

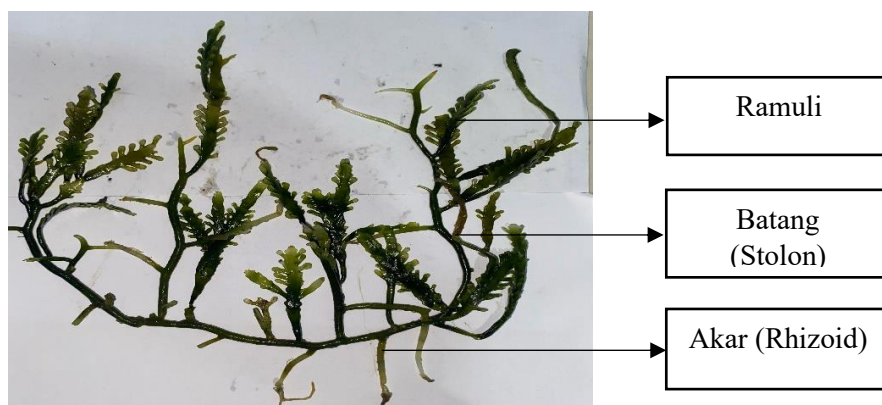
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anggur Laut

1. Definisi anggur laut

Berdasarkan sejumlah penelitian, Anggur laut (*Caulerpa sp*) sebagai sejenis ganggang hijau dijumpai di sejumlah perairan Indonesia. Mereka menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki sifat antioksidan, dan kandungan asam folat, tiamin, dan asam askorbatnya membantu mereka melawan radikal bebas. Anggur laut memiliki potensi besar sebagai komoditas yang menjanjikan sehingga prospek usaha budidayanya semakin baik. Ini membuka peluang dan tantangan untuk mengembangkan teknologi yang cepat dan tepat guna memenuhi kebutuhan produksi dari segi jumlah, mutu, dan kesinambungan. Dalam menghadapi peluang dan tantangan ini, para pembudidaya serta pemerintah didukung oleh kondisi geografis negara kepulauan dengan lahan perairan pesisir dan pulau-pulau kecil yang luas (Kenedi, Hadijah, dan Dahlifa., 2023).



Gambar 1. Anggur laut (*Caulerpa sp*)

(Sumber: Dokumentasi pribadi., 2025)

Dari total wilayah Indonesia sejumlah 8,4 juta km², sekitar 6,7 juta km² adalah wilayah perairan, sementara wilayah daratan hanya 1,7 juta km². Diperkirakan, sekitar 1,1 juta hektar dari wilayah perairan itu merupakan lahan yang potensial untuk budidaya Anggur laut, tetapi hingga saat ini pemanfaatannya belum optimal dan produktif (Kenedi, Hadijah, dan Dahlifa., 2023).

2. Klasifikasi anggur laut

Berikut adalah klasifikasi tumbuhan Anggur laut (*Caulerpa sp*) (Dawson, 1946):

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Chlorophyta*
Class : *Chlophyceae*
Ordo : *Caulerpales*
Family : *Caulerpaceae*
Genus : *Caulerpa*
Species : *Caulerpa sp*

3. Morfologi anggur laut

Morfologi Anggur laut mendapat pengaruh dari habitat tempat tinggal dan ketersediaan ruang hidupnya. Ukuran rata-rata Anggur laut bervariasi di tiap-tiap lokasi, dengan panjang sekitar 12-50 mm dan ukuran ramuli mencapai 3,2 mm. Spesies *Caulerpa sp* memiliki cabang berbentuk bulat atau menyerupai Anggur serta dilengkapi dengan stolon. Rizoid Anggur laut tumbuh dari stolon dan menempel pada substrat, di mana bentuk rizoid *Caulerpa sp* tampak menyerupai pilar. Anggur laut umumnya tumbuh di habitat berpasir berlumpur. Hal ini sejalan dengan pernyataan Istiana (2016) bahwa substrat berperan dalam mendukung

pertumbuhan. *Caulerpa* berkembang pada substrat termasuk lumpur, pasir, dan karang mati atau potongan karang mati umumnya ditemukan di wilayah pesisir dengan hamparan terumbu karang (Kenedi, Hadijah, dan Dahlifa., 2023).

1. Manfaat anggur laut

Masyarakat Indonesia telah memanfaatkan Anggur laut untuk sumber pendapatan. Anggur laut yaitu salah satu jenis tumbuhan tingkat rendah yang seluruh tubuhnya disebut talus, strukturnya yang demikian membuat akar, batang, dan daunnya sulit dibedakan. Anggur laut memiliki antioksidan alami yang mudah diperoleh dan melimpah di alam, serta terdapat akan serat, vitamin, dan mineral (Soheil *et al.*, 2014). Anggur laut adalah jenis alga hijau masih jarang digunakan termasuk dalam kategori *Feather Seaweed* merupakan salah satu jenis rumput laut yang potensial. Menurut laporan, *Feather Seaweed* merupakan makroalga yang dapat dikonsumsi mengandung senyawa bioaktif yang memiliki khasiat antibakteri, antijamur, dan antikanker. Rumput laut ini juga dapat digunakan untuk mengobati penyakit gondok dan hipertensi (Saptasari., 2010).

