

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik dan Potensi Budidaya Rumput Laut

Rumput laut merupakan tumbuhan tingkat rendah berupa talus yang bercabang-cabang, yang hidup di laut dan tambak yang memiliki kedalaman yang dapat ditembus oleh cahaya matahari (Riske, 2007). Rumput laut dapat tumbuh di perairan dangkal dan jernih hingga kedalaman 20-30 m, pada suhu air berkisar 28-34°C, dan salinitas 28-34 permil (Afrianto dan Liviawati, 1989). Rumput laut memiliki klorofil atau pigmen warna seperti tanaman darat pada umumnya. Pigmen warna inilah yang menggolongkan jenis rumput laut (Sutomo, 2006).

Rumput laut dalam bahasa Inggris diartikan sebagai *seaweed*. Rumput laut dapat ditemui di perairan yang berasosiasi dengan keberadaan ekosistem terumbu karang. Rumput laut biasanya dapat hidup di atas substrat pasir dan karang mati. Beberapa daerah pantai di bagian selatan Jawa dan pantai barat Sumatera, rumput laut banyak ditemui hidup di atas karang-karang terjal yang melindungi pantai dari deburan ombak (Crush, 2009).

Rumput laut merupakan salah satu hasil perikanan laut yang dapat menghasilkan devisa negara dan merupakan sumber pendapatan masyarakat pesisir. Sampai saat ini sebagian besar rumput laut diekspor dalam keadaan kering atau hanya dimakan sebagai sayuran (Istini dkk., 1985). Selain itu, rumput laut dapat diolah menjadi tepung agar, tepung alginat, atau tepung karaginan (Anonim, 2008a).

Potensi budidaya laut diperkirakan mencapai luas 24,5 juta ha dan 1.110.900 ha, diantaranya merupakan areal yang potensial untuk budidaya rumput laut. Budidaya rumput laut memiliki beberapa keunggulan, antara lain a) peluang ekspor terbuka luas, harga relatif stabil, belum ada kuota perdagangan bagi rumput laut, b) teknologi pembudidayaannya sederhana sehingga mudah dikuasai, c) siklus pembudidayaannya relatif singkat sehingga cepat memberikan keuntungan, d) kebutuhan modal relatif kecil, e) merupakan komoditas yang tak tergantung, karena tidak ada produk sintetisnya, dan f) usaha pembudidayaan rumput laut tergolong usaha yang padat karya sehingga mampu menyerap tenaga kerja (Muttaqin, 2007).

Menurut Anonim (2007b), rumput laut banyak ditemukan di lima provinsi di Indonesia yaitu Bali, NTB, NTT, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara. Sebagian besar produk ekspor rumput laut masih dalam bentuk basah atau kering sehingga memiliki nilai ekonomi yang relatif rendah. Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor sebagian besar produk olahan rumput laut untuk memenuhi keperluan industri non-pangan di dalam negeri. Berdasarkan data yang ada, volume ekspor rumput laut Indonesia pada tahun 2008 mencapai 48.000 ton atau senilai US\$ 44 juta sedangkan tahun 2009 Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) menargetkan volume ekspor rumput laut sebesar 50.000 ton atau senilai US\$ 46 juta (Husaini, 2009).

Rumput laut telah dimanfaatkan oleh bangsa Jepang dan Cina semenjak ribuan tahun yang lalu sebagai bahan pangan. Banyak negara seperti Malaysia, Indonesia, Korea, dan Australia menggunakan rumput laut untuk dikonsumsi.

Jenis rumput laut yang umum digunakan sebagai bahan pangan antara lain *Porphyra* sp, *Gracillaria* sp., *Laurencia* sp., *Caulerpa* sp., dan *Sargassum* sp. (Kim, 2012). Menurut Kim (2012), rumput laut tersebut kaya akan vitamin B, yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan salad, sup, jeli, dan cuka. Banyak penelitian yang membuktikan bahwa rumput laut adalah bahan pangan berkhasiat. Khasiat rumput laut antara lain sebagai antikanker, antioksidan, mencegah penyakit kardiovaskular, dan makanan diet (Sutomo, 2006). Menurut Subtjah (2002), rumput laut menghasilkan bahan-bahan hidrokoloid. Selain mengandung bahan hidrokoloid sebagai komponen metabolit primernya, rumput laut juga mengandung komponen metabolit sekunder yang memiliki kegunaan cukup penting, yaitu sebagai obat-obatan yang berguna sebagai antitumor, antikolesterol darah, antitoksik, antibakteri, dan antifungi.

