

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi memicu berkembangnya industri produksi batubara. Di Indonesia batubara dimanfaatkan sebagai cadangan bahan bakar domestik yang diperkirakan akan meningkat menjadi 93% pada tahun 2050. Pada tahun 2016, penggunaan batubara di Indonesia didominasi dijadikan sebagai bahan bakar pembangkit energi/listrik, yaitu sebesar 62% atau sekitar 75 juta ton (Anindhita *et al.*, 2018). Di negara Indonesia teknik penambangan batubara umumnya menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining coal*). Hal ini disebabkan sebagian besar cadangan batubara berada pada dataran rendah atau pada daerah pegunungan dengan topografi yang landai dengan kemiringan lapisan batubara yang kecil $< 30^\circ$ (Luthfia *et al.*, 2021).

Pada saat aktivitas pertambangan sudah berakhir, maka industri pertambangan akan meninggalkan lubang bukaan tambang dan air asam tambang (Albertus dan Zalukhu, 2019). Air asam tambang (AAT) merupakan hasil sampingan berupa limbah yang berasal dari aktivitas kegiatan pertambangan, baik itu tambang terbuka ataupun tambang bawah tanah. Proses terbentuknya air asam tambang ini diawali oleh proses oksidasi mineral pirit (FeS_2) dan mineral sulfida lainnya ketika terpapar oleh oksigen (O_2) dan air (H_2O). AAT ini memiliki sifat asam yang dicirikan oleh pH rendah < 6 dan tingginya kandungan senyawa logam seperti besi (Fe), mangan (Mn), cadmium (Cd), aluminium (Al), dan sulfat (SO_4) (L. Hidayat, 2017).

Dampak negatif yang diakibatkan kegiatan pertambangan adalah terjadinya kerusakan ekosistem, menyebabkan perubahan bentang alam, penurunan kesuburan tanah, menimbulkan ancaman terhadap keanekaragaman hayati, penurunan kualitas air, penurunan kualitas udara, serta pencemaran lingkungan. Sedangkan dampak yang ditimbulkan dari terbentuknya air asam tambang dapat mencemari perairan dan menurunkan kualitas lingkungan terutama pada lingkungan akuatik seperti pada biota perairan yang menyebabkan berkurangnya organisme seperti plankton, benthos, ikan, tumbuhan dan pada akhirnya juga menyebabkan gangguan terhadap manusia apabila air limbah tidak dikelola dengan baik (Prianto dan Husnah, 2017; Mahyuni *et al.*, 2023).

Teknologi pengolahan air asam tambang terbagi menjadi 2 yaitu metode aktif dan pasif. Metode aktif seperti proses netralisasi, aerasi dan pengendapan. Sedangkan metode pasif dengan menggunakan proses geokimia dan biologi (Said, 2018). Metode pasif salah satunya dapat dilakukan dengan metode bioremediasi. Bioremediasi adalah objek penanganan biologis yang menggunakan mikroba untuk pemulihan lokasi yang tercemar kontaminasi. Sifat ramah lingkungan dan kelayakannya menjadikan opsi penanganan yang potensial untuk lahan tercemar limbah air asam tambang (AAT) (Anekwe dan Isa, 2023).

Dalam mengatasi pencemaran logam Fe dapat dilakukan dengan salah satu cara yaitu penggunaan bakteri. Hal ini didukung oleh penelitian Das *et al* (2008) dalam Larasati (2012), menyatakan bahwa penggunaan mikroorganisme seperti bakteri dalam pendekatan secara biologis mampu menurunkan kandungan logam berat sebagai salah satu alternatif yang efektif dan efisien dikarenakan penggunaan bakteri

sebagai agen bioremediasi memiliki dampak positif seperti biaya yang sedikit, efisiensi yang tinggi, biosorbent nya dapat diregenerasi, tidak membutuhkan nutrisi tambahan, kemampuannya dalam *recovery* logam dan *sludge* yang dihasilkan minim. Pada penelitian Male *et al* (2019) menemukan jenis bakteri *Thiobacillus* sp yang diisolasi dari limbah air asam tambang. Nadhirawaty *et al.*, (2022) melakukan uji potensi bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus cereus* dengan memiliki hasil bahwa *Bacillus cereus* pada dosis 5% mampu menurunkan Fe sebesar 35,99 – 38,92% dan pada dosis 10 % sebesar 58,96 – 62,03 %. Sedangkan *Bacillus subtilis* pada dosis 5% mampu menurunkan kadar Fe sebesar 35,66 – 41,91 % dan pada dosis 10 % sebesar 34,26 – 39,84 %.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas di Sumatera Barat terdapat beberapa industri tambang batubara namun informasi mengenai pengelolaan air asam tambang menggunakan bakteri masih minim, sehingga dilakukan penelitian ini dengan rumusan masalah sebagai berikut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penguraian informasi diatas, rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Apakah ditemukan isolat bakteri toleran logam Fe pada kolam pengolahan limbah air asam tambang batubara?
2. Apakah isolat bakteri tersebut resisten terhadap logam Fe yang diberikan pada konsentrasi bertingkat?
3. Apakah isolat bakteri resisten mampu menurunkan kadar Fe?
4. Bagaimana karakter isolat bakteri yang resisten terhadap Fe?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengisolasi bakteri toleran logam Fe dari limbah air asam tambang batubara
2. Menguji resisten isolat bakteri terhadap logam Fe yang diberikan pada konsentrasi bertingkat
3. Menguji isolat bakteri resisten dalam menurunkan kadar Fe
4. Mengkarakterisasi isolat bakteri resisten Fe yang ditemukan dari kolam pengolahan limbah air asam tambang (AAT) batubara

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu mengungkap tingkat resistensi bakteri terhadap logam besi (Fe) pada limbah air asam tambang batubara. Informasi mengenai resistensi bakteri ini jadi salah satu upaya yang diharapkan untuk pengembangan metode dalam pengelolaan lingkungan yang lebih optimal dan mencegah dampak pencemaran logam Fe melalui bioremediasi yang ramah lingkungan.

