

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Media Alternatif

Media pertumbuhan atau media kultur merupakan substrat nutrisi yang diperkaya dengan komponen tertentu guna mendukung pertumbuhan mikroorganisme dalam kondisi laboratorium (Murwani, 2015). Media ini berperan sebagai tempat hidup mikroba, digunakan untuk proses isolasi, memperbanyak populasi, mengamati karakter fisiologis, serta menghitung jumlah mikroorganisme. Dalam proses pembuatannya, media harus disterilisasi dan disiapkan dengan teknik aseptik untuk mencegah kontaminasi. Media yang ideal adalah media yang mampu menyerupai lingkungan alami tempat mikroba hidup. Beberapa syarat media yang baik meliputi: kandungan air yang cukup untuk menjaga kelembaban dan mendukung proses metabolisme; tersedianya sumber karbon, mineral, vitamin, dan gas; tekanan osmotik yang sesuai (isotonik); pH yang umumnya netral; suhu yang mendukung pertumbuhan; serta kondisi yang steril.

Dalam media kultur, vitamin merupakan salah satu komponen penting sebagai faktor pertumbuhan mikroorganisme. Vitamin berfungsi sebagai kofaktor enzim atau prekursor koenzim yang esensial dalam berbagai reaksi metabolisme mikroba. Beberapa bakteri tidak mampu mensintesis vitamin tertentu secara endogen dan memerlukan penambahan vitamin dalam media untuk mendukung pertumbuhan optimalnya. Untuk berkembang, bakteri memerlukan nutrisi seperti air, karbon, nitrogen, dan beberapa garam mineral. Air memiliki peran fundamental dalam melarutkan nutrisi, mengangkutnya, serta mendukung reaksi hidrolisis. Beberapa jenis bakteri sangat bergantung pada ketersediaan air untuk pertumbuhannya. Jika terjadi penguapan selama proses inkubasi pada media agar, air dapat berkurang yang berakibat pada penyusutan ukuran koloni serta terganggunya pertumbuhan bakteri.

Karbon merupakan unsur paling dominan dalam penyusunan struktur bakteri. Keberadaannya sangat penting bagi bakteri dalam sintesis berbagai molekul karbon seperti lemak, karbohidrat, protein, dan asam nukleat. Dalam memperoleh karbon, bakteri dapat memanfaatkan sumber anorganik seperti

karbon dioksida maupun sumber organik seperti gula dan alkohol (Zimbro dkk, 2009).

Beberapa sumber nitrogen yang melimpah dan mudah ditemukan sering digunakan dalam komposisi media. Nitrogen dapat hadir dalam bentuk organik, seperti hidrolisat protein terutama dalam proteosa-pepton, tripton, atau hidrolisat lainnya. Selain itu, nitrogen juga tersedia dalam bentuk anorganik, seperti nitrat. Keberadaan nitrogen memungkinkan bakteri untuk mensintesis proteinnya.

Penggunaan media dengan kandungan nutrisi minimal dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu yang memerlukan unsur spesifik untuk berkembang. Dalam beberapa kasus, diperlukan penambahan faktor pertumbuhan pada media kultur guna meningkatkan proses perbanyakan bakteri. Faktor pertumbuhan ini meliputi vitamin dan elemen lain yang tidak dapat diproduksi sendiri oleh bakteri dari nutrisi yang tersedia di lingkungannya (Bonnet dkk, 2020).

2.1.1. Macam – Macam Media Alternatif

Media dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan komposisi bahan penyusunnya dan bentuk fisiknya, yaitu media alami, media semi-sintetik, dan media sintetik (Putri et al., 2017). Penjelasan masing-masing jenis adalah sebagai berikut:

1. Media semi-sintetik adalah media yang dirancang dari kombinasi antara bahan alami dan bahan buatan (sintetik).
2. Media alami (non-sintetik) merupakan media yang terbuat dari bahan-bahan alami dengan komposisi yang tidak dapat ditentukan secara pasti, karena umumnya diperoleh langsung melalui ekstraksi dari bahan seperti singkong, kentang, tepung biji kluwih, sayuran, dan kacang merah.
3. Media sintetik adalah media yang disusun dari senyawa kimia murni dengan jenis serta jumlah yang telah diketahui secara pasti.

