

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

2.1.1 Definisi Mangrove

Mangrove adalah jenis tanaman dikotil yang hidup di habitat air payau dan air laut. Mangrove merupakan tanaman hasil dari kegiatan budidaya atau diambil dari alam. Tanaman mangrove tidak dilindungi/dilarang untuk memanfaatkan bagian-bagian tanaman tersebut. Menurut Ardiputra (2022), tanaman bakau tumbuh di pantai dan paling banyak dijumpai pada batasan antara muara pantai dengan sungai. Ciri-ciri tanaman bakau ini adalah hidup dengan berkelompok dalam jumlah yang banyak, memiliki akar yang besar dan memiliki buah.

Mangrove adalah tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Habitat mangrove seringkali ditemukan di tempat pertemuan antara muara sungai dan air laut yang kemudian menjadi pelindung daratan dari gelombang laut yang besar. Mangrove disebut juga hutan pantai, hutan payau atau hutan bakau. Pengertian mangrove sebagai hutan pantai adalah pohon-pohonan yang tumbuh di daerah pantai (pesisir), baik daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut maupun wilayah daratan pantai yang dipengaruhi ekosistem pesisir. Sedangkan pengertian mangrove sebagai hutan payau atau hutan bakau adalah pohon-pohonan yang tumbuh di daerah payau pada tanah aluvial

atau pertemuan air laut dan air tawar di sekitar muara sungai (Anova, Y. M. A., 2013).

Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Mangrove hidup di daerah tropik dan subtropik, terutama pada garis lintang 25 derajat LU dan 25 derajat LS. Tumbuhan-tumbuhan ini berasosiasi dengan organisme lain (fungi, mikroba, alga, fauna, dan tumbuhan lainnya) membentuk komunitas mangrove. Tipe substrat yang cocok untuk pertumbuhan mangrove adalah lumpur lunak mengandung *silt*, *clay* dan bahan-bahan organik yang lembut. Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah dimana endapan lumpur terakumulasi. Di Indonesia, substrat berlumpur ini sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina* (Martuti *et al.*, 2019).

2.1.2 Klasifikasi Mangrove

Menurut ilmu tumbuh-tumbuhan (botani), mangrove jenis rhizophora apiculata diklasifikasikan kedalam golongan, sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Family	: Rhizophoraceae

Genus : Rhizophora

Spesies : *Rhizophora apiculata* Bl.



Gambar 2.1 *Rhizophora apiculata* (Sumber : Dokumentasi pribadi)

2.1.3 Karakteristik Mangrove

Menurut Aksornkoe (1993), mangrove juga bisa tumbuh dengan baik di substrat berlumpur dan perairan pasang yang mengakibatkan kondisi anaerob, hal ini disebabkan karena mangrove memiliki akar-akar spesifik yang berfungsi sebagai penyangga sekaligus penyerap oksigen yang berasal dari permukaan udara pada bagian atas air. Tipe perakaran mangrove terbagi lima, yakni;

- a) Akar tongkat (akar tunjang; akar egrang; *prop root*; *stilt root*), akar ini merupakan modifikasi dari cabang batang yang menancap di substrat.
- b) Akar lutut (*knee root*), akar ini adalah modifikasi berasal dari akar kabel yang tumbuh ke arah substrat serta melengkung agar menancap di substrat.

- c) Akar cakar ayam (akar pasak; akar napas; *pneumatophore*), bentuknya berupa akar yang ada, berasal dari akar kabel yang mencuat ke atas setinggi 10-30 cm pada bagian asal substrat.
- d) Akar papan (*butters root*), akar ini seperti menggunakan akar tongkat akan tetapi bentuknya melebar dan melempeng.
- e) Akar gantung (*aerial root*), akar gantung artinya akar yang tidak bercabang yang muncul dan berasal dari batang atau cabang bagian bawah tetapi umumnya tidak mencapai substrat. Akar gantung terdapat pada *Rhizophora*, *Avicennia*, dan *Acanthus* (Rahim, 2017).

Walaupun habitat mangrove bersifat khusus, namun masing-masing jenis tumbuhan memiliki kisaran ekologi tersendiri, sehingga kondisi ini menyebabkan terbentuknya berbagai macam komunitas dan bahkan pemintakatan atau zonasi, sehingga kompetisi jenis berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya. Selain tipe tanah, kondisi kadar garam atau salinitas pada substrat juga mempunyai pengaruh terhadap sebaran dan terjadinya pemintakatan. Berbagai macam tumbuhan mangrove mampu bertahan hidup pada salinitas tinggi, namun jenis *Avicennia* merupakan jenis yang mampu bertahan hidup bertoleransi terhadap kisaran salinitas yang sangat besar (Karimah, 2017).

2.1.4 Manfaat Mangrove

Masyarakat daerah pantai umumnya mengetahui bahwa hutan mangrove sangat berguna dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai cara untuk

memenuhi kebutuhan hidup. Pohon mangrove adalah pohon berkayu yang kuat dan berdaun lebat. Mulai dari bagian akar, kulit kayu, batang pohon, daun dan bunganya semua dapat dimanfaatkan manusia. Umumnya mangrove mempunyai sistem perakaran yang menonjol yang disebut akar nafas (*Pneumatofor*). Sistem perakaran ini merupakan suatu cara adaptasi terhadap keadaan tanah yang miskin oksigen atau bahkan anaerob. Ekosistem hutan mangrove memberikan banyak manfaat baik secara tidak langsung (*non economic value*) maupun secara langsung kepada kehidupan manusia (*economic values*). Beberapa manfaat mangrove antara lain menumbuhkan pulau dan menstabilkan pantai, menjernihkan air, mengawali rantai makanan, serta melindungi dan memberi nutrisi (Riwayati, 2014).

