1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran air sungai akibat limbah dari pabrik kelapa sawit menjadi isu penting di Aceh Utara, mengingat luasnya industri ini dan jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah cair pabrik kelapa sawit mengandung bahan organik tinggi dan zat-zat berbahaya seperti logam berat serta pestisida, yang jika tidak diolah dengan baik bisa menyebabkan penurunan kualitas air secara signifikan dan membahayakan ekosistem perairan (Fahri *et al*., 2018). Dampaknya, lingkungan sekitar sungai menjadi tidak sehat, dan keberadaan sumber air untuk budidaya ikan menjadi terancam, bahkan berisiko menimbulkan penyakit pada ikan yang dipelihara.

Limbah cair pabrik kelapa sawit berwarna kecoklatan, terdiri dari padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan COD dan BOD tinggi 68.000 ppm dan 27.000 ppm, bersifat asam (pH nya 3,5 – 4), terdiri dari 95% air, 4-5% bahan-bahan terlarut dan tersuspensi (selulosa, protein, lemak) dan 0,5-1% residu minyak yang sebagian besar berupa emulsi. Kandungan TSS LCPKS tinggi sekitar 1.330 –50.700 mg/L, tembaga (Cu) 0,89 ppm, besi (Fe) 46,5 ppm dan seng (Zn) 2,3 ppm serta amoniak 35 ppm (Ma, 2000).

Teknologi fitoremediasi merupakan salah satu solusi ramah lingkungan yang sedang dikembangkan untuk mengurangi pencemaran air secara alami. Metode ini memanfaatkan tanaman atau mikroorganisme yang mampu menyerap dan memetabolisme kontaminan di dalam air, sehingga kualitas air dapat diperbaiki tanpa menggunakan bahan kimia sintetis (Wu *et al*., 2019). Di antara berbagai mikroorganisme, mikroalga muncul sebagai salah satu kandidat unggul karena kemampuannya melakukan fotosintesis sekaligus menyerap zat-zat pencemar.

Salah satu mikroalga yang potensial digunakan dalam fitoremediasi adalah *Nannochloropsis oculata*. Alga ini diketahui memiliki kemampuan dalam menyerap zat-zat berbahaya seperti logam berat (misalnya merkuri, tembaga, dan timbal) menunjukkan potensi yang menjanjikan untuk digunakan dalam pengolahan limbah cair. Melalui proses bioadsorpsi dan bioakumulasi, *Nannochloropsis oculata* mampu mengikat dan mengakumulasi logam berat secara

efektif, sehingga membantu mengurangi tingkat polusi di lingkungan. Beberapa studi seperti yang dilakukan oleh (Ahmad *et al*., 2021). Selain itu*, Nannochloropsis oculata* mampu meningkatkan kadar oksigen dalam air, yang sangat penting untuk keberlangsungan hidup ikan dalam budidaya perikanan (Wang *et al.,* 2020).

Penerapan biofilm *Nannochloropsis oculata* dalam fitoremediasi menawarkan keunggulan karena keberadaan biofilm mampu meningkatkan efisiensi penyerapan kontaminan dan memudahkan proses implementasinya di lapangan (Nguyen *et al*., 2017). Dengan adanya biofilm ini, pertumbuhan alga bisa lebih optimal dan stabil, sehingga proses pembersihan air sungai dari limbah pabrik kelapa sawit dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata dalam* meningkatkan kualitas air sungai kawasan yang tercemar limbah pabrik kelapa sawit, khususnya agar tetap layak digunakan untuk budidaya perikanan. Penggunaan biofilm dari *Nannochloropsis oculata* ini diharapkan dapat mempercepat proses pembersihan air sehingga mutu air bisa dipertahankan dalam jangka panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang melatar belakangi penelitian ini adalah tingginya intensitas pencemaran yang terjadi di perairan oleh aktivitas pabrik kelapa sawit yang menyebabkan penurunan kualitas air hingga kematian biota perairan. Selain itu, pencemaran perairan juga akhirnya berdampak pada rendahnya pasokan air tawar yang dapat digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan. Adapun rumusan masalah penelitian ini secara khusus yaitu sebagai berikut:

1. Apakah fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata* mempengaruhi kualitas fisik air limbah pabrik kelapa sawit ?
2. Apakah fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata* mempengaruhi kualitas kimia air limbah pabrik kelapa sawit ?
3. Apakah fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata* mempengaruhi logam berat air limbah pabrik kelapa sawit ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata* terhadap suhu air limbah pabrik kelapa sawit.
2. Menganalisis pengaruh fitoremediasi dengan biofilm *Nannochloropsis oculata* terhadap kualitas kimia air seperti kadar DO, pH, salinitas, amoniak, nitrat, dan fosfat limbah pabrik kelapa sawit.
3. Menganalisis pengaruh fitoremediasi menggunakan biofilm *Nannochloropsis oculata* terhadap konsentrasi logam berat dalam air limbah pabrik kelapa sawit, seperti kobalt (Co), cadmium (Cd), tembaga (Cu), timah hitam (Pb).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini nantinya adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh bukti ilmiah terkait fitoremediasi air limbah pabrik kelapa sawit menggunakan *Nannochloropsis oculata* tehadap parameter kualitas fisik air, kimia air,dan logam berat air limbah kelapa sawit.
2. Memberikan wawasan baru bagi penulis dan masyarakat mengenai pemanfaatan mikroalga sebagai bahan alternatif.
3. Sebagai referensi dan informasi bagi penulis selanjutnya yang tertarik untuk mengkaji dan meneliti tentang pembentukan biofilm mikroalga *Nannochloropsis oculata*.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Implementasi biofilm *Nannochloropsis oculata* tidak berpengaruh terhadap kualitas fisik air, kimia air, dan logam berat air limbah pabrik kelapa sawit.

H_1 : Implementasi biofilm *Nannochloropsis oculata* berpengaruh terhadap kualitas fisik air, kimia air, dan logam berat air limbah pabrik kelapa sawit.