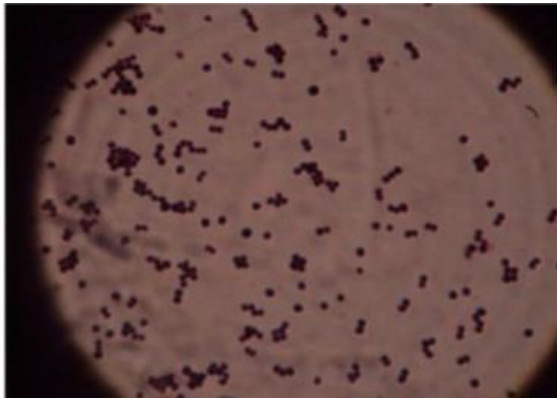
B. *Streptococcus sp*

1. Definisi *Streptococcus sp*

Streptococcus sp adalah bakteri gram positif berbentuk bulat memiliki kemampuan untuk membentuk pasangan atau rantai selama pertumbuhannya. Ukurannya sekitar 0,5-1 μm dan tumbuh dengan baik pada pH 7,4-7,6, dengan suhu optimum pertumbuhannya 37°C. Bakteri ini bisa dijumpai di alam, dan beberapa di antaranya merupakan flora normal yang hidup pada tubuh manusia. Sejumlah spesies *Streptococcus* bisa menyebabkan sensitasi akibat infeksi yang ditimbulkan.

Ada sekitar 20 spesies *Streptococcus* seperti *S. pyogenes* (Grup A), *S. agalactiae* (Grup B), *S. dan Enterococcus* (Grup D) (Yunita., 2021).

Asam laktat merupakan salah satu produk metabolisme yang dihasilkan oleh bakteri anaerob fakultatif Gram-positif dari spesies *Streptococcus sp.* Untuk membantu mereka bertahan hidup. Semua kelompok usia contohnya anak-anak, orang dewasa, orang tua, rentan terhadap infeksi yang disebabkan oleh kuman ini (Fachrial., 2022).



Gambar 2. Pewarnaan gram *Streptococcus sp*

(Sumber: Toelle dan Lenda., 2014)

2. Klasifikasi *streptococcus sp*

Kingdom : *Bacteria*

Divisi : *Firmicutes*

Class : *Bacilli*

Ordo : *Lactobacillus*

Family : *Streptococcaceae*

Genus : *Streptococcus*

Species : *S. pyogenes, S. pneumonia, S mutans, S. Virdans*

Filum : *Bacillota*

Sejumlah spesies *Streptococcus* memiliki kapsul yang terbuat dari polisakarida. Antigen M, T, dan R termasuk protein, karbohidrat, peptidoglikan yang membentuk dinding sel *Streptococcus*. *Streptococcus* dapat berkembang dalam koloni berbentuk cakram pada media padat yang biasanya berdiameter 1-2 mm. Sering kali, koloni mukoid terbentuk oleh strain yang menghasilkan kapsul. Media agar yang dilengkapi dengan darah salah satu dari beberapa jenis media dapat digunakan untuk pertumbuhan *Streptococcus sp.* Bentuk media ini selektif untuk *Streptococcus*. *Streptococcus* tumbuh subur secara efektif dalam media cair yang dilengkapi dengan glukosa atau serum, yang mengakibatkan endapan dan kekeruhan di bagian bawah dan sisi tabung (Kuswiyanto., 2023).

C. Metode Pengujian Antibakteri

Metode difusi merupakan teknik yang dapat digunakan untuk menguji sensitivitas mikroorganisme uji terhadap obat antibakteri. Zona penghambatan pada pertumbuhan bakteri ditunjukkan dengan adanya atau tidak zona jelas terdampak di bagian kertas cakram, yang menandai hasil uji. Metode difusi tersedia dalam tiga jenis: metode sumur, metode cakram, metode silinder.

1. Metode difusi sumuran

Metode sumuran dilakukan dengan cara lubang secara vertikal pada media agar yang sudah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah, posisi lubang disesuaikan tujuan penelitian, lalu lubang ditambahkan dengan sampel yang akan diuji. Ada atau tidaknya zona penghambat di sekitar lubang dinilai dengan memantau pertumbuhan bakteri setelah masa inkubasi. Karena aktivitas bakteri menyebar ke dasar media agar selain permukaan atasnya, metode ini memiliki keuntungan

karena membuatnya lebih mudah untuk memperkirakan luas zona penghambat. Residu agar pada media dan kemungkinan retak atau pecahnya media agar di sekitar lubang merupakan kelemahan dari pembuatan lubang, dan dapat menghambat penyerapan antibiotik serta mengubah ukuran zona bening dalam uji sensitivitas (Nurhayati dkk., 2020).

2. Metode difusi cakram

Metode ini dilakukan dengan cara meletakkan kertas cakram yang sudah dibasahi dengan zat antibakteri di atas media agar yang telah terinfeksi kultur antibakteri uji (Nurhayati dkk., 2020). Media itu kemudian diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Agen antibakteri itu menghambat pertumbuhan antibakteri, terbukti terbentuknya zona bening di sekeliling kertas cakram. Kemudahan penggunaan dan kemampuan beradaptasi dalam memilih zat antibakteri yang akan dievaluasi merupakan keunggulan dari pendekatan ini (Fitriana, Fatimah, & Fitri., 2019). Temuan pengamatan yang berbentuk daerah transparan di sekitar kertas cakram memperlihatkan apakah pertumbuhan bakteri dihambat atau tidak (Marfuah, Dewi, dan Rianingsih., 2018).

3. Metode silinder

Metode ini dilakukan dengan meletakkan sejumlah silinder terbuat dari gelas atau baja tahan karat di atas media agar yang sudah diinokulasi dengan bakteri. Tiap-tiap silinder diletakkan secara tegak di atas media agar dan diisi dengan larutan yang akan diuji, kemudian diinkubasi. Pertumbuhan bakteri dipantau mengikuti prosedur inkubasi untuk menentukan apakah silinder dikelilingi oleh zona hambatan atau tidak (Kusmiyati dan Agustini., 2007).

Tabel 1

Klasifikasi Zona Hambat

No	Luas Zona Hambat	Zona Hambat
1	Diameter > 20 mm	Sangat Kuat
2	Diameter 10 - 20 mm	Kuat
3	Diameter 5 - 10 mm	Sedang
4	Diameter < 5 mm	Lemah

Sumber: (Rahayuningsih dkk., 2023).

D. Zat Antibakteri

1. Definisi zat antibakteri

Senyawa yang bisa menghentikan pertumbuhan bakteri dengan mengganggu metabolisme mikroorganisme berbahaya dikenal sebagai zat antibakteri. Meskipun efektif dalam mencegah infeksi bakteri, zat antibakteri sintetis dapat menimbulkan konsekuensi yang merugikan seperti ketidaknyamanan. Konsentrasi zat, pH, suhu, komposisi medium, jenis bakteri yang diperiksa, dan kapasitas zat antibakteri untuk mengurangi kemanjuran medium adalah beberapa variabel penting yang memengaruhi aktivitas antibakteri (Maharani, Sukandar, dan Hermanto., 2016).

2. Mekanisme kerja zat antibakteri

Secara garis besar, senyawa antibakteri bekerja melalui beberapa mekanisme, antara lain merusak dinding sel, mengubah permeabilitas membran, mengganggu proses sintesis protein, dan menghambat aktivitas enzim. (Pelczar, Chan, dan Hadioetomo., 1988). Fitokimia yang berkontribusi terhadap kerusakan dinding sel meliputi fenol, flavonoid, dan alkaloid. Senyawa-senyawa ini dapat

bertindak sebagai antibakteri alami terhadap bakteri patogen seperti bakteri *Streptococcus sp.*

E. Media MHA

1. Definisi media MHA

Media MHA digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri berbahaya contohnya bakteri *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. Nutrisi dan kandungan media ini ideal untuk meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme berbahaya (Ningsih, Sari, dan Apridamayanti., 2018).

F. Ekstraksi

1. Definisi ekstraksi

Isolasi senyawa aktif dari tanaman biasanya dilakukan melalui metode ekstraksi pelarut, yakni proses pemisahan komponen kimia dalam campuran menggunakan larutan pelarut. Proses ini bermaksud untuk memperoleh senyawa kimia atau zat aktif dari suatu sampel. Pemilihan pelarut didasarkan pada tingkat polaritas atau sifat semipolarnya, yang memungkinkan pelarut melarutkan sejumlah komponen kimia dalam sampel, baik yang bersifat polar ataupun nonpolar, secara optimal. Prinsip kerja ekstraksi terletak distribusi zat terlarut ke dalam senyawa aktif menggunakan dua jenis pelarut yang tidak bisa bercampur, memiliki tingkat polaritas yang berbeda (Handoyo., 2020). Ada beberapa cara metode ekstraksi menggunakan pelarut yaitu:

2. Cara dingin

a. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi dilakukan pada suhu ruang tanpa melibatkan pemanasan. Proses ini biasanya memerlukan pengocokan atau

pengadukan berulang untuk mempercepat pelarut dalam mengekstraksi senyawa dari sampel. Metode ini sangat cocok untuk simplisia atau bahan alami yang sensitif pada panas, sehingga bisa mencegah kerusakan atau degradasi senyawa kimia aktif khusus. Pemilihan jenis pelarut didasarkan pada kelarutan dan polaritasnya, yang mempermudah proses pemisahan senyawa aktif dari sampel. Di lain sisi, durasi perendaman simplisia juga berpengaruh pada jumlah senyawa yang berhasil terekstraksi (Handoyo., 2020).

b. Perkolasi

Metode yang sering digunakan untuk mengekstrak senyawa aktif dari tanaman adalah perkolasi. Dengan menggunakan metode ini, sampel tanaman padat terlebih dahulu direndam dalam pelarut yang sesuai, kemudian ditempatkan dalam wadah tertutup selama sekitar empat jam. Setelah itu, bagian atas perkolator ditutup rapat. Perkolator adalah wadah tipis dengan dua ujung terbuka yang menyerupai kerucut. Tambahkan pelarut secukupnya untuk merendam sampel sepenuhnya. Perkolator tertutup kemudian dapat digunakan untuk melunakkan campuran sampel dan pelarut selama 24 jam tambahan. Selanjutnya, saluran keluar perkolator dibuka, sehingga cairan menetes secara bertahap. Pelarut bisa ditambahkan sesuai kebutuhan hingga jumlah cairan hasil ekstraksi mencapai tiga perempat dari volume produk akhir yang diinginkan (Julianto., 2019).

Tetapi, metode perkolasi memiliki sejumlah kelemahan. Salah satunya adalah kebutuhan volume pelarut yang lebih besar sebab proses dilakukan secara kontinu dengan waktu kontak yang relatif singkat. Di lain sisi, pengemasan sampel di dalam perkolator berpotensi tidak merata; sejumlah bagian mungkin terlalu padat, di lain sisi bagian lainnya kurang padat. Akibatnya, pelarut sulit menembus bagian

yang lebih padat, sehingga senyawa metabolit di area itu tidak terekstraksi secara optimal. Kelemahan lain adalah risiko tersumbatnya saluran perkolator akibat resin yang menggumpal atau bahan tanaman yang mudah hancur dan larut, sehingga menyebabkan aliran pelarut terganggu (Nugroho., 2017).

3. Cara panas

a. Sokletasi

Metode ekstraksi Soxhlet bekerja berdasarkan ekstraksi bahan setelah dihaluskan dan dibungkus dengan kertas saring sebelum dimasukkan ke dalam peralatan Soxhlet. Labu Soxhlet yang terletak di bagian bawah peralatan diisi dengan pelarut. Di bawah labu itu, dipasang pemanas seperti heating mantle atau hot plate untuk memanaskan pelarut hingga mendidih, sehingga uap pelarut naik, terkondensasi, dan menetes kembali ke sampel untuk proses ekstraksi (Nugroho., 2017). Keunggulan metode ini adalah hanya memerlukan satu perangkat untuk menyelesaikan proses ekstraksi. Sampel tanaman akan terus direndam dan diteteskan oleh pelarut yang terkondensasi, sehingga komponen yang terlarut dapat terus diangkut ke tabung pengumpul. Kelemahan metode ini adalah tidak sesuai untuk bahan kimia yang tidak tahan panas karena molekul aktif dapat terdegradasi dengan pemanasan yang lama (Widayat dan Satriadi., 2008). Di lain sisi, risiko kerusakan senyawa metabolit sensitif pada panas cukup tinggi, mengingat proses melibatkan pemanasan hingga mencapai titik didih pelarut (Nugroho., 2017).

b. Refluks

Metode refluks bekerja berdasarkan penggunaan pelarut yang menguap pada suhu tinggi dan mendinginkannya dengan kondensor. Hal ini memungkinkan

uap pelarut mengembun dan kembali ke bejana reaksi dalam bentuk cair. Prosedur ini menghindari kejenuhan pelarut dengan menjaga kesegaran pelarut selama proses ekstraksi. Setelah prosedur ekstraksi, campuran disaring melalui kertas saring untuk mengekstrak bahan yang tersisa. Selanjutnya, larutan hasil ekstraksi diuapkan menggunakan water bath selama sekitar 1 jam, sehingga minyak hasil ekstraksi terpisah dari pelarut (Utami dan Indrasti., 2020). Kelebihan metode ini adalah pemakaian pelarut yang lebih sedikit dibandingkan metode maserasi, serta waktu ekstraksi yang relatif singkat, yakni kurang dari 24 jam.

