

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jeruk Nipis



Gambar 1 Buah jeruk nipis
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

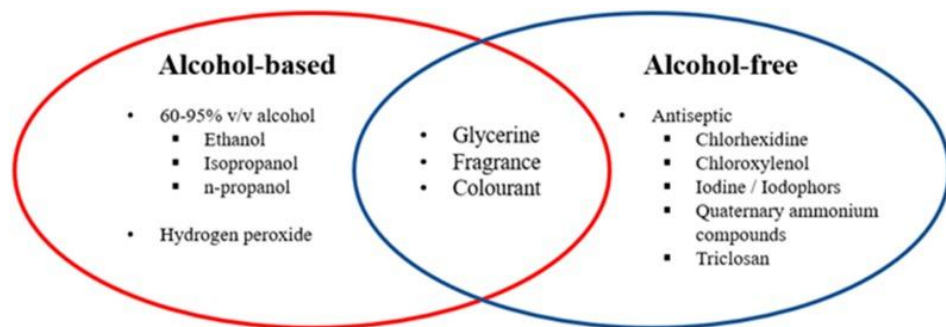
Masyarakat Indonesia sering memanfaatkan buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai bahan tambahan dalam berbagai macam masakan maupun sebagai obat tradisional. Tumbuhan ini termasuk dalam Kingdom Plantae, Phylum Magnoliophyta, Order Sapindales, serta tergolong dalam Family Rutaceae, Genus Citrus, dan Spesies *Citrus aurantifolia*. (Prastiwi, 2017). Secara morfologi, jeruk nipis ialah tanaman perdu dengan banyak cabang serta ranting yang rimbun, dan dapat tumbuh hingga mencapai tinggi sekitar 3–5 meter. Batangnya memiliki tekstur kayu yang keras dan kuat, dengan warna hijau saat masih muda yang perlahan berubah menjadi putih kecokelatan hingga cokelat ketika sudah tua. Daunnya berbentuk agak lebar dengan ujung tumpul serta pangkal membulat. Tangkai daun memiliki ciri khas berupa sayap yang sempit, sedangkan warna daun bagian atas tampak hijau mengkilap, sementara bagian bawahnya berwarna hijau lebih muda (Ernawati H.R., 2023).

Bunga dari tanaman ini berbentuk menyerupai bintang dengan kelopak berwarna putih serta memiliki aroma yang khas dan harum. Bunga tersebut termasuk jenis bunga majemuk yang tumbuh dalam bentuk malai dan muncul dari ketiak daun. Sementara itu, buah jeruk nipis memiliki bentuk bulat hingga sedikit oval, dengan warna hijau saat masih muda yang akan berubah menjadi kuning ketika matang (Ernawati H.R., 2023).

Buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki cita rasa yang khas, yakni perpaduan diantara pahit dan asam. Ukuran buah ini umumnya memiliki diameter sekitar 4–5 cm dan mengandung biji kecil berbentuk bulat (Ernawati H.R., 2023). Secara kimia, jeruk nipis mengandung berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti asam sitrat, asam amino (triptofan dan lisin), serta minyak atsiri yang terdiri dari sitral, limonen, felandren, lemon kamfer, kadinen, geranil asetat, linalil asetat, aktialdehid, dan nonilaldehid. Selain itu, buah ini juga mengandung damar (*resinae*), glikosida, lemak (lemak jenuh, lemak tak jenuh tunggal, dan lemak tak jenuh ganda), serta sejumlah mineral seperti kalsium (Ca), fosfor (P), besi (Fe), dan belerang (S). Beberapa senyawa utama yang terkandung dalam 100 gram jeruk nipis diantara lain asam sitrat senilai 7–7,6%, damar, lemak, mineral, serta vitamin B1. Minyak atsiri dalam buah ini juga mengandung senyawa aktif seperti sitral limonene, felandren, lemon kamfer, geranil asetat, kadinen, dan linalin asetat. Selain itu, dalam setiap 100 gram jeruk nipis terkandung sekitar 27 mg vitamin C, 40 mg kalsium, dan 22 mg fosfor yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh (Lestari, Amalia and Yuwono, 2018).

B. Hand sanitizer

Pembersih tangan umumnya dibagi menjadi dua jenis, yakni berbasis alkohol dan non-alkohol. *Alcohol-Based Hand sanitizers* (ABHS) mengandung satu ataupun lebih jenis alkohol, baik dengan maupun tanpa bahan tambahan seperti humektan, yang berfungsi untuk diaplikasikan pada tangan guna membunuh mikroba serta menghambat pertumbuhannya sementara waktu. ABHS mampu mengurangi jumlah mikroba secara cepat dan efektif, mencakup berbagai jenis kuman, tanpa memerlukan air ataupun pengeringan menerapkan handuk. Sebaliknya, pembersih tangan tanpa alkohol memanfaatkan senyawa kimia antiseptik yang bekerja dengan mekanisme berbeda sesuai dengan gugus fungsi kimianya untuk menghasilkan efek antimikroba. Senyawa ini memiliki karakteristik dan cara kerja yang bervariasi tergantung pada komponen aktif yang diterapkan (Jing *et al.*, 2020) .



Gambar 2. Daftar alkohol, senyawa non-alkohol, dan bahan tambahan yang umum diterapkan dalam pembersih tangan.

(Sumber: Jing *et al.*, 2020)

Hingga saat ini, pembersih tangan berbasis alkohol tetap menjadi pilihan paling efektif, terutama dengan kandungan alkohol 62%–95%, sebab mampu mendenaturasi protein mikroba serta menonaktifkan virus. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan penggunaan *Alcohol-Based Hand sanitizers* (ABHS) sebab keunggulannya yang terbukti, seperti kecepatan kerja

yang tinggi dan efektivitas dalam membunuh berbagai jenis mikroba, termasuk bakteri dan virus. Meskipun demikian, efektivitas ABHS terhadap virus yang tidak memiliki selubung masih menjadi perdebatan dan belum sepenuhnya dapat dipastikan. (Jing *et al.*, 2020).

C. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus ialah salah satu bakteri patogen utama yang bertanggung jawab atas tingginya angka kesakitan dan kematian akibat infeksi di seluruh dunia. Bakteri ini dapat memicu berbagai jenis penyakit, mulai dari infeksi kulit yang serius sampai dengan kondisi yang lebih berbahaya seperti pneumonia dan sepsis. Penanganan infeksi yang disebabkan oleh *S. aureus* menjadi semakin kompleks akibat resistensi terhadap antibiotik, sementara samapi saat ini belum tersedia vaksin yang efektif untuk mencegahnya (Gordon Y C Cheung, Bae and Otto, 2021).

Staphylococcus aureus ialah bakteri Gram-positif yang ketika diberi pewarnaan Gram akan tampak berwarna ungu. Bakteri ini memiliki bentuk kokus dan biasanya tersusun dalam kelompok menyerupai rumpun anggur. Pada media pertumbuhan, *Staphylococcus aureus* mampu berkembang dalam lingkungan dengan kadar garam hingga 10%, serta menghasilkan koloni berwarna emas ataupun kuning, sesuai dengan arti kata aureus yang berarti emas ataupun kuning. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob, yang berarti dapat bertahan dalam kondisi dengan ataupun tanpa oksigen, serta mampu berkembang dalam rentang suhu 18°C hingga 40°C. Beberapa metode identifikasi biokimia yang umum diterapkan diantara lain tes katalase positif (ciri khas semua spesies patogen dari genus *Staphylococcus*), tes koagulase

positif (untuk membedakan *S. aureus* dari spesies *Staphylococcus* lainnya), sensitivitas terhadap novobiocin (untuk membedakan dari *Staphylococcus saprophyticus*), serta fermentasi manitol positif (untuk membedakan dari *Staphylococcus epidermidis*) (Tracey A, 2023).

