

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infeksi Nosokomial

Infeksi nosokomial dapat ditularkan melalui udara, air, makanan, lantai, tenaga kesehatan, pasien, pengunjung, dan peralatan medis maupun non-medis yang berada di rumah sakit. Mikroorganisme yang paling banyak berkeliaran di udara lingkungan rumah sakit adalah bakteri dan jamur. Suatu benda atau perlengkapan operasi, substrat atau tangan petugas rumah sakit yang terkontaminasi, jasad-jasad renik kontaminan antara lain bakteri, seperti *Bacillus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas* (Palawe, Kountul and Waworuntu, 2015).

Salah satu spesies bakteri yang banyak ditemukan di rumah sakit penyebab infeksi nosokomial adalah bakteri *Staphylococcus aureus* yang sebenarnya merupakan flora normal pada saluran pernafasan dan kulit, tetapi pada kondisi tertentu berubah menjadi patogen (Khan, Baig and Mehboob, 2017). Bakteri *Staphylococcus aureus* adalah bakteri flora umum yang merupakan patogen komensal dan oportunistik pada manusia. Mereka umumnya diobati dengan antibiotik, yang dapat menyebabkan resistensi bakteri, seperti munculnya bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), yang kebal terhadap antibiotik β -laktam yang saat ini tersebar luas di berbagai kalangan (Kurniawan, Tyas and Supriyadi, 2021).

2.1.1 Jenis infeksi nosokomial

Patogen yang bertanggung jawab berasal dari berbagai sumber yang berbeda dan diwakili oleh berbagai jenis *health care-associated infections* (HAI). Pusat

pengendalian dan pencegahan Penyakit secara luas mengkategorikan jenis-jenis HAI sebagai berikut.

- a. *Ventilator associated pneumonia (VAP)*
- b. *Central line-associated bloodstream infection (CLaBSI)*
- c. *Catheter-associated urinary tract infections (CAUTI)*
- d. *Surgical site infection (SSI)*

Health care-associated infections (HAI) juga dapat dikelompokkan berdasarkan sistem yang terpengaruh, seperti infeksi telinga, mata, hidung dan tenggorokan, infeksi saluran pernapasan bagian bawah (termasuk bronkitis, trakeobronkitis, bronkiolitis, trakeitis, abses paru atau empiema tanpa bukti pneumonia), infeksi kulit dan jaringan lunak, infeksi kardiovaskuler, infeksi tulang dan persendian, infeksi sistem saraf pusat, serta infeksi saluran reproduksi.

2.1.2 Faktor risiko infeksi nosokomial

Penyebab terjadinya infeksi nosokomial di sarana pelayanan kesehatan paling sering ditemui adalah karena faktor kesadaran setiap individu yang ada baik itu masyarakat, pasien ataupun petugas medis yang ada di pelayanan kesehatan. Kurangnya kesadaran untuk mematuhi setiap prosedur yang telah ditetapkan masih menjadi permasalahan yang sering terjadi (Ahmed *et al.*, 2021).

Faktor yang menyebabkan infeksi nosokomial diantaranya lama rawat inap di rumah sakit, kelompok perawat, penggunaan alat kesehatan, dan kondisi lingkungan. Kurangnya pengetahuan petugas perawat, sikap dan perilaku yang tidak tepat, lingkungan yang tidak mendukung, dan kurangnya pengawasan juga dapat berkontribusi terhadap penularan infeksi nosokomial (Zusandy *et al.*, 2021). Ada banyak penyebab dari infeksi yang diperoleh di rumah sakit (HAIs), tetapi

yang paling karena disebabkan tindakan medis yang diberikan seperti kontaminasi dari tangan petugas, peralatan medis yang terkontaminasi. Patogen dapat ditularkan dari satu pasien ke pasien lain melalui petugas kesehatan yang tidak mencuci tangan atau petugas kesehatan yang tidak melakukan desinfeksi tangan, penggunaan sarung tangan, tidak melakukan sterilisasi peralatan, dan tidak mematuhi prosedur tindakan (Kakkar, Bala and Arora, 2021).

2.1.3 Patogen infeksi nosokomial

Patogen yang bertanggung jawab atas infeksi nosokomial adalah bakteri, virus, dan jamur. Prevalensi infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme ini bervariasi di antara populasi pasien yang berbeda, keadaan tempat perawatan kesehatan yang berbeda, fasilitas yang berbeda, dan negara yang berbeda. Secara keseluruhan, bakteri adalah patogen yang paling umum, diikuti oleh jamur dan virus (Sardi, 2021).

Pseudomonas aeruginosa merupakan patogen oportunistik yang umum menginfeksi pasien immunokompromais dan pasien rawat inap rumah sakit dengan insidensi sekitar 10—20% (Haque *et al.*, 2018). Infeksi nosokomial yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* dapat berupa infeksi luka pasca operasi, ventilator-associated pneumonia, infeksi kulit, infeksi saluran kemih, infeksi telinga, dan infeksi mata. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sendiri memiliki kemampuan untuk hidup dan tumbuh kembang dalam berbagai kondisi dan lingkungan. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sendiri memiliki kemampuan untuk hidup dan tumbuh kembang dalam berbagai kondisi dan lingkungan. Kemampuan ini berkaitan dengan faktor virulensi bakteri tersebut, salah satunya adalah dengan membentuk sebuah biofilm. Biofilm terdiri dari sel-sel mikroba dan *extracellular*

polymeric substance (EPS). Pembentukan biofilm nantinya dapat menyebabkan tidak sempurnanya penetrasi desinfektan atau antibiotik pada permukaan tubuh bakteri sehingga bakteri didalamnya dapat tetap hidup dan menjadi *reservoir* atau sumber meningkatnya infeksi nosokomial di lingkungan rumah sakit (Carroll, Pfaller and Landry, 2019).