Mangrove mempunyai manfaat ganda dengan pengaruh yang sangat luas apabila ditinjau dari aspek sosial, ekonomi dan ekologi. Menurut Sobari (2006), besarnya peranan hutan mangrove atau ekosistem mangrove bagi kehidupan dapat diketahui dari banyaknya jenis flora fauna yang hidup dalam ekosistem perairan dan daratan yang membentuk ekosistem mangrove. Konversi dan pemanfaatan hutan mangrove dengan cara menebang hutan dan mengalihkan fungsinya ke penggunaan lain akan membawa dampak yang sangat luas. Pengambilan hasil hutan dan konversi hutan mangrove dapat memberikan hasil kepada pendapatan masyarakat dan kesempatan meningkatkan kerja. Namun di pihak lain, terjadi penyusutan hutan mangrove,

dimana pada gilirannya dapat mengganggu ekosistem perairan kawasan sekitarnya (Motoku *et al.*, 2014)

2.2 Tanaman Tomat

Tomat tergolong dalam tanaman sayuran yaitu *family Solanaceae*. Tanaman tomat banyak ditanam di dataran tinggi, dataran sedang dan dataran rendah. Tanaman tomat termaksud tanaman semusim yang berumur sekitar 3-4 bulan. Tanaman tomat dapat ditanam sepanjang tahun. Namun waktu yang paling baik untuk menanam tomat adalah musim kemarau yang dibantu dengan penyiraman secukupnya (Ela *et al.*, 2015)

Tanaman tomat dapat tumbuh baik di tempat yang bersuhu panas, akan tetapi tomat memiliki suhu optimum untuk pertumbuhannya, sinar matahari yang berlebihan juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (Ela *et al.*, 2015). Berdasarkan pusat statistik (BPS 2016) bahwa produksi tomat adalah sekitar 915.987 ton yang adalah menurun jika di bandingkan 2015 dengan produksi 954.046 ton. Permintaan tomat di dunia semakin meningkat sehingga menjadi kesempatan bagi indonesia untuk meningkatkan produktivitas tanaman tomat karena dapat membantu meningkatkan ekonomi. Peningkatan produksi tomat tidak terlepas dari faktor benih.

2.2.1 Morfologi Tomat

Tanaman tomat terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan biji. Tinggi tanaman tomat mencapai 2-3 meter, sewaktu masih muda batangnya berbentuk bulat dan teksturnya lunak, tetapi setelah tua batangnya berubah menjadi

bersudut dan bertekstur keras berkayu. Ciri khas batang tomat adalah tumbuhnya bulu-bulu halus di seluruh permukaannya. Akar tanaman tomat berbentuk serabut yang menyebar ke segala arah. Kemampuan menembus lapisan tanah terbatas yakni pada kedalaman 30-70 cm. (Wiryanta, 2002)

Daunnya yang berwarna hijau dan berbulu mempunyai panjang sekitar 20-30 cm dan lebar 15-20 cm, bunga tanaman tomat berwarna kuning dan tersusun dalam komponen dengan jumlah 5-10 bunga perempelan atau tergantung dari varietasnya. Buah tomat berbentuk bulat, bulat lonjong, bulat pipih atau oval. Buah yang masih muda berwarna hijau muda sampai tua. Sementara itu buah yang sudah tua berwarna merah cerah atau gelap, merah kekuningan. (Wiryanta, 2002)

Biji tomat berbentuk pipih, berbulu dan diselimuti daging buah warna bijinya ada yang putih, putih kekuningan, ada juga yang kecoklatan. Biji inilah umumnya yang dipergunakan untuk perbanyakan tanaman (Wiryanta, 2002).

2.2.2 Klasifikasi Tomat

Menurut ilmu tumbuh-tumbuhan (Botani), tomat diklasifikasikan ke dalam golongan sebagai berikut:

Regnum : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Tubiflorae
Family : Solanaceae

Genus : Lycopersicum

Spesies : *Lycopersicum esculentum* Mill

2.2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tomat

1. Iklim

Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 750 mm-1.250 mm/tahun. Keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi tanaman, terutama di daerah yang tidak terdapat irigasi teknis. Curah hujan yang tinggi (banyak hujan) juga dapat menghambat persarian. Kekurangan sinar matahari menyebabkan tanaman tomat mudah terserang penyakit, baik parasit maupun non parasit. Sinar matahari berintensitas tinggi akan menghasilkan vitamin C dan karoten (provitamin A) yang lebih tinggi. Penyerapan unsur hara yang maksimal oleh tanaman tomat akan dicapai apabila pencahayaan selama 12-14 jam/hari, sedangkan intensitas cahaya yang dikehendaki adalah 0,25 mj/m² per jam. Suhu udara rata-rata yang optimal untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah suhu siang hari 18-29 C° dan pada malam hari 10-20 C° (Yusuf, 2019).

