

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis penopang perekonomian Indonesia. Pada tahun 2022, Indonesia memproduksi kelapa sawit sekitar 46,82 juta ton (BPS, 2023). Proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, dikenal sebagai *Palm Oil Mill Effluent* (POME), dengan volume rata-rata 0,5–0,75 m<sup>3</sup> per ton TBS (Akhbari *et al.*, 2020). Limbah cair kelapa sawit (POME) mengandung senyawa organik seperti minyak residu, protein, dan karbohidrat, yang menyebabkan tingginya parameter pencemar organik. Penelitian (Masthura *et al.*, 2022) melaporkan bahwa di Indonesia nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) 243 mg/L dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) 649 mg/L. Nilai tersebut jauh melebihi baku mutu pembuangan limbah cair ke lingkungan, yaitu BOD 100 mg/L dan COD 350 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 (Ady Water, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembuangan POME tanpa pengolahan yang memadai berpotensi menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan, memicu eutrofikasi, menimbulkan bau, serta menghasilkan emisi gas metana yang bersifat gas rumah kaca (Pallikodatha *et al.*, 2025). Tingginya kandungan nutrisi organik dalam POME juga menjadikan limbah ini sebagai media pertumbuhan mikroorganisme heterotrofik, termasuk bakteri penghasil biosurfaktan. Oleh karena itu, pemanfaatan POME sebagai sumber isolat bakteri tidak hanya berkontribusi dalam pengurangan dampak pencemaran limbah, tetapi juga membuka peluang pengembangan produk bioaktif bernilai tambah, seperti biosurfaktan (Sari *et al.*, 2020).

Biosurfaktan adalah surfaktan alami hasil metabolisme mikroorganisme seperti bakteri, khamir, dan jamur yang bersifat amfipatik karena mengandung gugus hidrofilik dan hidrofobik (de Souza *et al.*, 2024). Jika dibandingkan dengan surfaktan sintesis berbasis petrokimia, biosurfaktan lebih ramah lingkungan, mudah terurai, tidak toksik, serta stabil pada kondisi ekstrem (de Souza *et al.*, 2024). Salah satu kendala utama produksi biosurfaktan adalah biaya substrat yang tinggi,

sehingga pemanfaatan substrat murah dan melimpah seperti POME menjadi alternatif yang ekonomis sekaligus berkelanjutan (Datta & Chattopadhyay, 2024). Mikroba yang umum ditemukan dalam POME antara lain *Bacillus* dan *Pseudomonas*, keduanya diketahui mampu menghasilkan biosurfaktan seperti surfaktin dan rhamnolipid dengan aktivitas emulsifikasi tinggi (Damayana *et al.*, 2024; Khemkhao *et al.*, 2021).

Selain aplikasinya di bidang industri dan lingkungan, biosurfaktan kini menarik perhatian dalam bidang medis karena memiliki aktivitas antibakteri dan antibiofilm (Choudhary *et al.*, 2024). Hal ini relevan dengan meningkatnya kasus resistensi antimikroba (AMR), di mana *World Health Organization* (WHO) memperkirakan AMR dapat menyebabkan hingga 10 juta kematian per tahun pada 2050 (World Health Organization, 2019). Infeksi akibat *Staphylococcus aureus* dan *Cutibacterium acnes* menjadi perhatian utama, karena keduanya merupakan penyebab umum penyakit kulit, termasuk jerawat, yang sering resisten terhadap antibiotik topikal (M. Patel *et al.*, 2021). Dalam konteks ini, biosurfaktan dari POME berpotensi menjadi agen antibakteri alami yang mampu menghambat pertumbuhan dan pembentukan biofilm bakteri penyebab jerawat (Mishra *et al.*, 2020).

Biofilm merupakan agregat sel bakteri yang terbungkus matriks polimer ekstraseluler, menjadikan mikroba di dalamnya lebih resisten terhadap antibiotik hingga 1.000 kali lipat dibandingkan sel planktonik (Pokharel *et al.*, 2022). Mekanisme antibiofilm biosurfaktan umumnya melibatkan gangguan adhesi sel, peningkatan permeabilitas membran, dan perusakan matriks biofilm (Patel *et al.*, 2021). Studi *in vitro* menunjukkan bahwa surfaktin mampu menurunkan pembentukan biofilm *S. aureus* hingga 80% (Mishra *et al.*, 2020). Dengan demikian, eksplorasi biosurfaktan dari isolat bakteri POME untuk aplikasi antibakteri dan antibiofilm menjadi langkah potensial menuju pengembangan bahan aktif alami dalam bidang kesehatan kulit dan kosmetik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi biosurfaktan yang dihasilkan oleh sepuluh isolat bakteri asal limbah cair kelapa sawit (POME) melalui uji aktivitas antibakteri dan antibiofilm.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil skrining aktivitas biosurfaktan dari sepuluh isolat bakteri yang berasal dari limbah cair kelapa sawit (POME)?
2. Bagaimana identifikasi molekuler dari isolat bakteri terpilih hasil skrining biosurfaktan?
3. Apakah ekstrak biosurfaktan yang dihasilkan isolat terpilih memiliki aktivitas antibakteri dan antibiofilm terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus aureus*?
4. Bagaimana profil senyawa ekstrak biosurfaktan yang dihasilkan oleh isolat bakteri potensial?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antibakteri dan antibiofilm dari ekstrak biosurfaktan yang dihasilkan oleh isolat bakteri asal limbah cair kelapa sawit (POME), serta melakukan identifikasi molekuler isolat terpilih sebagai penghasil biosurfaktan.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengevaluasi aktivitas biosurfaktan dari sepuluh isolat bakteri yang berasal dari limbah cair kelapa sawit (POME)
2. Mengidentifikasi isolat bakteri terpilih hasil skrining menggunakan analisis molekuler berbasis gen 16S rRNA
3. Menentukan aktivitas antibakteri dan antibiofilm biosurfaktan terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus aureus*, dan
4. Menganalisis profil ekstrak biosurfaktan yang dihasilkan oleh isolat bakteri potensial menggunakan FTIR dan LC-MS/MS

#### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, sebagai sarana untuk menambah wawasan dan keterampilan dalam bidang mikrobiologi dan bioteknologi, khususnya dalam analisis bioaktivitas antibakteri, antibiofilm, serta karakterisasi biosurfaktan dari isolat bakteri asal limbah cair kelapa sawit (POME).
2. Bagi bidang kesehatan, hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah mengenai potensi biosurfaktan sebagai agen antibakteri dan antibiofilm terhadap *Cutibacterium acnes* dan *Staphylococcus aureus*, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan alternatif bahan aktif antimikroba yang ramah lingkungan.
3. Bagi perguruan tinggi, sebagai bentuk implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam kegiatan penelitian dan publikasi ilmiah, serta dapat mendukung peningkatan reputasi akademik dalam bidang bioteknologi dan aplikasi biosurfaktan.
4. Bagi masyarakat dan industri, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah untuk pemanfaatan limbah cair kelapa sawit sebagai sumber mikroba penghasil biosurfaktan alami yang berpotensi dikembangkan menjadi produk bernilai tambah di bidang kesehatan dan industri berkelanjutan.