c. Infudasi

Teknik ekstraksi yang biasanya dipakai untuk mengekstrak bahan aktif yang terlarut dalam air dari bahan tanaman, dan melibatkan pemanasan selama 15 menit hingga 90°C disebut infundasi (Ariadi dan Windrati., 2015). Sampel yang akan diekstraksi ditimbang, kemudian dibasahi dengan air sejumlah dua kali bobot sampel. Sesudah itu, air ditambahkan hingga mencapai volume 100 mL. Ekstraksi dengan metode infundasi dilakukan selama 15 menit, dihitung sejak suhu larutan mencapai 90°C. Selama proses, larutan diaduk secara perlahan, maksimal empat kali. Hasil infundasi kemudian disaring menggunakan kain flanel saat masih panas, dan untuk memastikan volume larutan tetap 100 mL, aquadest panas ditambahkan hingga mencapai jumlah itu (Yuliani dan Dienina., 2015).

d. Dekok

Dekok adalah metode infusa yang dilakukan dengan waktu lebih lama pada suhu yang lebih tinggi, yakni 90–100°C selama 30 menit (Ariadi dan Windrati.,

2015). Metode ini menggunakan pelarut air dan bisa dilakukan dengan mudah tanpa memerlukan peralatan laboratorium atau industri, sehingga lebih praktis untuk diterapkan oleh masyarakat seperti penjamah makanan dan konsumen buah segar (Lestari., 2016). Pemasakan biasanya bukan merupakan langkah dalam proses pembuatan dekok. Namun, karena daun ceri memiliki permukaan yang halus dan berbulu, pelarut air yang digunakan untuk membuat dekok cenderung terserap ke dalam daun saat Anda menggunakan *slow cooker*. Setelah suhu sampel mencapai sekitar 40°C, pemasakan selesai. Karena kain saring tidak sepenuhnya menyaring partikel kecil dari sampel, pemasakan ini menghasilkan dekok yang keruh. Kertas saring harus digunakan untuk penyaringan tambahan guna menahan partikel halus dan menghasilkan hasil yang lebih jernih (Lestari., 2016).

e. Digesti

Metode pencernaan maserasi kinetik melibatkan pengadukan terus-menerus saat melakukan maserasi disuhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan, sering kali antara 40 dan 50°C (Ariadi dan Windrati., 2015). Dalam penelitian ini, proses pencernaan dilakukan menggunakan evaporator putar multi-tahap. Campuran tersebut awalnya dipanaskan dalam labu alas bulat dengan sampel dan pelarut selama tiga siklus masing-masing empat jam pada suhu antara 40 dan 50°C tanpa menggunakan vakum. Kemudian, larutan disaring memakai kertas saring, corong untuk memisahkan ampas. Hasil filtrat yang akan diperoleh dipindahkan pada gelas kimia, ditutup dengan aluminium foil, lalu diuapkan kembali memakai *rotary evaporator* menggunakan suhu 40 hingga 50°C, vakum dihidupkan untuk mendapatkan ekstrak kental yang dikenal sebagai hasil ekstraksi digesti. Ekstrak

yang dibuat dengan metode digesti mempunyai kadar air yang lebih sedikit dari pada dengan ekstrak yang dibuat dengan metode maserasi. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air ekstrak dipengaruhi oleh suhu ekstraksi. Suhu yang lebih tinggi mempercepat proses pengeringan dengan meningkatkan volume air yang teruap selama proses ekstraksi. Kadar air yang lebih rendah juga berarti ekstrak lebih stabil, sebab kadar air yang tinggi bisa meningkatkan risiko kerusakan dan pembusukan akibat pertumbuhan antibakteri (Dewi., 2021).

G. Pelarut

1. Definisi pelarut

Jenis kandungan senyawa yang akan diekstraksi harus dipertimbangkan saat memilih pelarut yang akan digunakan dalam prosedur ekstraksi. Polaritas dan gugus polar suatu senyawa merupakan karakteristik penting. Dari literatur, suatu zat mudah larut dalam pelarut dengan polaritas yang sama, sehingga mengubah karakteristik fisikokimia ekstrak (Septiana dan Asnani., 2012). *Like dissolve like* yang berarti pelarut polar melarutkan senyawa polar dan pelarut non-polar akan melarutkan senyawa non-polar. Pilihan jenis pelarut ini konsisten dengan prinsip kelarutan. Saat memilih jenis pelarut, ada dua faktor utama yang perlu dipertimbangkan: pelarut harus sangat mudah larut dan tidak berbahaya atau beracun (Maslukhah *et al.*, 2016).

