

II. TINJAUAN PUSTAKA

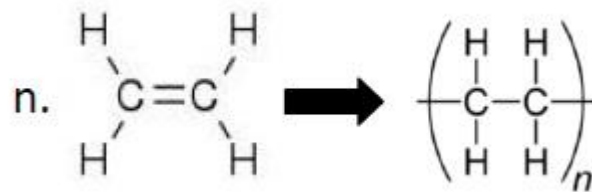
A. Tempat Pembuangan Akhir Sampah

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah merupakan tempat sampah mencapai tahap akhir dalam pengelolaannya. Menurut Sularmo, Buchari, Jaya, dan Tugiyono (2010), dalam pengelolaan sampah dapat digunakan berbagai metode dari yang sederhana hingga tingkat teknologi tinggi. Metode pembuangan akhir yang banyak dikenal adalah :

1. *Open dumping*, yaitu cara pembuangan akhir yang sederhana karena sampah hanya ditumpuk di lokasi tertentu tanpa perlakuan khusus.
2. *Control landfill*, merupakan peralihan antara teknik *open dumping* dan *sanitary landfill*. Pada metode ini sampah ditimbun dan diratakan. Setelah timbunan sampah penuh, dilakukan penutupan terhadap hampan sampah tersebut dengan tanah dan dipadatkan.
3. *Sanitary landfill*, yaitu cara penimbunan sampah padat pada suatu hampan lahan dengan memperhatikan keamanan lingkungan karena telah ada perlakuan terhadap sampah. Pada teknik ini, sampah dihamparkan hingga mencapai ketebalan tertentu lalu dipadatkan, kemudian dilapisi tanah dan dipadatkan kembali.

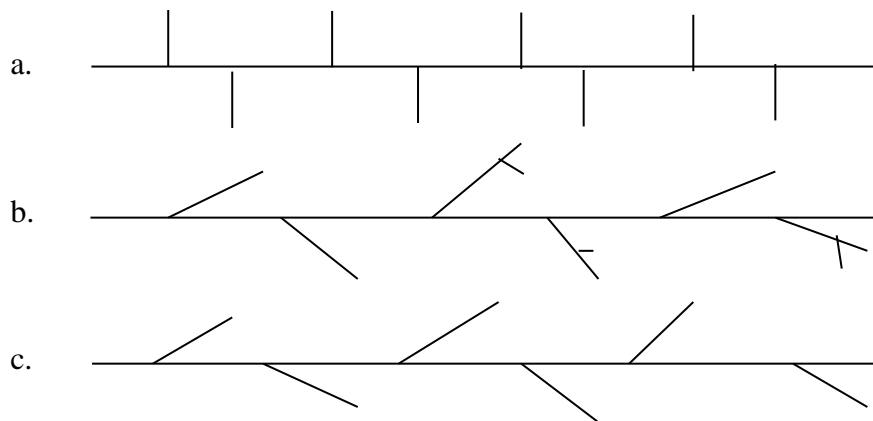
B. Polietilen

Polietilen adalah bahan dasar untuk pembuatan berbagai jenis peralatan rumah tangga dan kemasan makanan maupun minuman yang dibuat melalui proses polimerisasi adisi etilen (Stevens, 2007). Gambar 1 menunjukkan reaksi polimerisasi etilen.



Gambar 1. Reaksi polimerisasi etilen (Surdia dan Saito, 1985)

Menurut Piringer dan Baner (2008), proses polimerisasi polietilen digolongkan dalam tekanan tinggi, sedang, dan rendah yang akan menghasilkan tiga jenis produk yang berbeda densitasnya, yaitu *High Density Polyethylene* (HDPE), *Linier Low Density Polyethylene* (LLDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE). LDPE memiliki struktur rantai bercabang yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek, HDPE mempunyai struktur rantai lurus, sedangkan LLDPE memiliki rantai polimer yang lurus dengan rantai-rantai cabang yang pendek (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur rantai polietilen; a. HDPE, b. LDPE, c. LLDPE

Dalam pembuatan plastik polietilen, selain digunakan monomer etilen sebagai bahan dasar, dibutuhkan penambahan bahan aditif untuk memperbaiki sifat-sifat plastik (Peacock, 2000). Salah satu bahan aditif yang sering ditambahkan dalam pembuatan produk plastik adalah *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang dapat memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas polimer (Gunawan dkk, 2007). Beberapa jenis *plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan film adalah gliserol, polivinil alkohol, sorbitol, asam oktanoat, asam laktat, trietilen glikol, dan polietilen glikol (Julianti dan Nurminah, 2006). Secara umum, dengan penambahan *plasticizer*, molekul-molekul *plasticizer* terletak di antara rantai ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antara polimer sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang (Krochta, 2007).