2.1.4 Pencegahan infeksi nosokomial

Pemahaman tentang kapan waktu melakukan cuci tangan, dapat memutuskan mata rantai penularan infeksi nosokomial. Strategi yang telah tersedia secara relatif murah, yaitu menaati praktik pencegahan infeksi yang dianjurkan, terutama kebersihan dan kesehatan tangan serta pemakaian sarung tangan (Hastuti *et al.*, 2020). Pasien dan keluarga sangat berperan penting dalam kesembuhan penyakit pasien dan dalam upaya mencegah infeksi yang bisa didapat selama masa perawatan di rumah sakit. Pengetahuan yang baik dan benar bisa meningkatkan perilaku hidup bersih dan sehat berawal dari diri pasien sendiri dan keluarga. Upaya mencegah infeksi di rumah sakit dilakukan dengan memperketat anjuran protokol kesehatan, mencuci tangan enam langkah, menggunakan alat pelindung diri (APD) saat berkunjung ke rumah sakit, menjaga hygiene atau kebersihan diri dan lingkungan, mematuhi jam Besuch, melarang anak usia <12 tahun berkunjung ke rumah sakit (Syapitri, Gulo and Ningsih, 2023).

Tindakan untuk mencegah penyakit infeksi nosokomial terutama dari petugas ke pasien adalah dengan menerapkan *standard precautions*. Penerapan standar ini bertujuan dalam rangka pengendalian infeksi secara konsisten terutama memutuskan rantai penularan dalam memberikan perlindungan pada pasien selama dalam perawatan, para medis yang memberi pelayanan, pengunjung maupun keluarga

serta lingkungan sekitar. Kebiasaan petugas dalam memberikan pelayanan, seperti tidak mencuci tangan dengan benar sebelum dan sesudah kontak dengan pasien menjadi salah satu sarana untuk perpindahan mikroorganisme, juga penggunaan alat pelindung seperti tidak memakai *handscoon*, menggunakan masker gaun pelindung, atau *goggle* (perisau wajah) pemakaian sepatu berisiko meningkatnya penularan infeksi antara pasien ke petugas. Pemakain alat-alat ini dapat mengurangi risiko percikan darah atau cairan tubuh, juga tertusuk benda tajam pada saat melakukan suatu tindakan (Aliyupiudin, 2019). Pemakaian alat pelindung diri yang lengkap dapat mencegah infeksi nosokomial di rumah sakit. Hal ini untuk menghindari kontak langsung dengan pasien terutama yang infeksius (Rahmatilah, 2020).

2.2 Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*)



(Wayan, Lestari and Astuti, 2024)

Gambar 2.1 Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*)

Jeruk purut (*Citrus hystrix D.C.*) merupakan tanaman yang sering dijumpai sehingga mudah diperoleh masyarakat. Jeruk purut berasal dari Asia Timur, Asia Tenggara, dan Indonesia. Tanaman ini tergolong tanaman perdu yang kerap kali dimanfaatkan buah dan daunnya sebagai obat batuk, obat kulit, dan antiseptik

(Fitriyanti, Assegaf and Astuti, 2022). Jeruk purut kaya akan molekul bioaktif, seperti minyak esensial, senyawa fenolik, dan gliserolipida. Minyak esensial didapatkan dari ekstrak daun dan kulit jeruk purut yang digunakan sebagai perasa, aromaterapi, parfum, dan obat (Agouillal *et al.*, 2017).

Tanaman jeruk purut memiliki manfaat pada setiap bagian antara lain daun yang dapat berfungsi sebagai obat maag, gigitan serangga serta mengobati cacangan dan sakit kepala. Bagian buah bisa digunakan sebagai obat hipertensi, flu, demam, diare, stimulan pencernaan, dan pembersih darah. Bagian batang dapat disuling untuk membuat minyak atsiri (Budiarto *et al.*, 2019).

2.2.1 Klasifikasi jeruk purut (*Citrus hystrix*)

Adapun klasifikasi taksonomi dari tanaman jeruk purut (*Citrus Hystrix*) sebagai berikut (Wayan, Lestari and Astuti, 2024).

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Jeruk Purut (*Citrus hystrix*)

Kingdom	<i>Plantae</i>
Subkingdom	<i>Viridiplantae</i>
Divisi	<i>Tracheophyta</i>
Kelas	<i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	<i>Rosanae</i>
Ordo	<i>Sapindales</i>
Famili	<i>Rutaceae</i>
Genus	<i>Citrus L</i>
Spesies	<i>Citrus hystrix DC</i>

(Wayan, Lestari and Astuti, 2024)

2.2.2 Morfologi jeruk purut

Citrus hystrix merupakan pohon dengan ketinggian 5—7,5 meter. Batang berkayu, tumbuh tegak, berbentuk bulat, dengan percabangan simpodial, berduri, dan berwarna hijau kotor (Jamilah, Zahara and Nurhayati, 2023). Daun tunggal,

berseling, lonjong, tepi beringgit, ujung meruncing, pangkal membulat, panjang 4—5,5 cm, lebar 2—2,5 cm, tangkai bersayap, panjang 2—5 cm, hijau, pertulangan menyirip, permukaan berbintik, dan hijau. Bunga majemuk, bentuk tandan, di ketiak daun, tangkai silindris, panjang kurang lebih 2 cm, hijau, kelopak bentuk bintang, hijau kekuningan, benang sari silindris, panjang 3—6 mm, putih, tangkai putik silindris, panjang 3—5 mm, kepala putik bulat, kuning, mahkota lima helai, bentuk bintang, putih. Bakal buah berkedudukan lebih tinggi daripada tepi dasar bunga dan tidak berlekatan dengan dasar bunga. Buah bulat, diameter 4—5 cm, permukaan berkerut, hijau. Biji bulat telur, putih. Daging buah hijau, rasanya sangat asam agak pahit. Akar tunggang, putih kekuningan (Jamilah, Zahara and Nurhayati, 2023).

2.2.3 Ekstrak daun jeruk purut

Ekstrak daun jeruk purut (*Citrus hystrix D.C*) memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder, yaitu terpenoid (minyak atsiri), flavonoid, tanin, saponin, steroid, fenol, dan polifenol. Daun jeruk purut memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 1—1,5% (Astriani, Chusniasih and Marcellia, 2021). Senyawa yang terdapat dalam ekstrak daun jeruk purut yang berfungsi sebagai antibakteri adalah alkaloid, flavonoid, dan tanin. Mekanisme kerja alkaloid sebagai penghambatan sintesis dinding sel yang akan menyebabkan lisis pada sel sehingga sel akan mati. Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol terbesar di alam. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri berdasarkan pada denaturasi protein sel bakteri hingga akhirnya menyebabkan kematian sel. Tanin memiliki aktivitas antibakteri yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menginaktifkan adhesin sel mikroba juga menginaktifkan enzim, dan mengganggu transportasi protein pada lapisan sel

dalam (Karlina and Nasution, 2022). Saponin berperan sebagai antibakteri dengan mekanisme merusak permeabilitas dinding sel bakteri (Astriani, Chusniasih and Marcellia, 2021).

