

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.)

Kunyit merupakan tanaman obat berupa semak dan bersifat tahunan (perennial) yang tersebar di seluruh daerah tropis. Tanaman kunyit tumbuh subur dan liar disekitar hutan/bekas kebun. Diperkirakan berasal dari Binar pada ketinggian 1300-1600 m dpl, ada juga yang mengatakan bahwa kunyit berasal dari India. Kata *Curcuma* berasal dari bahasa Arab *Kurkum* dan Yunani *Karkom*. Pada tahun 77-78 SM, Dioscorides menyebut tanaman ini sebagai *Cyperus* menyerupai jahe, tetapi pahit, kelat, dan sedikit pedas, tetapi tidak beracun. Tanaman ini banyak dibudidayakan di Asia Selatan khususnya di India, Cina Selatan, Taiwan, Indonesia, dan Filipina. Beberapa penelitian membuktikan bahwa tanaman sangat potensial sebagai obat (diuretika, tonik dan aphrodisiaka), serta arah pengembangan obat tradisional (jamu) di Indonesia untuk menghasilkan fitofarmaka (Anonim, 2010).

Tanaman kunyit tumbuh bercabang dengan tinggi 40-100 cm. Batang merupakan batang semu, tegak, bulat, membentuk rimpang dengan warna hijau kekuningan dan tersusun dari pelepah daun (agak lunak). Daun tunggal, bentuk bulat telur (lanset) memanjang hingga 10-40 cm, lebar 8-12,5 cm dan pertulangan menyirip dengan warna hijau pucat. Berbunga majemuk yang berambut dan bersisik dari pucuk batang semu, panjang 10-15 cm dengan mahkota sekitar 3 cm dan lebar 1,5 cm, berwarna putih/kekuningan. Ujung dan pangkal daun runcing,

tepi daun yang rata. Kulit luar rimpang berwarna jingga kecoklatan, daging buah merah jingga kekuning-kuningan (Hartati & Balittro., 2013).

Rimpang kunyit bercabang-cabang sehingga membentuk rimpun. Rimpang berbentuk bulat panjang dan membentuk cabang rimpang berupa batang yang berada didalam tanah. Rimpang kunyit terdiri dari rimpang induk atau umbi kunyit dan tunas atau cabang rimpang. Rimpang utama ini biasanya ditumbuhi tunas yang tumbuh kearah samping, mendatar, atau melengkung. Tunas berbuku-buku pendek, lurus atau melengkung. Jumlah tunas umumnya banyak. Tinggi anakan mencapai 10,85 cm (Winarto, 2004).

Warna kulit rimpang jingga kecoklatan atau berwarna terang agak kuning kehitaman. Warna daging rimpangnya jingga kekuningan dilengkapi dengan bau khas yang rasanya agak pahit dan pedas. Rimpang cabang tanaman kunyit akan berkembang secara terus menerus membentuk cabang-cabang baru dan batang semu, sehingga berbentuk sebuah rumpun. Lebar rumpun mencapai 24,10 cm. panjang rimpang bias mencapai 22,5 cm. tebal rimpang yang tua 4,06 cm dan rimpang muda 1,61 cm. rimpang kunyit yang sudah besar dan tua merupakan bagian yang dominan sebagai obat (Winarto, 2004).

2.1.1 Klasifikasi Kunyit

Divisi : *Spermatophyta*
Sub-divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Zingiberales*
Famili : *Zingiberaceae*

Genus : *Curcuma*

Species : *Curcuma domestica* Val (Anonim, 2007).



Gambar 1. Rimpang Kunyit
Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2018

2.1.2 Morfologi Tanaman Kunyit

Batang Kunyit memiliki batang semu yang tersusun dari kelopak atau pelepah daun yang saling menutupi. Batang kunyit bersifat basah karena mampu menyimpan air dengan baik, berbentuk bulat dan berwarna hijau keunguan. Tinggi batang kunyit mencapai 0,75-1 m (Winarto, 2004). Daun kunyit tersusun dari pelepah daun, gagang daun dan helai daun. Panjang helai daun antara 31-83 cm. lebar daun antara 10-18 cm. Daun kunyit berbentuk bulat telur memanjang dengan permukaan agak kasar. Pertulangan daun rata dan ujung meruncing atau melengkung menyerupai ekor. Permukaan daun berwarna hijau muda. Satu tanaman mempunyai 6-10 daun (Winarto, 2004). Bunga kunyit berbentuk kerucut runcing berwarna putih atau kuning muda dengan pangkal berwarna putih. Setiap bunga mempunyai tiga lembar kelopak bunga, tig lembar tajuk bunga dan empat helai benang sari. Salah satu dari keempat benang sari itu berfungsi sebagai alat

pembiakan. Sementara itu, ketiga benang sari lainnya berubah bentuk menjadi heli mahkota bunga (Winarto, 2004).

2.1.3 Manfaat Kunyit

Diantara semua genus *Curcuma*, kunyit merupakan jenis yang paling banyak kegunaanya. Menurut (Rukmana,1995) manfaat kunyit antara lain: sebagai bahan bumbu dalam berbagai masakan, bahan pembuatan ramuan untuk mengobati berbagai jenis penyakit pada manusia, bahan baku industri jamu dan kosmetika, bahan penunjang industri teknik dan kerajinan. Sedangkan menurut (Sastroamidjojo, 1988) kunyit mempunyai khasiat sebagai penghilang gatal, antipasmodikum, radang gusi, obat radang selaput mata, obat sesak napas, obat sakit perut, astrigentia, dan analgetia.

Kunyit dapat digunakan sebagai obat luar maupun dalam. Kunyit sebagai obat luar berfungsi untuk mengobati eksim, bengkak dan rematik, bengkak karena digigit serangga atau gatal-gatak karena ulat bulu, dan memperlancar air susu ibu (ASI). Sedangkan kunyit sebagai obat dalam, yaitu kunyit digunakan untuk mengobati berbagai gangguan kesehatan, seperti panas dalam, demam, diare, gusi bengkak, kencing manis, kencing batu, hepatitis, dan untuk membersihkan rahim baik pada wanita yang baru melahirkan maupun setelah mendapat haid (Sinaga, 2006).

Salah satu manfaat kunyit yang banyak digunakan sebagai ramuan jamu karena berkhasiat menyejukkan, membersihkan, mengeringkan, menghilangkan gatal, dan menyembuhkan kesemutan. Manfaat utama tanaman kunyit, yaitu: sebagai bahan obat tradisional, bahan baku industri jamu dan kosmetik, bahan

bumbu masak, peternakan dll. Disamping itu rimpang tanaman kunyit itu juga bermanfaat sebagai anti inflamasi, anti oksidan, anti mikroba, pencegah kanker, anti tumor, dan menurunkan kadar lemak darah dan kolesterol, serta sebagai pembersih darah. (Hartati & Balittro, 2013).

2.1.4 Sifat Antimikroba Kunyit

Zat antimikroba adalah senyawa biologis atau kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba (Pelczar dan Reid, 1972).

Pada kunyit, senyawa yang memiliki aktivitas antimikroba adalah kurkumin. Pada penelitian (Ramprasad dan Sirsi, 1956) menunjukkan bahwa, kurkumin mempunyai sifat antibakteri, terutama terhadap *Micrococcus pyrogenes* var. *aureus*. Kurkumin dalam bentuk natrium kurkuminat, bersifat bakteristatik terhadap *Micrococcus pyrogenes* var. *aureus* dengan dosis 1 ppm. Hal ini karena kurkumin merupakan senyawa fenolik yang mekanisme kerjanya mirip dengan senyawa fenolik lainnya yang berfungsi sebagai antimikroba.

