

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Plastik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia karena memberikan kemudahan dan efisiensi dalam berbagai aspek. Material plastik banyak digunakan dalam berbagai produk seperti kemasan makanan, botol minuman, dan peralatan rumah tangga karena sifatnya yang ringan, tahan lama, fleksibel, serta biaya produksinya yang relatif rendah. Sebagian besar plastik *non-biodegradable*, seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), polistirena (PS), dan polietilena tereftalat (PET) memiliki biodegradabilitas yang rendah, sehingga sulit terurai di lingkungan dan menyebabkan penumpukan limbah yang menjadi ancaman serius bagi lingkungan (Getino *et al.* 2024). Penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan sebagai bahan baku utama plastik *non-biodegradable* juga menimbulkan permasalahan tersendiri. Kehadiran plastik *biodegradable* yang terbuat dari sumber daya terbarukan dan mudah terdegradasi, menjadi alternatif yang potensial untuk menggantikan plastik *non-biodegradable* sebagai upaya dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Cueva *et al.* 2022).

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, muncul kebutuhan alternatif material plastik, yaitu poli-asam laktat (PLA) yang merupakan poliester berbasis asam laktat yang bersifat *biodegradable* dan

*biocompatible*. *Biodegradable* adalah kemampuan suatu bahan atau senyawa untuk terurai secara alami oleh aktivitas mikroorganisme, sedangkan *biocompatible* adalah kemampuan suatu bahan untuk berkontak langsung dengan tubuh manusia tanpa menimbulkan efek yang merugikan (Vert *et al.* 2012). *Biocompatible* penting dalam pengembangan material dan teknologi medis untuk memastikan keamanan dan efektivitas dalam penggunaannya di tubuh manusia (Mukherjee & Koller, 2023). PLA memiliki transparansi yang tinggi, namun proses sintesisnya umum dilakukan dengan menggunakan katalis logam berbahaya yang menyebabkan adanya residu katalis logam. Residu katalis logam dapat menurunkan biokompatibilitas dan meningkatkan toksisitas, sehingga menjadi hambatan utama bagi penggunaan PLA pada bidang medis (Balla *et al.* 2021).

Alternatif material plastik lainnya adalah PHA yang merupakan poliester alami yang dapat terurai dalam kondisi aerob maupun anaerob. Selain sifatnya yang *biodegradable* dan *biocompatible*, PHA memiliki fleksibilitas struktur monomer yang dapat disesuaikan untuk berbagai aplikasi industri (Meereboer *et al.* 2020). Salah satu jenis PHA yang paling umum adalah polihidroksibutirat (PHB) yang tersusun dari monomer 3-hidroksibutirat. PHB dapat sepenuhnya disintesis oleh mikroba melalui proses fermentasi, namun PHB memiliki sifat transparansi yang rendah serta sifatnya yang mudah rapuh (Santos *et al.* 2017). Pengembangan kopolimer P(LA-co-3HB) dengan menambahkan monomer laktat dan 3-hidroksibutirat

merupakan strategi yang potensial karena akan menghasilkan plastik yang lebih lentur dan transparan (Yamada *et al.* 2011).

Produksi polihidroksialkanoat (PHA) sangat dipengaruhi oleh jenis sumber karbon yang digunakan dalam proses fermentasi. Penggunaan glukosa sebagai sumber karbon yang mudah dimetabolisme oleh bakteri akan mendukung pertumbuhan sel secara optimal, sedangkan penggunaan sodium laktat akan menghasilkan variasi komposisi monomer PHA karena perbedaan jalur metabolisme yang dilalui selama proses biosintesis. Penambahan sodium laktat akan menghasilkan kopolimer P(LA-co-3HB) yang akan memberikan fleksibilitas dengan sifat fisik dan termal yang dapat disesuaikan menurut kebutuhan aplikasi (Taguchi *et al.* 2008). Pemilihan jumlah sumber karbon yang tepat, dengan demikian menjadi faktor utama dalam mengoptimalkan produksi dan karakteristik dari PHA yang dihasilkan (Singh *et al.* 2021).

Beberapa mikroorganisme diketahui memiliki kemampuan dalam memanfaatkan sumber karbon untuk menghasilkan PHA, termasuk *Bacillus thuringiensis*, *Burkholderia* sp. dan *Cupriavidus oxalaticus*. Penelitian Ratnaningrum *et al.* (2019) telah mengevaluasi kemampuan ketiga bakteri tersebut dalam mengakumulasi PHA menggunakan glukosa sebagai sumber karbon dengan *Burkholderia* sp. B73 yang menunjukkan akumulasi tertinggi, diikuti oleh *Bacillus thuringiensis* B1165 dan *Cupriavidus oxalaticus* B71, sehingga ketiga bakteri potensial sebagai kandidat penghasil PHA. Keterbatasan dari penelitian adalah belum dilakukannya karakterisasi

PHA terhadap komposisi dan sifat fisik, sehingga sulit untuk menilai apakah polimer yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sesuai untuk diaplikasikan sebagai bioplastik.

Penelitian dilakukan dengan karakterisasi komposisi PHA menggunakan *Pyrolysis Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (Pyrolysis-GC/MS) serta karakterisasi sifat fisik PHA menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) (Pico & Barcelo, 2020; Hohne *et al.* 2003). Pemahaman terhadap komposisi dan sifat fisik penting untuk mengetahui karakteristik PHA yang dihasilkan. Komposisi PHA akan mempengaruhi struktur dan fungsi polimer, sedangkan sifat fisik PHA seperti nilai *melting temperature* ( $T_m$ ) dan nilai *glass transition* ( $T_g$ ) berperan penting dalam pemrosesan PHA di berbagai aplikasi (Santos *et al.* 2017). Karakterisasi akan menjadi dasar dalam menilai kualitas PHA untuk digunakan sebagai bahan baku bioplastik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh spesies *Bacillus thuringiensis* B1165, *Burkholderia* sp. B73 dan *Cupriavidus oxalaticus* B71 untuk perlakuan Glukosa dan Glukosa + sodium laktat terhadap kuantitas produksi PHA yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh sumber karbon glukosa dan sodium laktat terhadap komposisi dan karakteristik fisik PHA yang dihasilkan?

### **1.3. Tujuan**

1. Menentukan pengaruh spesies *Bacillus thuringiensis* B1165, *Burkholderia* sp. B73 dan *Cupriavidus oxalaticus* B71 untuk perlakuan Glukosa dan Glukosa + sodium laktat terhadap kuantitas produksi PHA yang dihasilkan
2. Menentukan pengaruh sumber karbon glukosa dan sodium laktat terhadap komposisi dan karakteristik fisik PHA yang dihasilkan

### **1.4. Manfaat**

1. Memberikan pemahaman mengenai peran mikroorganisme dalam menggunakan sumber karbon untuk produksi PHA
2. Memberikan kontribusi dalam upaya pengurangan pencemaran lingkungan dengan menyediakan alternatif bahan plastik yang ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami