

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi dan Karakteristik Rumput Laut di Indonesia

Rumput laut merupakan salah satu sumber devisa negara dan sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir. Selain dapat digunakan langsung sebagai bahan makanan, beberapa hasil olahan rumput laut seperti agar-agar, karaginan, dan alginat merupakan senyawa yang cukup penting dalam industri farmasi. Indonesia di samping mengeksport rumput laut juga mengimpor hasil-hasil olahannya yang dari tahun ke tahun makin meningkat jumlahnya. Sampai saat ini industri pengolahan di Indonesia yaitu agar-agar masih secara tradisional dan semi industri, sedangkan untuk karaginan dan alginat belum diolah di dalam negeri (Istini dkk., 1985).

Rumput laut merupakan kelompok tumbuhan yang berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel dan berbentuk koloni apabila ditinjau secara biologi. Rumput laut mengandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral, dan juga senyawa bioaktif (Putra, 2006). Rumput laut juga mengandung berbagai vitamin dalam konsentrasi tinggi seperti vitamin D, K, Karotenoid (prekursor vitamin A), vitamin B kompleks, dan tokoferol. Kandungan polisakarida yang tinggi sebanding dengan glukosa (polimer glukosa) dan polisakarida tersulfatisasi (Soraya, 2005).

Menurut Suriawiria (2003), secara kimia rumput laut terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,60%), serat kasar (3,0%),

dan abu (22,25%). Pengolahan rumput laut akan menghasilkan bahan-bahan seperti di bawah ini:

1. Algin, terdapat dalam bentuk asam alginik ataupun dalam bentuk alginat. Pada umumnya senyawa ini dihasilkan dari jenis *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Fucus*, *Lesonia*, dan *Sargassum*, dengan produksi rata-rata per tahun 6.000-7.500 ton, terutama di Amerika Serikat, Inggris, Perancis, Norwegia, dengan negara konsumen mulai dari Jerman, Australia, Kanada, Perancis, Belanda, Spanyol, dan sebagainya (Suriawiria, 2003).
2. Agar-agar, yang merupakan senyawa asam-belerang dan ester dari galaktan-linier. Jenis rumput laut yang menghasilkan agar-agar antara-lain *Gelidium*, *Gracilaria*, *Ahnfeltia*, dan sebagainya. Di perairan Indonesia paling banyak dari jenis *Gelidium* dan *Gracilaria* (Suriawiria, 2003).
3. Karaginan, umumnya dalam bentuk garam karena bereaksi dengan unsur-unsur Na, Ca, dan K. Secara kimia, karaginan terbagi menjadi fraksi-fraksi kappa-karaginan dan iotakaraginan. Jenis rumput laut yang menghasilkannya antara lain *Chondrus*, *Gigartina*, dan *Euchema*, dengan manfaat dan penggunaan sama seperti agar-agar dan algin (Suriawiria, 2003).

Di samping bahan utama yang sudah disebut di atas, rumput laut dapat menghasilkan bahan lain yang umum dinamakan eucheman (dari *Euchema*), funoran (dari *Gloiopeltis*, *Ahnfeltia*, dan sebagainya), nori (dari *Phorphyra*), kombu (dari *Laminaria*), fukodin (dari *Fucus*, *Laminaria*, *Macrocystis*,

Ascophylum, dan sebagainya) serta fukosterol (dari jenis yang sama dengan fukodin) (Suriawiria, 2003).

Pemanfaatan rumput laut sebagai komoditi perdagangan atau bahan baku industri masih relatif kecil jika dibandingkan dengan keanekaragaman jenis rumput laut yang ada di Indonesia. Padahal komponen kimiawi yang terdapat dalam rumput laut sangat bermanfaat bagi bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi dan lain-lain (Putra, 2006).

Nilai ekonomis terpenting dari rumput laut adalah kegunaannya pada berbagai jenis makanan dan merupakan bahan mentah untuk industri *phicocolloid*, agar, karaginan, dan alginat (Trono, 2004). Beberapa spesies dapat dikonsumsi langsung seperti sayur atau salad, bumbu di dalam sup, dan dalam pembuatan jeli. Di negara Jepang dan China, rumput laut dijadikan bagian pokok dari diet. Beberapa spesies dapat digunakan sebagai obat-obatan. Sebagian besar *phicocolloid* digunakan untuk banyak industri seperti makanan, tekstil, bakteri, farmasi, dan konveksi (Trono, 2004).