2. Keadaan Tanah

Tanaman tomat dapat ditanam di segala jenis tanah, mulai tanah pasir sampai tanah lempung. Akan tetapi tanah yang ideal adalah tanah lempung berpasir yang subur, gembur, banyak mengandung unsur organik serta unsur hara dan mudah merembeskan air. Tanah yang selalu tergenang air menjadi tanaman yang kerdil dan mati. Tanaman tomat tumbuh baik dengan tanah ber-

pH 6,0-7,0. Pada tanah yang kurang subur ditanami pupuk hijau misalnya orok-orok (*Crotalaria juncea*) (Pracaya, 1998).

2.2.4 Fisiologi Benih

Barner (1988) Mutu fisik dan fisiologi merupakan cerminan dari rangkaian proses penanganan benih mulai dari proses produksi sampai pengecambahan benih. Sedangkan mutu genetic menunjukkan tingkat kemurnian varietas yang dihasilkan dari kinerja pemuliaan pohon (*tree improvement*). Untuk mempertahankan mutu fisik-fisiologi benih hasil pemuliaan agar terjamin baik, diperlukan penanganan benih secara cepat. Salah satu tahapan awal dalam kegiatan penanganan benih yaitu kegiatan ekstraksi benih yaitu proses pengeluaran benih dari buah, polong, atau bahan pembungkus benih lainnya (Yuniarti, dkk, 2013).

Salam (2007) Teknik prosesing pada benih tomat berpengaruh terhadap penampilan mutu fisik benih. Ekstrak benih merupakan suatu tindakan untuk memisahkan biji dari bagian tanaman baik daging, buah, kulit, maupun tangkai buah sehingga diperoleh benih dalam keadaan yang bersih. Teknik ekstraksi pada prosesing benih tomat perlu dilakukan karena benih tomat dilapisi oleh daging buah yang berlendir dan melekat pada benih tomat tersebut. Lapisan daging buah pada benih jika tidak dibersihkan dengan baik akan mempengaruhi mutu benih terutama selama penyimpanan benih (Widiarti, *et al.*, 2016)

Vigor benih adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam keadaan lapang suboptimum. Benih dengan vigoritas tinggi akan mampu memproduksi normal pada kondisi sub optimum dan di atas kondisi normal, memiliki kemampuan tumbuh serempak dan cepat. Kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh benih karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang sub optimal (Ridha, *et al.*, 2017).

Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala metabolisme dengan gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih. Pada umumnya viabilitas benih diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal. Perkecambahan benih mempunyai hubungan erat dengan viabilitas benih dan jumlah benih yang berkecambah dari sekumpulan benih merupakan indeks dari viabilitas benih (Ridha, *et al.*, 2017).

2.3 Bakteri Rizosfer

2.3.1 Pengertian Bakteri rizosfer

Bakteri Rizosfer atau biasa disebut dengan Rizobakteri adalah bakteri yang hidup di area perakaran (rizosfer) dan berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut hidup secara berkoloni dan mengelilingi akar tanaman. Manfaat bagi tanaman, keberadaan mikroorganisme

akan sangat baik. Bakteri ini memberikan keuntungan dalam proses fisiologi tanaman dan pertumbuhannya serta biologis bagi tanah (Akbar, R. A., 2021).

Bakteri rizosfer adalah bakteri yang terdapat pada daerah perakaran tanaman yang diketahui memiliki keanekaragaman tinggi. Bakteri rizosfer memiliki berbagai peran seperti menyediakan nutrisi bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi bakteri patogen, menghasilkan hormon pertumbuhan seperti *indole acetic acid*, pelarut fosfat, pengikat nitrogen, dan lain lain. Selain itu, bakteri rizosfer dapat mempengaruhi ketersediaan dan siklus nutrisi tanaman dengan menjaga kestabilan tekstur tanah (Khairani, K. *et al.*, 2019).

Menurut Morrissey *et al.*, (2004) bakteri rizosfer adalah bakteri yang habitatnya pada tanah di sekitar perakaran yaitu yang masih menempel pada akar. Rizosfer merupakan tempat proses aktif dari biogeokimia yang mempengaruhi proses metabolisme tanaman untuk memelihara kesehatan tanaman. Pada rizosfer ini mikroorganisme hidup karena terdapat banyak bahan-bahan yang menguntungkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bahan atau senyawa kimia itu berasal dari sekresi dan eksudat akar, dan secara simbiosis melalui aktivitas mikroorganisme tersebut, bahan-bahan kimia yang ada di dalam tanah dapat menjadi bentuk tersedia bagi tanaman, karena mikroorganisme tersebut menghasilkan senyawa yang mampu melarutkan fosfat, mengikat zat besi dan menghasilkan fitohormon seperti IAA dan giberelin. Selain itu, mikroorganisme yang ada di rizosfer berperan penting dalam pertumbuhan dan ekologi tanaman.

