BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang memegang peranan penting dalam menunjang kehidupan sehari – hari. Ketersedian air bersih yang memenuhi syarat Kesehatan menjadi factor penentu dalam meningkatkan derajat Kesehatan masyarakt. Namun, permasalahan ketersediaan air bersih hingga kini masih menjadi isu kesehatan masyarakat baik di tingkat global, nasional, maupun daerah. Badan Kesehatan dunia (WHO, 2022) menyatakan bahwa masih terdapat penduduk dunia yang memanfaatkan sumber air yang tidak layak dan berpotensi tercemar mikroorganisme patogen yang dapat menyebakan penyakit infeksi saluran pencernaan. Air yang tidak memenuhi syarat kesehatan, terutama dari aspek mikrobiologi, dapat menjadi media penularan berbagai penyakit berbasis air (*waterborne diseases*), seperti diare, kolera, disentri, tifoid dan gastroenteritis.

Di Indonesia, akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak menjadi salah satu permasalahan Kesehatan lingkungan yang hingga kini masih membutuhkan perhatian serius. Berdasarkan data Kementrian Kesehatan Republik Indonesia (2023), banyaknya sumber air yang digunakan masyarakat masih belum memenuhi standar kualitas air bersih, terutama aspek mikrobiologi. Indikator utama yang digunakan untuk menilai pencemaran mikrobilogis adalah *Escherichia coli (E. coli),* yaitu bakteri indikator pencemaran tinja (*faecal contamination)* yang menunjukkan adanya kontaminasi limbah domestik. Keberadaan *E. coli* dalam air menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme patogen lain yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Oleh karena itu, pengendalian kualitas air merupakan salah satu upaya preventif untuk memutus rantai penularan penyakit menular melalui air.

Permenkes Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum menegaskan bahwa air bersih harus memenuhi persyaratan mikrobiologi dengan kadar *Escherichia coli* 0 koloni per 100 ml sampel air, namun pada kenyataannya, di berbagai wilayah Indonesia masih ditemukan sumber air

yang tidak memenuhi standar kualitas tersebut. Hal ini umumnya terjadi akibat sistem pengelolaan sumber air yang belum optimal, saluran distribusi air yang terbuka, serta rendahnya tingkat kesadaran masyarakat terhadap sanitasi lingkungan yang sehat.

Masyarakat di daerah pedesaan umumnya masih bergantung pada sumber air alami, seperti mata air, sungai, atau sumur gali sebagai sumber air untuk keperluan sehari-hari. Namun kualitas sumber air tersebut masih sangat rentan terhadap pencemaran, terutama jika tidak dilakukan pengelolaan dan perlindungan sumber air yang baik. Kondisi tersebut meningkatkan resiko kejadian diare di masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti balita, lansia, dan ibu hamil.

Masyarakat Kecamatan Kutabuluh Kabupaten Dairi pada umumnya memanfaatkan sumber air dari mata air pegunungan yang kemudian disalurkan melalui sistem perpiaan yang sederhana untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Berdasarkan hasil observasi awal dan informasi dari apparat kecamatan, Sebagian besar instalasi perpiaan tersebut dibangun secara swadaya tanpa pengelolaan sanitasi yang memadai. Pipa-pipa distribusi yang digunakan Sebagian sudah mengalami kebocoran dan tidak tertanam dengan baik, sehingga memungkinkan terjadinya kontaminan dari tanah maupun limbah rumah tangga ke dalam aliran air.

Berdasarkatan data Puskesmas Kutabuluh, Kecamatan Tanah Pinem, Kabupaten Dairi, diare termasuk dalam 10 besar penyakit terbanyak di wilayah tersebut. Di Kecamatan Tanah Pinem, diare tercatat sebagai salah satu penyakit infeksi saluran pencernaan yang paling sering dikeluhkan masyarakat setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya hubungan antara kualitas air yang dikonsumsi dengan tingginya angka kejadian diare di wilayah tersebut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa masih terdapat permasalahan sanitasi lingkungan dan kualitas air bersih yang belum terselesaikan secara optimal.

Dengan demikian, upaya peningkatan kualitas air bersih di Kecamatan Kutabuluh perlu menjadi prioritas kesehatan lingkungan. Salah satu solusi yang dianggap potensial adalah penerapan teknologi pengelolaan air sederhana, murah,

dan efektif yang dapat dilakukan oleh masyarakat, slaah satunya adalah penggunaan koagulan alami untuk menurunkan kadar *Escherichia coli* sebelum air dikonsumsi.