Rumput laut hijau, rumput laut merah maupun rumput laut coklat merupakan sumber potensial senyawa bioaktif yang sangat bermanfaat bagi pengembangan: (1) industri farmasi seperti antibakteri, antitumor, anti kanker atau sebagai *reversal agent* dan (2) industri agrokimia terutama untuk *antifeedan*, fungisida, dan herbisida (Putra, 2006).

Pemanfaatan rumput laut di Indonesia sendiri sebenarnya telah dimulai sejak tahun 1920. Tercatat ada 22 jenis rumput laut digunakan secara tradisional sebagai makanan maupun obat-obatan. Dalam Ekspedisi Sibolga (1899-1900)

yang dilakukan pada zaman Belanda didapatkan sejumlah 555 jenis rumput laut di perairan Indonesia. Saat itu, diketahui 56 jenis di antaranya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan makanan ternak hingga bahan baku industri. Jenis yang memiliki nilai ekonomis umumnya termasuk dalam suku Rhodophyceae (rumput laut merah), antara lain marga *Gracilaria*, *Gelidium*, *Hypnea*, *Eucheuma*, dan *Gelidiopsis* (Soraya, 2005).

B. Morfologi dan Sistematika *Padina* sp

Padina sp merupakan rumput laut yang berasal dari kelas Phaeophyta (rumput laut coklat) yang terdapat secara melimpah selama bermusim-musim. Menurut Cribb (1996), *Padina* sp memiliki habitatnya di sekitar genangan air di atas batu karang pantai. Morfologinya berbentuk seperti kipas dengan diameter 3-4 cm yang tumbuh dalam lingkaran konsentris. Warnanya coklat kekuning-kuningan atau kadang kadang memutih karena terdapat perkapuran. Gambar *Padina* sp dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Thallus Padina* sp di atas batu karang laut.
(Sumber: Sun dkk., 2008)
Keterangan: X = *thallus*

Sistematika *Padina* sp adalah sebagai berikut :

Kerajaan	:	Eukaryota
Kingdom	:	Chromista
Sub-kingdom	:	Chromobiota
Filum	:	Heterokontophyta
Kelas	:	Phaeophyceae
Ordo	:	Dictyotales
Famili	:	Dictyotaceae
Genus	:	<i>Padina</i> (Sumber: Sun dkk., 2008).

Menurut Geraldino dkk. (2005), berbagai genus *Padina* memiliki segmen-segmen lembaran tipis (lobus) dengan garis-garis berambut radial dan perkapuran di bagian permukaan *thallus* yang berbentuk seperti kipas. Tipe garis-garis berambut radial pada *thallus* tersebut menjadi dasar perbedaan antar genus *Padina*.

C. Kandungan Senyawa Bioaktif *Padina* sp Sebagai Antimikrobia

Antimikrobia merupakan suatu senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan mikrobia yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, mencegah pembusukan dan kerusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971).

Kandungan kimia yang diisolasi dari ekstrak *thallus Padina australis* Hauck dengan pengestrak n-heksana berupa satu senyawa asam lemak dan satu senyawa triterpenoid. Kandungan kimia yang diisolasi dari ekstrak *thallus Padina australis* Hauck dengan pengestrak etilasetat berupa dua senyawa asam lemak dengan ikatan rangkap dua terkonjugasi dan satu senyawa steroid. Kandungan

kimia yang diisolasi dari ekstrak *thallus Padina australis* Hauck dengan pengestrak metanol berupa fukosterol dan dua senyawa steroid-triterpenoid, sedangkan ekstrak *thallus Padina australis* Hauck dengan pengestrak air telah diisolasi natrium alginat (Suganda dkk., 2007).

Triterpenoid dan steroid adalah senyawa metabolit sekunder yang umumnya terkandung dalam kebanyakan jenis tanaman dan memiliki berbagai aktivitas biologis seperti bakterisida, fungisida, antiviral, sitotoksik, analgesik, antikanker, kardiovaskular, antialergi dan lain sebagainya. Triterpenoid dan steroid merupakan senyawa tak menguap golongan terpenoid dengan jumlah karbon tiga puluh (C30) dan terdapat di dalam sitoplasma sel tanaman. Senyawa triterpenoid terutama terdapat dalam lapisan malam daun dan dalam buah, dan mungkin terdapat dalam damar, kulit batang, dan getah. (Faustine, 2009). Beberapa macam aktivitas fisiologis yang menarik ditunjukkan oleh beberapa triterpenoid dan senyawa ini merupakan komponen aktif dalam tumbuhan obat yang telah digunakan untuk penyakit termasuk diabetes, gangguan menstruasi, patukan ular, gangguan kulit, kerusakan hati dan malaria (Robinson, 1995).