Fenol dan senyawa turunannya telah terbukti mempunyai sifat bakteristatik dan bakterisidal sehingga sering digunakan sebagai desinfektan. Senyawa fenol berfungsi sebagai antimikroba dengan cara mendenaturasi protein sel dan merusak membran sel. Senyawa fenol bersifat aktif terhadap sel vegetatif bakteri, tetapi tidak terhadap spora bakteri. Keaktifannya menurun dengan adanya pengenceran dan reaksi dengan senyawa organik lain. Senyawa fenol sangat aktif pada pH asam (Hugo dan Russel, 1981).

2.1.5 Kandungan Kimia Rimpang Kunyit

Kandungan kimia pada rimpang kunyit berbeda-beda, tergantung daerah pertumbuhan serta kondisi pra panen dan pasca panen (Purseglove *et al.*, 1981). Rimpang kunyit yang tua biasanya mengandung pati, protein, selulosa, beberapa mineral, kurkuminoid, dan minyak atsiri. Komponen yang paling banyak pada kunyit adalah pati yang berkisar 40-50% (Purseglove *et al.*, 1981). Tabel 1 menunjukkan kandungan kimia rimpang kunyit, kunyit kering, dan bubuk kunyit per 100 gram bahan yang dimakan.

Tabel 1. Menunjukkan kandungan kimia rimpang kunyit, kunyit kering, dan bubuk kunyit per 100 gram bahan yang dimakan.

Komponen	Komposisi		
	Rimpang kunyit	Kunyit kering	Bubuk kunyit
Energi (Kal)	1480	349.0	390.0
Air (gr)	11.4	13.10	5.80
Protein (gr)	7.8	6.30	8.60
Lemak (gr)	9.9	5.10	8.90
Karbohidrat (gr)	64.9	69.40	69.90
Serat (gr)	6.7	2.60	6.90
Abu (gr)	6.0	-	6.80
Kalsium (gr)	182	0.15	0.20
Fosfor (gr)	268	0.28	0.26
Natrium (gr)	-	0.03	0.01
Kalium (gr)	-	3.30	2.50
Besi (mg)	41	16.60	47.50
Thiamin (mg)	5	0.03	0.09
Riboflavin (mg)	5	-	0.19
Niacin (mg)	5	-	4.80
Asam nikotinat (mg)	-	2.30	-
Asa askorbat (mg)	26	50.0	49.80
Vitamin A (IU)	-	-	175.0

Sumber: Farrell (1990) & Shankaracharya Natarajan (1977).

Faktor-faktor yang menentukan mutu kunyit adalah kandungan pigmennya (kurkumin), nilai organoleptik dan penampakan umum, ukuran, dan bentuk fisik

rimpangnya. Mutu tersebut dipengaruhi oleh faktor intrinsik kultivar yang ditanam, umur rimpang waktu dipanen, penanganan, pengolahan dan teknik sortasinya (Purseglove et al., 1981). Kurkuminoid dan minyak atsiri merupakan komponen utama yang menentukan mutu kunyit.

a) Kurkuminoid

Kurkuminoid adalah senyawa yang berpartisipasi dalam pembentukan warna pada kunyit. Menurut (Li *et al.*, 2011) kurkuminoid merupakan campuran analog antara kurkumin, desmetoksi kurkumin dan bis-desmetoksi kurkumin pada kunyit, dimana kurkumin merupakan komponen yang paling dominan.

Kurkumin merupakan senyawa berbentuk kristal bubuk dan berwarna kuning. Nama trivial kurkumin adalah 1,7-bis-(hidroksi-3-metoksi-fenil)-1,6-heptadiena-3,5-dione, atau di (4-hidroksi-3-metoksi sinamoyl) metana. Kurkumin memiliki rumus dan bobot molekul masing-masing adalah $C_{12}H_{20}O_6$ dan 368.37. Titik lebur kurkumin berkisar $183^{\circ}C$. Kurkumin tidak larut dalam air dan eter, tetapi larut dalam etanol dan asam asetat. Jacob (1944) menyatakan bahwa kurkumin sedikit larut dalam air panas. Kurkumin tidak stabil terhadap cahaya dan kondisi alkali, tetapi tahan terhadap perlakuan panas. Menurut (Krisnamurthy *et al.*, 1976) kunyit mengandung 2.5-6% pigmen kurkumin. Sedangkan berdasarkan penelitian (Jusuf, 1980) diperoleh gambaran bahwa kandungan kurkumin kunyit dari Jawa adalah 0.63-0.76% dengan menggunakan analisa spektrofotometri terhadap ekstrak kasar kunyit. Fungsi lain dari kurkumin adalah sebagai antioksidan, anti-inflamasi, efek pencegah kanker serta menurunkan resiko serangan jantung. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Chipault *et al.*,

1955) kunyit mempunyai indeks antioksidan sebesar 15.9 (ulangan I) dan 29.6 (ulangan II) yang diuji dengan teknik absorpsi oksigen. Sedangkan (Cort, 1974) yang dikutip (Farrell, 1990) menyatakan bahwa indeks antioksidan pada kunyit sebesar 5.0

b) Minyak Atsirih

Selain kurkumin, kunyit juga mengandung minyak atsiri yang menentukan aroma dan cita rasa kunyit. Dalam perdagangan Internasional, minyak ini dikenal sebagai *turmeric oil* atau *turmerol*. Minyak atsiri diperoleh dengan cara ekstraksi atau penyulingan. Minyak atsiri mempunyai beberapa sifat yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat-sifat minyak atsiri kunyit

Sifat	Keterangan
Warna	Kuning jingga
Bau	Aromatik dan <i>peppery</i>
Indeks refraksi	1.5130 pada 24 ⁰ C
Rotasi optik	-14 ⁰ pada 24 ⁰ C
Berat jenis	0.9423 pada 24 ⁰ C
Kelarutan	1 vol. Minyak larut di dalam 1.8 volume 90% etanol

Sumber: (Krisnamurthy *et al.*, 1976)

(Guenther, 1952) menyatakan bahwa pada destilasi rimpang kunyit kering dihasilkan 1.3-5.5% minyak atsiri dengan bau aromatis dan berwarna jingga kemerahan. Sedangkan (Krisnamurthy *et al.*, 1976) melaporkan bahwa kandungan minyak atsiri rimpang kunyit bervariasi antara 2.5-7.5%, tergantung pada varietas kunyit dan tempat tumbuhnya.

2.1.6 Faktor Geografis yang berbeda

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) adalah tanaman obat yang diketahui banyak memiliki aktivitas biologis antara lain sebagai antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, dan antipprotozoa (Araujo,2001). Tanaman yang akan digunakan sebagai bahan baku obat seharusnya memiliki sifat genetik dari klon terbaik serta ditumbuhkan pada kondisi yang terkontrol dan seragam (Chaturvedi,2007).

Faktor penting mempengaruhi fenotipe tanaman adalah faktor genetik dan lingkungan. Tumbuhan memiliki sifat fenotype plasticity yaitu kemampuan untuk merubah feonotip sebagai respon terhadap perubahan kondisi lingkungan (Price *et al*,2003). Sebagaimana diketahui, kondisi lingkungan pada ketiga daerah yaitu Bogor,lernbang dan So'e berbeda-beda. Sehingga secara teori tumbuhan akan melakukan adaptasi perubahan fenotipe yang berbeda pula.

Menurut Li *et al*, (2001). Dan Hossain *et al*, (2005), kondisi geografis seperti tanah dan iklim tempat tumbuh kunyit sangat mempengaruhi jumlah kandungan kimia yang dapat dihasilkannya karena pada proses biosintesis suatu senyawa oleh tumbuhan dibutuhkan bahan baku yang berasal dari lingkungan. Kekurangan atau ketidaktersediaan suatu unsur hara akan mengganggu proses biosintesis tersebut.