Berdasarkan bentuknya, media juga dapat dibedakan menjadi tiga jenis, tergantung pada keberadaan bahan pematat seperti agar atau gelatin, yaitu:

1. Media cair digunakan sebagai media pertumbuhan awal yang diperkaya, sebelum inokulasi ke dalam media padat.
2. Media semi-padat yaitu media yang mengandung setengah dari jumlah agar yang biasa digunakan, sehingga menghasilkan tekstur kenyal, tidak

terlalu padat namun juga tidak terlalu encer. Media ini biasanya digunakan untuk mengamati gerakan mikroorganisme serta mendukung pertumbuhan mikroba yang membutuhkan kadar air tinggi dan kondisi anaerob.

3. Media padat mengandung sekitar 15% agar dalam komposisinya. Jenis ini digunakan untuk isolasi mikroorganisme, memperoleh kultur murni, serta dalam studi terkait pertumbuhan bakteri maupun jamur.

2.2. Beta Karoten

Media pertumbuhan bakteri berperan penting dalam studi mikrobiologi, terutama dalam kultur dan identifikasi mikroorganisme. Selain sumber makronutrien seperti karbon dan nitrogen, bakteri juga memerlukan mikronutrien seperti vitamin untuk mendukung proses metabolisme dan pertumbuhan. Vitamin berfungsi sebagai kofaktor enzim yang mempercepat reaksi biokimia esensial bagi kelangsungan hidup bakteri. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai media alternatif yang lebih murah dan ramah lingkungan telah berkembang, termasuk pemanfaatan berbagai sumber alami yang mengandung vitamin, vitamin memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan sel dan aktivitas seluler, serta berfungsi sebagai sumber koenzim yang diperlukan dalam pembentukan sistem enzim yang aktif.

Beta karoten merupakan senyawa pigmen yang termasuk dalam kelompok karotenoid, lebih tepatnya tergolong sebagai tetraterpenoid. Senyawa ini tersusun dari 40 atom karbon dan 56 atom hidrogen, dengan struktur yang terdiri atas cincin β -ion di kedua ujungnya yang mengapit rantai ikatan rangkap terkonjugasi. Beta karoten sendiri merupakan hasil turunan dari senyawa likopen, yang mengalami proses siklisasi (cyclase) sehingga terbentuk cincin di kedua ujung molekulnya (Ribeiro et al., 2020). Bentuk isomer utama dari beta karoten adalah all-trans- β -karoten, yang memiliki dua cincin dengan orientasi berlawanan. Pigmen ini memiliki warna khas oranye hingga kemerahan, sehingga banyak ditemukan dalam buah dan sayuran berwarna serupa. Dalam tubuh, β -karoten sangat penting karena berperan sebagai prekursor dalam pembentukan vitamin A, atau yang biasa disebut provitamin A.

Vitamin A termasuk dalam kelompok vitamin yang larut dalam lemak dan memiliki peranan penting dalam berbagai proses biologis pada organisme, termasuk mikroorganisme. Walaupun tidak semua bakteri memerlukan vitamin A secara langsung sebagai faktor pertumbuhan, beberapa studi menunjukkan bahwa vitamin ini dapat memengaruhi pertumbuhan serta metabolisme bakteri tertentu dengan cara mendukung fungsi membran sel dan proses reaksi redoks dalam metabolisme mikroba (Smith & Jones, 2018).

Dalam media kultur, penambahan vitamin A dapat memberikan efek stimulasi pada bakteri yang memerlukan senyawa turunan vitamin tersebut sebagai kofaktor atau dalam sintesis metabolit tertentu. Selain itu, vitamin A juga memiliki sifat antioksidan yang membantu melindungi bakteri dari stres oksidatif selama inkubasi, sehingga berperan dalam mempertahankan viabilitas serta meningkatkan efisiensi pertumbuhan mikroorganisme (Lee dkk., 2020).

2.3. Alfa Tokoferol

Vitamin E termasuk kelompok vitamin yang larut dalam lemak, terdiri atas empat jenis tokoferol (α , β , γ , δ) dan empat jenis tokotrienol (α , β , γ , δ). Senyawa ini berfungsi sebagai pemutus rantai reaksi peroksidasi lipid, baik di membran sel maupun pada lipoprotein densitas rendah (LDL). Sebagai antioksidan, vitamin E melindungi asam lemak tak jenuh ganda (polyunsaturated fatty acids/PUFAs), struktur sel, serta membran sel dari kerusakan akibat oksidasi oleh radikal bebas (Hariyatmi, 2004).

