

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran perairan danau merupakan permasalahan lingkungan yang semakin serius akibat meningkatnya aktivitas industri, pertanian, dan urbanisasi. Masuknya bahan organik dan nutrisi dari berbagai sumber pencemar meningkatkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), menurunkan kadar *Dissolved Oxygen* (DO), serta memicu eutrofikasi yang berdampak pada terganggunya fungsi ekologis dan pemanfaatan danau sebagai sumber daya air (Irianto & Triweko, 2019). Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengolahan yang efektif, berkelanjutan, dan ramah lingkungan untuk mengendalikan pencemaran perairan.

Kondisi tersebut juga terjadi di Danau Cimpago, Kota Padang, yang menerima masukan pencemar dari kawasan permukiman, komersial, limpasan permukaan, dan aktivitas wisata. Penelitian Febrina dkk. (2023) melaporkan bahwa kadar DO Danau Cimpago hanya sebesar 1,11 mg/L, sedangkan hasil karakterisasi pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi COD dan BOD masih melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Kondisi tersebut mengindikasikan tingginya beban bahan organik sehingga diperlukan alternatif teknologi yang mampu meningkatkan kualitas air secara efektif.

Salah satu teknologi yang berpotensi dikembangkan adalah ekoenzim, yaitu produk fermentasi limbah organik yang mengandung enzim hidrolitik seperti amilase, protease, dan lipase. Enzim-enzim tersebut berperan sebagai biokatalis yang menghidrolisis senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Selain berpotensi menurunkan COD dan BOD, ekoenzim juga mendukung konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan kembali limbah kulit buah (Arun & Sivashanmugam, 2015).

Berbagai penelitian menunjukkan efektivitas ekoenzim dalam pengolahan air. Priya dkk. (2025) melaporkan penyisihan BOD sebesar 90,9% dan COD sebesar 82,7% pada air Danau Saroornagar, India. Budiarsa Suyasa dkk. (2024) menunjukkan

bahwa ekoenzim mampu memperbaiki kualitas air Danau Batur dengan menurunkan BOD sekitar 30% dan COD sekitar 10%. Pada limbah tekstil, Das dkk. (2024) melaporkan penyisihan BOD dan COD masing-masing sebesar 80–85% dan 81–85%, sedangkan Widyastuti dkk. (2023) serta Yustiani dkk. (2023) juga menunjukkan efektivitas ekoenzim pada limbah cair tahu dan air sungai sintesis.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu umumnya masih berfokus pada efisiensi penyisihan parameter kualitas air tanpa mengaitkannya dengan aktivitas biokatalitik enzim. Kajian yang membandingkan aktivitas amilase, protease, dan lipase dari berbagai jenis ekoenzim kulit buah pada air danau artifisial, serta mengintegrasikan analisis aktivitas enzim, penentuan dosis optimum, *One-Way ANOVA*, dan pemodelan kinetika penyisihan COD dan BOD masih sangat terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan air danau artifisial yang disusun berdasarkan karakteristik COD Danau Cimpago dengan penambahan glukosa sebagai sumber karbon untuk merepresentasikan beban bahan organik. Pendekatan ini memberikan kondisi eksperimen yang terkontrol sehingga pengaruh aktivitas biokatalitik ekoenzim terhadap penyisihan COD dan BOD dapat dievaluasi secara lebih akurat. Penelitian ini juga membandingkan ekoenzim dari kulit pisang, jeruk, semangka, pepaya, nanas, dan campurannya untuk menentukan jenis dan dosis yang paling efektif. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi bioremediasi berbasis ekoenzim sebagai alternatif pengelolaan kualitas air danau yang berkelanjutan. danau.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja ekoenzim berbahan limbah kulit buah dalam penyisihan COD dan BOD pada air artifisial berbasis glukosa yang disusun berdasarkan nilai COD Danau Cimpago menggunakan sistem reaktor batch skala laboratorium.