B. Morfologi dan Taksonomi *Laurencia* sp

Rumput laut merah (divisi Thallophyta) memiliki sekitar 3000 jenis, contohnya *Gelidium*, *Gigartina*, *Porphyra*, dan *Laurencia*. Rumput laut merah memiliki dinding sel selulosa dan sangat peka terhadap cahaya. Warna merah pada rumput laut merah dihasilkan oleh pigmen merah yang dominan yaitu fikoeritrin. Pigmen merah ini mampu menyerap cahaya biru dan ungu. Rumput laut merah banyak ditemui di perairan dalam dan memiliki sistem percabangan, ada yang tampak sederhana berupa filamen (ketebalan dan lebar berbeda-beda) dan ada yang berupa percabangan kompleks (Bachtiar, 2007 ; Loveles, 1989). Menurut Loveless (1989), rumput laut merah memiliki talus yang bervariasi

secara bentuk dan warna. Bentuk talus ada yang silindris, pipih, dan lembaran sedangkan warna talus bervariasi yaitu, merah, ungu, coklat, dan hijau.

Salah satu jenis dari rumput laut merah adalah *Laurencia* sp. Rumput laut *Laurencia* memiliki talus silindris, percabangan *dichotomous*, membentuk rumpun yang rimbun, lebih kecil, dan lebih memanjang, berwarna merah kecoklatan atau kehijau-hijauan, diameter sekitar 1-2 mm, dan panjang talus dapat mencapai 20 cm. Percabangan pada rumput laut *Laurencia*, yaitu bersebelah-menyebelah (*pinnate*), yang memiliki ukuran percabangan berangsur-angsur memendek ke arah ujung sehingga penampakan rumpun seperti piramida (Anonim, 2005).



Gambar 1. *Laurencia* sp (Sumber: Guiry, 2008). *Laurencia* sp berwarna merah kecoklatan dan kehijau-hijauan, panjang talus mencapai 20 cm dan diameter 1-2 mm (Sumber: Anonim, 2005)

Keterangan: a = talus silindris, b = percabangan *dichotomous*

Laurencia sp umumnya melekat pada batu dan tersebar luas di daerah terumbu karang. Pada tempat-tempat tertentu *Laurencia* sp dapat ditemukan

berlimpah sehingga mendominasi areal pertumbuhan (Anonim, 2005). Rumput laut *Laurencia* sp memiliki sebaran geografis yang cukup luas di perairan Indonesia, yaitu banyak ditemukan di pantai selatan Yogyakarta (Sulastri dkk., 1975), di sekitar teluk Pananjung Jawa Barat (Susarsi dkk., 1978), banyak ditemukan di perairan Kepulauan Riau (Chapman dan Chapman, 1980), dan Kepulauan Lingga dan Bangka (Anggadireja, 1993). *Laurencia* sp termasuk salah satu rumput laut yang dominan di gugus terumbu karang Pulau Pari (Mintarti, 1993). Jenis *Laurencia* yang terdapat di gugus Pulau Pari antara lain *Laurencia nidifica*, *L. intricata*, *L. obtusa*, *L. parvipapillata* (Atmadja dan Sulistijo, 1988). Menurut Tjitrosoepomo (1991), kedudukan taksonomi *Laurencia* sp adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Thallophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Subkelas	: Florideae
Bangsa	: Ceramiales
Suku	: Rhodomelaceae
Marga	: <i>Laurencia</i>
Jenis	: <i>Laurencia</i> sp

C. Kandungan Senyawa Aktif dan Aktivitas Antibakteri *Laurencia* sp

Menurut Bansemir dkk. (2004), secara umum kandungan senyawa aktif yang ditemukan pada rumput laut merah, khususnya *Laurencia* sp, merupakan senyawa terpenoida. Berdasarkan penelitian Vairappan dkk. (2001), rumput laut merah *Laurencia* yang ditemukan di perairan Okinawa, Jepang, mengandung senyawa kimia terpenoida yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Salah satu penelitian mengenai aktivitas antibakteri dari marga *Laurencia*, yaitu

Laurencia majuscula yang ditemukan di Sabah, Malaysia, menunjukkan sifat bakteriostatik terhadap bakteri-bakteri yang umumnya bersifat patogen pada manusia, misalnya secara signifikan dapat menghambat bakteri *Klebsiella pneumonia* dan *Salmonella* sp (Vairappan, 2003).