Secara fisik, vitamin E bersifat larut dalam lemak. Karena tubuh tidak mampu memproduksinya secara alami, asupan vitamin E harus diperoleh dari makanan maupun suplemen (Lamid, 1995). Bentuk murni vitamin E tidak memiliki warna dan bau, sedangkan versi sintetis yang dijual secara komersial umumnya memiliki warna kuning muda hingga kecoklatan. Vitamin ini dapat larut dalam pelarut organik, namun tidak larut dalam air (Almatsier, 2009).

Vitamin E adalah senyawa antioksidan yang berperan penting dalam mempertahankan kestabilan membran sel serta melindungi struktur seluler dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Dalam penggunaan media alternatif untuk pertumbuhan bakteri, penambahan vitamin E dapat meningkatkan

mutu media dengan cara melindungi mikroorganisme dari stres oksidatif selama proses inkubasi (Rahman & Lee, 2017). Oleh karena itu, vitamin E memiliki potensi sebagai komponen yang dapat meningkatkan efektivitas media alternatif dalam mendukung pertumbuhan bakteri, khususnya pada aplikasi bioteknologi yang memerlukan media kultur yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Vitamin merupakan komponen esensial dalam media pertumbuhan bakteri, berperan dalam berbagai proses metabolisme yang penting untuk kelangsungan hidup dan reproduksi bakteri. Media alternatif berbasis sumber alami yang kaya akan vitamin menunjukkan potensi besar dalam mendukung pertumbuhan bakteri, menawarkan solusi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dibandingkan media sintetik konvensional. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan formulasi media alternatif agar dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang mikrobiologi dan bioteknologi.

2.4. Biji Saga

2.4.1. Deskripsi Umum Biji Saga

Biji saga berasal dari tanaman *Abrus precatorius*, sejenis tumbuhan merambat yang termasuk dalam famili Fabaceae. Tanaman ini dikenal luas di daerah tropis dan subtropis, termasuk di wilayah Asia Tenggara, seperti Indonesia. Di Indonesia sendiri, tanaman ini dikenal dengan nama saga telik atau saga rambat.

Saga merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai manfaat tinggi. Tanaman ini tumbuh subur di iklim tropis dan dapat ditemukan di berbagai daerah yang memiliki curah hujan sedang hingga tinggi. Buahnya berbentuk polong yang menyerupai petai, dan ketika matang akan mengeluarkan biji kecil yang berwarna merah cerah dan mengkilap. Biji saga ini sangat mencolok secara visual, sehingga sering dimanfaatkan untuk kerajinan tangan seperti manik-manik atau perhiasan tradisional.

Selain kegunaan estetikanya, biji saga juga memiliki potensi dalam bidang farmasi dan pengobatan tradisional. Di India, tanaman ini telah lama digunakan sebagai obat herbal untuk berbagai penyakit. Berbagai bagian tanaman seperti biji, daun, kulit kayu, hingga akarnya telah dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional

karena kandungan senyawa aktif yang dimilikinya (Pandhare dkk., 2012; Usmani dkk., 2016).

Biji saga memiliki bentuk bulat kecil dengan permukaan yang halus, berwarna merah cerah dan sering kali memiliki bercak hitam di salah satu ujungnya. Warna dan bentuknya yang khas membuat biji ini menarik secara visual dan sering digunakan dalam berbagai kerajinan tangan tradisional, seperti manik-manik, hiasan, atau aksesoris budaya. Keunikan tampilannya menjadikan biji saga tidak hanya bernilai estetis, tetapi juga memiliki nilai budaya di berbagai masyarakat lokal.

Selain sebagai bahan kerajinan, biji saga juga menunjukkan potensi dalam bidang penelitian ilmiah. Berbagai studi telah mengeksplorasi kandungan senyawa bioaktif dalam biji saga yang dinilai bermanfaat untuk pengembangan produk kesehatan, pertanian, dan lingkungan. Kandungan fitokimia seperti flavonoid dan saponin memberi nilai tambah bagi pengembangan biji saga sebagai sumber bahan alami. Hal ini membuka peluang bagi biji saga untuk dimanfaatkan secara lebih luas dan berkelanjutan, termasuk dalam pemanfaatan sebagai bahan tambahan pada media pertumbuhan mikroba atau aplikasi bioteknologi lainnya.



