

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Antioksidan memiliki peran penting dalam menetralkan radikal bebas dan *reactive oxygen species* (ROS) yang dihasilkan baik dari proses metabolisme maupun akibat paparan lingkungan seperti radiasi, polusi, dan bahan kimia. Kelebihan ROS dalam tubuh dapat memicu stres oksidatif yang berkontribusi terhadap berbagai gangguan biologis, seperti peradangan, penuaan dini, diabetes, hingga kanker. Oleh karena itu, pencarian sumber antioksidan yang efektif dan berkelanjutan terus menjadi fokus penelitian, terutama yang berasal dari sumber alami.

Mikroorganisme, khususnya bakteri endofit, merupakan sumber metabolit sekunder yang sangat potensial karena memiliki laju pertumbuhan cepat, siklus hidup pendek, serta mudah dimanipulasi kondisi kulturnya untuk mengoptimalkan produksi senyawa bioaktif (Li dkk., 2021). Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan kerusakan dan mampu menghasilkan beragam metabolit sekunder termasuk flavonoid, fenolik, terpenoid, dan karotenoid yang memiliki aktivitas antioksidan melalui mekanisme donasi atom hidrogen maupun transfer elektron (Korczowska-Łącka dkk, 2023).

Penelitian telah melakukan eksplorasi endofit dari tanaman yang tumbuh di kawasan geotermal Gedong Songo, dan hasilnya menunjukkan tingginya potensi isolat-isolat tersebut. Putri (2023) berhasil mengisolasi bakteri endofit dari lumut di kawasan tersebut, salah satunya *Micrococcus* sp.

GSB-L11 yang menunjukkan aktivitas antioksidan kuat ($IC_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$). Salah satu tantangan yang dihadapi dalam pemanfaatan isolat endofit adalah ketidakstabilan fenotipik saat ditumbuhkan dalam kondisi laboratorium yang berbeda dengan habitat aslinya. *Micrococcus* sp. GSB-L11 menunjukkan fenomena koloni yang semula berpigmen kuning berubah menjadi putih setelah peremajaan berulang di laboratorium. Pigmen sendiri merupakan salah satu produk metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri sebagai mekanisme pertahanan diri terhadap tekanan lingkungan, seperti stres oksidatif, radiasi UV, dan kondisi nutrisi yang terbatas. Produksi pigmen pada bakteri, termasuk sarcinaxanthin pada *Micrococcus* sp., dikendalikan oleh biosynthetic gene cluster (BGC) yang teraktivasi saat bakteri menghadapi kondisi stres (Mao dkk, 2018; Ratnakaran dkk, 2020). Sehingga Perubahan pigmen ini mencerminkan regulasi ekspresi *biosynthetic gene cluster* (BGC) yang responsif terhadap kondisi lingkungan pada kondisi laboratorium standar, BGC cenderung berada dalam keadaan *silent* sehingga metabolit sekunder yang dihasilkan tidak optimal (Mao dkk, 2018).

Berbeda dengan metode analisis terselia seperti LDA yang memerlukan label kelas awal dan rentan terhadap overfitting pada jumlah sampel yang terbatas, PCA bersifat tak terselia (unsupervised), mereduksi dimensi data, dan menampilkan pengelompokan alami antar sampel tanpa asumsi kelas. Oleh karena itu, PCA dipilih sebagai analisis eksploratif untuk membandingkan profil metabolit sekunder antar kondisi OSMAC (Worley & Powers, 2013).

I.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan pendekatan OSMAC (*One Strain Many Compounds*) melalui variasi kondisi kultur berupa penggunaan media NB 0,5% dan penambahan elisitor H₂O₂ untuk menginduksi produksi metabolit sekunder antioksidan pada isolat *Micrococcus* sp. GSB-L11
2. Menganalisis profil pigmen metabolit sekunder hasil OSMAC menggunakan spektrofotometri UV-Vis
3. Menentukan aktivitas antioksidan ekstrak metabolit sekunder hasil OSMAC menggunakan metode DPPH, ABTS, dan FRAP
4. Mengidentifikasi gugus fungsi metabolit sekunder hasil OSMAC menggunakan FTIR
5. Menganalisis perbedaan profil metabolit sekunder antar kondisi OSMAC menggunakan FTIR-PCA