2.3.2 Jenis-jenis Bakteri Rizosfer

1. *Bacillus* merupakan salah satu bakteri penghuni rizosfer yang menguntungkan tanaman. Menurut Schaad 2001, bakteri bergram positif yang membentuk endospora, bersifat anaerobik dan aerobik.
2. *Coryneform* merupakan bakteri yang memiliki reaksi gram positif, isolat bersifat oksidatif, tidak memiliki endospora dan isolat tidak Nampak bermiselium udara, bersifat saprofit dan pada umumnya berhabitat alami pada tanah dan hewan.
3. *Clostridium* merupakan bakteri yang memiliki reaksi gram positif, membentuk spora, dan bersifat oksidatif dan fermentatif.
4. *Streptomyces* merupakan bakteri yang memiliki reaksi gram positif, tidak membentuk spora, dan memiliki miselium udara. Menurut Krieg dan Holt (1994), salah satu ciri khas genus *Streptomyces*, koloninya diselubungi oleh miselium udara yang bebas dan hifa yang dikelilingi oleh selubung (*sheath*) hidrofobik yang mengarah dari permukaan koloni ke udara. Hifa ini pada awalnya putih, lama-kelamaan berubah menjadi berwarna tertentu ketika mulai pembentukan spora
5. *Erwinia* merupakan bakteri yang memiliki reaksi gram negatif, bakteri ini bersifat fermentatif, dan pada pengujian YDC tidak tumbuh berwarna kuning atau tidak bereaksi.
6. *Ralstonia* dan *agrobacterium* merupakan bakteri yang memiliki reaksi gram negatif, kedua genus bakteri ini bersifat oksidatif, membentuk

spora, hasil pada pengujian King'SB tidak mengeluarkan pigmen fluoresen atau tidak bereaksi sehingga dilanjutkan dengan uji media YDC, pada media ini apabila bereaksi bakteri ini bergenus *Xanthomonas* atau *Xylophilus*, namun apabila tidak bereaksi bakteri ini bergenus *Agrobacterium* atau *Ralstonia* (Islamiah, D. N., 2017)

Populasi mikroorganisme di rizosfer umumnya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah non rizosfer. Aktivitas mikroorganisme rizosfer dipengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh perakaran tanaman. Beberapa mikroorganisme rizosfer berperan dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, mempengaruhi aktivitas mikroorganisme, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar (Hasanuddin, 2020).

2.3.3 Manfaat Bakteri Rizosfer

Mikroorganisme yang mampu hidup pada wilayah rizosfer sangat sesuai dipergunakan sebagai agen pengendalian hayati, mengingat bahwa rizosfer merupakan wilayah yang utama dimana akar tumbuhan terbuka terhadap agresi patogen, jika ada mikroorganisme antagonis di wilayah ini, maka patogen akan berhadapan menggunakan mikroorganisme berlawanan tersebut selama menyebar dan menginfeksi akar. Keadaan ini diklaim sebagai hambatan alamiah mikroba serta mikroba antagonis ini sangat potensial dikembangkan menjadi agen pengendali hayati (Syahputra et al., 2017).

Keberadaan bakteri penting karena mempengaruhi sifat fisikawi, kimiawi, dan biologis tanah padi, misalnya dalam proses pembusukan yang

sebagian besarnya disebabkan oleh aktivitas bakteri. Keberadaan bakteri-bakteri ini dapat ditemukan disekitar perakaran (rizosfer) (Terusan *et al.*, 2017). Mikroorganisme yang ada di rizosfer berperan penting dalam pertumbuhan dan ekologi tanaman. Interaksi mikroba dalam akar melibatkan rizosferik atau mikroorganisme yang hidup bebas dapat bersimbiotik di alam seperti bakteri pemfiksasi N₂ berasosiasi dengan leguminosa dan interaksi akar dengan mikoriza, semuanya mampu memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat dan mensintesis IAA (*indole acetyc acid*) (Prihatiningsih, 2019).

Mikroorganisme rizosfer dapat hidup karena terdapat banyak bahan-bahan atau senyawa kimia yang menguntungkan di daerah tersebut untuk pertumbuhan mikroorganisme. Bahan atau senyawa kimia itu berasal dari sekresi serta eksudat akar, dan secara simbiosis melalui kegiatan mikroorganisme tersebut, bahan-bahan kimia yang ada di dalam tanah dapat menjadi bentuk tersedia bagi tanaman, karena mikroorganisme tadi mampu membuat senyawa yang mampu melarutkan fosfat, mengkelat besi serta membentuk fitohormon mirip IAA dan giberelin (Nur, 2019).

2.3.4 Peran Bakteri Rizosfer

Mikroorganisme rizosfer berperan dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, mempengaruhi aktivitas mikroorganisme, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar (Hasanuddin, 2020). Komunitas bakteri pada daerah rizosfer memainkan

peranan sebagai agen biofertilizer, antagonisme mikroorganisme dan biokontrol dalam menginduksi stres lingkungan seperti cekaman kekeringan.