1



2



3

Gambar 2.1. (1) Tanaman Saga (2) Struktur daun saga (3) Biji Saga

Sumber: Aprilia et al., 2020

2.4.2. Klasifikasi Biji Saga

Menurut Liu (2014), klasifikasi Tanaman Saga (*Abrus precatorius* L.) sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Subfamili	: Faboideae
Genus	: Abrus
Spesies	: Abrus precatorius L

2.4.3. Morfologi Biji Saga

Biji saga (*Abrus precatorius* L.) memiliki karakteristik morfologi yang khas dan mudah dikenali melalui bentuk, ukuran, warna, serta ciri fisik lainnya. Secara umum, biji ini berbentuk bulat agak pipih dengan diameter berkisar antara 6 hingga 8 milimeter. Permukaannya tampak halus dan mengkilap, didominasi oleh warna merah terang yang mencolok, serta memiliki titik hitam pada salah satu sisinya. Titik hitam ini dikenal sebagai hilum, yaitu bekas perlekatan biji pada dinding polong, yang juga menjadi salah satu ciri diagnostik penting dalam identifikasi biji saga (Aprilia et al., 2020). Biji saga tersusun di dalam buah berbentuk polong yang berwarna cokelat tua saat matang dan mengering. Setiap polong umumnya mengandung antara 8 hingga 12 biji yang tersusun rapi secara longitudinal (Mumpuni, 2010).

Meskipun berukuran kecil, biji saga memiliki kepadatan yang tinggi dan bentuk yang relatif seragam. Warna merah cerah pada permukaannya tidak hanya berfungsi sebagai daya tarik visual, tetapi juga menandakan tingkat kematangan biji secara fisiologis. Struktur biji terdiri atas kulit luar yang sangat keras dan tebal, yang berfungsi melindungi bagian dalam biji dari kondisi lingkungan yang ekstrem. Di dalamnya terdapat embrio serta cadangan makanan yang dibutuhkan dalam proses perkecambahan. Namun, karena kekerasan kulit bijinya, proses perkecambahan biji saga memerlukan perlakuan khusus seperti perendaman air hangat atau scarifikasi untuk memfasilitasi penyerapan air (Sari & Yuliani, 2018).

Selain fungsi biologisnya sebagai alat reproduksi, biji saga juga sering dimanfaatkan dalam industri kerajinan karena bentuknya yang simetris dan warnanya yang menarik.

2.4.4. Kandungan Nutrisi Biji Saga

Biji saga merah mengandung berbagai nutrisi penting seperti protein tinggi (30,6 g per 100 g), karbohidrat (85,6 g), lemak rendah (1,1 g), vitamin A (1.458,33 µg/100 g), vitamin E (22,50 mg/100 g), serta mineral utama seperti kalsium (1.062 mg) dan fosfor (161 mg). Kandungan asam lemak utamanya berupa asam oleat (51,1%) dan asam linoleat (17,8%) turut memberikan nilai gizi yang baik. Selain itu, biji ini juga kaya akan asam amino esensial seperti leusin, isoleusin, dan valin yang penting untuk pertumbuhan. Dengan komposisi nutrisi yang lengkap tersebut, biji saga memiliki potensi untuk dijadikan media alternatif dalam mendukung pertumbuhan bakteri, khususnya dalam aplikasi mikrobiologi dan bioteknologi (Syafira et al., 2017).

2.5. Kandungan Tepung dan Infusum Biji Saga

2.5.1. Kandungan Tepung Biji Saga

Tepung biji saga merupakan produk olahan dari biji saga yang telah dikeringkan dan digiling halus. Pengolahan menjadi tepung bertujuan untuk mempermudah pemanfaatan biji saga dalam berbagai aplikasi, baik di bidang pangan, farmasi, maupun kerajinan. Tepung biji saga mengandung protein yang tinggi, karbohidrat, vitamin, dan mineral yang berpotensi sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan media kultur mikroorganisme maupun suplemen nutrisi. Selain itu, pemrosesan menjadi tepung dapat mengurangi ukuran partikel sehingga memperbesar luas permukaan dan mempermudah ekstraksi senyawa aktif dari biji saga. Namun, sifat keras kulit biji yang menjadi tantangan utama dalam proses penggilingan, memerlukan metode pengolahan khusus agar kualitas tepung yang dihasilkan tetap baik.

