

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan biologi di era abad ke-21 tengah mengalami tantangan dan peluang yang semakin rumit, seiring dengan kemajuan teknologi dan perubahan dalam pola pembelajaran. Dalam situasi digital saat ini, pembelajaran dituntut untuk lebih kreatif dan inovatif agar peserta didik tidak hanya memahami materi biologi secara teori, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan kondisi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Namun, ketersediaan bahan ajar yang berbasis hasil riset masih sangat terbatas, sehingga menjadi kendala dalam menciptakan proses belajar yang bersifat kritis, aplikatif, serta relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang terus bergerak maju (Rose et al., 2024). Bentuk bahan ajar berbasis riset meliputi monograf, modul, artikel, LKPD, video edukasi, buku ajar, panduan praktikum, infografik, dan komik sains. Bahan ajar dirancang agar pembelajaran lebih kontekstual, menarik, dan relevan dengan perkembangan ilmu.

Monograf sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang memiliki potensi sebagai alternatif media pembelajaran yang tidak hanya informatif, tetapi juga kontekstual, karena mampu menyajikan informasi secara mendalam, menyeluruh, dan fokus pada satu topik spesifik, sehingga memberikan pemahaman yang lebih bermakna kepada pembaca (Fatmawati, 2020). Potensi edukatif ini akan semakin kuat apabila isi monograf bersumber dari hasil

penelitian yang aktual, valid, dan relevan, dan kontekstual, karena tidak hanya memperkaya literasi sains peserta didik, tetapi juga dapat menumbuhkan minat terhadap dunia riset. Berdasarkan hal tersebut, penyusunan monograf dapat disusun berbasis riset peran Ascomycota dalam biodegradasi herbisida Paraquat diklorida.

Riset mengenai kemampuan Ascomycota sebagai agen biodegradasi memberikan dampak yang signifikan terhadap upaya pengelolaan limbah terutama pada pertanian. Kapang yang terbiasa dengan keadaan lingkungan ditempat asalnya, menunjukkan kemampuan luar biasa dalam memecah senyawa kimia berbahaya yang bersifat xenobiotic, yaitu zat asing yang jarang dijumpai dalam system biologis contohnya seperti paraquat diklorida. Penggunaan kapang lokal dalam proses bioremediasi juga sejalan dengan prinsip pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, karena memanfaatkan potensi mikroorganisme alami tanpa merusak alam (Kurniawati, 2018).

Kandungan yang terdapat dalam herbisida paraquat diklorida dan tergolong persisten di lingkungan adalah senyawa aktif paraquat, yaitu 1,1-dimetil-4,4-bipiridinium diklorida. Senyawa ini merupakan senyawa kimia sintetis yang bersifat sangat stabil di lingkungan karena kemampuannya untuk teradsorpsi kuat pada partikel tanah, terutama tanah berlempung atau yang kaya bahan organik (C. T. Nguyen et al., 2023). Kehadiran paraquat di dalam tanah dengan konsentrasi sekitar 20 ppm dapat mengganggu dan menekan pertumbuhan organisme seperti bakteri dan alga (Dea, 2020). Senyawa ini tergolong dalam kelompok bahan kimia yang sukar terurai secara biologis.

Paraquat memiliki kestabilan tinggi terhadap perubahan suhu, tekanan, maupun tingkat keasaman tanah (pH), sehingga membuatnya mampu bertahan lebih lama dalam lingkungan tanah tanpa mengalami degradasi secara signifikan (Arfi et al., 2017). Herbisida paraquat cenderung tetap berada dalam tanah karena memiliki kemampuan tinggi untuk menempel atau teradsorpsi pada partikel tanah, terutama pada jenis tanah yang bertekstur lempung atau mengandung banyak bahan organik.

Biodegradasi adalah proses alami yang melibatkan penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui aktivitas makhluk hidup, terutama mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan kapang. Biodegradasi dapat berlangsung di lingkungan yang mengandung oksigen (aerobik) maupun di lingkungan tanpa oksigen (anaerobik), tergantung pada jenis mikroorganisme dan kondisi lingkungannya (Elyamine et al., 2021).

Kapang adalah fungi mikroskopis yang dapat mendegradasi pestisida melalui enzim ekstraseluler dan memanfaatkannya sebagai sumber energi, sehingga berpotensi untuk bioremediasi, terutama di lingkungan ekstrem. Kapang indigenous lebih efektif karena telah beradaptasi dengan kondisi setempat (Kusumaningtyas et al., 2021). Kapang dari filum Ascomycota seperti *Trichoderma* dan *Aspergillus* memiliki kemampuan yang menonjol sebagai agen bioremediasi untuk menguraikan herbisida paraquat diklorida di lingkungan yang tercemar.

