

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Selama abad 21, atau "revolusi industri 4.0", bidang-bidang seperti teknologi, ilmu pengetahuan, psikologi, dan nilai-nilai budaya mengalami kemajuan yang sangat cepat. Pada akhirnya, kemajuan ini harus mengubah paradigma pendidikan. Di era modern, pendidikan tidak hanya harus menekankan hasil penelitian, tetapi juga harus menekankan berbagai aspek kecakapan hidup melalui penggunaan teknologi digital dan internet (Jayawardana, 2020). Pada akhirnya, perubahan paradigma pendidikan juga diperlukan oleh perkembangan ini. Jika sebagian siswa masih menganggap biologi sebagai mata pelajaran yang sulit, penuh dengan hafalan, dan membosankan, paradigma ini dapat dihilangkan dengan mudah dengan melakukan berbagai inovasi pembelajaran yang menggunakan kemajuan teknologi digital dan internet.

E-Monograf merupakan salah satu alat pembelajaran yang paling umum digunakan untuk mengukur tingkat pembelajaran siswa. E-Monograf yang dapat memvisualisasikan gambar berwarna dapat memberikan kesan dan pemahaman yang jelas dari pendidik ke peserta didik tentang materi yang disampaikan, memberikan pemahaman yang jelas tentang materi ajar yang dialami oleh peserta didik, sehingga mereka dapat lebih mudah memahami materi melalui gambar. E-Monograf dapat digunakan sebagai alat pembelajaran dalam berbagai bidang, termasuk biologi untuk memberikan

informasi tentang kapang (Amiyati et al., 2020). Berdasarkan hal ini, e-monograf pembelajaran biologi yang berbasis penelitian dapat disusun berdasarkan masalah lingkungan, seperti yang terjadi di bidang pertanian. Penanganan efek negatif penggunaan pestisida yang berlebihan pada tanah merupakan salah satu masalah utama yang dihadapi sektor pertanian saat ini.

Dalam budidaya pertanian, penggunaan pestisida dan herbisida, serta agrokimia sintetik lainnya, secara luas dan intensif berpotensi meninggalkan residu di tanah. Pestisida dan herbisida adalah sumber polutan yang sangat membahayakan lingkungan, baik di dalam tanah maupun di perairan, karena sifatnya yang persisten dan dapat mengkontaminasi wilayah lain jauh dari lokasi asalnya. Akibat penggunaan massal, pestisida dan herbisida dapat terakumulasi di dalam tanah dan masuk ke ekosistem, memiliki dampak buruk pada sistem-sistem kehidupan di dalamnya. Oleh karena itu, satu tantangan yang harus dihadapi untuk mencapai pertanian berkelanjutan adalah mencegah area yang terkontaminasi oleh bahan tersebut (Apriliya et al., 2021). Sebuah metode alternatif untuk mengurangi jumlah polutan adalah teknik bioremediasi yang menggunakan kemampuan mikroba. Ini dianggap cukup efektif. Degradasi senyawa kimia oleh mikroba, yang dilakukan melalui sejumlah reaksi kimia yang cukup kompleks di lingkungan, adalah proses yang sangat penting untuk mengurangi kadar bahan-bahan berbahaya di lingkungan. Mikroba menggunakan senyawa kimia tersebut untuk pertumbuhan dan reproduksi selama proses degradasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyelidikan dan pengembangan bio-organik pupuk untuk mengetahui

bagaimana mikroorganisme merusak senyawa pencemar pestisida. Ini akan membantu mengatasi masalah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Penggunaan mikroba untuk detoksifikasi, degradasi, dan penghilangan senyawa beracun dari tanah dan air yang terkontaminasi telah muncul sebagai teknik yang efisien untuk membersihkan lingkungan yang tercemar. Degradasi mikroba dari senyawa kimia di lingkungan merupakan rute penting untuk menghilangkan senyawa ini. Biodegradasi senyawa-senyawa ini, misalnya insektisida seringkali berbentuk kompleks dan melibatkan serangkaian reaksi biokimiawi. Saat ini, di antara berbagai kelompok insektisida yang digunakan di seluruh dunia, insektisida organofosfat paling banyak digunakan yang menyumbang lebih dari 36% dari total pasar dunia. Akumulasi organofosfat ini memiliki bahaya kesehatan yang tinggi (Anggreini, 2019). Biodegradasi menjadi pendekatan bioteknologi yang populer dan murah untuk membersihkan lingkungan yang tercemar menggunakan mikroba seperti *Pseudomonas* sp. dan *Aspergillus niger* untuk mendetoksifikasi dan mendegradasi polutan (Hamad, 2020).