1.2.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis efisiensi penyisihan COD dan BOD menggunakan ekoenzim dari limbah kulit buah (pisang, nanas, pepaya, semangka, jeruk, dan campuran) pada air artifisial berbasis glukosa yang disusun berdasarkan nilai COD Danau Cimpago menggunakan sistem reaktor batch skala laboratorium.
2. Menganalisis dosis optimum ekoenzim dalam penyisihan COD dan BOD pada air artifisial berbasis glukosa yang disusun berdasarkan nilai COD Danau Cimpago menggunakan sistem reaktor batch skala laboratorium.
3. Membandingkan konsentrasi COD dan BOD hasil pengolahan pada air artifisial dengan baku mutu kualitas air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.
4. Menganalisis perbedaan efektivitas penyisihan COD dan BOD antarjenis ekoenzim menggunakan uji *One-Way* ANOVA.
5. Menentukan konstanta laju reaksi dan model kinetika yang paling sesuai dalam penyisihan COD dan BOD pada air artifisial berbasis glukosa yang disusun berdasarkan nilai COD Danau Cimpago berdasarkan model kinetika orde nol, orde satu, dan orde dua.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi ilmiah mengenai pemanfaatan ekoenzim dari limbah kulit buah sebagai agen biokatalitik dalam penyisihan COD dan BOD pada air artifisial berbasis glukosa yang disusun berdasarkan nilai COD Danau Cimpago, termasuk hubungan antara aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase dengan efektivitas penyisihan bahan organik.
2. Menyediakan informasi mengenai dosis optimum dan model kinetika penyisihan COD dan BOD yang dapat menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan pada skala pilot maupun lapangan menggunakan air danau asli atau media simulasi yang lebih kompleks untuk pengendalian pencemaran organik di danau.

3. Mendukung penerapan konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah kulit buah menjadi ekoenzim sebagai alternatif agen biokatalitik yang ramah lingkungan dalam pengolahan air tercemar oleh bahan organik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Ekoenzim dibuat dari limbah kulit pisang, jeruk, semangka, pepaya, nanas, dan campurannya dengan komposisi 3 : 1 : 10 (limbah kulit buah : molases : air) melalui fermentasi anaerob selama tiga bulan.
2. Karakterisasi ekoenzim meliputi pH, COD, BOD, serta aktivitas enzim amilase, protease, dan lipase. Aktivitas enzim hanya dianalisis pada akhir proses fermentasi sehingga perubahan aktivitas enzim selama fermentasi maupun selama proses pengolahan tidak dievaluasi.
3. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium menggunakan air artifisial berbasis glukosa sebagai sumber karbon tunggal yang disusun berdasarkan nilai COD hasil karakterisasi Danau Cimpago. Oleh karena itu, media uji hanya merepresentasikan beban organik dan tidak merepresentasikan keseluruhan karakteristik fisik, kimia, maupun biologis air Danau Cimpago.
4. Sistem pengolahan yang digunakan berupa reaktor batch skala laboratorium dengan variasi dosis ekoenzim sebesar 5%, 10%, dan 15%.
5. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi COD, BOD, pH, suhu, dan DO, sedangkan parameter kualitas air lainnya seperti Total Suspended Solids (TSS), nitrogen, fosfor, logam berat, mikroorganisme indikator, dan parameter pencemar lainnya tidak dikaji dalam penelitian ini.
6. Evaluasi kinerja ekoenzim difokuskan pada efisiensi penyisihan COD dan BOD sebagai indikator penurunan beban pencemar organik.
7. Analisis statistik dilakukan menggunakan *One-Way* ANOVA dan uji lanjut Duncan untuk mengevaluasi perbedaan nyata efektivitas penyisihan antarperlakuan.
8. Analisis kinetika dilakukan menggunakan model orde nol, orde satu, dan orde dua berdasarkan kesesuaian model terhadap data hasil pengolahan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan teori-teori dan studi literatur mengenai enzim, badan air tercemar, mekanisme kerja ekoenzim dalam pemurnian badan air, penelitian terkait ekoenzim dan kondisi eksisting Danau Cimpago Kota Padang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian serta tahapan penelitian dari studi literatur, persiapan alat dan bahan, pembuatan ekoenzim, karakterisasi ekoenzim, uji bioaktivitas ekoenzim, uji karakteristik air *inlet* Danau , pembuatan air danau artifisial, pengujian efektivitas ekoenzim terhadap air danau artifisial dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.