2.3 Bakteri di udara

Mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan virus dalam bentuk bioaerosol yang bersifat patogen maupun non patogen sering ditemukan di udara (Susanto, Sanie and Fitriani, 2019). Kualitas mikroorganisme di udara nantinya akan menggambarkan kondisi kesehatan lingkungan fasilitas rumah sakit dan dianggap memiliki patogenitas yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia, seperti infeksi yang berkaitan dengan rumah sakit (HAIs) (Ashuro *et al.*, 2022).

2.3.1 Faktor yang memengaruhi pertumbuhan bakteri

a. Suhu

Suhu memiliki hubungan dengan ada tidaknya angka kuman udara di rumah sakit hal ini dimungkinkan karena suhu adalah faktor yang terpenting yang memengaruhi pertumbuhan, multiplikasi, dan kelangsungan dari semua organisme hidup. Suhu yang rendah umumnya memperlambat metabolisme seluler sedangkan suhu yang lebih tinggi meningkatkan taraf kegiatan sel (Anggraini and Nur, 2020).

Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan bakteri adalah suhu. Metabolisme bakteri dapat disebabkan oleh suhu hangat yang meningkat. Sedangkan pada suhu rendah akan menghambat terjadinya proses metabolisme sehingga memperlambat proses pertumbuhan bakteri dalam sampel. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan denaturasi protein yang tidak akan kembali, sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan aktivitas enzim terhenti (Harlita, Azhari and Arimbi, P., 2023).

b. Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan pertumbuhan kuman. Pencahayaan yang kurang merupakan kondisi yang disukai bakteri karena dapat tumbuh dengan baik pada kondisi yang gelap. Sumber cahaya dalam ruangan dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Pencahayaan harus cukup baik waktu siang maupun malam hari. Pada malam hari pencahayaan yang ideal adalah penerangan listrik sedangkan pada waktu pagi hari sinar matahari dapat menjadi sumber utama penerangan dalam ruangan. Paparan cahaya dengan intensitas sinar *ultraviolet* (UV) tinggi dapat berakibat fatal bagi pertumbuhan bakteri. Bakteri akan mengalami radiasi yang berdampak pada kelainan dan kematian bakteri (Apriyani, Wijayanti and Habibi, 2020).

c. Kelembapan

Kelembapan dalam ruangan disebabkan karena adanya uap air dalam ruangan tersebut, dengan adanya *air conditioner* (AC) yang digunakan untuk menyedot percikan dari air dalam ruangan dan dibuang ke luar ruangan, sehingga kelembapan suatu ruangan tersebut relatif rendah dan dapat mengurangi jumlah mikroorganisme dalam ruangan, karena kelembapan yang relatif rendah dapat menyebabkan kekeringan selaput lendir membran dari mikroorganisme tersebut sedangkan pada ruang non AC didapatkan kelembapan yang relatif tinggi, karena banyaknya uap air yang terdapat dalam ruangan tersebut, ruang yang lembab merupakan media yang baik bagi perkembangan mikroorganisme (Zulfa and Syam, 2022).

d. Nutrisi

Bakteri membutuhkan media yang mengandung banyak sumber nutrisi agar tetap tumbuh dengan baik. Karbohidrat sangat dibutuhkan oleh bakteri karena

karbohidrat merupakan substrat utama untuk metabolisme bakteri. Hampir setengah berat kering suatu bakteri adalah unsur karbon. Karbon dapat ditemukan dalam senyawa karbohidrat sehingga karbohidrat sangat berperan penting untuk pertumbuhan bakteri. Bahan yang bisa digunakan untuk media pertumbuhan bakteri adalah bahan yang mampu menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri (Ramadhan, Juariah and Ryani, 2021).

e. Derajat keasaman (pH)

Setiap mikroorganisme mempunyai respons yang berbeda terhadap faktor lingkungan salah satunya adalah derajat keasaman (pH). Pengaruh pH terhadap pertumbuhan tidak kalah pentingnya dari pengaruh suhu dan kelembaban udara. Terdapat pH minimum, pH optimum, dan pH maksimum dalam pertumbuhan bakteri dimana rentang pH bagi pertumbuhan bakteri antara 4—9 dengan pH optimal 6,5—7,5 (Fajar, Yudha Perwira and Made Ernawati, 2022).

Kebanyakan bakteri dipengaruhi oleh pH optimum yang menyebabkan pertumbuhannya menjadi optimal. Pada pH yang rendah, membran sel pada mikroba menjadi jenuh oleh ion hidrogen sehingga membatasi transportasi membran. Keracunan yang terjadi pada pH rendah dikarenakan sebagian substansi asam yang tidak terurai meresap ke dalam sel, sehingga terjadi ionisasi dan pH sel berubah. Perubahan yang terjadi menghambat proses pengiriman asam-asam amino dari RNA sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan mikroba bahkan dapat membunuh mikroba itu sendiri (Fajar, Yudha Perwira and Made Ernawati, 2022).

2.3.2 Bakteri di dalam ruangan

Udara sendiri dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu udara dalam ruangan (*indoor*) dan udara luar ruangan (*outdoor*). Udara yang banyak terjadi aktivitas manusia akan mengandung banyak mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur yang akan tersebar di udara (bioaerosol) (Dewi, Raharjo and Wahyuningsih, 2021). Kualitas mikroorganisme di udara menggambarkan kondisi kesehatan lingkungan fasilitas rumah sakit dan dianggap memiliki patogenisitas yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia, seperti infeksi yang berkaitan dengan rumah sakit (HAIs) (Ashuro *et al.*, 2022). Mikroorganisme yang paling banyak berkeberadaan pada udara bebas yaitu salah satunya adalah bakteri. Jenis bakteri yang dapat ditemukan di udara dalam ruangan sebagai berikut (Ginting, Santosa and Trigunarso, 2022).