Adanya fosfatase dan esterase sebagai enzim hidrolisa membantu proses degradasi pestisida. Enzim hidrolisa ini dapat memecahkan rantai kimia pestisida seperti carbamate, pyrethroids, karbofuran, dicamba, dichloropicolinic acid, dimethoate, phenylalkanoic ester, phenylalkanoic pyrazon, atrazine, linuron, propanil, chlorpyrifos, dan 2,4-D (Pratiwi & Asri, 2022). Reaksi hidrolisis, fotolisis, dan aktivitas mikroba menyebabkan proses

degradasi baik. Baik aerobik maupun anaerobik, biodegradasi dapat terjadi melalui hidrolisis, yang merupakan mekanisme penting dalam proses degradasi, terutama pada kondisi di mana pH tanah rendah.

Bahan pencemar karbamat adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan kerusakan sistem nervosa dan dapat mempercepat proses kematian. Semakin banyak digunakan bahan pencemar karbamat, semakin besar risiko kerusakan lingkungan dan kesehatan. Untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap kesehatan dan lingkungan, penggunaan bahan pencemar karbamat harus dilakukan dengan pemantauan dan penanganan yang tepat. Karbamat adalah insektisida sistemik yang berspektrum luas yang bertindak sebagai akarisida dan nematosida. Karbamat biasanya digunakan untuk membunuh hama pada tanaman pangan dan buah-buahan seperti padi, jagung, jeruk, alfalfa, ubi jalar, kacang-kacangan, dan tembakau. Salah satu kelemahan penggunaan pestisida karbamat ini adalah bahwa mereka menyebabkan keracunan manusia dan ternak serta keracunan lingkungan. Hewan sangat rentan terhadap karbamat dan organofosfat. Kedua pestisida ini mudah terurai dalam mata rantai makanan dan di alam. Ada kemungkinan adanya racun karbamat akut melalui inhalasi, mulut, atau kulit. Hambatan enzim asetilkolinesterase (AChE) pada sinapsis syaraf dan jaringan myoneural yang tidak dapat diperbaiki menyebabkan efek neurotoksik karbamat (Nafis et al., 2024).

Salah satu pestisida karbamat yang paling berbahaya, nematisida sistemik, insektisida, dan akarisidal karbamat yang paling berbahaya adalah

karbofuran (2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methyl carbamate). Karbofuran termasuk dalam kelas I.N-pestisida metil karbamat dengan ikatan ester dan amida (Mishra et al., 2020). Nama dagang karbofuran termasuk Furadan, Bay 70143, Carbodan, Carbosip, Chinofur, Curaterr, D 1221, ENT 27164, Furacarb, Kenafuran, Pilarfuron, Rampart, Nex, dan Yaltox. Pestisida karbofuran dapat menimbulkan masalah signifikan bagi lingkungan, terutama pada tanah karena meninggalkan residu (Mwevura et al., 2021). Karbofuran digunakan dalam pertanian dan kehutanan sebagai akarisida, nematisida, dan insektisida sistemik spektrum luas yang menghambat Asetilkolin Esterase (AChE). Karbofuran sangat efektif dalam mengendalikan serangga hama dan nematoda, mengendalikan Scirpophaga incertula dan Cnaphalocrosis medinalis dalam nasi hingga 90% hingga 100%. Selain itu, karbofuran dapat mengendalikan nematoda Globodera sp pada tanaman kentang hingga 100% (Lestari et al., 2024).

Beberapa perlakuan biologis seperti rizoremediasi, fitoremediasi, bioattenuasi, bioaugmentasi, biostimulasi dan degradasi enzimatis memiliki efisiensi yang serupa atau lebih tinggi dalam menghilangkan kontaminan (González-Abradelo et al., 2019).

