BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu industri terbesar di Indonesia. Jumlah pabrik kelapa sawit berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2022 sebanyak 2.389 pabrik kelapa sawit. Luas perkebunan kelapa sawit dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang awalnya 14,33 juta hektar pada tahun 2018 menjadi 15,34 juta hektar pada tahun 2022. Peningkatan tersebut akan mengakibatkan meningkatnya produksi *Crude Palm Oil* (CPO) dari 42,88 juta ton tahun 2018 menjadi 46,82 juta ton tahun 2022 (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan, 2023). Bertambahnya produksi CPO oleh pabrik kelapa sawit tentu akan meningkatkan limbah cair yang dihasilkan atau disebut *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang sangat berbahaya terhadap lingkungan apabila tidak diolah dengan tepat (Mekpan dkk., 2024).

Palm Oil Mill Effluent (POME) adalah limbah cair hasil dari produksi CPO yang berwarna coklat, berbau tidak sedap, dan mengandung kontaminan organik (fenolik, lignin, dan pektin) (Ismail dkk., 2024a). POME mengandung sulfur dioksida, metana, amonia, nitrogen, fosfor, kalium, dan magnesium sehingga apabila mengalir ke lingkungan perairan bersifat korosif dan dapat menyebabkan eutrofikasi, menurunkan oksigen terlarut, kematian biota air, dan kekeruhan air (Noor dkk., 2024). Kandungan-kandungan tersebut juga mengakibatkan tingginya konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Nitrogen Total (N-Total) pada POME yang masing-masing dapat mencapai 8.200–35.000 mg/L, 15.103–65.100 mg/L, dan 180 – 1.400 mg/L (Rahayu dkk., 2015; Rajani dkk., 2019). Oleh karena itu, konsentrasi bahan pencemar tersebut harus memenuhi nilai baku mutu BOD (100 mg/L), COD (350 mg/L), dan N-Total (50 mg/L) sebelum dialirkan ke lingkungan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Pengolahan POME umumnya diolah secara biologi menggunakan sistem anaerobik, aerobik, dan fakultatif. Pengolahan tersebut digunakan oleh banyak perusahaan dikarenakan memiliki sistem yang sederhana dan hemat biaya. Dibalik

keunggulan tersebut, pengolahan tersebut memiliki beberapa kekurangan, seperti kebutuhan kolam yang besar, waktu retensi yang lama, dan hasil pengolahan yang belum memenuhi baku mutu sehingga mengakibatkan banyak perusahaan yang gagal mengolah POME (Ismail dkk., 2024a). Salah satu teknologi yang dapat membantu meningkatkan kualitas limbah cair tersebut yaitu koagulasi-flokulasi (Chung dkk., 2018). Teknologi koagulasi-flokulasi memanfaatkan koagulan sebagai bahan yang membantu mengikat polutan pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit sehingga membentuk flok-flok dan mengendap di dasar kolam pengolahan. Koagulasi-flokulasi umumnya menggunakan bahan kimia sebagai koagulan karena terbukti memiliki efisiensi yang tinggi, tetapi penggunaan koagulan kimia akan menghasilkan endapan lumpur yang mengandung zat beracun dalam jumlah yang besar sehingga diperlukan inovasi koagulan alami yang ramah lingkungan (Hartal dkk., 2024)

Daun gambir (*Uncaria gambir Roxb*) merupakan tanaman yang mengandung katekin diikuti asam kateku tanat yang termasuk ke golongan tanin. Jumlah katekin pada ekstrak daun gambir dapat mencapai 95% dan jumlah asam kateku tanat 20-55% (Amos, 2010). Katekin dan kateku tanat merupakan senyawa flavonoid yang mengandung gugus hidroksil (Santoso dan Pangawikan, 2022). Gugus hidroksil merupakan salah satu gugus yang memiliki peran utama pada pengikatan polutan pencemar saat proses koagulasi-flokulasi. Gugus hidroksil memiliki kecenderungan mendonorkan elektron sehingga mampu membentuk ikatan dengan senyawa lain (Arief dkk., 2015). Proses koagulasi-flokulasi oleh gugus hidroksil akan mengikat polutan pencemar akibat adanya gaya tarik-menarik (perbedaan muatan) sehingga terbentuk flok. Oleh karena itu, ekstrak daun gambir yang memiliki kandungan katekin (termasuk golongan tanin) memiliki potensi sebagai biokoagulan dalam proses koagulasi-flokulasi (Kurniawan dkk., 2022).

Penggunaan ekstrak daun gambir yang mengandung katekin sebagai biokoagulan diperkuat oleh penelitian daun ketapang sebagai biokoagulan yang mengandung tanin sekitar 12,58% dapat menurunkan COD dan BOD pada air Kanal Panampu (Ramadhani dkk., 2023). Penelitian biokoagulan juga banyak dilakukan seperti biokoagulan ekstrak daun kelor yang menggunakan dosis 2000 mg/L mampu menyisihkan parameter COD dan N-Total masing-masing sebesar 51,21% dan

89,81% pada limbah cair pabrik kelapa sawit. Setiap biokoagulan memiliki kandungan yang berbeda-beda dan kebanyakan biokoagulan masih belum mampu menyaingi keunggulan koagulan kimia. Oleh karena itu, ekstrak daun gambir dapat menjadi alternatif biokoagulan alami karena kandungan katekin yang tidak ditemukan pada biokoagulan lain yang telah diteliti (Jagaba dkk., 2020).