D. Antibakteri

Antibakteri ialah senyawa yang memiliki peran penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian mikroorganisme ini memiliki fungsi mencegah penyebaran infeksi dan penyakit, membasmi mikroorganisme dalam tubuh inang yang sudah terinfeksi, serta mencegah pembusukan ataupun kerusakan bahan akibat aktivitas mikroba. Secara umum, antimikroba terdiri dari beberapa kelompok, yakni antibakteri, antimikotik (antijamur), dan antivirus. Senyawa antibakteri dapat bekerja dengan berbagai mekanisme dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Beberapa diantaranya ialah merusak dinding sel dengan menghambat ataupun mengubah proses pembentukannya, mengganggu permeabilitas membran sitoplasma sehingga menyebabkan kebocoran nutrisi dari dalam sel, serta mengubah struktur protein dan asam nukleat. Selain itu, antibakteri juga dapat menghambat aktivitas enzim, serta mengganggu sintesis protein dan asam nukleat, yang berperan penting dalam kelangsungan hidup bakteri (Pertiwi, 2022). Aktivitas antibakteri dapat diuji menerapkan beberapa metode, diantara lain difusi, dilusi, dan broth mikrodilusi (Nurul *et al.*, 2023):

1. Metode difusi

Metode difusi ialah teknik metode yang umum diterapkan untuk menguji aktivitas antibakteri (Nurhayati, Yahdiyani and Hidayatulloh, 2020). Secara

umum, metode ini bertujuan untuk mengukur sensitivitas bakteri terhadap antibiotik. Prinsip kerja metode difusi didasarkan pada penyebaran senyawa antibakteri ke dalam media padat yang sudah diinokulasi dengan mikroba uji. Hasil pengujian dapat diamati dari terbentuknya zona bening di sekitar area aplikasi, yang mengindikasikan zona hambat pertumbuhan bakteri (Nurul *et al.*, 2023).

a. Difusi cakram

Metode difusi cakram dilakukan dengan menerapkan kertas cakram yang sudah dijenuhkan dengan bahan antimikroba. Kertas cakram tersebut kemudian diletakkan pada permukaan media agar yang sebelumnya sudah diinokulasi dengan biakan mikroba uji, lalu diinkubasi selama 18–24 jam pada suhu 35°C. Sesudah proses inkubasi, zona bening yang terbentuk di sekitar cakram diamati untuk menentukan ada ataupun tidaknya pertumbuhan mikroba. Diameter zona bening yang terbentuk berbanding lurus dengan jumlah mikroba uji yang diaplikasikan pada cakram (Nurhayati, Yahdiyani and Hidayatulloh, 2020). Menurut Miranda AR, (2022) zona bening yang terbentuk dapat dikategorikan berdasarkan ukurannya (Miranda AR, 2022)

Diameter zona hambat	Kategori
> 20 mm	Sangat kuat
11-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
< 5 mm	Lemah

Gambar 3. Kategori Zona Hambat
(Sumber: Miranda AR, 2022)

Metode ini memiliki beberapa keuntungan, seperti biaya yang ekonomis, fleksibilitas tinggi, serta memungkinkan pertumbuhan bakteri yang terlihat secara jelas. Namun, terdapat pula kelemahan, seperti memerlukan tenaga kerja

tambahan untuk melakukan pengukuran serta pencatatan data secara manual. Selain itu, hasil pengujian dapat bervariasi sehingga perlu dilakukan analisis yang lebih teliti (Nurul *et al.*, 2023).

b. Difusi Sumuran

Pada metode ini, lubang dibuat secara tegak lurus pada media agar yang sudah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah dan posisi lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian masing-masing lubang diisi dengan sampel antibakteri yang akan diuji. Sesudah proses inkubasi, zona bening di sekitar lubang diamati untuk menilai efektivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan mikroba (Nurhayati, Yahdiyani and Hidayatulloh, 2020).

