

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era abad ke-21 telah membawa perubahan mendasar dalam orientasi pendidikan, termasuk dalam pembelajaran biologi, yang kini tidak lagi berfokus pada penguasaan konsep secara teoritis semata, melainkan menuntut keterpaduan antara teori, temuan riset, dan realitas empiris yang dijumpai di lingkungan peserta didik (Fatmawati, 2021). Sejalan dengan berbagai tantangan global, seperti permasalahan lingkungan, pengelolaan limbah, serta kebutuhan akan energi berkelanjutan, pembelajaran biologi perlu diarahkan pada pemahaman yang bersifat aplikatif dan didukung oleh data ilmiah yang relevan serta kontekstual (Cartono, 2023).

Meskipun demikian, ketersediaan bahan ajar biologi yang secara khusus dikembangkan berdasarkan hasil penelitian lapangan masih tergolong terbatas, terutama yang mengkaji mikroorganisme lingkungan dalam sistem teknologi terapan, seperti reaktor biogas (Yıldırım, 2025). Sebagian besar sumber belajar yang digunakan masih berupa buku teks umum yang menyajikan konsep mikrobiologi secara abstrak dan kurang terhubung dengan kondisi nyata di lapangan, sehingga belum optimal dalam menumbuhkan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Utami, 2024).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah melalui pengembangan monograf berbasis riset sebagai

bahan ajar ilmiah. Monograf merupakan karya ilmiah yang mengkaji satu topik tertentu secara mendalam, terstruktur, dan terfokus, sehingga memungkinkan penyajian hasil penelitian secara lebih kontekstual dan komprehensif dibandingkan dengan buku ajar yang bersifat umum (Fatmawati, 2021). Selain berperan sebagai sumber informasi, monograf berbasis riset juga berfungsi sebagai sarana transfer pengetahuan yang mengintegrasikan teori, metode penelitian, dan temuan empiris secara utuh (Wanda, Nur Azizah Ayu; Kiswardianta, 2024) .

Analisis karakteristik kapang pada reaktor biogas tipe *fixed dome* merupakan salah satu topik yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam bentuk monograf berbasis riset adalah analisis karakteristik kapang pada reaktor biogas tipe *fixed dome*. Reaktor biogas *fixed dome* merupakan teknologi pencernaan anaerob yang banyak diterapkan di Indonesia untuk mengolah limbah organik, khususnya limbah peternakan, menjadi sumber energi terbarukan berupa biogas (Ariastuti et al, 2025). Keberhasilan proses *anaerobic digestion* pada sistem ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas dan interaksi komunitas mikroorganisme, tidak hanya bakteri dan archaea, tetapi juga kelompok fungi, termasuk kapang (Ziliwu & Lase, 2025).

Penelitian ini juga sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-7 yaitu *Affordable and Clean Energy* (energi bersih dan terjangkau), karena pemanfaatan reaktor biogas *fixed dome* untuk mengolah

limbah peternakan menjadi energi terbarukan secara langsung mendukung penyediaan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini turut berkontribusi pada tujuan ke-12, yaitu *Responsible Consumption and Production* (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab), melalui pemanfaatan limbah organik peternakan menjadi produk bernilai guna, serta tujuan ke-4, yaitu *Quality Education* (pendidikan berkualitas), melalui penyusunan monograf berbasis riset sebagai bahan ajar kontekstual mengenai mikrobiologi lingkungan.

Kapang berperan penting terutama pada tahap awal pencernaan anaerob, khususnya dalam proses hidrolisis senyawa organik kompleks seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin melalui produksi enzim ekstraseluler (Saini, S., & Sharma, 2021). Keberadaan serta tingkat keanekaragaman kapang berkontribusi terhadap ketersediaan substrat sederhana yang selanjutnya dimanfaatkan oleh bakteri fermentatif dan mikroorganisme metanogenik (Ziliwu & Lase, 2025). Dengan demikian, keanekaragaman kapang dapat dijadikan sebagai salah satu indikator penting dalam memahami stabilitas ekosistem mikroba dan efisiensi degradasi bahan organik di dalam reaktor biogas (Bahharani, 2020).

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan keanekaragaman mikroorganisme, termasuk kapang, berpotensi menyebabkan akumulasi senyawa intermediat dan menurunkan kinerja reaktor biogas secara keseluruhan (Loughrin et al., 2023). Sebaliknya, sistem dengan komunitas mikroba yang beragam cenderung memiliki

tingkat stabilitas yang lebih baik dan kemampuan adaptasi yang lebih tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan, seperti fluktuasi pH dan suhu (Makamure & Mukumba, 2024).

Analisis karakteristik kapang pada reaktor biogas umumnya dilakukan melalui pendekatan konvensional berbasis kultur, yang meliputi isolasi kapang, pengamatan morfologi koloni, serta identifikasi deskriptif berdasarkan karakter makroskopis, seperti warna, tekstur, dan bentuk koloni (Shofa et al., 2024). Pendekatan ini masih relevan sebagai dasar pembelajaran mikrobiologi lingkungan, khususnya dalam pendidikan biologi, karena memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam mengenali keragaman mikroorganisme di lingkungan (Obi et al., 2025).