2.1.7 Ekstraksi

Agoes (2009) mengemukakan defenisi tentang ekstraksi yaitu: Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Jadi, ekstrak merupakan sediaan yang diperoleh dengan cara ekstraksi tanaman obat dengan ukuran partikel tertentu dan menggunakan medium

pengekstraksi (menstrum) yang tertentu pula. Ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai pelarut sesuai dengan bahan yang ingin diekstraksi. Salah satu pelarut umum digunakan adalah air. Hasil ekstraksi menggunakan pelarut air disebut ekstrak air. Menurut (Agoes, 2009) pembuatan ekstraksi air dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

- a) *Infusum* (infus): sama seperti dekoktum hanya ekstraksinya lebih singkat yakni 15 menit.
- b) *Coque* (perebusan): penyarian dengan merebus tanaman obat dengan menggunakan api langsung misalnya pada pembuatan jamu tradisional.
- c) Seduhan: simplisia direndam menggunakan air mendidih selama 10-15 menit.
- d) Maserasi: penyarian simplisia menggunakan pelarut pada suhu kamar dalam waktu tertentu.
- e) Perkolasi: ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai semua bahan aktif terekstraksi.

2.2 Tinjauan Umum Bakteri

2.2.1 Pengertian Bakteri

Bakteri adalah kelompok mikroba yang tidak memiliki membran inti sel, termasuk prokariota dan mikroskopik, serta memiliki peran dalam kehidupan. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai penyebab penyakit, kelompok lainnya memberikan manfaat di bidang pangan, pengobatan, dan industri. Struktur sel

bakteri relatif sederhana, tanpa nukleus, kerangka sel, dan organel lainnya seperti mitokondria dan kloroplas (Madigan, 2009).

Pada umumnya, bakteri berukuran 0,5-5 μm , tetapi ada bakteri yang dapat berdiameter hingga 700 μm , yaitu *Thiomargarita*. Bakteri umumnya memiliki dinding sel, seperti sel tumbuhan dan jamur, tetapi dengan bahan pembentuk sangat berbeda (peptidoglikan). Beberapa jenis bakteri bersifat motil (mampu bergerak) yang disebabkan oleh flagel (Madigan, 2009). Bakteri memiliki beberapa tipe, bentuk gambar, pengertian dan contoh nama bakteri .

Tabel 3. Bentuk sel bakteri
Sumber: (Pelczar, 1999).

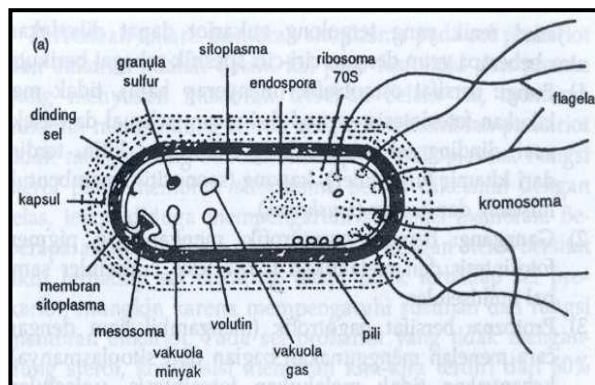
Tipe	Bentuk Gambar	Pengertian	Contoh nama bakteri
Diplobasil		Bentuk batang berkoloni dua-dua	—
Streptobasil		Berbentuk rantai batang-batang	<i>Aerobacter</i> <i>Bacillus anthracis</i> <i>Streptobacillus moniliformis</i>
2. Coccus (Bola)			
Diplococcus		Berbentuk bola berkoloni dua-dua	<i>Diplococcus pneumoniae</i>
Streptococcus		Berbentuk bola koloni membentuk rantai	<i>Streptococcus pharyngitidis</i> <i>S. faecalis</i>
Sarcina		Berbentuk bola seperti kubus	<i>Sarcina sp.</i>
Staphylococcus		Berbentuk seperti apikal	<i>Staphylococcus aureus</i>
3. Spicillum			
		Berbentuk seperti batang benang	<i>Vibrio cholerae</i>

2.2.2 Struktur Sel Bakteri

Sebagian besar sel bakteri memiliki lapisan pembungkus sel, berupa membran plasma, dinding sel yang mengandung protein dan polisakarida. Sejumlah bakteri dapat membentuk kapsul dan lendir, juga flagela dan pili. Dinding selnya merupakan struktur yang kaku berfungsi membungkus dan

melindungi protoplasma dari kerusakan akibat faktor fisik dan menjadi pengaruh lingkungan luar seperti kondisi tekanan osmotik yang rendah.

Protoplasma terdiri dari membran sitoplasma beserta komponen-komponen seluler yang ada di dalamnya. Beberapa jenis bakteri dapat membentuk endospora sebagai pertahanan di kala lingkungan tidak sesuai untuk pertumbuhannya. Struktur dinding sel dapat menentukan perbedaan tipe sel bakteri, seperti bakteri Gram positif dan Gram-negatif.



Gambar 2. Gambaran umum struktur sel bakteri
Sumber : Fardiaz,1987

1) Flagela dan Filamen Axial

Flagela merupakan filamen protein uliran (helical) dengan panjang dan diameter yang sama, dimiliki oleh beberapa bakteri patogen untuk bergerak bebas dan cepat (pergerakan berenang). Flagela disusun oleh tiga bagian: filamen, hook (sudut), dan basal body (bagian dasar). Bagian dasar menancap pada membran plasma, disusun oleh suatu tangkai serta satu atau dua rangkaian cincin yang mengelilinginya dan berhubungan dengan membran plasma, peptidoglikan, dan pada bakteri Gram-negatif berhubungan dengan membran luar pembungkus sel.

Fungsi utama flagela pada bakteri adalah sebagai alat untuk pergerakan. Flagela bukan merupakan alat untuk pertahanan hidup. Flagela dapat dipisahkan dengan guncangan atau dengan putaran dalam alat pengocok seperti sentrifuga. Sel tetap hidup dan memperoleh motilitas dengan pertumbuhan kembali flagela. Sel bakteri berflagela dapat menghampiri sumber nutrisi dan menghindari racun dengan menghampiri suatu kemoatraktan atau meninggalkan senyawa yang tidak diinginkan.

Pergerakan sel oleh flagela mendorong sel dengan putaran melingkar searah sumbu panjangnya, seperti baling-baling. Putaran flagela dikuatkan oleh arus listrik. Fungsi flagela dibangun oleh respon kemotaktik, menunjukkan suatu sistem regulasi sensori umpan balik. Flagela ganda memutar berlawanan dengan arah jarum jam untuk membentuk suatu berkas yang terkoordinir dan efek pergerakan sel umumnya ke arah nutrisi (kemotaksis positif). Pengaruh adanya senyawa yang tidak diinginkan, menyebabkan koordinasi menjadi hilang, berkas flagela mengalami kekacauan, dan sel berputar dan cenderung menjauhi senyawa tersebut. Koordinasi fungsi flagela melibatkan kemoreseptor, yang disebut “protein pengikat periplasmik”, yang berinteraksi dalam transpor membran. Koordinasi pergerakan flagela juga melibatkan proses metilasi suatu protein membran plasma spesifik. Adanya kemoatraktan, proses metilasi protein tersebut meningkat, sebaliknya dengan adanya racun/senyawa yang tidak diinginkan, proses metilasi menurun.

2) Mikrofibril: Fimbria dan Pili Seks (Adhesin, Lektin, Evasin, dan Aggressin)

Fimbria, disebut juga pili dapat diamati dengan mikroskop elektron pada permukaan beberapa jenis sel bakteri. Fimbria merupakan mikrofibril serupa rambut berukuran 0,004 – 0,008 mm. Fimbria lebih lurus, lebih tipis dan lebih pendek dibandingkan dengan flagela. Struktur fimbria serupa dengan flagela, disusun oleh gabungan monomer, membentuk rantai yang berasal dari membran plasma. Salah satu bakteri yang memiliki banyak fimbria, dapat menginfeksi saluran urin. Sel berfimbria melekat kepada ruang antar sel, permukaan hidrofobik, dan reseptor spesifik.