Terpenoida merupakan bagian dari komponen penyusun minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri memengaruhi penggunaan produk rempah-rempah, baik sebagai bumbu, wewangian, serta bahan pengobatan, kesehatan, dan penyerta upacara-upacara ritual (Ningsih, 2011). Minyak atsiri sangat menarik perhatian dunia, hal ini disebabkan minyak atsiri dari beberapa tumbuhan bersifat bioaktif sebagai antibakteri dan antijamur sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan pengawet pada makanan dan sebagai antibiotik alami (Yuharmen dkk., 2002).

Terpenoida merupakan golongan hidrokarbon yang banyak dihasilkan oleh tumbuhan dan terutama terkandung pada getah dan vakuola selnya (Anonim, 2008b). Pada tumbuhan, senyawa terpenoida merupakan metabolit sekunder. Terpenoida dihasilkan pula oleh sejumlah hewan, terutama serangga dan beberapa hewan laut. Menurut Setiana dkk. (2011), terpenoida terdiri dari beberapa macam senyawa, antara lain monoterpen, sesquiterpen, diterpen, triterpen, sterol, serta pigmen karoten. Masing-masing golongan terpenoida tersebut memiliki peranan yang penting, baik dalam pertumbuhan dan metabolisme maupun pada ekologi tumbuhan (Setiana dkk., 2011). Menurut Lenny (2006a), senyawa terpenoida yang memiliki aktivitas antibakteri terdiri dari monoterpenoida linalool, diterpenoida, triterpenoida saponin, dan triterpenoida glikosida. Zat-zat terpenoida ini

membantu tubuh dalam proses sintesis senyawa organik dan pemulihan sel-sel tubuh (Anonim, 2007a).

Menurut Kim (2012), dari sejumlah hasil penelitian menunjukkan kandungan senyawa terpenoida rumput laut merah *Laurencia* banyak ditemukan jenis sesquiterpen (misalnya *Laurencia elata*) dan diterpen (misalnya *Laurencia mariannensis*). Sesquiterpen berfungsi sebagai fitoaleksin, yaitu senyawa antibiotik yang diproduksi tanaman sebagai respon adanya serangan mikrobia dan sebagai *antifeedant* (agar tidak dimakan/tidak disukai predator herbivora) sedangkan diterpen memiliki fungsi yang sangat bervariasi, yang terdapat pada berbagai gliserida eter lipida bakterial sebagai dihidrofitol (fitanol), contohnya hormon giberelin, resin (pada tanaman conifer dan legum), fitoaleksin, taxol (antikanker), dan forskolin (obat glaucoma) (Anonim, 2007a).

D. Metode Ekstraksi

Kandungan zat antibakteri dari suatu tanaman dapat diperoleh melalui cara ekstraksi yang berfungsi untuk menarik senyawa kimia dari dalam tanaman. Menurut Lenny (2006b), ekstraksi merupakan metode pemisahan berdasarkan kelarutan suatu zat yang tidak saling campur. Pada dasarnya terdapat dua prosedur untuk membuat sediaan obat pada jenis tumbuhan, yaitu melalui cara ekstraksi dan pemerasan (Voigt, 1995). Menurut Harbone (1987), prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non-polar dalam pelarut non-polar.

Menurut Darwis (2000), ada beberapa metode ekstraksi senyawa organik bahan alam yang umum digunakan, antara lain:

1. Maserasi

Maserasi merupakan proses perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada suhu ruangan. Proses ini sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena melalui perendaman sampel tumbuhan akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik dan ekstraksi senyawa akan sempurna karena dapat diatur lama perendaman yang dilakukan. Pemilihan pengeksrak untuk proses maserasi akan memberikan efektifitas yang tinggi melalui cara memerhatikan kelarutan senyawa bahan alam pelarut tersebut.