Metode difusi sumuran memiliki keunggulan sebab prosedurnya sederhana, ekonomis, lebih sensitif, serta lebih efektif untuk menguji senyawa kationik. Selain itu, teknik ini lebih efektif dibandingkan metode difusi cakram sebab proses osmosis dalam sumuran memungkinkan senyawa aktif meresap lebih baik ke dalam media. Namun, terdapat beberapa kelemahan, seperti memerlukan uji kualitatif tambahan, tingkat reproduktifitas yang kurang baik, serta adanya sisa agar yang dapat mengganggu proses analisis (Nurul *et al.*, 2023).

2. Metode dilusi

Metode dilusi bekerja dengan mencampurkan senyawa antibakteri dalam kadar bertingkat ke dalam medium bakteriologis yang bisa berbentuk padat ataupun cair. Teknik ini memungkinkan penentuan Konsentrasi Hambat Minimal (KHM) dengan cara mengamati tingkat kekeruhan dalam tabung uji (Nurhayati, 2020).

a. Dilusi agar solid

Metode dilusi agar dilakukan dengan mencampurkan bakteri uji dan senyawa antibakteri langsung ke dalam media agar. Pengujian ini menerapkan prinsip pengenceran bertingkat untuk menentukan KHM, yang ditunjukkan dengan pertumbuhan koloni bakteri pada media. Keunggulan metode ini ialah efisiensi penggunaan media, namun terdapat beberapa kendala, seperti kesulitan menjaga suhu agar tetap optimal (45–50°C), kemungkinan kesulitan membaca titik akhir pengujian, serta sulitnya memastikan kemurnian inokulum. Selain itu, jika metode ini dilakukan secara manual tanpa otomatisasi, prosesnya bisa menjadi sangat melelahkan serta membutuhkan biaya dan tenaga teknis yang cukup besar (Nurul *et al.*, 2023)

b. Dilusi cair

Teknik dilusi cair bertujuan untuk menentukan konsentrasi mikroorganisme dalam suatu sampel dengan cara menghitung jumlah koloni yang tumbuh sesudah dilakukan pengenceran bertingkat. Hasil pengujian dipengaruhi oleh tingkat pengenceran yang diterapkan. Sesudah dilakukan serial pengenceran, masing-masing konsentrasi sampel akan dicampurkan dengan suspensi bakteri dalam media uji. Metode ini memiliki kelebihan, seperti interaksi yang lebih tinggi diantara sampel uji dan bakteri sebab luasnya permukaan media serta lebih ekonomis dalam pelaksanaannya. Namun, terdapat beberapa kekurangan, seperti terbatasnya konsentrasi sampel yang dapat diuji, risiko kesalahan saat pendistribusian sampel, serta potensi hasil yang kurang akurat jika tidak dilakukan dengan cermat (Nurul *et al.*, 2023).

3. Metode broth mikrodilusi

Metode *Broth Microdilution* (BMD) ialah teknik referensi yang sering diterapkan untuk menguji bakteri anaerob. Terdapat dua jenis kit utama dalam metode ini, yakni MICRONAUT-S Anaerobes MIC Test dan Thermo Scientific Sensititre Anaerob MIC Plate, yang banyak diterapkan untuk validasi *Bacteroides* spp. Metode BMD memiliki beberapa keunggulan, seperti akurasi tinggi dalam penentuan KHM, instrumen yang lebih sederhana, waktu pengujian yang lebih singkat, serta sensitivitas yang lebih tinggi dibanding metode dilusi agar dan difusi cakram. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan, misalnya tidak dapat diterapkan sebagai kontrol kualitas dalam uji KHM terhadap bakteri *Escherichia coli*. Selain itu, teknik ini memerlukan peralatan khusus seperti microplate reader dan kit reagen yang mungkin cukup mahal serta tidak selalu tersedia di semua laboratorium. Jika dilakukan secara manual tanpa bantuan otomatisasi, prosedur ini bisa menjadi sangat melelahkan dan memakan banyak waktu (Nurul *et al.*, 2023)