Senyawa polifenol dari tanaman, termasuk buah-buahan, sayuran, sering diekstraksi menggunakan pelarut polar atau semi-polar. Etanol, metanol, aseton, etil asetat, dan aquades sering digunakan sebagai pelarut. Karena partikel dalam pelarut terdistribusi lebih luas, sehingga meningkatkan permukaan kontak, hasil yang lebih

baik dihasilkan dengan penggunaan lebih banyak pelarut (Septiana dan Asnani., 2012). Selektivitas, kelarutan, ketidakcampuran, reaktivitas, titik didih, dan karakteristik pendukung lainnya seperti keterjangkauan, ketersediaan massal, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak meledak ketika dikombinasikan dengan udara, tidak korosif, viskositas rendah, serta stabilitas kimia dan termal merupakan pertimbangan penting saat memilih pelarut.

2. Definisi pelarut etanol

Pelarut memainkan peran yang sangat penting dalam proses ekstraksi senyawa kimia, terlebih dalam hal kepolaran, yang mempengaruhi kemampuannya untuk mengekstrak senyawa target dari bahan baku. Sejumlah penelitian memperlihatkan bahwa etanol, dengan sejumlah konsentrasi, sering digunakan untuk mengekstrak senyawa flavonoid dan fenolik. Pemakaian etanol sebagai pelarut dapat ditingkatkan dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti konsentrasi, suhu, waktu, dan metode ekstraksi yang tepat. Keempat faktor ini tidak bisa diterapkan secara seragam pada tiap-tiap proses ekstraksi, sebab tiap-tiap bagian tumbuhan memiliki karakteristik yang berbeda (Putra dkk., 2023).

Konsentrasi etanol memiliki pengaruh besar pada hasil ekstrak yang didapat. Etanol bisa digunakan dalam campuran dengan air dalam bentuk persentase (%), yang juga berfungsi sebagai parameter dalam proses ekstraksi. Polaritas pelarut ekstraksi berubah saat etanol dan air digabungkan, yang berdampak pada hidrofobik, ikatan hidrogen, dan gaya van der Waals pada komponen target. Menurut hukum kesamaan dan kelarutan, molekul target akan larut dari sel tanaman lebih cepat ketika pelarut zat terlarut memiliki polaritas lebih sebanding. Pelarutan dan ekstraksi etanol dapat dipercepat dengan meningkatkan

konsentrasinya. Di sisi lain, ekstraksi komponen target sebenarnya dapat menurun saat konsentrasi etanol naik di atas 70%. Denaturasi protein, meningkatkan resistensi difusi dengan konsentrasi etanol yang lebih tinggi, mungkin menjadi penyebabnya (Putra dkk., 2023).

3. Jenis-Jenis Pelarut

Pelarut polar dan non-polar adalah dua kategori di mana pelarut organik dapat dipisahkan menurut konstanta dielektriknya (Verdiana dkk., 2018).

a. Pelarut polar

Meskipun penggunaannya luas, pelarut polar cocok untuk mengekstraksi bahan kimia dari tanaman karena tingkat polaritasnya yang tinggi. Etanol, metanol, butanol, dan air adalah beberapa contoh pelarut polar yang sering digunakan. (Leksono dkk., 2018).

- 1) Etanol adalah kelarutannya yang relatif tinggi dan sifatnya yang inert, yang mencegahnya bereaksi dengan zat lain menjadikan etanol sebagai pelarut yang populer di laboratorium. Proses distilasi dipermudah oleh titik didih etanol yang rendah, yang juga membantu memisahkan minyak dari pelarutnya (Susanti, Ardiana, dan Gumelar, 2012). Penelitian ini memakai pelarut etanol 96%. Etanol 96% dipakai pelarut alasannya itu sifat universal, polar, dan mudah diperoleh. Etanol 96% dipilih karena memiliki selektivitas tinggi, tidak bersifat toksik, memiliki kapasitas serap yang baik disertai dengan potensi ekstraksi yang tinggi, sehingga dapat mengekstrak senyawa non-polar, semi-polar, dan polar. Pelarut etanol 96% lebih mudah menerobos dinding sel sampel dibandingkan dengan etanol berkonsentrasi lebih rendah, sehingga

membuat ekstrak yang lebih pekat (Wendersteyt, Wewengkang, dan Abdullah., 2021).