a. *Bacillus*

Bacillus merupakan bakteri gram positif dengan bentuk batang pendek hingga batang tunggal dengan penataan tunggal (Wiguna, Adisanjaya and Astuti, 2019). Bakteri memproduksi enzim katalase yang dapat memecah H_2O_2 yang bersifat toksik menjadi H_2O dan O_2 pada kondisi aerob (Khairunnisa *et al.*, 2018). *Bacillus* merupakan salah satu genus bakteri yang merupakan bakteri yang bersifat aerob obligat atau aerob fakultatif, dan positif terhadap uji enzim katalase (Puspita, Ali and Pratama, 2017).

b. *Escherichia coli*

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang umumnya ditemukan pada sisa metabolisme manusia, tetapi *E. coli* bisa menginfeksi melalui inhalasi ketika bakteri tersebut terbawa oleh udara misalnya melalui debu. Infeksi yang disebabkan oleh

bakteri tersebut diantaranya adalah pneumonia nosokomial dan juga meningitis pada neonatus (Soleha TU, Rukmono P, 2015).

c. *Staphylococcus*

Staphylococcus merupakan bakteri yang berbentuk *coccus*, bersifat aerob, dapat memfermentasi glukosa, laktosa, sukrosa, dan manitol (Khairunnisa *et al.*, 2018).

d. *Streptococcus*

Streptococcus sp. merupakan gram positif dengan bentuk bulat berderet membentuk rantai selama pertumbuhannya. Bakteri ini tidak motil dan tidak membentuk spora, kadang berkapsul. Bakteri ini tumbuh optimal pada suhu 37°C dan bersifat anaerob fakultatif. Spesies yang menyebabkan penyakit pada manusia yaitu, *S. pyogenes*, *S. agalactiae*, dan *Enterococcus* (Elliot T, 2013., Brooks F, 2008). Bakteri ini ditemukan pada permukaan dinding yang diteliti. Peneliti menemukan bakteri ini ditemukan sebanyak 3,33% di RPI anak. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Juhi Taneja *et all* di GB Pant Hospital bakteri ini ditemukan sebanyak 1,6%) (Baharutan, Rares and Soeliongan, 2015). Beberapa spesies dari *Streptococcus* ditemukan terdapat pada tubuh manusia (mikrobiota), seperti misalnya pada mulut ditemukan terdapat *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus vestibularis*. Meskipun ditemukan hidup sebagai mikrobiota, pada kasus dan keadaan tertentu, spesies *Streptococcus* dapat

menjadi patogen dan menyebabkan berbagai penyakit di berbagai lokasi di dalam tubuh manusia (Murray, Rosenthal and Pfaller, 2021).

e. *Pseudomonas*

Bakteri dari genus *Pseudomonas sp.* juga dapat menyebar melalui udara salah satunya adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri ini termasuk bakteri gram negatif dan berbentuk batang. *Pseudomonas aeruginosa* banyak terdapat dalam lingkungan yang lembab dan sering dijumpai pada temuan klinis. Bakteri ini akan menyebabkan penyakit pada penjamu dengan daya tahan tubuh yang lemah dan biasanya masuk melalui inhalasi. Penyakit yang dapat disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* diantaranya adalah pneumonia nekrotik jika mengenai paru, dan juga bisa mengakibatkan meningitis setelah beredar ke lapisan otak (Soleha TU, Rukmono P, 2015).

f. *Micrococcus*

Micrococcus merupakan bakteri gram positif yang berbentuk *coccus*. *Micrococcus* merupakan genus bakteri yang terdapat pada udara (Wong *et al.*, 2022). Bakteri ini merupakan bakteri obligat aerob dan merupakan bakteri yang terdapat pada stratosfer bawah (Smith *et al.*, 2018).

2.3.3 Dampak bakteri patogen bagi manusia

Bakteri adalah patogen mikroskopis yang bereproduksi dengan cepat setelah memasuki tubuh dengan cara melepaskan racun yang merusak jaringan dan menyebabkan penyakit. Secara umum, patogenesis bakteri diawali dengan masuknya bakteri ke dalam tubuh inang melalui bermacam-macam cara, antara lain melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan, rongga mulut, kuku dan lain-lain (Balloux and van Dorp, 2017).

a. *Pseudomonas aeruginosa*

Infeksi berat yang diakibatkan oleh spesies bakteri *Pseudomonas aeruginosa* diantaranya adalah pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis (Sukmawati, 2019). *Pseudomonas aeruginosa* menjadi patogen jika mencapai daerah yang tidak memiliki pertahanan normal, seperti membran mukosa dan kulit yang terluka karena cedera. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* melekat dan membentuk koloni di membran mukosa atau kulit, kemudian menginvasi secara lokal, dan dapat menyebabkan penyakit sistemik (Zulfiani, Windiasti and Artasasta, 2022).

b. *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen dengan virulensi toksin dan ketahanan terhadap antibiotik. Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan terjadinya berbagai jenis infeksi mulai dari infeksi kulit ringan, keracunan makanan, sampai dengan infeksi sistemik. *Staphylococcus aureus* dapat menginfeksi setiap jaringan dan bagian tubuh sehingga dapat menyebabkan timbulnya penyakit berupa peradangan, nekrosis, dan pembentukan abses (Zulfiani, Windiasti and Artasasta, 2022).

2.3.4 Siklus hidup bakteri udara

Pseudomonas aeruginosa merupakan patogen oportunistik yang umum menginfeksi pasien imunokompromais dan pasien rawat inap rumah sakit dengan insidensi sekitar 10—20% (Haque *et al.*, 2018). Infeksi nosokomial yang disebabkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* dapat berupa infeksi luka pasca operasi, *ventilator-associated pneumonia*, infeksi kulit, infeksi saluran kemih, infeksi telinga, dan infeksi mata (Ichsyani and Nadira, 2024).