C. Mekanisme Biodegradasi

Tokiwa dan Calabia (2004) menjelaskan bahwa biodegradasi didefinisikan sebagai pemecahan suatu senyawa oleh aksi mikroorganisme.

Mikroorganisme yang banyak berperan pada proses biodegradasi plastik adalah bakteri, jamur dan aktinomicetes. Proses terjadinya biodegradasi film kemasan pada lingkungan dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu proses oksidasi molekul yang menghasilkan polimer dengan berat molekul rendah. Proses berikutnya adalah serangan mikroorganisme dengan memanfaatkan enzim yang dihasilkannya. Selama biodegradasi berlangsung, terjadi proses depolimerasi dimana eksoenzim dari mikroba akan memecah polimer kompleks menjadi rantai pendek oligomer dan monomer sehingga dapat melewati membran semi permeabel mikroba, yang kemudian dapat digunakan sebagai sumber karbon dan energi. Selanjutnya terjadi proses mineralisasi dimana terjadi perubahan fragmen oligomer dan monomer menjadi produk akhir seperti karbon dioksida, air, atau metana (Jendrossek dan Rene, 2002).

Kecepatan biodegradasi tergantung pada beberapa faktor yakni kelembaban, jenis mikroorganisme, temperatur, pH, jenis polimer, dan ketebalan polimer. Kondisi biodegradasi yang meliputi pH, suhu, nutrien, mineral, oksigen, dan kelembaban disesuaikan dengan jenis mikroorganisme yang digunakan (Excelplas Australia, 2003).

Menurut Suriawiria (2003), cepat atau lambatnya proses penguraian pada plastik dipengaruhi oleh beberapa faktor (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan penguraian plastik di alam

Parameter	Faktor
Sifat fisikokimia dari ekosistem	Suhu, pH, oksigen, air, sumber makanan, reaksi enzimatik, kehadiran penghambat, dan reaksi redoks
Mikroorganisme yang ada di ekosistem	Jumlah mikroorganisme, aktivitas mikroorganisme, kemampuan mikroorganisme beradaptasi, dan penyebaran mikroorganisme
Sifat bahan yang akan didegradasi	Komposisi polimer, berat molekul, distribusi berat molekul, kristalinitas, dan hidrofobik.

D. Bakteri Pendegradasi Plastik

Menurut Artham dan Double (2008) masing-masing mikroba memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga kemampuan degradasi yang dimiliki akan bervariasi antara mikroba yang satu dengan yang lainnya. Perbedaan karakteristik mikroba meliputi jenis enzim yang diproduksi untuk proses biodegradasi yang membantu dalam degradasi polimer.

Salah satu mikroba yang diketahui dapat membantu dalam proses degradasi plastik adalah bakteri. Terdapat beberapa bakteri yang dapat mendegradasi plastik secara *in vitro* dengan memanfaatkan *plasticizers* dalam plastik sebagai sumber karbonnya seperti *Pseudomonas aeruginosa* dan *Brevibacterium Sp.* Untuk dapat merombak plastik, bakteri harus dapat

mengkontaminasi lapisan plastik dan menggunakan komponen pada plastik sebagai sumber nutrisi (Trisnawidardi, Nopiyanti, dan Muzakar, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian Zufahair dkk (2007), diperoleh bakteri dengan genus *Acinetobacter* sp. yang dapat menurunkan berat polietilen hingga 2,33% selama 30 hari inkubasi. Persentase kehilangan berat polimer dapat terjadi karena adanya reaksi antara enzim yang dihasilkan oleh bakteri terhadap permukaan polimer. Enzim tersebut mengikis permukaan polimer melalui proses hidrolisis sehingga berat polimer dapat berkurang dan persentase kehilangan berat dapat meningkat seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi (Bikiaris, Papageorgiou, dan Achilias, 2006).

Phanerochaete chrysosporium telah ditemukan dapat menurunkan campuran LDPE dengan pati yang diinkubasi dalam tanah. *P. chrysosporium* mampu menurunkan berat LDPE lebih dari 50%, namun ketika *P. chrysosporium* ditumbuhkan pada media selain tanah kemampuan degradasinya menurun menjadi 12% (Orhan dan Buyukgungor, 2000).