



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi plastik membuat aktivitas produksi plastik terus meningkat. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau bahan dasar. Material plastik banyak digunakan karena memiliki kelebihan dalam sifatnya yang ringan, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau semua kalangan masyarakat. Segala keunggulan ini membuat plastik digemari dan banyak digunakan dalam hampir setiap kegiatan manusia, akibatnya jumlah produk plastik yang akan menjadi sampah pun terus bertambah. Setiap tahunnya, limbah plastik menunjukkan peningkatan yang signifikan. Volume timbunan sampah di 194 kabupaten dan kota di Indonesia mencapai 666 juta liter atau setara 42 juta kilogram dengan komposisi limbah plastik mencapai 14 persen atau 6 juta ton. Pada tahun 2012, jumlah sampah di 14 kota besar di Indonesia mencapai 1,9 juta ton dengan jumlah limbah plastik secara umum pada tahun 2013 sebanyak 53% dari jumlah sampah yang ada (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2013).

Meningkatnya jumlah limbah plastik menjadi sebuah hal yang dapat mengancam kestabilan ekosistem lingkungan, karena plastik yang digunakan saat ini adalah *nonbiodegradable* (plastik yang tidak dapat terurai secara biologis). Plastik merupakan jenis sampah atau limbah yang proses

penguraiannya membutuhkan waktu yang lama dan tidak ramah lingkungan, contohnya adalah Polietilena (PE) (Syamsiro, 2013).

Data dari Kementerian Perindustrian, impor produk PE dan polipropilena (PP) terus meningkat seiring dengan tumbuhnya kebutuhan akan plastik. Pada tahun 2012 penggunaan PE di Indonesia sekitar 955.000 ton per tahun, yang meningkat menjadi sekitar 1,03 juta ton di tahun 2013, dan diprediksi pada tahun 2014 meningkat menjadi 1,11 juta ton. Sama halnya dengan PE, penggunaan PP juga terus meningkat. Pada tahun 2012, penggunaan PP sebesar 1,3 juta ton per tahun dan meningkat di tahun 2013 menjadi 1,46 juta ton. Pada 2014, penggunaan PP diprediksi meningkat menjadi 1,58 juta ton (Sadiman, 2013).

Berdasarkan data dari BPS tahun 2004, persentase sampah yang terangkut dan dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sekitar 41,28%, dibakar sebesar 35,59%, dikubur sebesar 7,97%, dibuang sembarangan (ke sungai, saluran, jalan, dsb.) sebesar 14,01% dan yang terolah (dikompos dan didaur ulang) hanya sebesar 1,15% dari total sampah yang ada di kota. Debris plastik adalah kontaminan terbesar yang ada pada lingkungan perairan laut. PE adalah jenis plastik yang paling sering ditemukan dan merupakan ancaman utama bagi kehidupan laut. Belitan dan konsumsi secara tidak langsung dari sampah plastik ini membahayakan ratusan spesies. Terdapat beberapa laporan yang menunjukkan bahwa PE menyebabkan penyumbatan pada saluran pencernaan ikan, burung laut dan beberapa mamalia laut lainnya (Teuten *et al.*, 2009; Secchi dan Zarzur, 1999).

Dengan adanya data tersebut, banyak komunitas dan peneliti yang melakukan penelitian tentang degradasi PE. Pengertian PE menurut Arutchelvi *et al.*, (2007) adalah polimer penyusun bahan plastik yang dirumuskan dengan C_nH_{2n} dan terdiri dari monomer etilen rantai panjang. PE merupakan penyusun utama plastik sintesis terutama yang digunakan untuk pembuatan kantong plastik, botol, dan alat makan.

Saat ini, telah banyak dilakukan penelitian tentang degradasi PE oleh mikroba, salah satunya adalah Ghosh *et al.*, (2013) yang mengemukakan bahwa bakteri pendegradasi plastik umumnya menghasilkan enzim oksigenase yang dapat menambahkan atom oksigen ke atom karbon rantai panjang molekul plastik. Enzim ini dapat mendestabilkan muatan listrik yang kemudian menyebabkan plastik akan dapat didegradasi. Selain itu, beberapa mikroba seperti *Aspergillus terreus*, *Aspergillus wentii*, *Pseudomonas sp.* dan *Streptomyces sp.* yang mampu menghasilkan enzim amilase yang memiliki potensi mendegradasi *Low Density Polyethylene (LDPE)* (Poonam *et al.*, 2013)

Di Indonesia, tepatnya di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga Surabaya telah dilaporkan tentang hasil penelitian bakteri pendegradasi PE yang telah diisolasi di Tempat Pembuangan Akhir yang telah dilakukan oleh Aditya Anugerah Manusaha Sitorus pada tahun 2014. Menurut Sitorus (2015), dari hasil penelitiannya telah didapat sembilan bakteri pendegradasi PE yang telah diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir dengan dua nilai *degradable* tertinggi, yakni

spesimen *Staphylococcus* sp. (PD1) dan *Alcaligenes faecalis* (PD6). Spesimen PD1 memiliki kemampuan degradasi terhadap PE sebesar 10,9% sedangkan spesimen PD6 memiliki sebesar 8,47% (Sitorus, 2015).