2. Perkolasi

Perkolasi merupakan proses melewati pelarut organik pada sampel sehingga pelarut akan membawa senyawa organik bersama-sama pelarut. Efektifitas dari proses ini hanya akan lebih besar untuk senyawa organik yang sangat mudah larut dalam pengeksrak yang digunakan.

3. Sokletasi

Proses sokletasi sangat baik untuk senyawa yang tidak terpengaruh oleh panas. Penggunaan pengeksrak dalam proses ini akan dapat dihemat karena terjadinya sirkulasi pengeksrak yang selalu membasahi sampel.

4. Destilasi uap

Proses destilasi uap banyak digunakan untuk senyawa organik yang tahan pada suhu cukup tinggi, yaitu yang lebih tinggi dari titik didih pelarut yang digunakan. Pada umumnya lebih banyak digunakan untuk minyak atsiri.

5. Pengempasan

Metode ini banyak digunakan dalam proses industri seperti pada isolasi senyawa dari buah kelapa sawit dan isolasi katekin dari daun gambir. Proses ini tidak menggunakan pelarut.

E. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan melalui perendaman serbuk bahan dalam larutan pengestrak. Metode ini digunakan untuk mengekstrak zat aktif yang mudah larut dalam cairan pengestrak, tidak mengembang dalam pengestrak, serta tidak mengandung benzoin. Keuntungan dari metode ini adalah peralatannya mudah ditemukan dan pengerjaannya sederhana (Hargono dkk., 1986).

Menurut Hargono dkk. (1986), ada beberapa variasi metode maserasi, antara lain digesti, maserasi melalui pengadukan kontinyu, remaserasi, maserasi melingkar, dan maserasi melingkar bertingkat. Digesti merupakan maserasi menggunakan pemanasan lemah (40-50°C). Maserasi pengadukan kontinyu merupakan maserasi yang dilakukan pengadukan secara terus-menerus, misalnya menggunakan *shaker*, sehingga dapat mengurangi waktu hingga menjadi 6-24 jam. Remaserasi merupakan maserasi yang dilakukan beberapa kali. Maserasi melingkar merupakan maserasi yang cairan pengestrak selalu bergerak dan

menyebar. Maserasi melingkar bertingkat merupakan maserasi yang bertujuan untuk mendapatkan pengestrakan yang sempurna.

Lama maserasi memengaruhi kualitas ekstrak yang akan diteliti. Lama maserasi pada umumnya adalah 4-10 hari (Setyaningsih, 2006). Menurut Voight (1995), maserasi akan lebih efektif jika dilakukan proses pengadukan secara berkala karena keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Melalui usaha ini diperoleh suatu keseimbangan konsentrasi bahan ekstraktif yang lebih cepat masuk ke dalam cairan pengestrak.

F. Jenis dan Sifat Pengestrak

Pelarut organik berdasarkan konstanta dielektrikum dapat dibedakan menjadi dua yaitu pelarut polar dan non-polar. Konstanta dielektrikum dari beberapa pelarut dapat dilihat pada Tabel 1 (Sudarmadji dkk., 1989).

Tabel 1. Konstanta Dielektrikum Pelarut Organik

Pelarut	Besarnya Konstanta
n-heksana	1,89
Eter	1,90
Khloroform	4,81
Etil asetat	6,02
Etanol	24,30
Metanol	33,60
Air	80,40

Sumber: Sudarmadji dkk. (1989)

Konstanta dielektrikum dinyatakan sebagai gaya tolak menolak antara dua partikel yang bermuatan listrik dalam suatu molekul. Semakin tinggi konstanta dielektrikunya maka pelarut bersifat semakin polar. Pelarut polar merupakan pelarut yang memiliki gugus hidrokarbon.