Fungsi fimbria dianggap membantu bakteri untuk bertahan hidup dan berinteraksi dengan inang. Fungsi fimbria, di antara komponen permukaan sel bakteri yang lainnya, dapat dianggap memiliki aktivitas fungsional seperti adhesin, lektin, evasin, agresin, dan pili seks. Pada bakteri patogen yang menyebabkan infeksi, fimbria dan komponen permukaan lainnya dapat berperan sebagai faktor pelekatan spesifik, yang disebut adhesin. Spesifisitas perlekatan fimbria dapat menyebabkan bakteri menempel dan berkoloni pada jaringan inang spesifik.

Mikrofibril bakteri Gram-negatif, sering disebut pili umum (fimbria) atau sebagai pili seks. Mikrofibril terdapat secara bebas atau secara simultan pada sel yang sama. Pada permukaan sel tersebar sekitar 100 – 200 fimbria, hanya 1- 4 pili seks ditemukan pada daerah tertentu. Pili seks berfungsi untuk mendeteksi adanya antigen spesifik atau diduga untuk meng-inaktifkan bakteriofage tertentu, yang menempel secara spesifik pada pili seks. Faga RNA spesifik menempel sepanjang filamen pili seks, sedangkan faga DNA berbentuk filamen menempel pada ujung

pili. Struktur mikrofibril juga dapat dilibatkan dalam meluncur dan gerak kedutan lambat pada bakteri yang tidak berflagel (translokasi permukaan).

3) Selubung Sel

Selubung sel bakteri terdiri dari membran plasma, dinding sel serta protein khusus atau polisakarida dan beberapa bahan pelekat luar. Komponen selubung sel sebagai lapisan pelindung yang tersusun atas beberapa lapis sel yang umum terdapat pada sel bakteri, tersusun dari 20% atau lebih dari berat kering sel. Selubung sel bakteri mengandung daerah transpor untuk nutrisi dan daerah reseptor untuk virus bakteri dan bakteriosin, mempermudah interaksi inang-parasit, disamping itu sebagai tempat reaksi komplemen dan antibodi, dan sering mengandung komponen toksik untuk inang.

4) Kapsul

Virulensi patogen sering berhubungan dengan produksi kapsul. Strain virulen *Pneumococcus* menghasilkan polimer kapsuler yang melindungi bakteri dari fagositosis. Bakteri tersebut membentuk koloni mukoid atau cair (tipe M) atau koloni halus (tipe S) pada medium padat dan sebaliknya strain kasar (tipe R) tidak membentuk kapsul. Hilangnya kemampuan untuk membentuk kapsul melalui mutasi berhubungan dengan kehilangan virulensi dan kerusakan oleh fagosit tapi tidak mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri.

Bentuk kapsul yang kental yang cenderung melekat kepada sel, sedangkan lendir dan polimer ekstraseluler lebih mudah tercuci. Kapsul lebih mudah dilihat dengan pewarnaan negatif. Di bawah mikroskop, dalam campuran tinta India kapsul kelihatan lebih terang mengelilingi sel. Kapsul juga dapat diwarnai secara

khusus. Sel bakteri yang tidak membentuk kapsul dan secara serologi dapat bereaksi dengan serum antikapsul, dikatakan menghasilkan mikrokapsul.

5) Dinding Sel

Dinding sel, ditemukan pada semua bakteri hidup bebas kecuali pada *Mycoplasma*. Dinding sel berfungsi melindungi kerusakan sel dari lingkungan bertekanan osmotik rendah dan memelihara bentuk sel. Hal ini dapat diperlihatkan melalui plasmolisis, dengan mengisolasi partikel selubung sel setelah sel bakteri mengalami kerusakan secara mekanik, atau dengan penghancuran oleh lisozim. Jika seluruh sel atau selubung sel diisolasi kemudian diberi lisozim, partikel dinding sel bakteri (bukan archeabakteria) dapat lisi dengan perlakuan lisozim tersebut dan membentuk protoplast (Bakteri Gram positif) dan spheroplas (Bakteri Gram negatif).

6) Membran Plasma

Membran plasma merupakan pembungkus sel yang terletak di bagian dalam dari lapisan dinding sel yang kaku dan berhubungan dekat dengan membran sitoplasma yang lembut, bersifat sangat penting untuk sel. Pada irisan tipis membran plasma di bawah mikroskop elektron memperlihatkan suatu bentuk struktur “*sandwich trilaminar*” lapisan gelap-terang-gelap.

Meskipun bakteri dianggap toleran terhadap perubahan tekanan osmotik yang ekstrim pada lingkungan luar, protoplasnya akan mengalami plasmolisis (menyusut) atau plasmoptisis (membengkak-pecah) ketika ditempatkan dalam media yang tidak sesuai. Penempatan sel dalam larutan hipertonik menyebabkan plasmolisis, terjadi penyusutan/pelepasan membran dan sitoplasma dari dinding

sel. Sel Gram-negatif lebih mudah mengalami plasmolisis dibanding sel Gram-positif, yang berhubungan dengan tekanan osmotik dalam selnya.

7) Ribosom.

Ribosom merupakan suatu partikel sitoplasma, bila diamati di bawah mikroskop elektron, terlihat suatu partikel sitoplasma kecil. Ribosom terdapat dalam padatan sesudah protoplas setelah sel bakteri dirusak dengan sentrifugasi 100.000g. Ribosom bakteri berukuran 70S (800 KDa), dan dapat dipisahkan menjadi subunit 30S dan 50S. Subunit 30S mengandung RNA 16S, sedangkan subunit 50S mengandung RNA 23S dan 5S. Kumpulan poliribosom-membran mengandung semua komponen sistem pensintesis-protein; poliribosom merupakan rantai ribosom 70S (monomer) menempel kepada mRNA. Jumlah ribosom bervariasi sesuai dengan kondisi pertumbuhan: sel tumbuh-cepat dalam medium yang sesuai, mengandung lebih banyak ribosom dibandingkan dengan sel tumbuh-lambat dalam medium yang kurang memadai. Protein mirip-histon saat ini sudah ditemukan dalam jumlah yang kecil berhubungan dengan DNA *E. coli*. Pada bakteri, juga telah diketahui adanya poliamin, seperti putreskin dan spermidin.

8) Granula Sitoplasma

Granula, diidentifikasi dengan prosedur pewarnaan yang sesuai, menandakan adanya pengumpulan cadangan makanan termasuk polisakarida, lemak, atau polifosfat. Granula bervariasi menurut tipe medium dan tempat fungsional sel. Glikogen merupakan bahan cadangan utama dari bakteri enterik (40% dari berat sel pada beberapa spesies). Dengan cara yang sama, pada

beberapa spesies *Bacillus* dan *Pseudomonas* granula ini terdiri dari 30% atau lebih dari berat bakteri, tersimpan sebagai poli-(b-hidroksibutirat. Dengan pewarnaan metakromatik, polifosfat, juga dikenal sebagai Babes-Ernst atau granula volutin, terdapat pada *Corynebacterium diphtheriae*, *Yersinia pestis*, *Mycobacterium tuberculosis*, dan yang lainnya. Pewarnaan granula volutin dalam berbagai warna, nampak berbeda mulai dari merah sampai biru (contoh, secara metakromatik), dengan toluidin dan metilen biru.

2.2.3 Bentuk Dan Ukuran Sel Bakteri

Bentuk dan ukuran sel bakteri bervariasi, ukurannya berkisar 0,4 – 2,0mm. Bentuk sel bakteri dapat terlihat di bawah mikroskop cahaya, dapat berbentuk kokus (bulat), basil (batang), dan spiral. Bentuk sel kokus terdapat sebagai sel bulat tunggal, berpasangan (*diplokokkus*), berantai (*streptokokkus*), atau tergantung bidang pembelahan, dalam empat atau dalam kelompok seperti buah anggur (*stafilokokkus*). Bentuk sel serupa batang biasanya bervariasi, memiliki panjang mulai dari batang pendek sampai batang panjang yang melebihi beberapa kali diameternya.