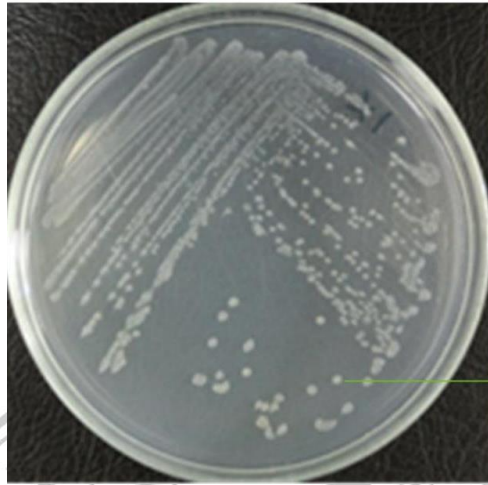
Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri aerob obligat gram negatif berbentuk basil. Bakteri ini mampu bertahan hidup pada berbagai kondisi lingkungan dan dapat membentuk *biofilm* pada lingkungan (O'Donnell *et al.*, 2016). *Biofilm* yang terbentuk dapat menyebabkan penetrasi desinfektan atau antibiotik, memunculkan sifat resistensi, sehingga bakteri menjadi reservoir atau sumber meningkatnya infeksi nosokomial di lingkungan rumah sakit (Souza, FF and Bastos, 2018).

Pseudomonas aeruginosa merupakan patogen oportunistik utama pada infeksi nosokomial dan bersifat invasif terhadap pasien dengan pertahanan tubuh yang lemah. Bakteri ini mendominasi penyakit infeksi *hospital acquired pneumonia*. Penyakit infeksi *hospital acquired pneumonia* merupakan penyakit infeksi nosokomial yang paling berbahaya (Bierman *et al.*, 2014).

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* memiliki kemampuan untuk hidup dan tumbuh kembang dalam berbagai kondisi dan lingkungan. Kemampuan ini berkaitan dengan faktor virulensi bakteri tersebut, salah satunya dengan membentuk *biofilm*. *Biofilm* terdiri dari sel-sel mikroba dan *extracellular polymeric substance* (EPS). Pembentukan *biofilm* dapat menyebabkan tidak sempurnanya penetrasi desinfektan atau antibiotik pada permukaan tubuh bakteri, sehingga bakteri didalamnya dapat tetap hidup dan menjadi reservoir atau sumber meningkatnya infeksi nosokomial di lingkungan rumah sakit (Hidayat, Roestijawati and Satrio, 2018).

2.3.5 Identifikasi bakteri

2.3.5.1 Media pertumbuhan



(Dian M and Djannatun, 2017)

Gambar 2.2 *Pseudomonas aeruginosa* pada Media Nutrient Agar

Media merupakan suatu bahan untuk pertumbuhan mikroorganisme yang mengandung campuran nutrisi yang dibutuhkan dalam mengkultur suatu bakteri. Media yang umum digunakan untuk menumbuhkan suatu mikroorganisme di laboratorium, seperti bakteri adalah media *nutrient agar* (NA) (Juriah and Sari, 2018).

Media *nutrient agar* (NA) merupakan suatu media yang berbentuk serbuk berwarna putih kekuningan, dan berdasarkan bentuknya termasuk kedalam media padat karena terdapat kandungan agar sebagai bahan pematatnya. Media ini memiliki komposisi penting, yaitu karbohidrat dan protein yang terdapat pada ekstrak daging dan pepton sesuai dengan kebutuhan dalam menumbuhkan sebagian besar bakteri (Rosmania and Yanti, 2020).

Media pembuatan *nutrient agar* (NA) memiliki kendala, yaitu higroskopis, media mudah rusak dan harga yang cukup mahal di pasaran. Oleh karena itu, peneliti terdorong untuk menemukan media alternatif dari bahan-bahan yang

mudah didapatkan dan tidak memerlukan biaya yang mahal dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan penggunaan media dan melimpahnya sumber alam yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme (Juriah and Sari, 2018).

2.3.5.2 Pewarnaan



(Djasfar and Pradika, 2023)

Gambar 2.3 Pewarnaan Gram Pada *Pseudomonas aeruginosa*

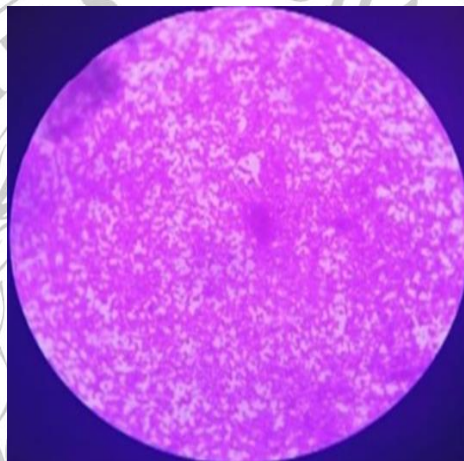
Pewarnaan merupakan salah satu tahapan identifikasi yang penting dilakukan guna untuk mempermudah identifikasi bakteri seperti melihat bentuk, jenis bakteri serta sifat kimia bakteri (Fatimatuzahro, Tyas and Hidayat, 2019). Salah satu pewarnaan yang umum digunakan dalam identifikasi bakteri, yaitu adalah pewarnaan gram. Pewarnaan ini digunakan untuk membedakan sifat fisik dinding sel dan sifat kimia dari bakteri. Pewarna ini akan membedakan bakteri menjadi bakteri gram positif dengan hasil bakteri akan berwarna ungu serta gram negatif dengan hasil bakteri berwarna merah (Siregar *et al.*, 2020).

Bakteri secara umum tidak berwarna dan hampir tidak nampak. Identifikasi bakteri dapat dilakukan dengan pewarnaan bakteri. Pewarnaan gram merupakan teknik pewarnaan diferensial yang paling penting dan juga yang paling luas untuk digunakan dan membagi bakteri menjadi dua kelompok, yaitu bakteri gram positif

dan bakteri gram negatif (Rini and Rohmah, 2020). Bakteri gram positif (+) mempertahankan zat warna kristal violet sehingga sel bakteri akan tampak berwarna biru atau juga ungu tua. Sedangkan bakteri gram negatif (-) kehilangan kristal violet ketika dicuci dengan menggunakan alkohol dan sewaktu diberikan *counterstain* safranin nantinya sel bakteri akan tampak berwarna merah (Asfiya, 2024).