Etanol (etil-alkohol) adalah bahan yang memiliki sifat yang tidak beracun, banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol merupakan pelarut polar yang mudah menguap, mudah terbakar, tidak berwarna, dan tidak berasa tetapi memiliki bau yang khas (Anonim, 2008c). Etanol dapat melarutkan senyawa alkaloida basa, minyak atsiri, glikosida, kurkumin, kumarin, antraknon, flavonoid, steroid, damar, dan klorofil (Gunawan dan Mulyani, 2004). Selain itu, etanol dapat mengendapkan bahan obat dan juga dapat menghambat kerja enzim (Voight, 1995). Keuntungan dari etanol sebagai cairan pengekstrak adalah etanol bersifat lebih selektif, kapang dan bakteri sulit tumbuh dalam etanol 20%, etanol bersifat tidak beracun, dapat bercampur dengan air pada berbagai perbandingan, dengan kadar etanol 70% dapat dihasilkan suatu bahan aktif yang optimal karena bahan pengotor yang ikut dalam cairan pengekstraksiannya hanya dalam skala kecil (Hargono dkk., 1986). Etanol memiliki titik cair $-114,3^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $78,4^{\circ}\text{C}$ (Anonim, 2000). Berdasarkan penelitian Sidharta dkk. (2007), beberapa rumput laut dari Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta yang diekstrak menggunakan etanol, metanol, benzena, Heksana, dan akuades, menunjukkan bahwa ekstrak rumput laut yang memiliki aktivitas antibakteri paling presisi adalah ekstrak rumput laut menggunakan pengekstrak etanol.

Heksana adalah senyawa hidrokarbon alkana yang memiliki rumus kimia C_6H_{14} (isomer utama *n*-heksana memiliki rumus $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$). Dalam keadaan standar, senyawa ini berupa cairan tak berwarna yang tidak larut dalam air atau bersifat non-polar dan mudah menguap (Anonim, 2008d). Heksana dihasilkan dari

proses penyulingan minyak mentah, memiliki titik cair -95°C dan titik didih 69°C . Tingkat toksisitas dari heksana relatif rendah, walaupun sedikit bersifat anestetik (Anonim, 2000). Menurut penelitian Gunawan dkk. (2008), ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri* Linn) yang mengandung senyawa terpenoida, memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik menggunakan pengeksrak heksana daripada metanol.

G. Mikrobia Uji

Mikrobia uji yang digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri dari ekstrak *Laurencia* sp adalah *Escherichia coli* (Gambar 2) dan *Staphylococcus aureus* (Gambar 3). *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif sedangkan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram positif. Para peneliti asal Inggris menemukan bahwa bakteri berbahaya seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* terdapat di hampir 50% dari bayi dibawah umur satu tahun yang meninggal tiba-tiba dalam satu dekade terakhir di sebuah rumah sakit di kota London (Morris, 2005).

Escherichia coli merupakan bakteri berbentuk batang pendek, Gram negatif, dan bergerak menggunakan flagela panjang (Junior & Chan, 1988). Menurut Jawetz dkk. (2001), *Escherichia coli* banyak ditemukan di dalam usus besar manusia, yang menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus besar manusia. Tempat yang paling sering terkena infeksi *Escherichia coli* adalah saluran kemih, saluran empedu, dan tempat-tempat lain di rongga perut (Jawetz dkk., 2001).

Menurut Ganiswarna (1995), *Escherichia coli* tergolong bakteri heterotrof yang memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungan (sisa organisme lain) karena tidak dapat menyusun sendiri zat organik yang dibutuhkannya. Bakteri ini menguraikan zat organik dalam makanan menjadi zat anorganik, yaitu CO₂, H₂O, energi, dan mineral (Ganiswarna, 1995). Menurut Breed dkk. (1957), kedudukan taksonomi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Bacteria
Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Bangsa	: Eubacteriales
Suku	: Enterobacteriaceae
Marga	: <i>Escherichia</i>
Jenis	: <i>Escherichia coli</i>

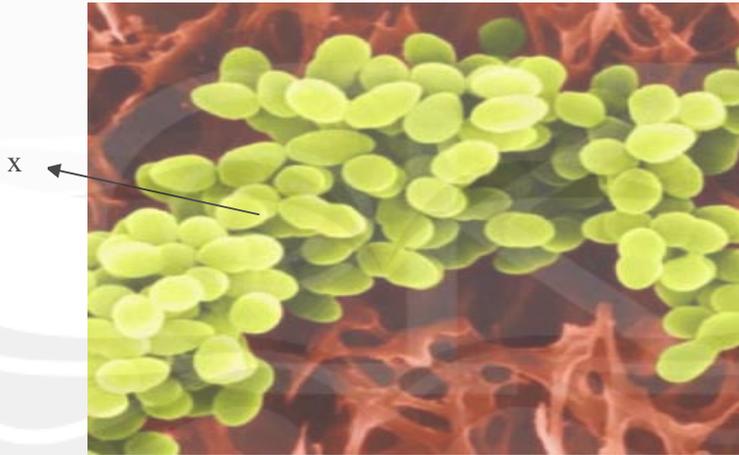


Gambar 2. *Escherichia coli* yang Berjenis Gram Negatif (Sumber: Fidler, 2011)
Keterangan: a = bentuk batang pendek, b = flagela yang berjenis peritrik, terdapat di seluruh permukaan tubuh