2.2.4 Gambaran Umum Bakteri Gram positif dan Gram negatif

Berdasarkan pewarnaan gram, bakteri dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Bakteri gram negatif zat lipidnya akan larut selama pencucian dengan alkohol, pori-pori pada dinding sel akan membesar, permeabilitas dinding sel menjadi besar, sehingga zat warna yang sudah diserap mudah dilepaskan dan kuman menjadi tidak berwarna. Sedangkan pada bakteri gram positif akan mengalami denaturasi protein pada

dinding selnya oleh pencucian dengan alkohol. Protein menjadi keras dan kaku, pori-pori mengecil, permeabilitas kurang sehingga kompleks ungu kristal jodium dipertahankan dan sel kuman tetap berwarna ungu. (Staf Pengajar FKUI, 1993).

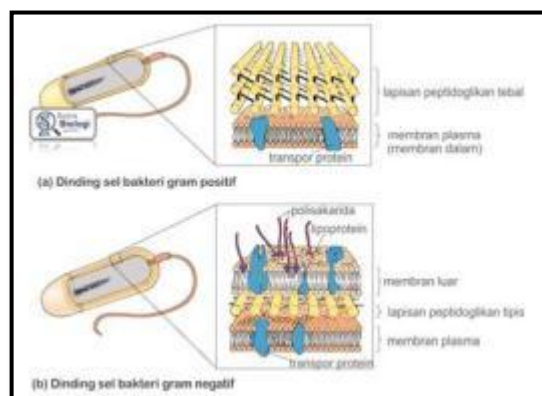
Hal itu disebabkan karena bakteri gram positif dan gram negatif mempunyai dinding sel yang berbeda susunan kimianya. Dinding sel bakteri gram negatif lebih rumit susunanya dari pada bakteri gram positif. Dinding sel bakteri gram positif hanya tersusun dari satu lapisan saja, yaitu lapisan peptidoglikan yang relatif tebal. Sedangkan dinding sel bakteri gram negatif mempunyai dua lapisan dinding sel, yaitu: lapisan luar yang tersusun dari peptidoglikan tetapi lebih tipis dari pada lapisan peptidoglikan pada bakteri gram positif. (Timotius, KH, 1982).

2.2.5 Ciri-ciri Bakteri Gram positif dan Gram negatif

Berdasarkan ciri-ciri susunan dinding sel pada bakteri Gram positif dan Gram negatif maka akan tampak perbedaan-perbedaan relatif antara kedua bakteri tersebut yang dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. Ciri-ciri bakteri gram positif dan gram negatif
Sumber: Pelczar, JM, 1988

Ciri	Gram positif	Gram negatif
Struktur dinding sel	Tebal (15-80 nm)	Tipis (10-15)
	Berlapis tunggal (mono)	Berlapis tiga (multi)
Komposisi dinding sel	Kandungan lipid rendah (1-4%)	Kandungan lipid tinggi (11-22%)
	Peptidoglikan ada sebagai lapisan tunggal, komponen utama merupakan lebih dari 50 % berat kering pada beberapa sel bakteri	Peptidoglikan ada di dalam lapisan kaku sebelah dalam, jumlahnya sedikit, merupakan sekitar 10% berat kering
	Ada asam tekoat	Tidak ada asam tekoat
Kerentanan terhadap penisilin	Lebih rentan	Kurang rentan
Pertumbuhan dihambat oleh zat-zat warna dasar, misalnya ungu kristal	Pertumbuhan dihambat dengan nyata	Pertumbuhan tidak begitu dihambat
Persyaratan nutrisi	Relatif rumit pada banyak spesies	Relatif sederhana
Resistensi terhadap gangguan fisik	Lebih resisten	Kurang resisten



Gambar 3. Bakteri gram positif dan bakteri gram negatif
Sumber: Hasanudin, 2017

2.2.6 Contoh Bakteri Gram positif dan Gram negatif

Contoh Bakteri Gram positif diantaranya adalah *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. Sedangkan bakteri gram negatif diantaranya adalah *E. coli* dan *Pseudomonas*.

a) *Staphylococcus aureus*

Morfologi : sel berbentuk bulat atau lonjong, tidak bergerak, tidak bersimpai, tidak berspora dan gram positif. Tersusun dalam kelompok (seperti anggur). Pembentukan dalam kelompok ini terjadi karena pembelahan sel terjadi dalam tiga bidang dan sel-sel anaknya cenderung untuk tetap berada didekat sel induknya.

Sifat-sifat biakan : *Staphylococcus aureus* bersifat aerob dan tumbuh baik pada perbenihan sederhana pada temperatur optimum 37°C dan pH 7,4.

Daya tahan : merupakan salah satu kuman yang cukup kebal diantara organisme-organisme tak berspora. Tahan dipanaskan pada 60°C selama 30 menit. Tahan terhadap 1% fenol selama 15 menit.

b) *Bacillus subtilis*

Morfologi : kuman ini berbentuk batang lurus gram positif berukuran 1,5 x 4,5 μ , sendiri-sendiri atau tersusun dalam bentuk rantai, bergerak dan tidak bersimpai.

Sifat biakan : bersifat aerob tumbuh pada agar darah membentuk zona hemolisis beta yang lebih lebar. Dapat juga tumbuh pada kaldu, agar gizi dan lain-lain.

c) *Erchericia coli*

Morfologi : kuman ini berbentuk batang pendek gemuk berukuran $2,4 \mu \times 0,4$ sampai $0,7 \mu$ gram negatif tak bersimpai, bergerak aktif dan tidak berspora.

Sifat-sifat biakan : bersifat aerob atau fakultatif anaerob dan tumbuh pada perbenihan biasa. Suhu optimum pertumbuhan adalah 37°C .

Daya tahan : kuman ini dapat tahan berbulan-bulan pada tanah dan dalam air.

Kuman ini juga peka terhadap tetrasiklin (Satish, G, 1990).

d) *Pseudomonas*

Morfologi : batang gram negatif, ukuran $0,5-1,0 \times 3,0-4,0 \mu$. Umumnya mempunyai flagel polar tetapi kadang-kadang kurang atau sama dengan 2-3 flagel. Bila tumbuh pada perbenihan tanpa sukrosa terdapat lapisan lendir polisakarida ekstraseluler.

Sifat-sifat biakan : merupakan organisme aerob, tetapi bakteri ini dapat mempergunakan nitrat dan arginin sebagai aseptor elektron dan tumbuh secara anaerob. Menghasilkan pigmen piosianin dan fluoresen.

Daya tahan : *Pseudomonas* lebih resisten terhadap desinfektan dari pada bakteri lain. Bakteri ini senang berada dalam suasana lembab. Kebanyakan antibiotika atau antimikroba tidak efektif terhadap bakteri ini. (Staf Pengajar FKUI, 1993).

2.3 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus berasal dari kata *staphyle* yang berarti kelompok buah anggur dan kokus yang berarti benih bulat. Kuman ini sering ditemukan sebagai kuman flora normal pada kulit dan selaput lendir pada manusia. Dapat

menjadi penyebab infeksi baik pada manusia maupun pada hewan. Bakteri ini mudah tumbuh pada berbagai pembenihan dan mempunyai metabolisme aktif, meragikan karbohidrat, serta menghasilkan pigmen yang bervariasi dari putih sampai kuning tua. Beberapa diantaranya tergolong flora normal pada kulit dan selaput mukosa manusia, golongan lainnya menyebabkan pernanahan, abses berbagai infeksi piogen, dan bahkan septicemia yang fatal. *Staphylococcus aureus* cepat menjadi resisten terhadap banyak zat antimikroba sehingga menimbulkan masalah pengobatan yang sulit.

Genus *Staphylococcus aureus* terdiri dari sekurangnya 30 spesies. Tiga spesies utama yang penting secara klinik adalah *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) merupakan bentuk koagulasi positif, hal ini membedakannya dengan spesies lain. *S. aureus* merupakan *pathogen* utama bagi manusia. Hampir setiap orang akan mengalami beberapa tipe infeksi *S. aureus* sepanjang hidupnya, bervariasi dalam beratnya mulai dari keracunan makanan atau infeksi kulit ringan, sampai infeksi berat yang mengancam jiwa.