2.3.5.3 Morfologi

2.3.5.3.1 *Staphylococcus aureus*

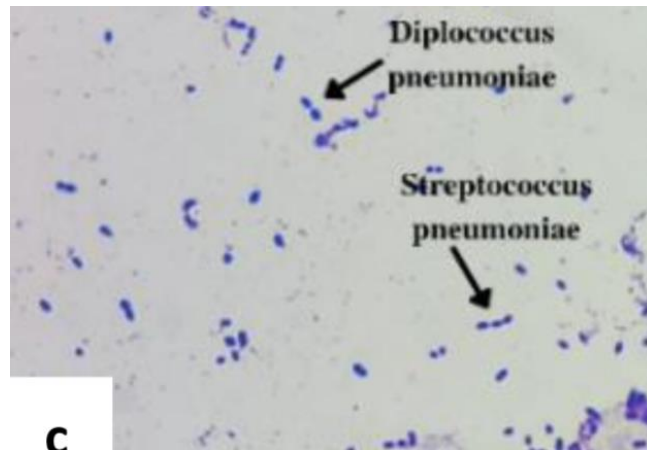


(Fira, Ridwan and Islawati, 2023)

Gambar 2.4 *Staphylococcus aureus*

Pewarnaan gram bertujuan untuk mengetahui bakteri secara mikroskopis dan memperjelas bentuk dan ukuran bakteri. Hasil pewarnaan gram menunjukkan gambaran mikroskopis bakteri yang diamati berbentuk bulat atau lonjong, berwarna ungu, susunan bakteri berkelompok, dan gram positif sesuai morfologi *Staphylococcus aureus*. Ini karena dinding sel bakteri gram positif terbuat dari peptidoglikan yang lebih tebal. Lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dapat mempertahankan warna ungu kristal violet, sehingga bakteri akan berubah menjadi ungu bahkan setelah diberi alkohol (Fira, Ridwan and Islawati, 2023).

2.3.5.3.2 *Streptococcus pneumoniae*

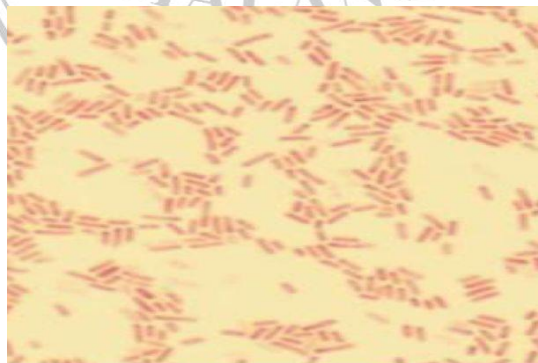


(Vanawati *et al.*, 2023)

Gambar 2.5 *Streptococcus pneumoniae* dengan Perbesaran 100×

Streptococcus pneumoniae adalah Gram positif diplococci, berbentuk lancet atau berbentuk seperti rantai dan mempunyai kapsul polisakarida. *Pneumococci* adalah flora normal yang ditemukan di sistem pernafasan manusia. Dengan pengecatan Gram, tampak bentuk *coccus* gram positif dan tampak adanya bakteri berkapsul. Bentuk pada pengecatan gram ini sering disebut *lancet shape* (Riedel *et al.*, 2019).

2.3.5.3.3 *Pseudomonas aeruginosa*

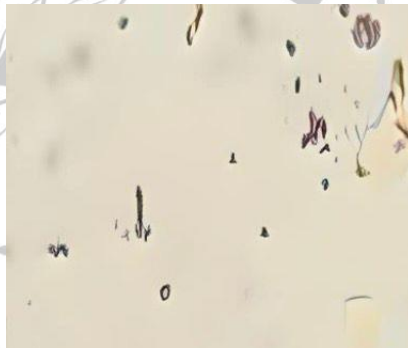


(Scania and Ningsih, 2023)

Gambar 2.6 *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa merupakan bakteri gram negatif aerob, berbentuk batang, bergerak dengan alat gerak/flagel monotrik (memiliki satu flagel pada bagian ujung badan bakteri), mampu memanfaatkan sumber karbon dan energi yang sangat beragam, tidak membentuk spora, tidak dapat memfermentasi karbohidrat, memiliki aktivitas oksidase dan bau yang khas seperti anggur. Bakteri ini tumbuh dengan baik pada suhu 25°C —35°C dan juga dapat tumbuh pada suhu 42°C sehingga menjadikan karakter pembeda bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan spesies lainnya dan berukuran sekitar $0,6 \times 2 \mu\text{m}$ (Goering *et al.*, 2019).

2.3.5.3.4 *Escherichia coli*

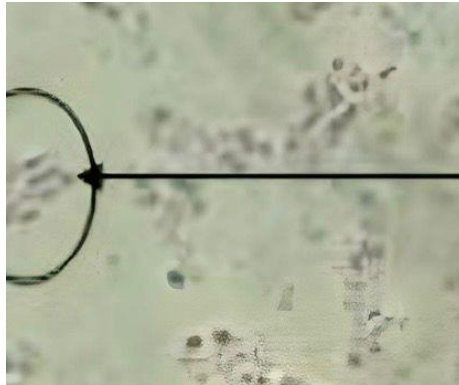


(Pratiwi, Tuiyo and Lamadi, 2020)

Gambar 2.7 *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* digolongkan kedalam bakteri dengan gram negatif, hal ini dikarenakan bakteri gram negatif mempunyai lapisan dengan peptidoglikan yang tipis (Putri, Erina and Fakhrurrazi, 2018).

2.3.5.3.5 *Salmonella sp.*

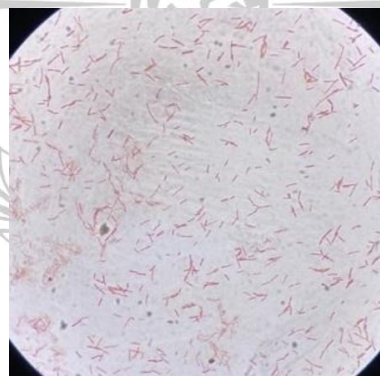


(Pratiwi, Tuiyo and Lamadi, 2020)

Gambar 2.8 *Salmonella sp.*

Salmonella sp. merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungannya. Bakteri *Salmonella* ini biasanya terdapat pada air yang tercemar feses manusia atau hewan penderita yang terbawa aliran air hujan atau air sungai (Wibisono, 2016).