D. Metode Ekstraksi

Kandungan kimia dari suatu tanaman atau simplisia nabati yang berkhasiat obat umumnya mempunyai sifat kepolaran yang berbeda-beda, sehingga perlu untuk memisahkan secara selektif menjadi kelompok-kelompok tertentu. Serbuk simplisia diekstraksi berturut-turut dengan pelarut yang berbeda polarisasinya (Harbone, 1987).

Menurut Voigt (1994), pada dasarnya terdapat dua prosedur untuk membuat sediaan obat tumbuhan, yaitu cara peras dan cara ekstraksi seperti berikut ini :

1. Cara Peras

Cara peras dilakukan untuk memperoleh cairan perasan dari tumbuhan segar yang dihaluskan menjadi materi awalnya. Cairan perasan sangat penting untuk memperoleh *essens homopatis*. Cairan perasan menunjukkan seluruh bahan yang terkandung dalam tumbuhan segar dalam perbandingan yang sama seperti dalam materi awalnya.

2. Cara Ekstraksi

Tumbuhan segar yang telah dikeringkan dan dihaluskan, diproses dengan suatu cairan pengeksrak. Jenis ekstraksi yang digunakan tergantung dari kelarutan bahan yang terkandung dalam tanaman serta stabilitasnya.

Proses ekstraksi merupakan proses pemisahan zat secara kimiawi untuk mendapatkan suatu kandungan senyawa yang diinginkan dari bahan mentah obat dengan menggunakan pelarut yang dipilih dan zat yang diinginkan larut. Bahan mentah obat berasal dari tumbuh-tumbuhan atau hewan, tidak perlu proses lebih lanjut kecuali dikumpulkan dan dikeringkan. Tiap bahan mentah obat berisi sejumlah unsur yang dapat larut dalam pelarut tertentu. Hasil dari ekstraksi disebut ekstrak yang tidak mengandung hanya satu unsur saja tetapi berbagai macam unsur, tergantung pada kandungan senyawa kimia tanaman obat yang digunakan dan kondisi dari ekstraksi (Voigt, 1994). Ekstraksi yang tepat

tergantung pada tekstur dan kandungan air bahan tumbuhan yang diekstraksi dan pada jenis senyawa yang diisolasi (Harbone, 1987).

Cairan pengestrak harus memenuhi kriteria berikut: murah dan mudah diperoleh, stabil secara fisik dan kimia, bereaksi netral, tidak mudah menguap dan tidak mudah terbakar, selektif, tidak mempengaruhi zat berkhasiat, dan diperbolehkan oleh peraturan. Keuntungan cara ekstraksi dengan maserasi selain cara pengerjaannya yang mudah, peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan (Anonim, 1986).

E. Maserasi

Metode dasar dari ekstraksi obat adalah maserasi (Proses M) dan perkolasi (Proses P). Biasanya metode ekstraksi dipilih berdasarkan beberapa faktor seperti sifat dari bahan mentah obat dan daya penyesuaian dengan tiap macam metode ekstraksi dan kepentingan dalam memperoleh ekstrak yang sempurna atau mendekati sempurna dari obat. Sifat bahan mentah obat merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode ekstraksi. Beberapa obat tidak dapat diperkolasi yang mengisyaratkan bahwa zatnya harus digiling sehingga menjadi serbuk yang rata dan dimasukkan ke dalam perkolator (Voigt, 1994).

Maserasi berasal dari bahasa Latin *macerace* yang artinya merendam. Proses ini merupakan cara paling tepat karena obat yang sudah halus memungkinkan untuk direndam dalam *menstruum* sampai meresap dan

melunakkan susunan sel, sehingga zat-zat yang mudah larut akan melarut (Voigt, 1994).

Pembuatan ekstrak dengan metode maserasi harus mengikuti syarat farmakope, yaitu bahan tumbuhan dihaluskan dengan cara dipotong-potong atau diserbukkasarkan, kemudian disatukan dengan bahan pengekstraksi (Voigt, 1994).

Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan. Faktor yang dapat berpengaruh dalam proses ekstraksi dengan bahan kering yaitu ukuran dari partikel tersebut. Semakin kecil ukuran partikel dari bahan, maka akan semakin mudah cairan penyari menarik senyawa kimia yang terkandung dalam bahan tersebut (Sudarmadji dkk., 1989).

Waktu maserasi berbeda-beda tergantung pada sifat atau ciri campuran obat dan *menstruum*. Lamanya harus cukup supaya dapat memasuki rongga dari struktur bubuk tanaman obat dan melarutkan semua zat yang mudah larut. Lamanya maserasi bisa memerlukan waktu beberapa jam atau beberapa hari untuk ekstrak yang optimum (Ansel, 1989).

Sistem pelarut yang digunakan dalam ekstraksi harus dipilih berdasarkan kemampuannya dalam melarutkan jumlah yang maksimum dari zat aktif dan seminimum mungkin bagi unsur yang tidak diinginkan (Ansel, 1989).

Pelarut organik berdasarkan konstanta dielektrikum dapat dibedakan menjadi dua yaitu pelarut polar dan pelarut non-polar (Sudarmadji dkk., 1989). Menurut Andarwulan dkk. (1996), kandungan kimia yang bersifat polar akan lebih mudah larut dalam pelarut yang bersifat polar, sedangkan komponen yang bersifat non-polar akan lebih larut dalam pelarut non-polar juga. Senyawa organik

memiliki afinitas yang berbeda terhadap sifat polaritas dari suatu cairan pengestrak sehingga diperlukan macam pelarut yang berbeda tingkat polaritasnya.

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. Konstanta dielektrikum dari beberapa pelarut dapat dilihat pada Tabel 1 (Sudarmadji dkk., 1989).

Tabel 1. Konstanta dielektrikum pelarut organik

Pelarut	Besarnya konstanta
n-heksan	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)

F. Metanol sebagai Pengekstrak

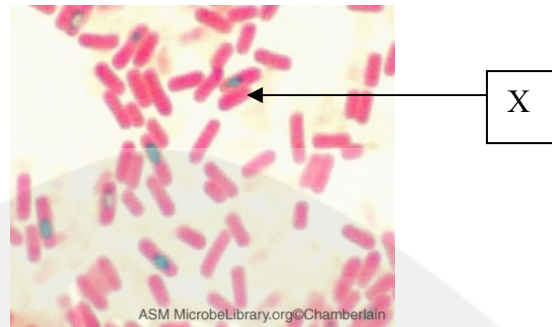
Metanol sering digunakan sebagai pengestrak, bahan bakar, dan sebagai biodiesel. Metanol diproduksi secara alami dengan cara fermentasi atau metabolisme anaerobik dari mikrobia. Menurut Sudarmaji dkk. (1989), metanol (metil alkohol, CH_3OH) merupakan pelarut organik bersifat polar dengan konstanta dielektrikum 33,60. Metanol adalah senyawa alkohol yang paling sederhana, mudah menguap, dan mudah terbakar.. Metanol memiliki titik cair - 114,3°C dan titik didih 78,4°C.

Menurut Fessenden & Fessenden (1997), metanol merupakan pelarut tak berwarna dan cairan yang larut dalam air. Kebanyakan metanol yang diproduksi saat ini banyak dipakai untuk sintesis formaldehid ($\text{H}_2\text{C} = \text{O}$) dan bahan kimia lainnya. Kadang-kadang metanol dipakai untuk bahan bakar, anti pembekuan, dan juga untuk pelarut.

G. Mikrobial Uji

Mikrobial uji yang digunakan untuk melihat adanya daya antimikrobia dari ekstrak *Padina* sp adalah *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*. Penggunaan mikrobial-mikrobial ini didasarkan pada sifat patogenisitasnya terhadap manusia.

Bacillus subtilis adalah bakteri Gram positif yang biasanya ditemukan di dalam tanah. Bakteri ini mempunyai kemampuan membentuk pertahanan diri yang kuat, dengan membentuk endospora yang bersifat melindungi sehingga dapat tahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Nakano dan Zuber, 1998). *Bacillus subtilis* tidak secara langsung termasuk sebagai patogen pada manusia, bagaimanapun *Bacillus subtilis* dapat mengkontaminasi makanan tetapi tidak sampai menyebabkan makanan menjadi beracun (Ryan & Ray, 2004). Sporangia dapat bertahan hidup pada pemanasan ekstrim yang seringkali digunakan untuk memasak makanan dan juga mampu membuat produk pangan roti menjadi busuk atau rusak (Gielen dkk., 2004).