2.3.5 Karakterisasi Bakteri

Karakterisasi adalah proses mencari ciri spesifik yang dimiliki oleh tanaman yang digunakan untuk membedakan jenis individu dalam satu jenis suatu tanaman. Karakterisasi bertujuan membentuk gambaran tumbuhan. Deskripsi tumbuhan akan berguna pada pemilihan tetua-tetua pada acara pemuliaan. Dari kegiatan ini akan dihasilkan deskripsi tumbuhan yang penting artinya menjadi pedoman dalam pemberdayaan genetik pada acara pemuliaan (Miswarti, 2014)

Untuk memilih karakteristik mikroba, diperlukan serangkaian uji, yang meliputi uji morfologi dan uji fisiologis.

a. Sifat morfologi

Sifat morfologi bakteri yang di amati dalam penelitian ini mencakup morfologi koloni serta morfologi sel. Morfologi sel yang di amati di isolat bakteri merupakan pewarnaan gram, spora, dan gerak bakteri.

b. Sifat fisiologi

Uji fisiologi adalah uji yang dipergunakan untuk mengetahui sifat biokimia bakteri yang diisolasi dari sampel bekasam (Candra, 2007).

Beberapa parameter morfologi yang bisa digunakan adalah morfologi

koloni yang tumbuh dalam medium pertumbuhan dan morfologi sel yang bisa diamati memakai mikroskop menggunakan perbesaran eksklusif. Parameter morfologi koloni sel dalam medium pertumbuhan yang diamati berupa rona, bentuk, ukuran serta letak koloni pada medium. Salah satu cara yang masih diperlukan dalam taksonomi bakteri berdasarkan Campbell *et al.* (2000) antara lain adalah pewarnaan gram, cara ini digunakan dengan tujuan untuk memisahkan anggota-anggota domain bakteri kedalam 2 grup berdasarkan dinding selnya. Bakteri gram positif mempunyai dinding sel yang lebih sederhana, dengan jumlah peptidoglikan yang relatif banyak. Dinding sel bakteri gram-negatif mempunyai peptidoglikan yang lebih sedikit serta struktur lebih kompleks (Sabdaningsih *et al.*, 2013).

2.4 Penyakit *Layu fusarium*

Penyakit *layu fusarium* merupakan penyakit pada tanaman yang disebabkan oleh patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Gambar 2.1). Patogen ini termasuk patogen tular-tanah (*seed borne pathogen*). Awal mula gejala infeksi pada tanaman, khususnya tomat terlihat pada tulang daun yang menjadi pucat, terutama terlihat pada daun sebelah atas, kemudian tangkai akan merujuk dan membuat tanaman menjadi layu hingga ke seluruh tanaman. Gejala kelayuan awalnya tampak pada daun-daun bagian bawah. Tanaman yang terinfeksi akan terlihat kerdil dan jika kita buka bagian pangkal batang akan muncul seperti lingkaran berwarna coklat di dalamnya (Ramdan *et al.*, 2021).



Gambar 2.2 *Fusarium Oxysporum* (sumber : www.studygibli.com)

Menurut Soesanto (2013), Patogen *Fusarium* memiliki koloni yang berwarna putih atau disertai warna ungu hingga merah muda pada setiap koloninya, koloni pathogen ini juga umumnya memiliki mikronidium (alat reproduksi aseksual) dengan jumlah yang sangat banyak dan bersel tunggal dan berbentuk oval, berdinding tebal dan halus dengan apikal sel yang runcing pada bagian bawahnya sedangkan konidiofor (hifa reproduktif yang berfungsi untuk menghasilkan konidiospora) pada *Fusarium oxysporum* merupakan tangkai yang pendek. Menurut Yunasfi (2002) dalam (Hikmah, F. N. 2018) menjelaskan bahwa patogen-patogen seperti jamur mampu menghasilkan zat-zat kimia yang dapat menimbulkan berbagai gejala penyakit tanaman meskipun tidak terdapat organisme penyebab penyakit. Salah satu senyawa yang dihasilkan oleh *Fusarium* spp adalah asam fusarat. Asam fusarat atau asam 5-n butil piridin-2-karboksilat merupakan antibiotik sekaligus zat racun dalam air. Toksin ini mengganggu permeabilitas membran pada jaringan tanaman dan

pada akhirnya mempengaruhi kebutuhan air tanaman. Pergerakan air dalam tanaman yang terhambat menyebabkan terjadinya layu patologis dengan akibat fatal berupa kematian tanaman.

Penggunaan pestisida dapat meningkatkan kejadian penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Phytium*, *Fusarium* dan *Phytophthora*. Pemanfaatan agens hayati untuk menekan serangan penyakit layu tentu menjadi pilihan yang sangat dianjurkan. Salah satu agens hayati yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan rizobakteri. Keberadaan rizobakteri dapat mengurangi populasi patogen tumbuhan melalui kompetisi serta produksi senyawa antimikroba. Rizobakteri juga mampu memicu ketahanan sistematis terinduksi pada tanaman, sehingga memberikan perlindungan terhadap tanaman dari serangan fitopatogen. Kemampuan rizobakteri inilah yang perlu dimanfaatkan untuk mencegah serta mengurangi kerusakan akibat patogen tumbuhan (Mahartha *et al.*, 2017).

Gejala permulaan dari serangan penyakit layu fusarium ini adalah terjadinya pemucatan daun dan tulang daun, diikuti dengan merunduknya tangkai daun. Kelayuan terjadi mulai dari daun terbawah dan terus ke daun bagian atas. Keefektifan serangan dari cendawan ini di tentukan oleh banyaknya spora yang diproduksi, karena spora merupakan sumber inokulum yang paling penting dari cendawan. Kapasitas penyebaran dari *Fusarium oxysporum* merupakan kemampuan mendistribusi dari dalam lingkungan inang. Patogen dapat memiliki

virulensi dan daya tahan yang tinggi, tetapi ada kalanya tidak mampu menyebar, tergantung agen biotik (Ismi, 2017).

