

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Surfaktan alami mulai dikembangkan dan mendapat perhatian yang semakin besar karena sifatnya yang lebih aman daripada surfaktan sintetis. Surfaktan alami dapat berasal dari tumbuhan maupun mikroorganisme. Surfaktan alami dari tumbuhan salah satunya *saponin* yang diekstraksi dari tanaman *Quillaja saponaria* bersifat biodegradabel, rendah toksisitas, dan ramah lingkungan (Parmar dkk., 2025; Zhu dkk., 2019). Biosurfaktan merupakan surfaktan alami yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Candida*, *Rhodococcus*, dan *Corynebacterium*, dengan keunggulan berupa biokompatibilitas, stabil pada kondisi suhu dan salinitas tinggi, serta kemampuan biodegradasi yang tinggi, sehingga menjadikannya kandidat pengganti surfaktan sintetis dalam berbagai aplikasi industri (Parmar dkk., 2025).

Biosurfaktan dihasilkan oleh mikroorganisme salah satunya adalah endofit. Endofit merupakan mikroorganisme baik bakteri maupun fungi yang hidup dan berkolonisasi di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan dampak negatif pada tanaman inangnya, serta membentuk hubungan simbiotik yang saling menguntungkan (Orozco-Mosqueda & Santoyo, 2021). Beberapa genus bakteri endofit yang dilaporkan mampu memproduksi biosurfaktan antara lain, bakteri endofit *Burkholderia sp.* WYAT7 menghasilkan biosurfaktan dengan jenis glikolipid (A dkk., 2020), selain itu penelitian Wu et al., (2019) melaporkan bahwa

bakteri endofit *Bacillus safensis* ZY16 mampu memproduksi biosurfaktan, termasuk rhamnolipid.

Meningkatnya kesadaran global terhadap isu keberlanjutan dan pencemaran lingkungan mendorong penggunaan biosurfaktan sebagai surfaktan alami yang ramah lingkungan (Parmar dkk., 2025). Biosurfaktan memiliki keunggulan lingkungan, tetapi produktivitasnya masih relatif rendah dan biaya produksinya lebih tinggi sehingga membatasi penerapan industri. Kondisi tersebut menjadi salah satu kendala utama dalam penerapan biosurfaktan pada skala industri (Khan dkk., 2025). Berbagai studi menunjukkan bahwa rekayasa genetika mikroba, optimalisasi kondisi kultur, termasuk media, sumber karbon, rasio C/N, dan kondisi fermentasi, dapat meningkatkan efisiensi produksi biosurfaktan dan menurunkan biaya produksi (Moutinho LF dkk., 2021).

Sumber karbon terbukti menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi produksi biosurfaktan karena berperan dalam pertumbuhan mikroba, aktivitas metabolisme, dan jumlah biosurfaktan yang dihasilkan (Hua dkk., 2015). Studi oleh Sonbhadra and Pandey (2025) melaporkan penggunaan sumber karbon hidrofilik seperti glukosa dan gliserol mampu menghasilkan biosurfaktan 1,8 g/L dan 2 g/L dibandingkan minyak sebesar 0,8 g/L pada jam ke-24 oleh *Bacillus* SMP-2. Studi oleh Shahabi Rokni dkk., (2024) melaporkan penggunaan sumber karbon hidrofilik seperti molase mampu menghasilkan biosurfaktan hingga 5,8 g/L dibandingkan minyak sebesar 4,0 g/L pada jam ke-80 oleh *Pseudomonas putida* KT2440. Penggunaan substrat kombinasi mampu meningkatkan pertumbuhan sel hingga 1,48 g/L (2,34 kali lipat) dan produksi biosurfaktan hingga 4,28 g/L (3,4

kali lipat) dibandingkan sumber karbon tunggal (Pathania & Jana, 2020). Penelitian Bezza and Chirwa (2020) melaporkan bahwa penggunaan sumber karbon hidrofobik pada strain *Bacillus subtilis* CN2 menghasilkan biosurfaktan hingga 10 kali lebih tinggi dibandingkan penggunaan gliserol. Rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) juga dilaporkan memengaruhi produksi biosurfaktan, sebagaimana dilaporkan *Bacillus subtilis* SMP-2 mencapai produksi 8,13 g/L biosurfaktan pada rasio C/N 3:1 (Sonbhadra & Pandey, 2025).

Bakteri endofit dari tanaman yang hidup di lingkungan ekstrem diketahui memiliki potensi menghasilkan berbagai metabolit sekunder, termasuk biosurfaktan. Penelitian mengenai potensi biosurfaktan dari bakteri endofit tanaman ekstrem masih relatif terbatas. (Laili, 2024) berhasil mengisolasi 16 isolat bakteri endofit dari tanaman paku geothermal, yang kemudian dilakukan skrining biosurfaktan oleh Keshia (2025) dan menghasilkan beberapa isolat potensial, salah satunya *Bacillus* sp. GSP-D3. Produksi maksimum biosurfaktan dari *Bacillus* sp. GSP-D3 dicapai pada hari ke-7 menggunakan sumber karbon minyak sawit dan dikodekan sebagai Bs-D3-PO. Waktu produksi tersebut masih dinilai kurang efisien untuk aplikasi industri. Salah satu faktor penting yang memengaruhi efisiensi produksi biosurfaktan adalah jenis sumber karbon yang digunakan. Berbagai penelitian melaporkan bahwa sumber karbon hidrofilik, kombinasi, maupun hidrofobik dapat memberikan pengaruh berbeda terhadap produksi biosurfaktan pada masing-masing mikroorganisme. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi sumber karbon hidrofilik, kombinasi hidrofilik - hidrofobik, dan hidrofobik terhadap produksi serta aktivitas

biosurfaktan oleh isolat *Bacillus sp.* GSP-D3. Biosurfaktan yang dihasilkan menggunakan sumber karbon terpilih selanjutnya dikarakterisasi dan diuji bioaktivitasnya, meliputi aktivitas antibakteri dan antioksidan untuk mengevaluasi potensi keamanan dan fungsionalitasnya pada aplikasi industri kosmetik dan pangan.

## **I.2 Tujuan penelitian**

Berikut adalah tujuan penelitian yang akan dilakukan

1. Menganalisis pengaruh variasi sumber karbon terhadap produksi biosurfaktan oleh isolat *Bacillus sp.* GSP-D3.
2. Mengkarakterisasi senyawa biosurfaktan yang dihasilkan oleh isolat *Bacillus sp.* GSP-D3 menggunakan sumber karbon terpilih dengan uji metilen blue, uji biuret dan strukturnya dengan FTIR dan GC-MS.
3. Melakukan uji aktivitas biosurfaktan isolat *Bacillus sp.* GSP-D3 , meliputi uji antioksidan dengan metode DPPH, ABTS, dan FRAP; serta uji antibakteri dengan metode makrodilusi.