Mikroorganisme Indigenous adalah kumpulan konsorsium mikroba bawaan yang tinggal di tanah dan permukaan semua makhluk hidup, baik di dalam maupun di luar. Mereka memiliki kemampuan untuk biodegradasi, fiksasi nitrogen, meningkatkan kesuburan tanah, pelarut fosfat, dan mendorong pertumbuhan tanaman. Kapang merupakan salah satu agen biologis yang

paling umum digunakan dalam proses bioremediasi karena kemampuan metabolitnya untuk mengurangi atau mengubah kontaminan berbahaya, seperti pestisida (Ruiz-Herrera et al., 2019). Beberapa jenis kapang, yang dikenal sebagai kapang asli, dapat bertahan hidup di berbagai lingkungan, seperti lingkungan yang tercemar oleh xenobiotik. Kapang ini memiliki kemampuan untuk menghancurkan senyawa organik dan menggunakannya sebagai sumber nutrisi untuk metabolisme (Sari & Anitasari, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang kapang asli yang mungkin berfungsi sebagai pendegradasi pestisida karbofuran diperlukan untuk meremediasi lahan pertanian yang tercemar residu pestisida. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengisolasi, mengidentifikasi, dan memeriksa kapang asli. Selanjutnya, temuan penelitian ini akan digunakan sebagai bahan untuk membuat e-monograf untuk membantu mahasiswa belajar tentang bioteknologi.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian bermanfaat karena membatasi mengenai objek penelitian yang diangkat. Fokus penelitian ini meliputi :

1. Penyusunan e-monograf berbasis riset biodegradasi pestisida karbofuran
2. Karakterisasi mikroba pendegradasi karbofuran
3. Potensi isolat kapang dalam biodegradasi karbofuran

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penyusunan E-monograf berbasis riset biodegradasi pestisida karbofuran?
2. Bagaimana karakterisasi mikroba pendegradasi karbofuran?
3. Bagaimana data potensi isolat kapang dalam biodegradasi karbofuran?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui penyusunan E-monograf berbasis riset biodegradasi pestisida karbofuran.
2. Mengetahui karakterisasi mikroba pendegradasi karbofuran
3. Mengetahui data potensi isolat kapang dalam biodegradasi karbofuran

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Dosen

E-monograf dapat dijadikan sebagai alat media pembelajaran digital berbasis riset bagi mahasiswa untuk materi mata kuliah Bioteknologi bidang pertanian.

2. Bagi Mahasiswa

Penyusunan E-Monograf berbasis riset diharapkan mampu meningkatkan motivasi dan keterampilan mahasiswa dalam memecahkan suatu permasalahan dengan melakukan penelitian dan praktikum di laboratorium sehingga menghasilkan temuan baru yang bermanfaat bagi lingkungan.

3. Bagi Masyarakat

Penggunaan kapang dalam proses biodegradasi pestisida karbofuran menawarkan alternatif yang ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran pestisida di lingkungan pertanian.

4. Bagi Peneliti

Sebagai metode untuk menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh dan menjadi dasar untuk penelitian berikutnya.

5. Bagi Industri

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan formulasi pupuk hayati yang dapat meremediasi tanah yang tercemar oleh residu pestisida dari agen kapang indigenus. Diharapkan temuan ini akan membuka peluang bisnis untuk industri pertanian baru.

F. Definisi Istilah

1. E-Monograf

E-Monograf merupakan salah satu alat pembelajaran yang paling umum digunakan untuk mengukur tingkat pembelajaran siswa. E-Monograf yang dapat memvisualisasikan gambar berwarna dapat memberikan kesan dan pemahaman yang jelas dari pendidik ke peserta didik tentang materi yang disampaikan, memberikan pemahaman yang jelas tentang materi ajar yang dialami oleh peserta didik, sehingga mereka dapat lebih mudah memahami materi melalui gambar. Monograf adalah laporan penelitian atau makalah hasil penelitian yang singkat tentang subjek tertentu (Amiyati et al., 2020). Monograf adalah laporan penelitian

atau makalah hasil penelitian yang singkat tentang subjek tertentu (Fatmawati, 2020).

2. Biodegradasi

Biodegradasi menjadi pendekatan bioteknologi yang populer dan murah untuk membersihkan lingkungan yang tercemar menggunakan mikroba seperti *Pseudomonas* sp. dan *Aspergillus niger* untuk mendetoksifikasi dan mendegradasi polutan (Hamad, 2020).

3. Kapang

Kapang memiliki kemampuan untuk menghancurkan beberapa zat organik yang akan digunakan sebagai nutrisi selama metabolisme sel. Beberapa spesies kapang berfungsi sebagai agen mikomediasi atau bioremediasi di lingkungan yang tercemar oleh beberapa zat organik, seperti air yang tercemar amonia dari limbah pabrik kertas (Sari & Anitasari, 2022).