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif, berantai pendek atau bergerombol, tidak membentuk spora, tidak berkapsul, dan dinding selnya mengandung dua komponen utama yaitu peptidoglikan dan asam teikoat. Metabolisme *Staphylococcus aureus* dapat dilakukan secara aerob dan anaerob

(Ernest, 1996). *Staphylococcus aureus* menghasilkan koagulase, yaitu suatu protein yang mirip seperti enzim yang dapat menggumpalkan plasma yang telah diberi oksalat atau sitrat dengan bantuan suatu faktor yang terdapat dalam banyak serum. Bakteri yang membentuk koagulase dianggap mempunyai potensi menjadi patogen invasif (Ernest, 1996). Menurut Breed dkk. (1957), kedudukan taksonomi *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Bacteria
Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Bangsa	: Eubacteriales
Suku	: Micrococcaceae
Marga	: <i>Staphylococcus</i>
Jenis	: <i>Staphylococcus aureus</i>



Gambar 3. *Staphylococcus aureus* yang Berjenis Gram Positif (Sumber: Pratama, 2005). *Staphylococcus aureus* berbentuk kokus, memiliki diameter 0,5-1,0 mm, dan koloni berwarna kuning (Sumber: Todar, 2002)
Keterangan: x = koloni bakteri yang bergerombol seperti buah anggur

Staphylococcus aureus hidup saprofit di dalam saluran-saluran pengeluaran lendir dari tubuh manusia dan hewan-hewan seperti hidung, mulut dan tenggorokan dan dapat dikeluarkan pada waktu batuk atau bersin. Bakteri ini juga sering terdapat pada pori-pori dan permukaan kulit, kelenjar keringat, dan

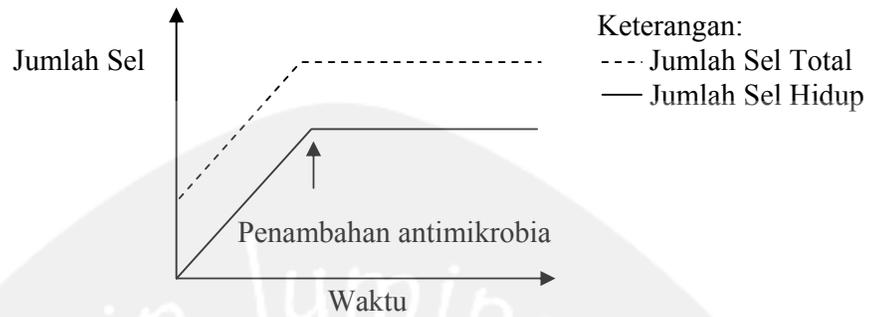
saluran usus. Selain dapat menyebabkan intoksikasi/keracunan (masuknya zat atau senyawa kimia dalam tubuh manusia yang menimbulkan efek merugikan pada yang menggunakannya), *S. aureus* juga dapat menyebabkan bermacam-macam infeksi seperti jerawat, bisul, meningitis, osteomyelitis, pneumonia, dan mastitis pada manusia dan hewan (Pratama, 2005).