Gambar 2. *Bacillus subtilis* dengan menggunakan mikroskop elektron (Sumber : Chamberlain, 2010).

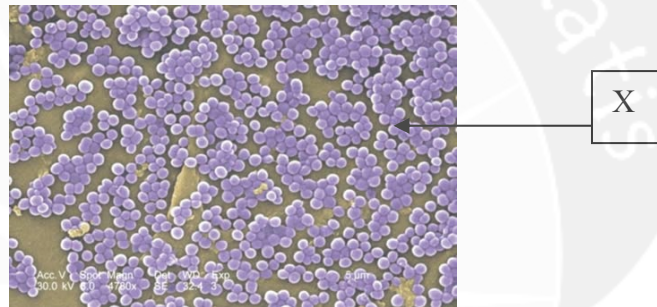
Keterangan X : Sel *Bacillus subtilis*.

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif, tidak bergerak, tidak berspora dan mampu membentuk kapsul, berbentuk kokus, dan tersusun seperti buah anggur. Ukuran *Staphylococcus* berbeda-beda tergantung pada medium pertumbuhannya. Apabila ditumbuhkan pada medium agar, *Staphylococcus* memiliki diameter 0,5 – 1,0 mm dengan koloni berwarna kuning. Dinding selnya mengandung asam teikoat, yaitu sekitar 40% dari berat kering dinding selnya. Asam teikoat adalah beberapa kelompok antigen dari *Staphylococcus*. Asam teikoat mengandung aglutinogen dan N-asetilglukosamin (Todar, 2002).

Menurut Pratama (2005), *Staphylococcus aureus* hidup sebagai 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, *Staphylococcus aureus* juga dapat menyebabkan bermacam-macam infeksi seperti

jerawat, bisul, meningitis, osteomielitis, pneumonia dan mastitis pada manusia dan hewan.

Staphylococcus aureus adalah bakteri berbentuk kokus, terdapat dalam kelompok maupun tunggal, tidak berkapsul, non-motil, anaerobik fakultatif, biasanya koagulase positif, patogenik dan dapat menghasilkan enterotoksin. Enterotoksin ini bersifat tahan panas dan tidak berubah walau dididihkan selama 30 menit. Manusia merupakan sumber terpenting bakteri ini untuk menghasilkan enterotoksin (Irianto, 2006).



Gambar 3. *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan mikroskop elektron (Sumber : Greiner, 2009).

Keterangan X : Sel *Staphylococcus aureus*.

Klebsiella pneumoniae adalah bakteri Gram negatif yang berbentuk batang atau kapsul. *Klebsiella pneumoniae* tergolong bakteri yang tidak dapat melakukan pergerakan (non-motil). Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, *Klebsiella pneumoniae* merupakan bakteri fakultatif anaerob. *Klebsiella pneumoniae* banyak dijumpai di dalam usus bersama bakteri usus genus lainnya seperti *Escherichia*, *Proteus* dan *Enterobacter* (Irianto, 2006).



Gambar 4. *Klebsiella pneumoniae* dengan menggunakan mikroskop elektron (Sumber : Kunkel, 2007).

Keterangan X : Sel *Klebsiella pneumoniae*.

Menurut Pelczar & Chan (1988), *Klebsiella pneumoniae* dapat tumbuh optimum pada suhu 35-37°C. Pada pertumbuhannya, umumnya bakteri ini menggunakan sitrat dan glukosa sebagai sumber karbon satu-satunya, dan amonia sebagai sumber nitrogen. Glukosa difermentasi menjadi asam dan gas. *Klebsiella pneumoniae* dapat menyebabkan penyakit pneumonia. Gejalanya meliputi demam, rasa menggigil, dan rasa sakit di daerah sekitar paru-paru. *Alveoli* (sel udara) paru paru penuh terisi eksudat.