Bakteri *S. aureus* adalah bakteri gram positif yang menghasilkan pigmen kuning, bersifat aerob fakultatif, tidak menghasilkan spora dan tidak motil, umumnya tumbuh berpasangan maupun berkelompok, dengan diameter sekitar 0,8-1. *S. aureus* tumbuh dengan optimum pada suhu 37⁰C dengan waktu pembelahan 0,47 jam. Infeksi serius akan terjadi ketika resistensi inang melemah karena adanya perubahan hormon, adanya penyakit, luka, atau perlakuan

menggunakan steroid atau obat lain yang mempengaruhi imunitas sehingga terjadi pelemahan inang.

Infeksi *S. aureus* diasosiasikan dengan beberapa kondisi patologi, diantaranya bisul, jerawat, pneumonia, meningitis, dan arthritis. Sebagian besar penyakit yang disebabkan oleh bakteri ini memproduksi nanah, oleh karena itu bakteri ini disebut piogenik. *S. aureus* juga menghasilkan katalase, yaitu enzim yang mengkonversi H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 , dan koagulase, enzim yang menyebabkan fibrin berkoagulasi dan menggumpal. Koagulase diasosiasikan dengan patogenitas karena menggumpalan fibrin yang disebabkan oleh enzim terakumulasi disekitar bakteri sehingga agen pelindung inang kesulitan mencapai bakteri dan fagositosis terhambat (Brook, dkk,1996).

2.3.1 Morfologi dan Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Bakteri ini berbentuk sferis, bila berkumpul dalam susunan yang tidak teratur mungkin sisinya agak rata karena tertekan. Diameter kuman antara 0,8-1,0 mikron. Pada sediaan langsung yang berasal dari nanah dapat terlihat sendiri, berpasangan, berkumpul dan bahkan tersusun seperti rantai pendek. Susunan gerombolan yang tidak teratur biasanya ditemukan pada sediaan yang dibuat dari pembenihan padat, sedangkan dari pembenihan kaldu biasa ditemukan tersendiri atau tersusun sebagai rantai pendek.

Staphylococcus aureus tidak bergerak dan tidak berspora. Akibat pengaruh beberapa zat kimia, misalnya penisilin, *Staphylococcus* bisa kehilangan dinding selnya yang keras dan berubah menjadi bentuk L (protoplas). Protoplas ini bisa berubah kembali menjadi *Staphylococcus aureus* yang berdinding keras jika

pengaruh bahan kimia yang bersangkutan dihilangkan dari lingkaran untuk beberapa waktu. *Staphylococcus aureus* tidak dipengaruhi oleh garam empedu dan *optochin*.

Sifat biakan *Staphylococcus aureus*

- 1) *Staphylococcus aureus* mudah tumbuh pada kebanyakan pembenihan bakteri pada keadaan aerobik atau mikroaerofilik, bakteri ini tumbuh paling cepat pada suhu 37°C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). Pada lempeng agar koloni *Staphylococcus aureus* terbentuk bulat, licin, cembung, dan mengkilat. Koloni *Staphylococcus aureus* berwarna abu-abu sampai kuning tua keemasan. Pigmen dari *Staphylococcus aureus* tidak terbentuk pada keadaan anaerob atau bila tumbuh pada medium cair.
- 2) *Staphylococcus aureus* menghasilkan katalase, yang membedakannya dengan *Streptococcus*. Bakteri ini meragikan banyak karbohidrat dengan lambat, menghasilkan asam laktat, tetapi tidak menghasilkan gas. (Syahrurachma, dkk, 1994; Rosenbach, 1884).



Gambar 4. *Staphylococcus aureus* yang Dilihat dari Mikroskop Elektron.
Sumber: Todar, 2008.

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884)

Domain : *Bacteria*
Kerajaan : *Eubacteria*
Filum : *Firmicutes*
Kelas : *Bacili*
Ordo : *Bacillales*
Famili : *Staphylococcaceae*
Genus : *Staphylococcus*
Spesies : *Staphylococcus aureus*

2.3.2 Struktur Antigen *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus mengandung polisakarida dan protein yang bersifat antigen yang merupakan substansi penting didalam struktur dinding sel. Peptodoglikan, suatu polimer polisakarida yang mengandung subunit-subunit yang terangkai, merupakan eksoskeleton yang kaku pada dinding sel. Peptodoglikan dihancurkan oleh asam kuat atau lizozim. Hal ini penting dalam patogenesis infeksi. Zat ini menyebabkan monosit membuat interleukin-1 (*pyrogen-endogen*) dan *antibody opsonik*, dan zat ini juga dapat menjadi zat kimia penarik (*kemoakraktan*) untuk leukosit polimorfonuklir, mempunyai aktivitas mirip dengan endotoksin, menghasilkan fenomena *Shwartzman local* dan mengaktifkan komplemen.

Asam tekoat yang merupakan polimer gliserol atau ribitol fosfat, berkaitan dengan peptodoglikan dan menjadi sifat antigenic. Antibodi antiteikoat, yang

dapat dideteksi dengan difusi gel, dapat ditemukan pada penderita endokarditis aktif yang disebabkan *Staphylococcus aureus*.

Protein A merupakan komponen dinding sel kebanyakan strain *Staphylococcus aureus* yang terikat pada bagian Fc molekul IgG, kecuali IgG3. Bagian Fab pada IgG yang terikat pada protein A bebas untuk berkaitan dengan molekul IgG yang diarahkan terhadap antigen bakteri tertentu akan mengaglutinasi bakteri yang mempunyai antigen itu (koaglutinasi). Beberapa strain *Staphylococcus aureus* yang dapat menghambat fagositosis oleh leukosit polimorfonuklir, kecuali kalau ada antibody spesifik. Kebanyakan strain *Staphylococcus aureus* mempunyai koagulase atau faktor penggumpal, pada permukaan dinding sel, koagulase terikat secara non enzimatis dengan fibrinogen, sehingga bakteri beragregasi (Brooks.,dkk, 1996)

2.3.3 Faktor-faktor Patogen *Staphylococcus aureus*

Mekanisme dari *Staphylococcus aureus* dalam menyebabkan penyakit merupakan multifaktor, melibatkan toksin, enzim, dan komponen seluler. Patogenitasnya merupakan efek gabungan dari berbagai macam metabolit yang dihasilkannya. Kuman patogen (*Staphylococcus aureus*) bersifat invasif, penyebab hemolisis, membentuk koagulase, mencairkan gelatin, membentuk pigmen kuning emas dan memfermentasi manitol (Syahrurachman., dkk, 1994).

2.3.4 Faktor Virulensi

Staphylococcus aureus membuat tiga macam metabolit, yaitu yang bersifat nontoksin, eksotoksin, dan enterotoksin. Metabolit nontoksin antara lain adalah antigen permukaan, koagulase, hialuronidase, fibrinolisin, gelatinosa, protease,

lipase, tributirina, fosfatase, dan katalase (Warsa, 1994). *Staphylococcus aureus* dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya tersebar luas dalam jaringan dan melalui pembentukan berbagai zat ekstraseluler. Berbagai zat yang berperan sebagai faktor virulensi dapat berupa protein, termasuk enzim dan toksin, diantaranya (Jawetz *et al*, 2008):

a) Katalase

Katalase adalah enzim yang berperan pada daya tahan bakteri terhadap proses fagositosis. Tes adanya aktivitas katalase menjadi pembeda genus *Staphylococcus* dari *Streptococcus*.

b) Koagulase Enzim ini dapat menggumpalkan plasma oksalat atau plasma sitrat, karena adanya faktor koagulase reaktif dalam serum yang bereaksi dengan enzim tersebut. Esterase yang dihasilkan dapat meningkatkan aktivitas penggumpalan, sehingga terbentuk deposit fibrin pada permukaan sel bakteri yang dapat menghambat fagositosis.