- 2) Metanol yaitu pelarut sering dipakai untuk proses isolasi senyawa organik dari bahan alam (Susanti, Ardiana, dan Gumelar., 2012). Metanol efektif untuk menarik senyawa flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid dari tanaman. Di lain sisi, metanol bersifat universal, bisa melarutkan senyawa polar ataupun nonpolar pada bahan (Verdiana dkk., 2018).
- 3) Butanol bisa dibuat dari bahan alami melalui proses fermentasi (biobutanol), menjadikannya bahan yang aman lingkungan. Butanol memiliki sejumlah kelebihan dari pada etanol, seperti sifatnya yang lebih mirip dengan gasolin. Di lain sisi, butanol memiliki kelarutan lebih rendah pada air dibandingkan etanol, sehingga bisa membentuk campuran, lebih stabil dengan gasolin (Susanti, Ardiana, dan Gumelar., 2012).
- 4) Air atau aquades merupakan pelarut yang paling polar, yang berarti keduanya dapat mengekstrak zat polar seperti karbohidrat. (Verdiana dkk., 2018) memaparkan bahwa hal ini dapat mengakibatkan rendahnya kadar flavonoid total per berat sampel. Air dipakai untuk pelarut alasannya murah, mudah diperoleh, stabil, tidak mudah terbakar, tidak beracun, mudah menguap. Meskipun kelemahannya adalah bisa menyebabkan pertumbuhan kapang pada ekstrak (Sa'adah dan Nurhasnawati., 2015).

b. Pelarut non polar

Senyawa yang tidak terlarut dalam air bisa diekstraksi memakai pelarut nonpolar karena polaritasnya yang rendah. Pelarut nonpolar yang umum digunakan meliputi dietil eter, aseton, dan n-heksana (Syarviah., 2020).

- 1) N-Heksana adalah pelarut ringan dan efektif untuk mengangkat minyak mengandung dalam biji-bijian. N-heksana juga gampang menguap, yang memudahkan proses pemisahan melalui refluks. Titik didihnya berkisar antara 65-70°C, membuatnya ideal untuk digunakan dalam ekstraksi berbasis panas (Syarviah., 2020).
- 2) Berbagai pelarut, termasuk air, etanol, dietil eter, dan lain-lain, dapat melarutkan aseton. Aseton merupakan pelarut penting yang digunakan secara luas dalam produksi tekstil, plastik, obat-obatan, dan bahan kimia lainnya (Syarviah., 2020).
- 3) Dietil Eter sering digunakan sebagai pelarut dalam proses kimia dan pemisahan molekul organik dari sumber alami. Bahan bakar lainnya adalah dietil eter. Biasanya, etanol didehidrasi menggunakan katalis asam sulfat pada suhu antara 125°C dan 140°C untuk menghasilkan dietil eter (metode Barbet) (Widayat dan Satriadi., 2008).

H. Metabolit Sekunder

1. Definisi metabolit sekunder

Metabolit sekunder khusus tanaman merupakan produk sampingan metabolisme yang dihasilkan oleh organ tertentu tetapi tidak langsung digunakan oleh tanaman sebagai sumber energi. Proses metabolisme sekunder yang menghasilkan metabolit sekunder tanaman ini dimulai dengan komponen organik primer seperti protein, lipid, dan karbohidrat (Khotimah., 2016). Keberadaan metabolit sekunder sangat penting bagi tanaman, sebab membantu mereka bertahan dari ancaman makhluk hidup lain mengundang serangga untuk membantu penyerbukan, dan memiliki sejumlah manfaat lainnya bagi kehidupan makhluk lain

(Julianto., 2019). Secara umum, metabolit sekunder dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: terpena, senyawa fenolik, dan produk sekunder mengandung nitrogen. Pengelompokan ini didasarkan pada jalur biosintetik yang menghasilkan masing-masing senyawa (Perangin-Angin *et al.*, 2019). Tumbuhan sering kali mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder, seperti tanin, alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan terpenoid (Wulandari, Kuspradini, dan Kusuma., 2018).

a. Alkaloid

Alkaloid memiliki sejumlah efek yang bermanfaat dalam bidang kesehatan seperti sebagai antihipertensi dan antidiabetes melitus. Atom nitrogen dalam alkaloid, mampu menjalin ikatan kovalen koordinasi dengan ion logam akibat keberadaan pasangan elektron bebas. (Ergina, Nuryanti, Pursitasari, 2014). Alkaloid merupakan produk sampingan dari proses detoksifikasi dalam metabolisme tanaman dan membantu tanaman melawan serangga dan hewan herbivora dengan bertindak sebagai senyawa toksik. Di sisi lain, alkaloid juga berfungsi sebagai penyimpan unsur nitrogen dan stimulan pertumbuhan bagi tanaman (Hasibuan, Edrianto, dan Purba., 2020).

b. Flavonoid

Golongan senyawa fenolik yang paling melimpah di alam adalah flavonoid. Adanya berbagai tingkat hidroksilasi, alkoksilasi, atau glioksilasi dalam struktur lebih bertanggung jawab atas keragaman senyawa flavonoid dari pada perubahan struktur. Flavonoid sering ditemukan di alam sebagai glikosida. Flavonoid adalah zat bioaktif dengan berbagai efek menguntungkan, termasuk kualitas antioksidan yang membantu tubuh membenahi sel-sel mengalami kerusakan, menghentikan

produksi radikal bebas. Di lain sisi, flavonoid juga memiliki sifat antidermatosis, kemopreventif, antikanker, dan antivirus (Hasibuan, Edrianto, dan Purba., 2020).