2.5.2. Infusum Biji Saga

Infusum biji saga adalah ekstrak cair yang diperoleh dengan cara merendam tepung atau biji saga dalam pelarut seperti air panas untuk mengeluarkan senyawa-senyawa terlarutnya. Infusum ini biasanya digunakan

dalam berbagai penelitian untuk mengetahui aktivitas biologis biji saga, seperti efek antimikroba, antioksidan, atau sebagai media nutrisi mikroba. Infusum biji saga mengandung berbagai nutrisi dan metabolit sekunder yang larut dalam air, yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu dan berpotensi digunakan sebagai media kultur alternatif. Proses infusi yang tepat dapat memaksimalkan ekstraksi senyawa aktif tanpa merusak kandungan nutrisi dalam biji saga. Infusum ini juga sering dimanfaatkan dalam studi farmakologi tradisional dan pengembangan produk herbal.

2.6. Spektrofotometri UV-Vis

2.6.1. Pengertian Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri adalah alat yang digunakan untuk menentukan energi relatif saat energi dipantulkan atau diteruskan sebagai fungsi dari panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometri digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diteruskan atau diserap. Sinar ultraviolet (UV) memiliki panjang gelombang dalam kisaran 200 hingga 400 nm, dan sinar tampak (visible) berada pada panjang gelombang 400 hingga 750 nm. Spektrofotometer UV-Vis lebih umum digunakan dalam analisis kuantitatif dibandingkan dengan analisis kualitatif. Konsentrasi analit dalam larutan dapat ditentukan melalui pengukuran nilai absorbansi pada panjang gelombang tertentu menggunakan hukum Lambert-Beer. Kelebihan spektrofotometer untuk analisis kuantitatif antara lain penggunaannya yang luas, sensitivitas tinggi, selektivitas yang cukup baik, serta akurasi yang tinggi (Irawan, 2019).

2.6.2. Prinsip Kerja Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip kerja spektrofotometer didasarkan pada kemampuan suatu zat untuk menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Setiap senyawa memiliki karakteristik serapan tersendiri yang khas terhadap panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang dengan tingkat absorbansi tertinggi dipilih untuk menentukan konsentrasi zat yang dianalisis. Jumlah cahaya yang diserap oleh suatu zat akan sebanding dengan konsentrasi zat tersebut. Untuk memastikan akurasi pengukuran, konsentrasi yang ingin ditentukan dibandingkan dengan

larutan standar setelah dilakukan kalibrasi menggunakan blangko (KEMENKES, 2010).

Fungsi masing-masing komponen dalam alat spektrofotometer antara lain sebagai berikut:

1. Sumber cahaya: Harus mampu memancarkan radiasi secara stabil dengan intensitas tinggi. Spektrofotometer UV-Vis biasanya menggunakan dua jenis sumber cahaya, yaitu:
 - Lampu tungsten (wolfram): Digunakan untuk mengukur sampel pada daerah spektrum tampak. Bentuknya menyerupai lampu pijar biasa dengan panjang gelombang antara 350–2200 nm. Spektrum radiasi yang dihasilkan berbentuk kurva dan biasanya memiliki masa pakai sekitar 1000 jam.
 - Lampu deuterium: Digunakan untuk panjang gelombang 190–380 nm. Spektrumnya berupa garis lurus dan cocok digunakan untuk analisis dalam daerah ultraviolet, dengan masa pakai sekitar 500 jam.
2. Monokromator: Berperan dalam memilih panjang gelombang tertentu dengan mengubah cahaya polikromatik dari sumber cahaya menjadi cahaya monokromatik.
3. Sel sampel: Berfungsi sebagai wadah untuk menempatkan sampel. Dalam spektrofotometri, umumnya digunakan kuvet yang terbuat dari kaca atau kuarsa. Kuvet berbahan kuarsa (silika) dinilai lebih unggul dari segi kualitas.
4. Detektor: Bertugas menerima cahaya yang melewati sampel dan mengkonversinya menjadi sinyal listrik. Jenis detektor yang digunakan antara lain detektor foto (photo detector), photocell, dan detektor panas.
5. Readout: Merupakan sistem pembaca yang menampilkan besarnya sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

Pada spektrofotometri perlu diperhatikan beberapa hal penting, diantaranya sebagai berikut:

1. Selama proses pengenceran, alat yang digunakan harus benar-benar bersih dan bebas dari kontaminasi.

2. Alat-alat yang digunakan sebaiknya dalam kondisi steril.
3. Jumlah zat yang digunakan harus sesuai dengan takaran yang ditetapkan.
4. Sampel yang digunakan harus jernih dan tidak mengandung kekeruhan.
5. Sampel harus memiliki warna agar dapat dianalisis dengan metode spektrofotometri UV-Vis.