Pemanfaatan kapang filum Ascomycota dalam biodegradasi paraquat diklorida masih jarang diteliti, khususnya di Indonesia, dan sumber referensi ilmiahnya pun terbatas, terutama yang disusun dalam bentuk bahan ajar seperti monograf. Penyusunan monograf berbasis hasil riset ini menjadi langkah penting untuk menjembatani dunia akademik, pendidikan, dan praktik lapangan dalam bidang bioteknologi lingkungan. Selain memperkaya wawasan ilmiah, monograf tersebut diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang relevan, berkualitas, dan sesuai dengan perkembangan zaman, sehingga bermanfaat bagi mahasiswa, peneliti, dan pihak lain yang bergerak di bidang bioteknologi dan pengelolaan lingkungan.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan objek penelitian yang akan diangkat. Berikut ini yang menjadi fokus penelitian adalah:

1. Penyusunan monograf berbasis riset bioteknologi peran Ascomycota dalam proses degradasi herbisida Paraquat diklorida
2. Potensi Ascomycota mendegradasi herbisida Paraquat diklorida secara *in vitro*
3. Kemampuan Ascomycota dalam proses biodegradasi paraquat diklorida pada kultur cair.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penyusunan monograf berbasis riset bioteknologi peran Ascomycota dalam proses degradasi herbisida Paraquat diklorida?
2. Bagaimana potensi Ascomycota dalam mendegradasi senyawa paraquat diklorida secara *in vitro*?
3. Bagaimana kemampuan Ascomycota dalam proses biodegradasi paraquat diklorida pada kultur cair?

D. Tujuan

1. Menyusun monograf berbasis riset bioteknologi peran Ascomycota dalam proses degradasi pestisida Paraquat diklorida
2. Mengetahui potensi Ascomycota dalam mendegradasi senyawa paraquat diklorida secara *in vitro*.
3. Menganalisis kemampuan Ascomycota dalam proses biodegradasi paraquat diklorida pada kultur cair.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

Penelitian ini memberikan kesempatan untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang bioteknologi lingkungan, khususnya dalam eksplorasi mikroorganisme lokal sebagai agen biodegradasi. Selain itu, penyusunan monograf sebagai luaran ilmiah

menjadi nilai tambah dalam pengarsipan hasil riset secara sistematis dan bermanfaat jangka panjang.

2. Bagi mahasiswa

Penyusunan monograf berbasis riset ini diharapkan dapat menambah pemahaman, motivasi, keinginan serta keterampilan mahasiswa dalam meningkatkan kompetensi akademik. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah yang valid dan relevan, serta dapat digunakan sebagai bahan ajar atau sumber literatur tambahan dalam memahami konsep biodegradasi, bioremediasi, dan pemanfaatan mikroorganisme dalam pengelolaan limbah pertanian.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat menambah wawasan masyarakat mengenai pemanfaatan kapang indigenous sebagai agen biodegradasi herbisida sebagai alternatif yang ramah lingkungan untuk menangani pencemaran akibat penggunaan herbisida pada pertanian.

4. Bagi Industri

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi sektor industri, khususnya industri pertanian dan pengolahan limbah, untuk mengembangkan teknologi bioremediasi berbasis mikroorganisme lokal. Penggunaan Ascomycota sebagai agen biodegradasi juga berpotensi menekan biaya operasional karena tidak memerlukan perlakuan lingkungan buatan yang kompleks.

F. Definisi Istilah

1. Monograf

Monograf merupakan bentuk ringkas dari laporan hasil penelitian yang fokus pada satu topik atau subjek tertentu dalam satu bidang ilmu secara mendalam. Buku ini menyajikan informasi yang bernilai tinggi karena mengupas hasil penelitian secara spesifik dan terarah. Selain substansinya yang kaya, monograf juga memiliki potensi untuk dijadikan bahan referensi oleh akademisi, pendidik, dan praktisi, sehingga dapat memperluas jangkauan pemanfaatan ilmu yang dihasilkan dari penelitian tersebut (Fatmawati, 2020).

2. Kapang

Kapang adalah mikroorganisme multiseluler dari kingdom fungi yang berbentuk benang-benang halus (filamen). Selain tumbuh di tempat lembap, kapang berperan penting di bidang industri, pertanian, dan lingkungan, terutama sebagai agen biodegradasi yang mampu memecah senyawa pencemar. Oleh karena itu, kapang dianggap sebagai sumber daya hayati bernilai dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan dan bioteknologi berkelanjutan (Afifah et al., 2023).

3. Biodegradasi

Biodegradasi adalah proses alami penguraian senyawa organik maupun anorganik oleh mikroorganisme seperti bakteri, kapang, atau alga menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Proses ini terjadi melalui enzim yang memecah zat pencemar menjadi air, karbon dioksida, metana, dan

biomassa yang dapat diserap sebagai nutrisi. Biodegradasi berperan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan (Kumar, 2020).

4. Paraquat Diklorida

Paraquat adalah herbisida kontak yang umum digunakan di pertanian untuk mengendalikan gulma secara cepat tanpa merusak tanaman utama jika digunakan dengan tepat. Secara kimia, paraquat termasuk senyawa bipyridilium dengan rumus $C_{12}H_{14}Cl_2N_2$ dan nama kimia (1,1'-dimetil-4,4'-bipyridium ion), berat molekul 257,16 mg/mol. Senyawa ini mudah larut dalam air dan stabil dalam berbagai kondisi lingkungan (Qi et al., 2024).