Galur baru dari *Klebsiella pneumoniae* kebal terhadap berbagai jenis antibiotik dan sampai sekarang masih dilakukan penelitian untuk menemukan obat yang tepat untuk menghambat aktivitas atau bahkan membunuh bakteri tersebut. Beberapa jenis *Klebsiella pneumoniae* diobati dengan antibiotik, khususnya antibiotik yang mengandung cincin beta-laktam. Menurut Pelczar & Chan (1988), pengobatan terhadap infeksi pneumokokus ialah dengan penisilin. Pencegahan penyakit ini sukar dilakukan karena luasnya penyebaran organisme ini di dalam populasi. Vaksinasi terhadap *Klebsiella pneumoniae* tidak praktis karena

banyaknya jumlah serotipe. Selain itu, tidak ada cara pencegahan khusus terhadap penyakit pneumonia ini.

H. Aktivitas Antibakteri dan Efeknya

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta kerusakan bahan oleh mikroorganisme (Sulistyo, 1971).

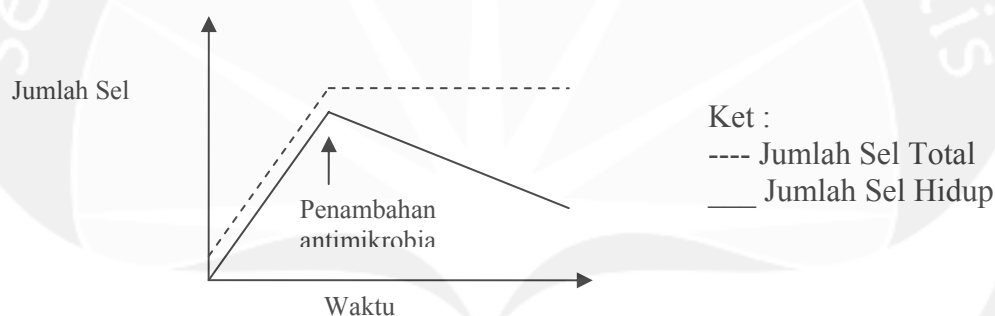
Menurut Madigan dkk. (2000), berdasarkan sifat toksisitas selektifnya, senyawa antimikrobia mempunyai 3 macam efek terhadap pertumbuhan mikrobial yaitu :

1. Bakteriostatik, memberikan efek dengan cara menghambat pertumbuhan tetapi tidak membunuh. Senyawa bakteriostatik seringkali menghambat sintesis protein atau mengikat ribosom. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobial yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik terdapat jumlah sel total maupun jumlah sel hidup adalah tetap (Gambar 5).
2. Bakteriosidal, memberikan efek dengan cara membunuh sel tetapi tidak terjadi lisis sel atau pecah sel. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobial yang berada pada fase logaritmik.

Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik didapatkan jumlah sel total tetap sedangkan jumlah sel hidup menurun (Gambar 6).

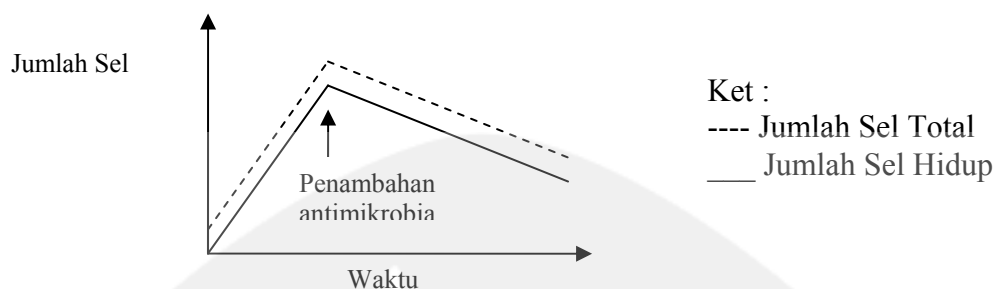


Gambar 5. Efek antimikrobia yang bersifat bakteristatik setelah penambahan antimikrobia pada kultur yang berada pada fase logaritmik (Sumber : Madigan dkk., 2000)



Gambar 6. Efek antimikrobia yang bersifat bakteriosidal setelah penambahan antimikrobia pada kultur yang berada pada fase logaritmik (Sumber : Madigan dkk., 2000)

3. Bakteriolitik, menyebabkan sel menjadi lisis atau pecah sel sehingga jumlah sel berkurang atau terjadi kekeruhan setelah penambahan antimikrobia. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antimikrobia pada kultur mikrobia yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik jumlah sel total maupun jumlah sel hidup menurun (Gambar 7).