Pemanfaatan jamur antagonis merupakan salah satu pilihan untuk mengendalikan penyakit *layu fusarium* pada tomat. *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. merupakan pakam jamur antagonis yang banyak terdapat di dalam tanah dan banyak digunakan untuk mengendalikan jamur patogen tular-tanah dan juga dapat memacu pertumbuhan tanaman. *Gliocladium* sp. Juga telah diketahui mampu menekan penyakit tular-tanah. Jamur *Trichoderma* sp, juga mampu menekan jamur patogen *Fusarium oxysporum in vitro* pada medium PDA, dengan persentase penghambatan pada 3 hari setelah inokulasi (Istifadah *et al.*, 2008).

Menurut Pancasiwi (2013), klasifikasi jamur *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman adalah sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Divisi : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Ordo : Hypocreales
Family : Nectriaceae
Genus : *Fusarium*
Spesies : *Fusarium oxysporum*

2.5 Bahan Ajar

2.5.1 Pengertian Bahan Ajar

Bahan pembelajaran/bahan ajar merupakan komponen isi pesan dalam kurikulum yang harus disampaikan kepada siswa. Komponen ini memiliki bentuk pesan yang beragam, ada yang berbentuk fakta, konsep, prinsip/kaidah, prosedur, problema, dan sebagainya. Komponen ini berperan sebagai isi atau materi yang harus dikuasai siswa dalam proses pembelajaran. Skop dan sekuen materi pembelajaran telah tersusun secara sistematis dalam struktur organisasi kurikulum pendidikan dan penelitian (Ulfa, N., 2022).

Menurut (Muqodas *et al.*, 2015) juga menambahkan bahwa bahan ajar pada hakekatnya adalah isi dari mata pelajaran atau bidang studi yang diberikan kepada siswa sesuai dengan Kurikulum yang digunakannya. Sebuah bahan ajar paling tidak mencakup antara lain: a) petunjuk belajar (petunjuk siswa atau guru), b) kompetensi yang akan dicapai, c) informasi pendukung, d) latihan-latihan, e) petunjuk kerja, dapat berupa lembar kerja (LK), f) evaluasi.

2.5.2 Jenis-Jenis Bahan Ajar

Bahan ajar berdasarkan subjeknya diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu : 1. Bahan ajar yang sengaja dirancang untuk belajar. Bentuk bahan ajar ini berupa buku, *handouts*, lembar kegiatan siswa (LKS) dan modul. Bahan ajar yang dirancang umumnya digunakan sebagai bahan presentasi, bahan referensi, dan bahan belajar mandiri; 2. Bahan ajar yang tidak dirancang namun dapat dimanfaatkan untuk belajar, misalnya kliping, Koran, film, iklan atau berita. Berdasarkan teknologi yang digunakan bahan ajar diklasifikasikan menjadi 4 (empat) yaitu : 1. Bahan ajar cetak (*printed*) berupa *handout*, buku, modul,

lembar kegiatan siswa, *leaflet*, *wallchart*, foto/gambar, dan model/market; 2. Bahan ajar audio seperti *compact disk* (CD) audio; 3. Bahan ajar audio visual berupa *video compact disk* (VCD) dan film; 4. Bahan ajar multimedia interaktif berupa CAI (*computer assisted Instruction*) (Bahtiar, 2015).

2.5.3 Peran Bahan Ajar

Bahan ajar disusun dalam berbagai macam pilihan jenis dengan tujuan untuk membantu siswa dalam belajar, memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, dan membangun suasana pembelajaran agar menjadi lebih menarik. Iskandarwassid dan Sunendar (2007) mengidentifikasi peranan bahan ajar yang meliputi: a. Mencerminkan suatu sudut pandang yang tajam dan inovatif mengenai pengajaran serta mendemonstrasikan aplikasinya dalam bahan ajar yang disajikan; b. Menyajikan suatu sumber pokok masalah yang kaya, mudah dibaca dan bervariasi, sesuai dengan minat dan kebutuhan para peserta didik; c. Menyediakan suatu sumber yang tersusun rapi dan bertahap; d. Menyajikan metode-metode dan sarana-sarana pengajaran untuk memotivasi peserta didik; e. Menjadi penunjang bagi latihan-latihan dan tugas-tugas praktis; f. Menyajikan bahan/ sarana evaluasi dan remedial yang serasi dan tepat guna (Bahtiar, 2015).

2.6 Bahan Ajar *Leaflet*

2.6.1 Pengertian Bahan Ajar *Leaflet*

Leaflet adalah selembar kertas yang berisi tulisan cetak tentang sesuatu masalah khusus untuk suatu sasaran dengan tujuan tertentu. *Leaflet* juga

diartikan sebagai salah satu media yang menggunakan selembar kertas yang berisi tulisan cetak tentang suatu masalah khusus untuk sasaran yang dapat membaca dan biasanya disajikan dalam bentuk lipatan yang dipergunakan untuk penyampaian informasi atau penguat pesan yang disampaikan. *Leaflet* merupakan salah satu publikasi singkat dari berbagai bentuk media komunikasi yang berupa selebaran yang berisi keterangan atau informasi tentang perusahaan, produk, organisasi dan jasa atau ide untuk diketahui oleh umum. *Leaflet* adalah selebaran-selebaran yang bentuk lembarannya seperti daun, biasanya bentuk *leaflet* lebih kecil dari pamphlet (Maulana, 2017).