Upaya pengolahan air secara mandiri di tingkat rumah tangga menjadi sangat penting terutama di wilayah pedesaan yang belum sepenuhnya memiliki akses terhadap sarana air bersih yang memenuhi syarat Kesehatan. Salah satunya metode pengolahan air yang dinilai efektif, murah, dan ramah lingkungan adalah penggunaan koagulan alami. Koagulan alami merupakan bahan yang dapat membantu proses pengendapat partikel tersuspensi dan mikroorganisme dalam air sehingga kualitas air meningkat

Salah satu inovasi pengolahan bahan alami yang berkembang saat ini adalah ecoenzym, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik berupa gula, air, dan bahan nabati seperti daun, kulit buah atau sayuran. *Eco Enzyme* adalah cairan yang dibuat dari fermentasi limbah dapur organik seperti ampas buah dan sayuran dan dicampur dengan larutan gula merah (Lestari *et al.*, 2023). *Ecoenzyme* terbukti memiliki aktivitas antibakteri yang efektif terhadap bakteri patogen, termasuk *Escherichia coli* karena selama proses fermentasi bahan organic terbentuk berbagai senyawa bioaktif seperti asam asetat, etanol, enzim proteolitik, serta metabolit sekunder yang bersifat antimikroba (Tallei *et al.*, 2023). Senyawa-senyawa ini bekerja secara sinergis dalam merusak struktur dinding sel bakteri, menurunkan stabilitas membran sitoplasma, serta mengganggu fungsi protein esensial bakteri, sehingga menyebabkan lisis sel dan kematian mikroorganisme. Lebih lanjut, penelitian (Lestari *et al.*, 2023) tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konssentrasi *Ecoenzyme* berbanding lurus dengan peningkatan zona hambat pertumbuhan *E. coli,* sehingga semakin menegaskan kemampuan *Ecoenzyme* sebagai agen antibakteri alami yang potensial untuk diaplikasikan dalam upaya pengolahan air dan sanitasi lingkungan.

Daun kemangi *(Ocimum basilicum)* merupakan salah satu tanaman local yang mudah ditemukan di masyarakat termasuk Kabupaten Dairi. Selain dikenal sebagai tanaman bumbu dan obat tradisional, daun kemangi mengandung senyawa aktif seperti *flavonoid, tanin, saponin*, dan minyak atsiri *(eugenol),* yang memiliki aktivitas antibakteri (Manurung and Marpaung, 2021). Kandungan bioaktif daun

kemangi tersebut memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Esherichia coli* dengan cara merusak dinding sel bakteri dan menghambat proses metabolisme selnya.

Pemanfaatan daun kemangi sebagai bahan pembuatan *Ecoenzyme* belum banyak diteliti, namun potensi antibakterinya sangat besar untuk dikembangkan sebagai koagulan alami dalama pengolahan air. Pengolahan *Ecoenzyme* daun kemangi dilakukan melalui proses fermentasi selama 90 hari menggunakan larutan gula dan air, sehingga menghasilkan cairan aktif biologis yang memiliki kemampuan sebagai koagulan sekaligus antibakteri. Dengan karakteristik terebut, *Ecoenzyme* daun kemangi dinilai dapat menjadi alternatif teknologi pengolahan air yang sederhana, murah, mudah diaplikasikan, dan berpotensi diterapkan oleh masyarakat di Kecamatan Kutabuluh.

Namun hingga saat ini belum banyak penelitian yang secara spesifik memanfaatkan *Ecoenzyme* berbahan dasar daun kemangi sebagai koagulan alami untuk menurunkan kadar *Escherichia coli* pada air bersih. Mayoritas penelitian hanya menggunakan *Ecoenzyme* berbahan kulit buah seperti jeruk, nanas, atau apel, sementara pemanfaatan tanaman herbal lokal seperti daun kemangi yang kaya senyawa antibakteri belum banyak dikembangkan. Selain itu, penelitian mengenai efektivitas *Ecoenzyme* dalam pengolahan air umumnya masih terbatas pada parameter fisik dan kimia, sedangkan pengujian terhadap parameter mikrobiologi khususnya *Escherichia coli* masih jarang dilakukan.

Di wilayah Kecamatan Kutabuluh Kabupaten Dairi, hingga saat ini juga belum ditemukan penelitian yang memanfaatkan *Ecoenzyme* daun kemangi sebagai upaya alternatif pengolahan air berbasis pemberdayaan masyarakat. Padahal angka kejadian diare di wilayah tersebut masih berada dalam 10 besar penyakit terbanyak tahun 2025 berdasarkan data Data Puskesmas Kutabuluh. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas air bersih dan sanitasi lingkungan di wilayah tersebut masih perlu mendapatkan perhatian serius.

Selain itu, penelitian mengenai penggunaan *Ecoenzyme* sebagai bioremediasi pada air masih tergolong baru terlebih jika dikaitkan dengan bakteri patogen seperti *Eshrichia coli.* Penelitian terdahulu oleh (Rahayu, Situmeang and

Nengah, 2021) menunjukkan bahwa *Ecoenzyme* memliki kemampuan antibakteri karena mengandung metaboli sekunder seperti flavonoid, terpenoid, dan senyawa asam organic yang bersifat antimikroba. Hal ini diperkuat oleh penelitian (Wikaningrum and El Dabo, 2022) yang menyatakan bahwa *Ecoenzyme* mampu menurunkan *Total Plate Count* (TPC) dan *E. coli* pada air limbah domestik. Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya dilakukan pada skala laboratorium dan menggunakan sampel yang berbeda dari kondisi riil masyarakat sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada sumber air bersih yang digunakan sehari-hari.