2.3.5 Pengobatan

Diantara kokus Gram positif, hampir semua infeksi oleh *Staphylococcus aureus* disebabkan oleh kuman penghasil penisilinase dan karena itu harus diobati penisilin yang tahan terhadap penisilinase. *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap metisilin (*methicilin-resistant Staphylococcus aureus* = MRSA) harus dibasmi dengan *vankomisin* atau *siprofloksasin* (Bagian farmakologi, FKUI 2001).

2.4 Resistensi

Resistensi Antibiotik Bakteri dikatakan resisten bila pertumbuhannya tidak dapat dihambat oleh antibiotika pada kadar maksimum yang dapat ditolerir oleh pejamu. Namun demikian, spesies mikroba yang secara normal memberikan respons terhadap obat tertentu mungkin menyebabkan berkembangnya strain yang resisten. Banyak organisme telah diadaptasi melalui mutasi spontan atau membutuhkan resistensi dan seleksi, dan berkembang menjadi strain yang lebih ganas serta kebanyakan dari organisme ini resisten terhadap banyak antibiotik (Mycek, 2003).

Timbulnya resistensi mikroba terhadap obat antimikroba pada dasarnya merupakan usaha mikroba supaya dapat bertahan hidup. Ada beberapa mekanisme yang menyebabkan suatu populasi bakteri menjadi resisten terhadap obat antimikroba, yakni:

- 1) Mikroba memproduksi enzim yang merusak obat.
- 2) Mikroba mengubah struktur target terhadap obat.
- 3) Mikroba mengembangkan jalan metabolisme baru.
- 4) Mikroba mengembangkan enzim yang tetap berfungsi untuk metabolismenya, tetapi tidak dipengaruhi oleh obat.
- 5) Mikroba memperbesar produksi bahan metabolit. (Jawetz dkk, 2005)

Asal usul terjadinya resistensi bakteri terhadap obat dapat bersifat:

- 1) Non Genetik Hampir semua antibiotika bekerja dengan baik pada masa pembelahan sel bakteri, sehingga bakteri yang tidak aktif membelah pada umumnya resisten terhadap obat. Misalnya *Mycobacterium tuberculosis*

yang berada di dalam jaringan tidak akan membelah. Kemampuan bakteri menghilangkan struktur target dari antibiotika, contohnya adalah bakteri yang menghilangkan struktur dinding sel akan resisten terhadap antibiotika yang bekerja pada dinding sel. Bakteri yang menginfeksi di bagian tubuh yang tidak dapat dicapai oleh antibiotika akan resisten terhadap antibiotika. Sebagai contoh adalah resistensi *Salmonella typhi* oleh karena bakteri berada intraseluler (Jawetz dkk, 2005).

2) Genetik

- a) Resistensi kromosomal Resistensi kromosomal terjadi karena mutasi spontan akibat mekanisme seleksi terhadap supresi oleh obat. Misalnya hilangnya reseptor PBPs (Penicillin Binding Proteins) terhadap antibiotika β lactam (Jawetz dkk, 2005).
- b) Resistensi ekstra kromosomal Bakteri mengandung materi kinetik ekstra kromosomal yang disebut plasmid (Jawetz dkk, 2005).

2.4.1 Penyebab utama resistensi

Penyebab utama resistensi antibiotik adalah penggunaannya yang meluas dan irasional Lebih dari separuh pasien dalam perawatan rumah sakit menerima antibiotik sebagai pengobatan ataupun profilaksis. Sekitar 80% konsumsi antibiotik dipakai untuk kepentingan manusia dan sedikitnya 40% berdasarkan indikasi yang kurang tepat, misalnya infeksi virus. Terdapat beberapa faktor yang mendukung terjadinya resistensi, antara lain:

- 1) Penggunaannya yang kurang tepat (irrasional), terlalu singkat, dosis yang terlalu rendah, diagnosa awal yang salah dan dalam potensi yang tidak mencukupi.
- 2) Faktor yang berhubungan dengan pasien. Pasien dengan pengetahuan yang salah akan cenderung menganggap wajib diberikan antibiotik dalam penanganan penyakit meskipun disebabkan oleh virus, misalnya flu, batukpilek, dan demam yang banyak dijumpai di masyarakat. Pasien dengan kemampuan finansial yang baik akan meminta diberikan terapi antibiotik yang paling baru dan mahal meskipun tidak diperlukan. Bahkan pasien membeli antibiotik sendiri tanpa resep dari dokter (self medication). Sedangkan pasien dengan kemampuan finansial yang rendah seringkali tidak mampu untuk menuntaskan regimen terapi.
- 3) Resep dalam jumlah besar, meningkatkan pelayanan kesehatan yang tidak perlu dan seleksi resistensi terhadap obat-obatan baru. Resep meningkat ketika diagnosa awal belum pasti. Klinisi sering kesulitan dalam menentukan antibiotik yang tepat karena kurangnya pelatihan dalam hal penyakit infeksi dan tatalaksana antibiotiknya.
- 4) Penggunaan monoterapi. Dibandingkan dengan penggunaan terapi kombinasi, penggunaan monoterapi lebih mudah menimbulkan resistensi.
- 5) Perilaku hidup sehat terutama bagi tenaga kesehatan, misalnya mencuci tangan setelah memeriksa pasien atau desinfeksi alat-alat yang akan dipakai untuk memeriksa pasien.

- 6) Penggunaan di rumah sakit. Adanya infeksi endemik atau epidemik memicu penggunaan antibiotik yang lebih masif pada bangsal-bangsal rawat inap terutama di Intensive Care Unit (ICU). Kombinasi antara pemakaian antibiotik yang lebih intensif dan lebih lama dengan adanya pasien yang sangat peka terhadap infeksi, memudahkan terjadinya infeksi nosokomial.
- 7) Promosi komersial dan penjualan besar-besaran oleh perusahaan farmasi serta didukung pengaruh globalisasi, memudahkan terjadinya pertukaran barang sehingga jumlah antibiotik yang beredar semakin luas. Hal ini memudahkan akses masyarakat luas terhadap antibiotik.
- 8) Penelitian: Kurangnya penelitian yang dilakukan para ahli untuk menemukan antibiotik baru.
- 9) Pengawasan: Lemahnya pengawasan yang dilakukan pemerintah dalam distribusi dan pemakaian antibiotik, misalnya, pasien dapat dengan mudah mendapatkan antibiotik meskipun tanpa peresepan dari dokter. Selain itu juga kurangnya komitmen dari instansi terkait baik untuk meningkatkan mutu obat maupun mengendalikan penyebaran infeksi.

Pada tahun 1944, sebagian besar *S. aureus* peka terhadap penisilin, meskipun ditemukan beberapa strain yang resisten. Setelah meluasnya penggunaan penisilin, pada tahun 1948 ditemukan *Staphylococcus* yang diisolasi di rumah sakit, ternyata 65% sampai 85% menghasilkan β -lactamase, sehingga resisten terhadap penisilin G. Pada tahun 1986, *Staphylococcus* resisten penisilin tidak hanya di jumpai di rumah sakit, tetapi juga 80-90% yang diisolasi dari

masyarakat. Enzim β -lactamase disintesis secara kromosomal, seperti pada *Pseudomonas aeruginosa* atau melalui plasmid mediated, seperti pada *Aeromonas hydrophila* dan *S. aureus*. Penyebaran sifat resistensi antar kuman di perantara oleh plasmid yang dapat saling transfer antar kuman gram-negatif melalui proses kojugasi dan antar kuman gram-positif melalui bakterofaga. Setelah dibentuk, kuman gram-positif akan mensekresikan ke luar dinding sel sedangkan kuman gram-negatif akan menyimpannya di dalam ruang periplasmic (ruang kosong yang terletak antara dinding dan membrans sel). Keadaan inilah yang menjadikan cara kerja enzim β -lactamase pada kuman gramnegatif lebih efektif dibandingkan kuman gram-positif.