2.6.2 Kelebihan Media Cetak Berbasis *Leaflet*

Menurut (Adila, 2017) penggunaan media dalam proses pembelajaran pasti memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan media cetakan termasuk media pembelajaran *leaflet* antara lain yaitu 1) Siswa dapat belajar dan maju sesuai dengan kecepatan masing-masing; 2) Disamping dapat mengulangi materi dalam media berbentuk cetakan khususnya *leaflet*, siswa akan mengikuti urutan pikiran secara logis; 3) Perpaduan teks dan gambar dalam halaman cetak yang dikemas sedemikian rupa dapat menambah daya tarik, serta dapat memperlancar pemahaman informasi yang disajikan.

2.6.3 Kekurangan Media Cetak Berbasis *Leaflet*

(Adila, 2017) menambahkan bahwa media pembelajaran merupakan alat bantu yang digunakan guru untuk meningkatkan hasil belajar selama proses pembelajaran. Setiap media yang digunakan guru pasti memiliki kelemahan.

Adapun kelemahan media cetak *leaflet* antara lain yaitu 1) Sulit menampilkan gerak; 2) Biaya percetakan mahal apabila ingin menampilkan gambar atau foto berwarna; 3) Proses percetakan membutuhkan waktu yang lama; 4) Pembagian unit-unit pelajaran dalam media cetakan harus dirancang sedemikian rupa agar siswa tidak mudah cepat bosan; 5) Umumnya media cetakan dapat membawa hasil yang baik jika tujuan pelajaran itu bersifat kognitif; 6) Jika tidak dirawat dengan baik, media cetakan cepat rusak atau hilang.

2.7 Penelitian Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Kuswinanti Tutik, *et all.*, pada tahun 2014 yang berjudul “ Efektivitas Isolat Bakteri dari Rizosfer dan Bahan Organik Terhadap *Ralstonia solanacearum* dan *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Kentang” dengan hasil penelitian yang dapat disimpulkan bahwa pengujian kemampuan isolat-isolat bakteri rizosfer terhadap *Fusarium oxysporum* menunjukkan 4 isolat (BT5, KT9, KB11 dan KB25) yang memiliki kemampuan daya hambat tertinggi. Persentase daya hambat tertinggi (80.68%) diperoleh dari perlakuan BT5, diikuti berturut turut oleh KB11, KT9, dan KB25.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Khalimi K dan Sudarma I Made pada tahun 2013 yang berjudul “Isolasi dan Identifikasi Rizobakteri dari Rizosfer Kacang Tanah dan Uji Efektivitasnya Dalam Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat”, dengan hasil penelitian yang dapat disimpulkan bahwa pengujian isolat rizobakteri memberikan pengaruh yang

nyata terhadap pertumbuhan luas koloni *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Persentase daya hambat rizobakteri isolat KTTA4, KTGA3, KTGA1, dan KTNA2 pada hari ke-5 sebesar 73,21%, 77,26%, 84,29%, dan 89,98%. Keempat isolat tersebut menunjukkan konsistensinya dalam menekan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dari 1HSI - 5HSI. Hal ini ditunjukkan dengan adanya zona hambatan antara isolat rizobakteri dengan patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Ahyamaqvirah R, *et all.*, pada tahun 2018 yang berjudul “Efektivitas Rizobakteri Isolat Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Koloni Patogen *Fusarium oxysporum* Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) Secara *In vitro*” dengan hasil penelitian yang dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian 18 isolat rizobakteri agen biokontrol terhadap kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan koloni patogen *Fusarium oxysporum* tanaman terung *secara in vitro* diperoleh hasil bahwa isolat rizobakteri berpengaruh tidak nyata pada persentase penghambatan pertumbuhan koloni patogen *Fusarium oxysporum*. Hasil uji antagonis menunjukkan persentase penghambatan yang tertinggi dalam menekan pertumbuhan koloni patogen yaitu isolat SRK5/3 sebesar 61,97%, sedangkan pada laju penghambatan pertumbuhan koloni patogen isolat rizobakteri berpengaruh sangat nyata dengan laju penghambatan terbaik yang mampu

menghambat pertumbuhan koloni, spora dan hifa yaitu isolat SRK5/3 dengan nilai 11,50 mm/hari.