Berdasarkan kajian awal tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengukur efektivitas *Ecoenzyme* daun kemangi sebagai bioremiditor dalam menurunkan kadar *Escherichia coli* pada air bersih. Air bersih yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari r mata air yang disalurkan pipa di Desa Kutabuluh, Kabupaten Dairi, yang berdasarkan observasi awal yang masih berpotensi terkontaminasi bakteri dikarenakan sumber air bersih yaitu mata air disalurkan secara terbuka sehingga rentan terkena *Escherichia coli*.

Ecoenzyme daun kemangi akan diaplikasikan dalam tiga variasi konsentrasi yaitu 10 ml/L, 30 ml/L, dan 50 ml/L. Variasi konsentrasi ini dipilih berdasarkan rekomendasi ilmiah dari penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penggunaan *Ecoenzyme* dalam rentang dosis tersebut efektif dalam menurunkan bakteriologis air dan memperbaiki parameter kualitas air lainnya (Wulan *et al.*, 2024). Selain itu, dosis tersebut umum digunakan dalam penelitian *Ecoenzyme* dikarenakan memberikan efek koagulasi nyata, signifikan secara statistik, serta aman untuk diaplikasikan pada air bersih.

Bioremediasi menggunkan bahan alami menawarkan aternatif yang lebih berkelanjutan dan ekonomis. *Ecoenzyme,* hasil fermentasi limbah organik, telah terbukti memiliki aktifitas antimikroba dan kemampuan mendegradasi berbagai polutan dalam air. Sementara itu, daun kemangi *(Ocimum basilicum L)* dikenal memiliki aktifitas antibakteri kuat terhadap *E. coli* dengan nilai MIC dibawah 100 µg/mL.

Kombinasi kedua potensi ini *Ecoenzyme* sebagai bioremediator dan kemangi sebagai agen antibakteri belum pernah diteliti sebelumnya. Penelitian ini

bertujuan mengeksplorasi efektifitas *Ecoenzyme* dari daun kemangi sebagai bioremediator untuk mengurangi kadar *E. coli* pada air bersih di Kecamatan Kutabuluh Kabupaten Dairi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pemberian *Ecoenzyme* daun kemang pada berbagai variasi konsentrsasi (10ml/L, 30 ml/L, dan 50 ml/L) untuk penurunan kadar *Esherichia coli* sumber air bersih yaitu mata air yang disalurkan melalui pipa air bersih di Desa Kutabuluh, Kecamatan Tanah Pinem, Kabupaten Dairi, serta apakah konsentrasi terpilih mampu menurunkan kadar *E. coli* hingga memenuhi persyaratan mikrobiologi air minum sesuai Permenkes RI No. 2 Tahun 2023?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisis efektivitas *Ecoenzyme daun kemangi* sebagai bioremediator untuk mengurangi kadar *Escherichia coli* padas sumber air bersih yaitu mata air yang disalurkan melalui pipa di Desa Kutabuluh, Kecamatan Tanah Pinem, Kabupaten Dairi

2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui jumlah bakteri *Escherichia coli* sebelum dan setelah pemberian *Ecoenzyme* daun kemangi pada sampel air yang diuji di laboratorium.
2. Menganalisis perbandingan efektivitas tiga variasi konsentrasi *Ecoenzyme* daun kemangi (10 ml/L, 30 ml/L, 50 ml/L) dalam menurunkan kadar *E. coli.*
3. Menganalisis penurunan rata-rata *E. coli* pada masing-masing perlakuan setelah proses bioremediasi.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Sebagai sarana untuk menambah wawasan dan keterampilan dalam melakukan penelitian eksperimental di bidang Kesehatan Lingkungan,

khususnya terkait pengolahan air menggunakan bioremidiator. Penelitian ini juga meningkatkan kemampuan penulis dalam menganalisis kualitas air melalui uji laboratorium mikrobiologi serta memahami penerapan ecoenzym daun kemangi sebagai inovasi pengolahan air bersih yang ramah lingkungan.

2. **Bagi Peneliti Selanjutnya**

   Dapat menjadi referensi ilmiah dan sumber informasi bagi penelitian yang berhubungan dengan pemanfaatan ecoenzym sebagai bioremidiator dalam pengolahan air. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan, baik dengan variasi dosis ecoenzym yang berbeda, metode pengolahan yang dikombinasikan (misalnya filtrasi atau desinfeksi), atau penerapan pada parameter kualitas air lain.

3. **Bagi Institusi/Instansi Terkait**

   Dapat memberikan masukan ilmiah kepada lembaga pendidikan, instansi kesehatan, dan pemerintah daerah sebagai alternatif teknologi sederhana dan murah dalam peningkatan kualitas air bersih masyarakat. Hasil penelitian ini juga dapat menambah bahan pustaka di jurusan Kesehatan Lingkungan serta mendukung pengembangan inovasi sanitasi lingkungan di daerah yang belum memiliki sistem pengolahan air yang memadai seperti Desa Kutabuluh, Kecamatan Tanah Pinem Kabupaten Dairi.