c. Steroid

Steroid adalah zat kimia yang terbentuk dari hidrokarbon 1,2-siklopenteno perhidrofenantrena yang terdapat pada mamalia dan tumbuhan. Pada tumbuhan steroid berfungsi untuk mencegah penuaan daun sehingga daun tidak cepat gugur. Sterol adalah bentuk umum steroid yang ditemukan pada tumbuhan. Fitosterol seperti kompesterol, stigmasterol, dan sitosterol (β -sitosterol) biasanya ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi (Suryelita, Etika, dan Kurnia., 2017). Salah satu golongan zat yang paling penting dalam pengobatan adalah steroid. Steroid digunakan sebagai obat untuk pengendalian kelahiran di bidang medis. Misalnya, adrenocorticosteroid dapat mencegah peradangan dan rematik, estrogen dapat merangsang organ seksual wanita, dan androgen adalah hormon steroid yang dapat merangsang organ seksual pria. Di lain sisi, masih banyak senyawa golongan steroid lainnya yang dimanfaatkan dalam bidang medis (Suryelita, Etika, dan Kurnia., 2017).

d. Saponin

Saponin adalah glikosida triterpen yang memiliki sifat cenderung polar (Susanti, Budiman, & Warditiani., 2014). Saponin bersifat polar bisa larut pada pelarut seperti air, tetapi juga bersifat non-polar sebab memiliki gugus hidrofobik, yakni aglikon (sapogenin) (Agustina, Nurhamidah, dan Handayani., 2017). Senyawa saponin mempunyai gugus hidrofilik, hidrofob, yang memungkinkannya berinteraksi dengan air, senyawa non-polar. Salah satu karakteristik fisik saponin adalah kemampuannya untuk membentuk busa. Ini terjadi sebab saponin mudah

terhidrolisis dalam air, menghasilkan busa saat dikocok (Supomo, Warnida, dan Said., 2019). Busa yang terbentuk pada uji saponin diakibatkan oleh glikosida yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya, serta kemampuan saponin untuk membentuk busa dalam air (Agustina, Nurhamidah, dan Handayani., 2017).

e. Terpenoid

Banyak spesies tanaman dan serangga tertentu menghasilkan terpenoid, yang juga dikenal sebagai senyawa terpena, yang merupakan golongan molekul kimia hidrokarbon yang melimpah. Zat-zat ini biasanya mempunyai aroma yang kuat bertujuan untuk melindungi tanaman dari predator dan herbivora. Namun, terpenoid juga komponen utama minyak esensial, yang terdapat dalam berbagai tanaman dan bunga (Julianto., 2019). Terdapat komponen polar dan nonpolar pada struktur terpenoid, meskipun komponen nonpolar jauh lebih umum daripada komponen polar. Karakteristik ini membuat terpenoid lebih mudah larut dalam pelarut nonpolar. Dalam pelarut polar, terpenoid diyakini berbentuk gumpalan, dengan lapisan luar komponen ekstrak bersifat polar (Septiana dan Asnani., 2012).

f. Tanin

Protein dan senyawa organik lain terdapat asam amino, alkaloid dapat bereaksi dan menggumpal saat terpapar tanin, yang merupakan zat kimia fenolik yang memberi rasa pahit dan sepat pada makanan. Kata "tanin" berasal dari bahasa Inggris "tannin" yang berasal dari kata bahasa Jerman Kuno "tanna" berarti "pohon ek" atau "pohon berangan". Ini merujuk pada pemakaian bahan tanin nabati dari pohon ek untuk menyamak kulit mentah hewan agar menjadi lebih awet dan lentur. Banyak spesies tanaman mengandung senyawa tanin, yang berperan penting dalam

melindungi tanaman dari hama dan herbivora. Namun, tanin juga berperan dalam mengendalikan metabolisme tanaman (Julianto., 2019).

I. Antibiotik

Antibiotik merupakan senyawa kimia diproduksi oleh bakteri, organisme eukariotik, jamur, tumbuhan. Fungsinya adalah untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan patogen. Secara umum, antibiotik digunakan dalam terapi agar bisa mengobati penyakit yang disebabkan oleh bakteri (Anita Syafridah., 2022). Antibiotik yang dipakai pada penelitian ini yaitu ampicilin, ampicilin ialah antibiotik golongan penisilin I yang dipakai untuk menyembuhkan infeksi bakteri gram positif dan gram negatif. Penanganan infeksi dipicu oleh *Streptococcus sp.* dapat diobati pemberian antibiotik tetrasiklin, ampicilin, eritromisin dan sulfonamide yang masih sensitif (Suwito dkk., 2018).