2.3.5.3.6 *Klebsiella pneumoniae*



(Cahyaningtyas, Gaina and Tangkoda, 2024)

Gambar 2.9 *Klebsiella sp.*

Hasil pewarnaan gram terlihat bentuk sel bakteri secara mikroskopis dengan perbesaran 100 kali, yaitu gram negatif dengan ciri berwarna merah dan berbentuk basil (batang) (Cahyaningtyas, Gaina and Tangkoda, 2024). Menurut Sikarwar & Batra (2011) menyatakan bahwa *Klebsiella sp.* merupakan bakteri gram negatif, dengan uji katalase positif.

2.4 Ruang Rawat Inap Kelas III

2.4.1 Definisi

Instalasi rawat inap merupakan bagian dari bangunan rumah sakit, ialah instalasi pelayanan eksklusif yang menyediakan pelayanan yang komprehensif serta berkesinambungan sepanjang 24 jam. Ruang rawat inap yang nyaman serta aman ialah aspek penting yang bisa memengaruhi proses pengobatan penderita. Perancangan ruang rawat inap wajibenuhi persyaratan tertentu yang menunjang terciptanya ruang rawat inap yang sehat, nyaman, dan aman. Perencanaan serta pengelolaan bangunan ruang rawat inap rumah sakit pada dasarnya merupakan suatu upaya dalam menetapkan sarana fisik, tenaga serta perlengkapan yang dibutuhkan buat memberikan pelayanan kesehatan untuk warga sesuai dengan kebutuhan. Persyaratan teknis dasar ruang rawat inap di satu rumah sakit sebagai berikut (KEMENKES, 2011).

- a. Letak ruang rawat inap wajib di letak yang tenang, nyaman, dan aman
- b. Ruang rawat inap wajib mempunyai akses yang gampang ke ruang penunjang pelayanan yang lain
- c. Ruangan perawatan penderita di ruang rawat inap wajib dipisahkan berlandaskan kategori kelamin, umur serta tipe penyakit

Berdasarkan Direktorat Pelayanan Kesehatan Rujukan (2020), kriteria setiap ruangan rawat inap kelas III sebagai berikut (KemenkesRI, 2020).

- a. Jumlah tempat tidur : max 6 TT dengan pengaman
- b. Satu tempat duduk/TT 3.
- c. Satu buah kamar mandi pasien
- d. Satu nakas/TT

- e. Menu makanan sesuai yang ditetapkan RS
- f. Ukuran minimal: 2,4m x 3 m untuk satu TT

2.4.2 Standar bakteri udara dalam ruangan

Udara merupakan kebutuhan yang diperlukan bagi setiap makhluk hidup di bumi terutama manusia. Kualitas baik dan buruknya udara dapat memengaruhi bahkan menjadi dampak dari Kesehatan seseorang (Trianisa, Purnomo and Kasiwi, 2020). Menurut *United States Environmental j Protection Agency of America* Tahun 2022, polusi udara dalam ruangan berisiko terhadap kesehatan manusia (Hamzah *et al.*, 2016). Udara di lingkungan rumah sakit khususnya di dalam ruang dapat menyebabkan infeksi nosokomial yang menjadi salah satu faktor risiko infeksi udara antar pasien ke pasien maupun antar pasien ke orang sehat (Jayanti, Manyullei and Bujawati, 2016).

Standar nilai angka kuman udara dalam ruang sesuai standar *American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH)*, yaitu sebesar 500 CFU/ m³ dan Permenkes No. 1077 tahun 2011 adalah < 700 CFU/m³ (KEMENKES, 2021).

2.5 Minyak Atsiri Jeruk Purut

Minyak atsiri merupakan zat berbau dan memberikan bau yang khas pada tanaman. Minyak atsiri juga disebut minyak eteris atau minyak terbang. Minyak atsiri adalah senyawa yang biasanya berbentuk cairan yang diperoleh melalui penyulingan uap dari bagian tanaman, seperti akar, kulit, batang, daun, buah, biji, dan bunga. Minyak atsiri memiliki rasa getir (rasa pedas), bau wangi, dan dapat larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam udara (Yuliana A.D *et al.*, 2020).

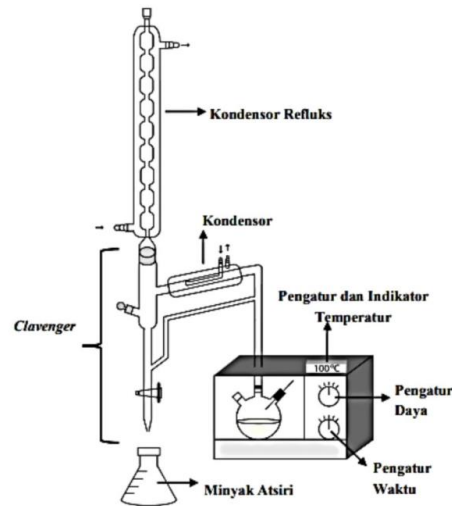
Tanaman jeruk purut memiliki kandungan senyawa diantaranya minyak atsiri (*limonene, citronellal, citronellol*) yang bermanfaat sebagai antioksidan, antimikroba, antileukimia, antitusif, insektisida, ilarvasida dan senyawa fenolik seperti flavonoid, flavanone, flavon, flavonol dan gliserolipida yang berfungsi sebagai sumber antioksidan, anti radang, antivirus, anti alergi, anti karsinogenik, anti aging (Agouillal *et al.*, 2017), repellent (Wahyuni, Nafi'ah and Abstrak, 2022).

2.5.1 Proses pembuatan minyak atsiri pada jeruk purut

2.5.1.1 *Microwave hydrodistillation* (MHD)

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), metode MAE dikembangkan lagi menjadi empat metode, yaitu *microwave hydrodistillation, microwave steam distillation, microwave steam diffusion, dan solvent free microwave extraction* (Daniswara *et al.*, 2017). Pada penelitian ini menggunakan *microwave hydrodistillation* (MHD) karena potensinya sebagai metode ekstraksi yang efisien dan efektif.

Penelitian terkait penggunaan metode MHD untuk mengekstrak minyak atsiri sudah banyak dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Daniswara dkk yang menyatakan bahwa metode MHD sendiri memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metode *soxhlet extraction*. Metode MHD dapat mempercepat waktu ekstraksi, menghemat biaya operasional karena tidak membutuhkan pelarut organik yang mahal dan dapat mencegah pencemaran lingkungan karena penggunaan pelarut organik. Selain itu, metode MHD juga dapat memberikan nilai rendemen yang tinggi dalam waktu yang lebih cepat (Daniswara *et al.*, 2017).



