buaya sehingga meningkatkan viskositas dan memperlambat penguapan cairan setelah aplikasi (Nofitasari dkk., 2024). Hasil ini menunjukkan perlunya optimasi formula agar waktu kering tetap sesuai standar dan produk nyaman digunakan.

Terakhir adalah uji iritasi yang dilakukan kepada 30 orang panelis tidak terlatih dengan rentang usia 21-23 tahun. Uji iritasi dilakukan pada sediaan berumur minggu ke-3 karena pada rentang waktu tersebut, sediaan telah mengalami proses penyimpanan awal yang dapat mempengaruhi stabilitas fisik maupun kimiawi bahan aktif, sehingga penting untuk mengevaluasi potensi iritasi kulit guna

menjamin keamanan produk sebelum digunakan lebih lanjut. Pengujian iritasi dilakukan dengan mengoleskan sediaan pada bagian bawah lengan, kemudian membiarkannya selama 15 menit untuk mengamati adanya reaksi kulit. Kriteria hasil uji meliputi: tanpa reaksi (-), kemerahan (+), kemerahan disertai gatal (++), serta pembengkakan (+++) (Ditjen POM, 1985). Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi adanya reaksi kulit pada responden sekaligus memastikan keamanan produk. Berdasarkan Gambar 4.4 dan Lampiran 14, seluruh panelis tidak mengalami efek samping maupun tanda iritasi setelah penggunaan deodoran semprot, sehingga dapat disimpulkan bahwa sediaan ini aman digunakan.



Gambar 4.4 Hasil uji iritasi sediaan deodoran semprot

Penggunaan kulit lidah buaya dalam produk perawatan kulit tidak hanya memperluas pemanfaatan bagian tanaman yang sebelumnya dianggap limbah, tetapi juga mendukung inovasi produk berbasis bahan alam yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Hasanah dkk., 2020). Oleh karena itu, pemanfaatan ekstrak kulit lidah buaya sebagai bahan aktif dalam formulasi antiperspiran tidak hanya memberikan efek antibakteri, tetapi juga berpotensi memberikan manfaat tambahan dalam mendukung kesehatan kulit melalui kandungan senyawa bioaktifnya yang bersifat antiinflamasi, antioksidan, dan melembabkan. Dengan demikian, ekstrak kulit lidah buaya memiliki potensi tinggi untuk dijadikan bahan aktif alami yang tidak hanya memiliki aktivitas antibakteri tetapi juga memberikan efek tambahan

yang bermanfaat bagi kesehatan kulit. Potensi ini membuka peluang untuk pengembangan sediaan kosmetik inovatif yang lebih alami dan bernilai guna tinggi. Namun, pengembangan sediaan pada penelitian ini masih memerlukan sejumlah perbaikan agar layak digunakan sebagai produk akhir. Beberapa aspek seperti homogenitas, waktu pengeringan, dan karakteristik organoleptik belum sepenuhnya memenuhi standar ideal untuk sediaan topikal yang nyaman dan praktis digunakan. Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut terhadap komposisi dan proses formulasi, agar produk tidak hanya aman dan efektif, tetapi juga stabil dan memiliki daya terima yang baik di kalangan pengguna.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah:

1. Ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) dengan metode maserasi mengandung fitokimia seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, dan terpenoid.
2. Formulasi antiperspiran kombinasi aluminium kalium sulfat dan konsentrasi ekstrak kulit lidah buaya (*A. vera* L.) berpengaruh dalam menghambat *S. aureus* dengan konsentrasi 50% sebagai konsentrasi terbaik (8,38 mm)
3. Evaluasi mutu sediaan fisik menunjukkan sediaan relatif stabil secara organoleptik dan pH selama penyimpanan (pH: 3,5), serta tidak menimbulkan iritasi. Namun, formula tidak homogen dan waktu kering cukup lama (20 menit 23 detik).

#### 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan bentuk sediaan lain berbasis ekstrak kulit lidah buaya (*Aloe vera* L.) untuk mengevaluasi efektivitas dan kestabilan formulasi secara optimal. Penelitian lanjutan juga disarankan menggunakan hewan uji sebagai model *in vivo* untuk menilai potensi farmakologis dan keamanan sistemik. Uji iritasi sebaiknya dilakukan langsung pada area ketiak guna memperoleh data yang lebih representatif mengenai keamanan penggunaan sediaan pada area sensitif tersebut. Selain itu, pengujian tingkat kesukaan konsumen, peningkatan kejernihan produk agar tampak lebih menarik secara visual, serta upaya menghilangkan bau yang tidak diinginkan juga perlu menjadi perhatian pada penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim, M. F., Abdullah, G. Z., Chitneni, M., Mahdi, E. S., Yam, M. F., Faisal, A., Salman, I. M., Ameer, O. Z., Sahib, M. N., Abdulsattar, M. Z., Basri, M., & Noor, A. M. (2010). Stability studies of nano-cream containing piroxicam, *International Journal of Drug Delivery*, 2, 333-339. <https://10.5138/ijdd.2010.0975.0215.02045>
- Afifah, H. N., Sulistiarini, R., & Badawi, S. (2022). Optimasi basis footspray sebagai alternatif bahan dasar antibakteri kaki. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 15(1), 84-88. <https://doi.org/10.25026/mpc.v15i1.622>
- Agarry OO, Olaleye MT, Bello-Michael CO. (2005). Comparative antimicrobial activities of *Aloe vera* gel and leaf. *African J Biotechnol*, 4(12): 1413-4. DOI:[10.4314/ajb.v4i12.71436](https://doi.org/10.4314/ajb.v4i12.71436)
- Agustina, N. A., & Dewi, A. S. (2019). Penetapan kadar tanin dari bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan metode permanganometri. *CERATA: Jurnal Ilmu Farmasi*, 12(2), 28-33. <https://doi.org/10.61902/cerata.v12i2.234>
- Ahmad, N, Jan, S. A, Sajjad, W, Faisal, S, Gao, B. (2018). In vitro antimicrobial activity of *Aloe vera* L. extracts against pathogenic bacteria and fungi. *Mycopath*, 14, 21-27.
- Al Husayni, Khikani. (2018). Efficacy of aluminum potassium sulfate against *Staphylococcus* species in wound infections compared to meropenem and amoxyclav. *Microbes and Infectious Diseases*. Articles in Press. <https://doi.org/10.21608/mid.2023.225605.1574>
- Ali, Z. M. (2018). Synergistic antibacterial interaction between an alum and antibiotics on some microorganism. *Scientific Journal of Medical Research*, 2(5), 47-51. DOI:[10.37623/SJMR.2018.2510](https://doi.org/10.37623/SJMR.2018.2510)
- Aliwu, I., Rorong, J. A., & Suryanto, E. (2020). Skrining fitokimia dan uji efek sedatif pelarut dari daun takokak (*Solanum Turvum Swartz*) pada tikus putih galur wistar. *Chemistry Progress*, 13(1), 6-10. <https://doi.org/10.35799/cp.13.1.2020.28795>
- Al-Talib, H. I., Mohd Nasir, N. I. S., Yaziz, H., Zulkafli, N. F., Adani, N. A., Noor Rashidi, A. I., Murugaiah, C., & Shaari, S. A: (2016). Potassium aluminium sulphate (alum) inhibits growth of human axillary malodor-producing skin flora in vitro. *Journal of Clinical and Health Sciences*, 1(1), 59-63. <https://doi.org/10.24191/jchs.v1i1.5854>
- Alti, R., Putri, I., & Agustianti, R. (2025). Formulasi sediaan deodoran spray dengan ekstrak lidah buaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 770-775. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.502>