Pada penelitian tersebut di atas, penentuan nama spesies dari hasil isolasi bakteri pendegradasi PE hanya dilakukan melalui uji morfologi dan fisiologis. Menurut Tapia-Paniagua *et al.* (2010), menyatakan bahwa jika dalam penentuan nama spesies hanya menggunakan uji morfologi dan fisiologi saja akan menyebabkan tidak semua bakteri dapat diketahui dengan jelas dan autentik identitas spesies dan juga keragaman genetiknya.

Analisis keragaman genetik pendegradasi PE yang telah diisolasi dari TPA dapat dilakukan secara *sequence-based*. Metode *sequence-based* menggunakan gen 16S rRNA sebagai dasar melihat keanekaragaman bakteri dalam suatu habitat (Yun dan Ryu, 2005). Gen 16S rRNA dapat digunakan sebagai penanda molekuler, karena sekuens tersebut bersifat universal dengan fungsi yang identik pada seluruh organisme prokariot. Analisis gen penyandi 16S rRNA lebih mudah untuk definisi spesies dan keanekaragamannya, sehingga dapat dirancang suatu primer yang universal untuk seluruh kelompok bakteri. Berdasarkan hasil amplifikasi gen 16S rRNA, maka akan dapat diketahui spesies bakteri yang telah diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) (Pangastuti, 2006).

Sekuens gen 16S rRNA memiliki beberapa daerah yang memiliki urutan basa yang relatif konservatif dan beberapa daerah urutan basanya

variatif. Perbandingan urutan basa yang konservatif berguna untuk mengkonstruksi pohon filogenetik universal karena urutan basa dalam sekuens gen 16S rRNA mengalami perubahan relatif lambat dari generasi ke generasi dan mencerminkan kronologi evolusi bumi. Dengan pohon filogenetik dapat diketahui spesies yang memiliki hubungan kekerabatan yang paling dekat (Pangastuti, 2006).

Informasi mengenai keragaman genetik pendegradasi PE yang telah diisolasi dari TPA melalui analisis molekuler perlu dilakukan karena dalam jangka panjang setelah diperoleh informasi nama spesies dari bakteri tersebut juga akan berdampak pada keberlanjutan lingkungan hidup. Sebab, informasi tersebut dapat membantu usaha dalam mengurangi polusi PE. Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai pustaka genom bakteri yang berguna sebagai data awal dalam pengkajian potensi bakteri pendegradasi PE yang lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil *sequence* gen 16S rRNA bakteri pendegradasi polietilena (PE) spesimen *Staphylococcus* sp. (PD1) dan *Alcaligenes faecalis* (PD6) yang telah diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir?

2. Apa nama spesies bakteri pendegradasi PE spesimen *Staphylococcus* sp. (PD1) dan *Alcaligenes faecalis* (PD6) yang identifikasi dengan pendekatan secara genetika molekuler?
3. Bagaimana hubungan kekerabatan bakteri-bakteri pendegradasi PE tersebut melalui pembuatan pohon filogenetik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui profil *sequence* gen 16S rRNA bakteri pendegradasi polietilena (PE) spesimen *Staphylococcus* sp. (PD1) dan *Alcaligenes faecalis* (PD6) yang telah diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir
2. Mengetahui nama spesies bakteri pendegradasi PE spesimen *Staphylococcus* sp. (PD1) dan *Alcaligenes faecalis* (PD6) jika dilakukan identifikasi dengan pendekatan secara genetika molekuler
3. Mengetahui hubungan kekerabatan bakteri-bakteri pendegradasi PE tersebut melalui pembuatan pohon filogenetik

1.4 Hipotesis Penelitian

1.4.1 Hipotesis Kerja

Jika karakter gen 16S rRNA dari bakteri pendegradasi Polietilena (PE) yang diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sama dengan voucher pada *GeneBank* maka bakteri pendegradasi PE

yang telah diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir dapat diketahui nama spesies dari bakteri pendegradasi PE.

Jika *sequencing* gen 16S rRNA dari bakteri pendegradasi polietilena (PE) berhasil dilakukan dan mendapatkan data urutan basa dari gen tersebut, maka akan bisa diketahui hubungan kekerabatan dari bakteri-bakteri tersebut dengan menggunakan perbandingan basa yang kemudian digunakan untuk menyusun pohon filogenetik.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai karakter gen 16S rRNA dari bakteri-bakteri yang mampu mendegradasi Polietilena (PE)
2. Penelitian ini dapat memberikan informasi dan mengungkap kedudukan bakteri-bakteri pendegradasi PE yang diisolasi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dalam sistem klasifikasi ilmiah dan hubungan kekerabatan diantaranya. Sehingga dapat dilakukan pengkajian lebih lanjut terhadap spesies yang memiliki kedekatan dengan spesimen pada penelitian ini dengan spesimen yang ada di *genbank* mengenai potensinya dalam mendegradasi PE.