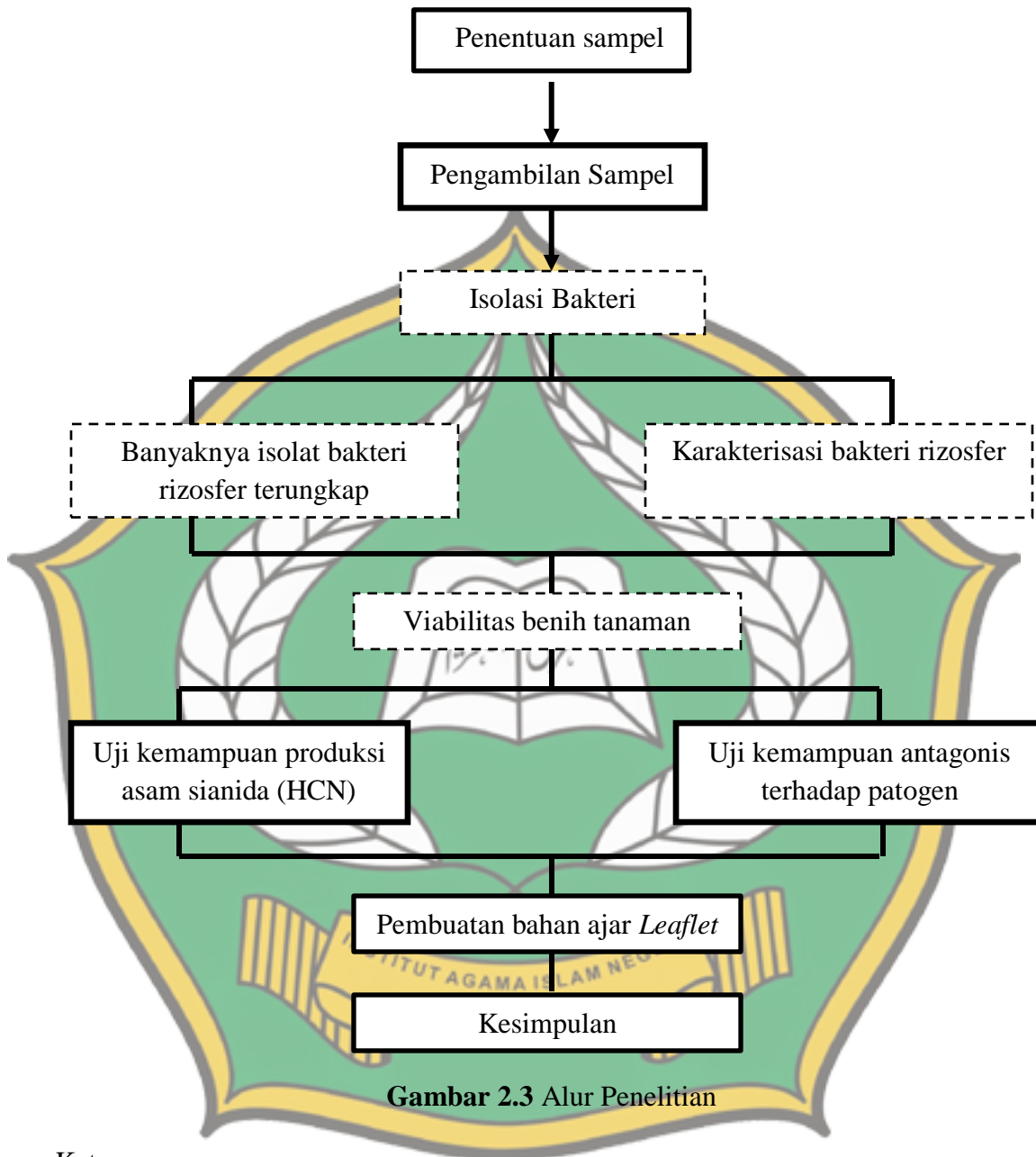
4. Penelitian yang dilakukan oleh Yufaizanur Asria, *et all.*, pada tahun 2020 yang berjudul “Efektivitas Daya Hambat Rizobakteri Terhadap Patogen *Fusarium oxysporum* Secara *In vitro* dan Pengaruhnya Terhadap Pembibitan Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) dengan hasil penelitian yang dapat disimpulkan bahwa didapatkan nilai daya hambat rizobakteri terhadap *Fusarium oxysporum* yang berbeda-beda karena adanya kemampuan rizobakteri dalam mensekresikan jenis metabolit sekunder seperti jenis antibiotic dan mampu dalam mensintesis berbagai enzim degradasi sel. Mekanisme penghambatan pada rizobakteri tersebut adalah dengan cara berbagai jenis menghasilkan antibiotik, toksin, siderofore, dan juga hidrogen sianida (HCN). Kemampuan rizobakteri ini digunakan untuk dapat menghambat pertumbuhan patogen yang antagonis.

2.8 Kerangka Berpikir

Salah satu masalah yang sering muncul pada tanaman adalah penyakit *layu fusarium* yang disebabkan oleh jamur. Patogen-patogen seperti jamur dapat menghasilkan zat-zat kimia yang dapat menimbulkan gejala penyakit tanaman meskipun tidak terdapat organisme penyebab penyakit. Pada kasus ini, digunakan bakteri rizosfer untuk menekan patogen penyebab penyakit *layu fusarium* pada tanaman. Dalam penelitian uji efektivitas bakteri rizosfer tumbuhan mangrove ini dilakukan dengan menggunakan parameter pengamatan

meliputi uji kemampuan antagonis terhadap patogen, uji kemampuan produksi asam sianida (HCN). Hasil dari penelitian ini kemudian dibuatkan media pembelajaran sebagai media alternatif tambahan belajar berupa *leaflet*. Kerangka pikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.





Keterangan:

----- = Tidak diteliti

▭ = Diteliti