H. Aktivitas Antibakteri dan Efeknya

Antimikrobia merupakan suatu senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan mikrobia yang bersifat merugikan (Sulistyo, 1971). Menurut Madigan dkk. (2000), antimikrobia dapat memberikan efek pertumbuhan yang bervariasi. Antimikrobia mempunyai 3 macam efek terhadap pertumbuhan mikrobia berdasarkan sifat toksisitas selektif:

a. Bakteriostatik

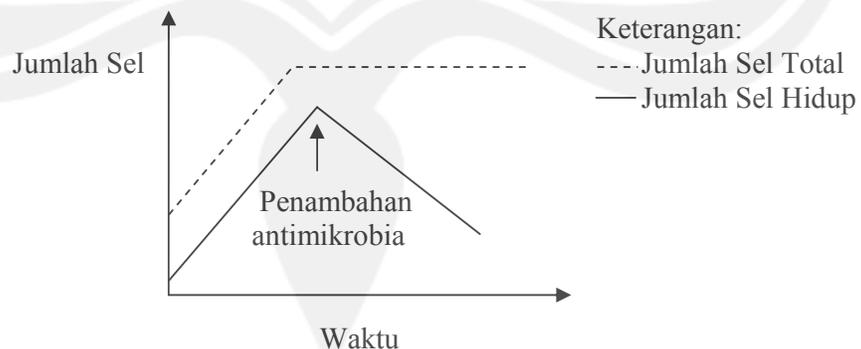
Antimikrobia yang memberikan efek menghambat pertumbuhan mikrobia tetapi tidak membunuh termasuk ke dalam kelompok antimikrobia bakteriostatik (Madigan dkk., 2000). Agen bakteriostatik menghambat sintesis protein atau mengikat ribosom. Hal ini dapat ditunjukkan melalui penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Penambahan antimikrobia pada fase logaritmik menyebabkan jumlah sel total maupun jumlah sel hidup adalah tetap selama waktu inkubasi. Contoh antibiotik bersifat bakteriostatik adalah tetrasiklin, kloramfenikol, dan eritromisin (Wattimena dkk., 1991).



Gambar 4. Efek Antimikrobia yang Bersifat Bakteriostatik Setelah Penambahan Antimikrobia pada Kultur yang Berada pada Fase Logaritmik (Sumber: Madigan dkk., 2000)

b. Bakteriosidal

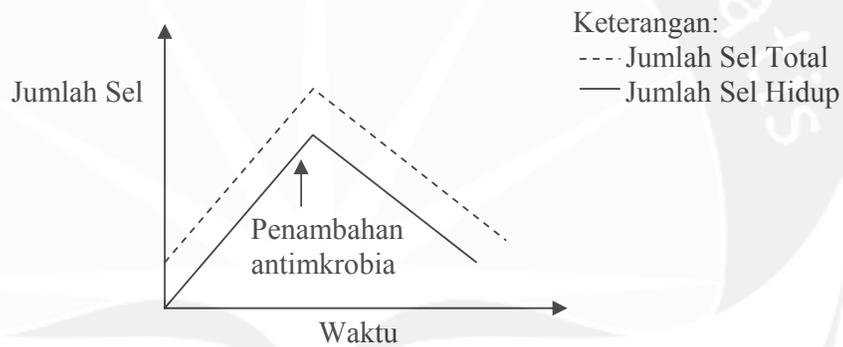
Efek antimikrobia yang dapat membunuh sel tetapi tidak menyebabkan lisis sel adalah antimikrobia kelompok bakteriosidal (Madigan dkk., 2000). Hal ini dapat ditunjukkan melalui penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Penambahan antimikrobia pada fase logaritmik menyebabkan jumlah sel total tetap sedangkan jumlah sel hidup berkurang (Gambar 5). Contoh antibiotik bersifat bakteriosidal adalah streptomisin, kanamisin, dan gentamisin (Bhaskara, 2012).



Gambar 5. Efek Antimikrobia yang Bersifat Bakteriosidal Setelah Penambahan Antimikrobia pada Kultur yang Berada pada Fase Logaritmik (Sumber: Madigan dkk., 2000)

c. Bakteriolitik

Efek antimikrobia yang dapat menyebabkan sel menjadi lisis sehingga jumlah sel total berkurang dikelompokkan sebagai antimikrobia bakteriolitik (Madigan dkk., 2000). Hal ini dapat ditunjukkan melalui penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Penambahan anti mikrobia pada fase logaritmik menyebabkan jumlah sel total maupun jumlah sel hidup berkurang (Gambar 6). Contoh antibiotik bersifat bakteriolitik adalah penisilin, sefalosporin, dan vankomisin (Katzung, 1989).