(Erliyanti, Priyanto and Pujiastuti, 2020)

Gambar 2.10 Microwave Hydrodistillation (MHD)

2.5.2 Pemanfaatan ekstrak daun jeruk purut sebagai *diffuser*

Diffuser aromaterapi adalah suatu cara pengobatan alternatif yang mana dihasilkan dari hasil ekstraksi tanaman yang mudah menguap yang disebut dengan minyak esensial atau minyak atsiri (Warditiani *et al.*, 2020). Di Indonesia terdapat banyak tanaman yang dapat diekstrak dan memberikan efek aromaterapi salah satunya adalah jeruk purut (*Citrus Hystrix D.C*).

Jeruk purut merupakan tumbuhan perdu yang memiliki banyak sekali manfaat salah satunya adalah sebagai analgesik dan dapat memberikan efek relaksasi (Cahyati, Kurniasih and Khery, 2016). Berdasarkan penelitian Nurcahyo (2016), ekstrak daun jeruk purut dapat dimanfaatkan sebagai sediaan aromaterapi terbukti dengan rata-rata tertinggi 50% yang mana artinya paling baik dan banyak disukai. Penelitian Hakim *et al* (2019) menunjukkan bahwa kandungan *sitronelal* dalam daun jeruk purut dapat berkhasiat sebagai aromaterapi. Minyak atsiri bersifat sebagai antibakteri dan antijamur, serta memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan mampu mencegah radikal bebas (Warsito, Hidayat and Putri, 2017).

2.5.3 Prinsip kerja alat *diffuser*

Diffuser merupakan suatu alat yang bisa mengolah air dengan campuran tetesan cairan aromaterapi, dalam hal ini adalah *essential oil*, sehingga menghasilkan partikel-partikel uap dengan menggunakan energi listrik yang dapat tersebar melalui udara suatu ruangan. *Diffuser* dapat digunakan di berbagai tempat seperti ruang keluarga, dapur, kamar tidur, dan di ruang kantor (Ina Siti Hasanah and Rafika Lestari, 2023).

Aromaterapi adalah salah satu bentuk perawatan medis. Salah satu bentuk pengobatan komplementer yang menggunakan minyak atsiri yang diambil dari tumbuh-tumbuhan dalam proses penyembuhannya adalah aromaterapi. Ada banyak cara untuk menggunakan aromaterapi, termasuk menggunakan minyak esensial itu sendiri, lampu, *diffuser*, sabun, dan garam aromaterapi (Louisa, Hartanto and Sylvia, 2020).



(Nurmianto, 2003)

Gambar 2.11 *Diffuser* Essenzo

2.6 Hasil Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hakim *et al* (2019), pembuatan minyak atsiri dengan bahan dasar tanaman jeruk purut (*Citrus hystrix*) akan

memiliki hasil yang berbeda pada setiap bagian daun, kulit, dan ranting tanaman yang digunakan seperti pada hasil aroma dan warna minyak yang telah di ekstraksi. Aroma daun minyak essential jeruk purut lebih segar khas jeruk purut, pada kulit bau khas jeruk purut kuat, dan ranting bau jeruk purut sedikit lagu. Perbedaan tingkat kesegaran aroma ini di sebabkan adanya perbedaan kandungan sitronelal sebagai komponen utama minyak. Sedangkan pada hasil warna yaitu warna dari kulit buah jeruk yaitu kuning muda kehijauan, warna daun menghasilkan warna hijau pekat, dan ranting akan menghasilkan warna hijau muda (Hakim *et al.*, 2019).

Menurut Maimunah *et al* (2020), ekstrak daun jeruk purut memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 5% (6,7 mm), 10% (7,2 mm), 15% (7,3 mm), dan 20% (8,3 mm). Konsentrasi ekstrak 20% merupakan konsentrasi yang paling efektif untuk menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dengan luas zona hambat 8,3 mm. Hal ini dibuktikan setelah diamati 2 x 24 jam pada isolat bakteri *Staphylococcus aureus* didapatkan hasil bahwa tidak terdapat pertumbuhan di area zona hambat pada cakram yang sudah diberi ekstrak daun jeruk purut dengan berbagai konsentrasi. Sehingga peneliti dapat menyimpulkan hasil bahwa ekstrak daun jeruk purut dengan beberapa konsentrasi tersebut memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Maimunah, Raihana and Silalahi, 2020).

Sementara penelitian yang telah dilakukan oleh Siregar *et al* (2020), mengenai perbandingan aktivitas antibakteri antara daun jeruk purut dan daun jeruk nipis terhadap bakteri *Escherichia coli* didapatkan hasil bahwa daun jeruk nipis memberikan diameter hambat terhadap *Escherichia coli* yang diperoleh pada konsentrasi 100 % dengan diameter 11,7 mm. Dan daun jeruk purut memberikan

diameter zona hambat terhadap bakteri *Escherichia coli* yang diperoleh pada konsentrasi 100 % dengan diameter 14,3 mm. Maka jenis daun jeruk nipis dan daun jeruk purut dapat dikategorikan sebagai penghambat kuat terhadap bakteri *Escherichia coli* (Siregar *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmanisa *et al* (2023) yang memaparkan uji efektivitas *diffuser* ekstrak bunga mawar. Interval waktu paparan *diffuser* yang digunakan adalah waktu 55 menit, 110 menit, dan 165 menit. Variasi konsentrasi ekstrak bunga mawar yang digunakan sebesar 1%, 2%, dan 3% pada pelarut akuades dan digunakan nutrient agar yang dibuka selama 15 menit sebagai media tumbuh koloni bakteri pada ruang *intensive care unit* (ICU). Pada penelitian tersebut menunjukkan konsentrasi efektif minyak atsiri bunga mawar pada *diffuser* untuk menurunkan koloni bakteri dengan nilai penurunan tertinggi, yaitu pada konsentrasi ekstrak bunga mawar 3% sebesar 774 koloni bakteri. Hal tersebut karena kandungan ekstrak bunga mawar berupa alkohol, β -Citronellol, geraniol, euganol, fenyl etil benzat, dan heneicosane yang mampu mengganggu pertumbuhan dari bakteri (Rahmanisa *et al.*, 2023).