2.4.2 Akibat Resistensi

Resistensi antibiotik terhadap mikroba menimbulkan beberapa konsekuensi yang fatal. Penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri yang gagal berespon terhadap pengobatan mengakibatkan perpanjangan penyakit (*prolonged illness*), meningkatnya resiko kematian (*greater risk of death*) dan semakin lamanya masa rawat inap di rumah sakit (*length of stay*). Ketika respon terhadap pengobatan menjadi lambat bahkan gagal, pasien menjadi infeksius untuk beberapa waktu yang lama (*carrier*). Hal ini memberikan peluang yang lebih besar bagi galur resisten untuk menyebar kepada orang lain. Kemudahan transportasi dan globalisasi sangat memudahkan penyebaran bakteri resisten antar daerah, negara, bahkan lintas benua. Semua hal tersebut pada akhirnya meningkatkan jumlah orang yang terinfeksi dalam komunitas (Deshpande *et al*, 2011).

Ketika infeksi menjadi resisten terhadap pengobatan antibiotika lini pertama, maka harus digunakan antibiotika lini kedua atau ketiga, yang mana harganya lebih mahal dan kadang kala pemakaiannya lebih toksik. Di negara-negara miskin, dimana antibiotika lini pertama maupun kedua tidak tersedia, menjadikan potensi resistensi terhadap antibiotika lini pertama menjadi lebih besar. Antibiotika di Negara miskin, didapatkan dalam jumlah sangat terbatas, bahkan antibiotika yang seharusnya ada untuk mengatasi penyakit infeksi yang disebabkan bakteri pathogen resisten, tidak terdaftar dalam daftar obat esensial (Bisht *et al*, 2009).

Konsekuensi lainnya adalah dari segi ekonomi baik untuk klinisi, pasien, health care administrator, perusahaan farmasi, dan masyarakat. Biaya kesehatan akan semakin meningkat seiring dengan dibutuhkannya antibiotika baru yang lebih kuat dan tentunya lebih mahal. Sayangnya, tidak semua lapisan masyarakat mampu menjangkau antibiotika generasi baru tersebut. Semakin mahal antibiotik, semakin masyarakat tidak bisa menjangkau, semakin banyak carrier di masyarakat, semakin banyak galur baru bakteri yang bermutasi dan menjadi resisten terhadap antibiotika.

Sampai sekarang, faktanya sangat sulit membayangkan adanya prosedur yang efektif untuk menangani resistensi ini. Klinisi akan sangat kesulitan menentukan keputusan regimen terapi pada pasien-pasien dengan resiko infeksi tinggi, misalnya pada pasien yang akan menjalani prosedur bedah, transpalntasi, pasien dengan kemoterapi karena kanker, pasien-pasien kritis yang berusia sangat

muda atau sangat tua, pasien HIV dalam masa pengobatan, tanpa keberadaan antibiotika yang ampuh mengatasi masalah resistensi (Bhatia & Narain, 2010).

2.5 Antibiotik

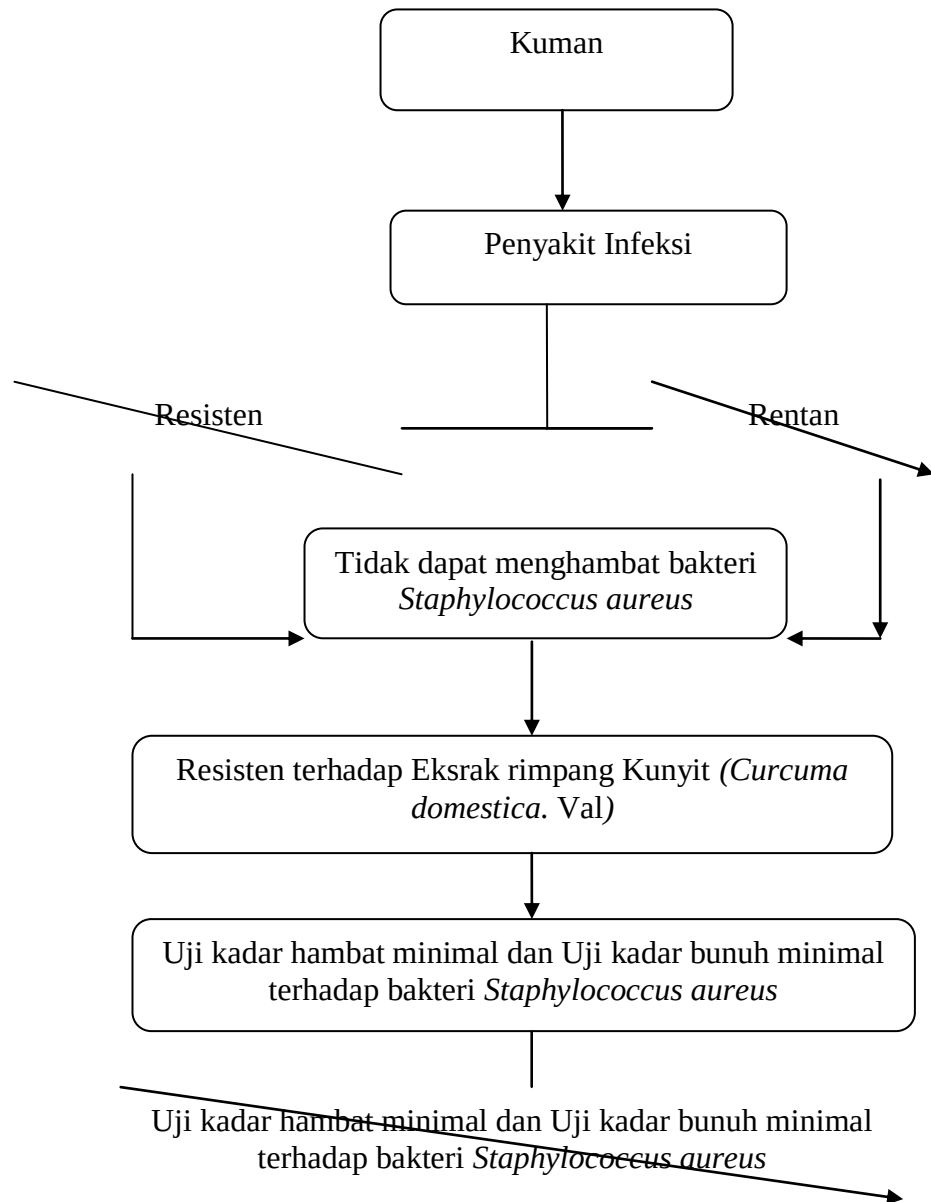
Antibiotik adalah suatu substansi kimia yang diperoleh atau dibentuk oleh berbagai spesies mikroorganisme, yang dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lainnya.

2.5.1 *Methisilin resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Methisilin resistant Staphylococcus aureus (MRSA) bertanggung jawab atas sulitnya terapi untuk infeksi. Disebut juga *multidrug resistant Staphylococcus aureus* dan *oxasilin resistant Staphylococcus aureus* (ORSA). MRSA adalah semua strain *Staphylococcus aureus* yang telah berkembang untuk menjadi resisten terhadap antibiotik beta laktam seperti penisilin dan sefalosporin (Yuwono, 2009).

Resistensi bakteri umumnya berdasarkan adanya gen resisten pada bakteri yang dapat menyebar antar bakteri sehingga menyebabkan antibiotik tidak dapat bekerja kembali. Gen *mecA* adalah gen resisten yang menghambat kerja dari antibiotik beta laktam merusak dinding sel bakteri (Yuwono, 2009).

2.6 Kerangka Teori



2.7 Hipotesis

Hipotesis H_{01} dalam penelitian ini adalah:

Ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) memiliki sensitivitas bakteri terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.