Namun demikian, di Indonesia kajian mengenai kapang pada sistem reaktor biogas masih relatif terbatas dan belum banyak dikembangkan menjadi bahan ajar ilmiah dalam bentuk monograf (Obi et al., 2025). Padahal, monograf berbasis riset yang menyajikan hasil analisis keanekaragaman kapang dari reaktor biogas tipe *fixed dome* memiliki potensi besar sebagai sumber belajar kontekstual yang bernilai tinggi bagi mahasiswa, pendidik, dan peneliti, sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan serta pengelolaan limbah berbasis sains terlebih mengingat bahwa banyak penelitian pencernaan anaerob masih memusatkan perhatian pada bakteri dan archaea, sedangkan komunitas fungi kurang mendapat sorotan (Harirchi et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penyusunan monograf berbasis riset mengenai analisis keanekaragaman kapang dari reaktor biogas tipe fixed dome merupakan langkah strategis untuk mengintegrasikan hasil penelitian mikrobiologi lingkungan dengan kebutuhan pembelajaran biologi. Monograf ini diharapkan dapat memperkaya referensi ilmiah, meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis riset, serta mendorong terbentuknya budaya penelitian yang berorientasi pada pemanfaatan sumber daya lokal dan prinsip keberlanjutan lingkungan (Mawarnis et al., 2023).

B. Batasan Masalah

Berdasarkan pembatasan latar belakang di atas, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Monograf hanya berisi data deskriptif keanekaragaman kapang dan gambar kapang berdasarkan hasil penelitian
2. Analisis hanya dilakukan pada kapang, tanpa membahas jenis mikroba lain seperti bakteri.
3. Penelitian hanya mengetahui jenis kapang yang berhasil diisolasi dan morfologi koloni kapang.
4. Sampel diambil hanya dari satu reaktor *Fixed dome*
5. Teknik analisis menggunakan isolasi kapang dan melihat morfologi koloni kapang.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana penyusunan monograf yang disusun sebagai hasil analisis karakteristik kapang dari *slurry* pada reaktor biogas *Fixed dome*?
2. Bagaimana karakteristik morfologi koloni kapang yang berhasil ditemukan dari proses isolasi *slurry* reaktor biogas tipe *fixed dome*?

D. Tujuan Penelitian

1. Menyusun monograf yang disusun sebagai hasil analisis keanekaragaman kapang dari *slurry* pada reaktor biogas *Fixed dome*.
2. Mendeskripsikan karakteristik dan morfologi koloni kapang yang berhasil ditemukan dari proses isolasi *slurry* reaktor biogas tipe *fixed dome*.

E. Kegunaan Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian keilmuan di bidang mikrobiologi lingkungan dan bioteknologi lingkungan, khususnya terkait keberadaan dan keanekaragaman kapang dalam sistem reaktor biogas tipe fixed dome. Data yang dihasilkan memberikan gambaran empiris mengenai peran kapang dalam proses pencernaan anaerob, yang selama ini masih kurang mendapat perhatian dibandingkan kelompok mikroorganisme lain seperti bakteri dan archaea. Selain itu, penelitian ini turut mendukung pengembangan pembelajaran biologi berbasis riset dengan menghadirkan monograf yang disusun dari hasil penelitian lapangan. Monograf tersebut menjadi jembatan antara konsep teoritis dan realitas empiris, sehingga dapat memperkuat literatur ilmiah serta

mendorong pembelajaran biologi yang lebih kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dalam pembelajaran biologi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi masyarakat dan pengelola biogas: Memberikan informasi dasar mengenai keberadaan dan peran kapang dalam reaktor biogas sehingga dapat membantu upaya perawatan sistem serta mendukung peningkatan efisiensi produksi biogas.
- b. Bagi peneliti dan mahasiswa: Menjadi referensi awal untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan isolasi, identifikasi, dan potensi pemanfaatan kapang pendukung proses biogas.
- c. Bagi pemerintah desa: Menjadi bahan pendukung berbasis data ilmiah dalam perencanaan dan pengembangan program energi terbarukan, khususnya pemanfaatan teknologi biogas di tingkat desa.
- d. Bagi lembaga pendidikan: Dapat digunakan sebagai sumber pembelajaran kontekstual atau referensi praktikum mikrobiologi lingkungan yang berbasis hasil penelitian lapangan.

F. Definisi Operasional Variabel

1. Monograf kapang

Monograf kapang adalah produk ilmiah berbentuk dokumen cetak yang disusun berdasarkan hasil penelitian, berisi data, analisis, dan deskripsi ilmiah mengenai keanekaragaman kapang kulturabel dari *slurry*

reaktor biogas tipe *fixed dome*, serta telah melalui proses validasi sebagai bahan ajar berbasis riset (Arini, 2022).

2. Karakteristik kapang

Kapang merupakan kelompok fungi (jamur) yang secara umum didefinisikan sebagai sel eukariotik yang tidak memiliki klorofil, tumbuh sebagai hifa, memiliki dinding sel yang mengandung kitin, bersifat heterotrof, menyerap nutrisi melalui dinding selnya, mengekskresikan enzim ekstraselular ke lingkungan melalui spora, dan melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual, dengan bentuk hifa yang umumnya berupa filamen bercabang dan tidak memiliki dinding silang (koenositik) (Munir & Nurtjahja, 2025).

3. *Slurry* reaktor biogas

Slurry reaktor biogas adalah residu cair hasil proses pencernaan anaerob yang masih mengandung mikroorganisme aktif, termasuk kapang dan digunakan sebagai bahan utama pengambilan sampel dalam penelitian ini. *Slurry* berperan sebagai sumber komunitas mikroorganisme lingkungan reaktor biogas (Feng et al., 2024).

4. Reaktor biogas tipe *fixed dome*

Reaktor biogas tipe *fixed dome* adalah instalasi pencernaan anaerob permanen yang berfungsi untuk mengolah bahan organik menjadi biogas. Dalam penelitian ini, reaktor biogas tipe *fixed dome* tidak dianalisis secara teknis, tetapi digunakan sebagai sumber *slurry* untuk pengambilan sampel (Budiman, 2020).