Gambar 7. Efek antimikrobia yang bersifat bakteriolitik setelah penambahan antimikrobia pada kultur yang berada pada fase logaritmik (Sumber : Madigan dkk., 2000)

Mekanisme penghambatan dari antibakteri dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu menghambat sintesis dinding sel mikrobial, merusak keutuhan dinding sel mikrobial, menghambat sintesis protein sel mikrobial, menghambat sintesis asam nukleat, dan merusak asam nukleat sel mikrobial (Sulistyo, 1971).

Pengujian daya antimikrobia terhadap spesies bakteri dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu menggunakan metode dilusi dan metode difusi (Jutono dkk., 1980). Salah satu metode dilusi yaitu dilusi cair yang digunakan untuk mengukur *Minimal Inhibitory Concentration* (MIC) (Madigan dkk., 2000). Metode difusi agar (*agar diffusion method*) pada prinsipnya mikrobial uji diinokulasikan pada medium agar dalam cawan petri kemudian kertas saring yang mengandung zat antimikrobia diletakkan di atas permukaan agar tersebut. Selama inkubasi, senyawa tertentu disebarkan dari kertas saring ke agar. Setelah diinkubasi, garis tengah atau diameter hambatan jernih (zona jernih) yang mengelilingi kertas saring merupakan ukuran kekuatan hambatan suatu senyawa terhadap bakteri yang diuji (Madigan dkk., 2000).

I. Antibiotik Pemanding

Antibiotik pemanding yang digunakan pada penelitian ini adalah antibiotik jenis penisilin dan ampicilin. Penisilin pertama kali ditemukan oleh Fleming pada tahun 1929, penisilin ini mempunyai sifat antibiotik. Sifat lain dari penisilin adalah mempunyai aktivitas yang sangat spesifik dan aktif terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif (Foye, 1996). Penisilin ditemukan secara tidak sengaja sebagai antibiotik, pertama kali ditemukan dalam sebuah cawan biakan *S. aureus* yang terkontaminasi oleh jamur, yang kemudian diidentifikasi sebagai *P. notatum*. Daerah bening sekeliling jamur menunjukkan bahwa jamur memproduksi suatu senyawa yang mematikan bakteri. Penisilin tergolong antimikrobia yang mempunyai efek bakteriosidal, yaitu penisilin mengganggu sintesis peptidoglikan dinding sel sehingga membran mekah dan menghancurkan isi sel (Volk & Wheeler, 1988).

Menurut Pelczar dan Chan (1988), ampicilin aktif terhadap bakteri Gram negatif yang menyebabkan infeksi pada saluran pernapasan, pencernaan, dan kemih. Menurut Ringorino dkk. (2008), ampicilin merupakan turunan dari antibiotik penisilin yang memiliki aktivitas pada cincin beta laktam dan ditemukan pada tahun 1961. Ampicilin memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif.

Ampicilin berperan sebagai inhibitor kompetitif dari enzim transpeptidase, karena enzim ini diperlukan bakteri untuk sintesis dinding sel. Menurut Pelczar dan Chan (1988), ampicilin bersifat sangat bakterisidal dan tidak beracun. Hal yang membedakan ampicilin dengan penisilin adalah adanya gugus amino pada

ampisilin yang akan membantu ampisilin masuk ke dalam membran terluar dari bakteri Gram negatif. Penisilin dan ampisilin memiliki mekanisme kerja mengganggu sintesis protein dinding sel. Mekanisme kerja ini konsisten dengan kenyataan bahwa penisilin hanya bekerja pada bakteri yang sedang tumbuh aktif. Pada pertumbuhannya, bakteri yang peka terhadap antibiotik ini akan memiliki bentuk yang tak umum dan kehilangan sitoplasma sehingga tinggalah membran sitoplasma yang kosong. Efek mekanisme antibiotik seperti ini disebut bakterisidal.

J. Hipotesis

1. Maserasi selama 1 hari dan volume metanol sebagai pengestrak 50ml (1:2) menghasilkan ekstrak *Padina* sp dengan aktivitas maksimum sehingga efektif dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*.
2. Ekstrak *Padina* sp memiliki aktivitas antimikrobia yang setara dengan penisilin dan ampisilin dalam menghambat pertumbuhan *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*.

Sifat penghambatan ekstrak *Padina* sp terhadap *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis* adalah bakteriosidal.