Gambar 6. Efek Antimikrobia yang Bersifat Bakteriolitik Setelah Penambahan Antimikrobia pada Kultur yang Berada pada Fase Logaritmik (Sumber: Madigan dkk., 2000)

Menurut Purwoko (2007), jumlah sel total dihitung menggunakan metode penghitungan langsung (*Total Count*) dan jumlah sel hidup dihitung menggunakan penghitungan tidak langsung (*Viable Count*). Tiap metode mempunyai kelebihan dan kelemahan. Menurut Suriawiria (1986), kelebihan dari metode *Total Count* yaitu semua sel mikrobia, baik yang masih hidup ataupun yang sudah mati, akan terhitung secara langsung. Metode penghitungan sel total memiliki kelemahan antara lain sel-sel mikrobia yang mati tidak dapat dibedakan

dengan sel-sel mikrobia yang hidup, sel mikrobia yang berukuran kecil sulit dilihat di bawah mikroskop sehingga tidak terhitung, dan jumlah sel mikrobia dalam suspensi harus cukup tinggi (minimal 10^6 sel /ml untuk bakteri) karena dalam setiap bidang pandang yang diamati harus terdapat sejumlah sel yang dapat dihitung (Fardiaz, 1992). Kelebihan dari metode *Viable Count* antara lain murah, mudah, dan koloni yang tumbuh dapat diteruskan untuk pengamatan atau penelitian lebih lanjut (Suriawiria, 1986). Metode ini memiliki kelemahan, yaitu sel yang terhitung hanya sel hidup (Suriawiria, 1986) dan menurut Madigan dkk. (2000) kelemahan metode penghitungan sel hidup (*viable count*), antara lain beberapa sel mikrobia yang tumbuh berdekatan dapat membentuk satu koloni yang besar, perbedaan kondisi inkubasi akan menghasilkan nilai penghitungan sel hidup yang berbeda, dan koloni yang tumbuh dapat memiliki ukuran yang bervariasi sehingga koloni yang berukuran kecil akan sulit dihitung.

I. Antibiotik

Penisilin ditemukan oleh Fleming pada tahun 1929, yang merupakan kelompok antibiotik β -laktam yang digunakan dalam penyembuhan penyakit infeksi oleh bakteri (Katzung, 1989). Antibiotik β -laktam bekerja melalui penghambatan pembentukan peptidoglikan di dinding sel. Beta-laktam akan terikat pada enzim transpeptidase yang berhubungan dengan molekul peptidoglikan bakteri dan hal ini akan melemahkan dinding sel bakteri ketika membelah. Oleh karena itu, antibiotik ini dapat menyebabkan perpecahan sel (sitolisis) ketika bakteri mencoba untuk membelah diri. Sifat lain dari penisilin adalah mempunyai aktivitas yang sangat spesifik dan aktif terhadap bakteri Gram

positif maupun Gram negatif (Foye, 1996). Pada bakteri Gram positif yang kehilangan dinding selnya akan menjadi protoplas sedangkan Gram negatif menjadi sferoplas. Protoplas dan sferoplas kemudian akan pecah atau lisis (Anonim, 2008e).

Streptomisin merupakan senyawa yang dapat menghambat sintesis protein pada mikroorganisme Gram positif dan Gram negatif (Foye, 1996). Streptomisin dihasilkan oleh *Streptomyces griseus*, suatu bakteri tanah yang diisolasi oleh Waksman dan rekan-rekannya, yang melaporkan mengenai aktivitas antibiotik pada tahun 1944. Streptomisin menjadi antibiotik utama untuk kemoterapi tuberkolosis, namun resistensi berkembang sangat cepat terhadap antibiotik ini (Pelczar dan Chan, 1988). Streptomisin bekerja melalui cara menimbulkan distorsi pada subunit-subunit ribosom sehingga mengganggu sintesis protein (Pelczar dan Chan, 1988).

J. Hipotesis

1. Metode maserasi pengadukan kontinyu dan pengekstrak heksana dapat menghasilkan ekstrak *Laurencia* sp yang mempunyai aktivitas antibakteri yang paling presisi dalam menghambat *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.
2. Aktivitas antibakteri ekstrak *Laurencia* sp terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* setara penisilin dan streptomisin.
3. Sifat penghambatan ekstrak *Laurencia* sp terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* adalah bakteriostatik.