Penelitian ini menganalisis efektivitas biokoagulan dari ekstrak daun gambir dalam mengurangi kadar pencemar pada limbah cair pabrik kelapa sawit. Sampel yang dianalisis merupakan limbah yang telah melalui (efluen) instalasi pengolahan air limbah (IPAL) atau diambil dari *buffer pond* dikarenakan beberapa parameter pencemar belum memenuhi baku mutu. Digunakan juga sampel cair *artificial* yang konsentrasi bahan pencemarnya dibuat agar menyerupai sampel limbah cair pabrik kelapa sawit sebelum dilakukan pengolahan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis kemampuan biokoagulan dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan N-Total pada efluen IPAL serta membandingkan efektivitasnya terhadap sampel *artificial* yang menyerupai influen. Penentuan analisis dosis terbaik yang akan dilakukan dengan *Multi-Criteria Decision Analysis* metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi biokoagulan alternatif pengolahan limbah cair yang dapat diterapkan oleh industri pengolahan kelapa sawit.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini yaitu mengembangkan inovasi biokoagulan berbasis ekstrak daun gambir untuk menyisihkan N-total dan bahan organik yang terukur sebagai BOD dan COD dari efluen IPAL dari pabrik kelapa sawit dan limbah *artificial* yang menyerupai infuen IPAL pabrik kelapa sawit.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga tujuan, yaitu:

1. Menentukan dan membandingkan efisiensi penyisihan N-total dan bahan organik yang terukur sebagai BOD serta COD dari efluen IPAL pabrik kelapa sawit menggunakan biokoagulan ekstrak daun gambir dengan variasi dosis 1000 mg/L, 2000 mg/L, 3000 mg/L, dan 4000 mg/L.
2. Membandingkan efektivitas biokoagulan ekstrak daun gambir dalam penyisihan N-total, BOD, dan COD pada efluen IPAL pabrik kelapa sawit dengan limbah *artificial* yang menyerupai influen sebelum pengolahan.
3. Melakukan *Multi-Criteria Decision Analysis* dengan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk menentukan dosis biokoagulan optimum.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat antara lain:

1. Sebagai alternatif pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang efisien dan ramah lingkungan.
2. Pemanfaatan bahan lokal berupa daun gambir menjadi biokoagulan sehingga dapat meningkatkan nilai jual daun gambir.
3. Menggali informasi tentang koagulan alami berupa biokoagulan ekstrak daun gambir.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini dilaksanakan dalam skala laboratorium.
2. Sampel limbah cair yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit berupa sampel cair *artificial* yang menyerupai limbah cair pabrik kelapa sawit tanpa pengolahan dan limbah cair pabrik kelapa sawit dari efluen IPAL pabrik kelapa sawit yang diambil di *buffer pond*.
3. Biokoagulan yang digunakan adalah biokoagulan dari ekstrak daun gambir dalam bentuk padat (solid) yang dibuat melalui metode maserasi, pengentalan menggunakan *rotary evaporator*, dan *freeze drying*.

4. Variasi dosis biokoagulan ekstrak daun gambir yang digunakan yaitu 1000 mg/L, 2000 mg/L, 3000 mg/L, dan 4000 mg/L.
5. Parameter yang diukur yaitu N-total dan bahan organik yang terukur sebagai BOD serta COD.
6. Hasil penelitian berupa konsentrasi parameter sampel efluen IPAL pabrik kelapa sawit dan sampel cair *artificial* yang diuji dibandingkan dengan baku mutu yang tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 05 Tahun 2014.
7. Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sentral Universitas Andalas dan laboratorium di Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas, yaitu Laboratorium Air, Laboratorium Buangan Padat, dan Laboratorium Penelitian.
8. Analisis yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian yaitu *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) dengan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang permasalahan, maksud serta tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian, batasan ruang lingkup studi, serta sistematika penulisan laporan secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori serta peraturan-peraturan yang relevan yang dijadikan acuan dalam mendukung dan menganalisis penelitian mengenai efektivitas daun gambir sebagai biokoagulan dalam mengurangi kandungan bahan organik dan nitrogen pada sampel efluen Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pabrik kelapa sawit dan sampel cair *artificial*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metodologi yang diterapkan dalam penelitian, yang meliputi waktu dan lokasi penelitian, variabel yang diteliti, tahapan-tahapan penelitian dari pembuatan biokoagulan hingga pengujian parameter yang akan dianalisis, serta cara-cara analisis data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian dan analisis yang mencakup kondisi sampel, jenis biokoagulan yang digunakan, perubahan konsentrasi dari parameter yang diuji, serta tingkat efisiensi dalam penyisihan parameter-parameter yang diuji.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dan rekomendasi yang diambil berdasarkan hasil dari seluruh proses penelitian yang telah dilaksanakan.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA