

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jenis-jenis Plastik dan Mikroplastik

Plastik merupakan bahan polimer yang dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu (Lusher, et al., 2017). Plastik terbagi menjadi 3 kategori yaitu termoplastik, termosets dan elastomer. Termoplastik melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan seperti polietilen (PE), polipropilen (PP), politetrafloro-etilen, poliamid (PA), polivinil klorid (PVC) dan polistirin (PS)). Termoset tidak dapat melunak setelah dibentuk seperti resin epoksi, poliuretan (PU), resin poliester, bakalit. Elastomer adalah polimer elastis yang dapat kembali ke bentuk awal setelah ditarik seperti karet, neopren.

Plastik berukuran besar dibentuk dari lelehan dan pembentukan preproduksi resin atau serabut serat yang dimodifikasi. Beberapa jenis plastik, mempunyai karakteristik dan sumber yang berbeda seperti tersaji pada Tabel 2 (Driedger *et al.*, 2015).

**Tabel 2.** Jenis-Jenis Plastik

Jenis plastik	Singkatan	Kepadatan (g/cm <sup>3</sup> )	Sumber
Polystyrene	PS	1.04-1.08	Piring, alat pemotong, disket optik, mainan
Polystyrene yang diperluas	EPS	0,01-0,04	Busa piring, piring, baki, wadah kulit kerang
Polietilen densitas rendah	LDPE	0,94-0,98	Tutup wadah, wadah pembungkus, botol pemerasan, tabung, popok, peluru senapan
	HDPE	0,94-0,98	Deterjen dan botol pembersih rumah tangga, teko susu, tas belanjaan, tempat sampah daur ulang, perlengkapan taman bermain
Polietilen densitas tinggi			
Poliamida	PA	1.13-1.16	Bulu sikat gigi, jaring ikan dan tali
	PP	0,85-0,92	Suku cadang mobil, wadah makanan, peralatan makan, tutup botol
Polypropylene			
Acrylonitrile-butadiene-styren	ABS	1.04-1.06	Selubung peralatan elektronik, pipa
Polytetrafluoroethylene	PTFE	2.10-2.30	Kabel, bantalan
Selulosa Asetat	CA	1.30	Penyaring rokok
Polikarbonat	PC	1.20 – 1.22	Disk optik
Polimetil metakrilat	PMMA	1.20-1.22	Lensa optik, cat, jendela anti

Jenis plastik	Singkatan	Kepadatan (g/cm <sup>3</sup> )	Sumber
Polivinil klorida	PVC	1.38-1.41	pecah Tekstil, minuman ringan, dan botol air
Polyethylene terephthalate	PET	2.10–2.30	Tekstil, minuman ringan dan botol-botol air

Sumber : (Driedger *et al.*, 2015)

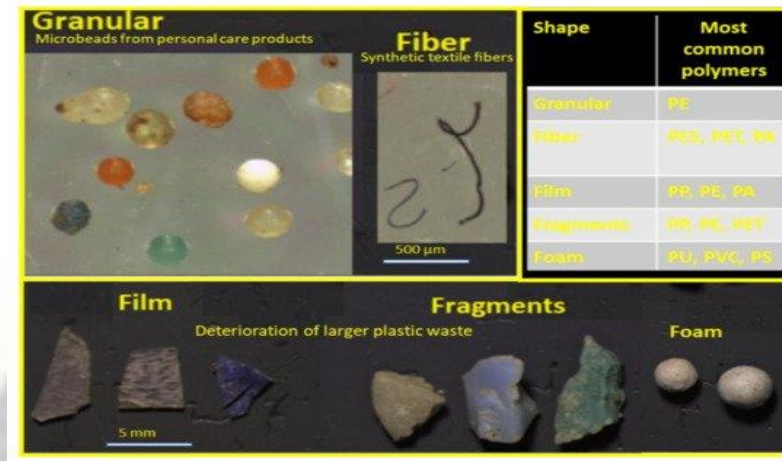
Mikroplastik adalah potongan plastik yang sangat kecil dan dapat mencemari lingkungan dengan ukuran diameter lebih kecil dari 5 mm (Peixoto *et al.*, 2019); (Yang *et al.*, 2015). Terdapat dua jenis mikroplastik yaitu mikro primer yang diproduksi langsung untuk produk tertentu yang dipakai manusia (seperti sabun, deterjen, kosmetik dan pakaian), serta mikro sekunder yang berasal dari penguraian sampah plastik di lautan. Kedua jenis mikroplastik ini dapat bertahan di lingkungan dalam waktu yang lama (Hammer, *et al.*, 2012); (Driedger *et al.*, 2015).

Plastik berukuran kecil seperti microbeads berupa butiran-butiran halus yang terbuat dari partikel plastik yang digunakan pada produk kosmetik, scrub, gel rambut. Plastik ukuran nano juga dibuat untuk bidang biomedis, farmasi (Koelmans *et al.*, 2016). Pembuatan plastik juga menggunakan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas plastik. Misalnya bahan tambahan tersebut yaitu plasticizer, antioksidan, penstabil UV, pelumas, pewarna. Bahan-bahan tambahan tersebut sering ditemukan masih terkandung pada makro- dan mikroplastik antara lain pthalat, bisfenol A (BPA), polibrominat difenil eter (PBDE) dan nonilphenol (NP) ((Lusher, *et al.*, 2017).

**Tabel 3.** Klasifikasi Mikroplastik berdasarkan Bentuk (Widianarko dan Hantoro, 2018)

Klasifikasi Bentuk	Istilah Lain yang Digunakan
Fragmen	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat	Filamen, mikrofiber, helaian, benang
Manik-manik	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa	Polistiren
Butiran	Butiran resinat, nurdles,

Sekolah Pascasarjana



**Gambar 2.** Bentuk-bentuk dari mikroplastik (Poerio, T., et al., 2019)

## 2.2 Cemaran Mikroplastik

Mikroplastik adalah potongan plastik yang sangat kecil dan dapat mencemari lingkungan dengan ukuran diameter lebih kecil dari 5 mm (Peixoto et al, 2019; Yang et al, 2015). Banyak hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu tentang cemaran mikroplastik yang berasal dari laut, baik itu cemaran biotik laut seperti ikan, udang, kerang, cumi, kepiting dan hewan lainnya yang hidup di laut, sedangkan hasil abiotik berupa garam. Penelitian cemaran pada garam telah dilakukan oleh (Yang *et al.*, 2015), menguji 15 merek garam laut, garam danau, garam batu atau sumur dan garam dari pasar modern di seluruh Cina. Diperoleh hasil bahwa kandungan mikroplastik dalam garam adalah 550– 681 partikel/kg dalam garam laut, 43–364 partikel/kg dalam garam danau, dan 7–204 partikel/kg dalam batuan atau garam sumur. Mikroplastik berukuran kurang dari 200  $\mu\text{m}$  mewakili mayoritas partikel terhitung 55% dari total mikroplastik, dan mikroplastik yang paling umum adalah polietilen tereftalat, diikuti oleh polietilen dan selofan dalam garam laut.

Pada garam laut masih banyak terdapat cemaran mikroplastik yang merupakan hasil degradasi plastik selama bertahun-tahun yang akhirnya masuk ke peladangan garam sehingga garam tercemar. Air laut tercemar mikroplastik di beberapa negara seperti tersaji pada Tabel 2. Garam konsumsi dan garam bahan baku untuk industri garam konsumsi yang selama ini kualitasnya yang diuji adalah parameter yang ada di SNI (seperti yang tertera pada Tabel 6), namun untuk parameter mikroplastik belum tercantum didalam SNI 3356:2016. Namun polutan mikroplastik sungguh sangat membahayakan bagi kesehatan, karena semua orang

mengkonsumsinya. Pada garam laut masih banyak terdapat cemaran mikroplastik, ini merupakan hasil degradasi plastik selama bertahun-tahun yang akhirnya masuk ke peladangan garam sehingga garam tercemar. Air laut tercemar mikroplastik di beberapa negara seperti tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kontaminasi Mikroplastik pada Garam Laut dan Tipe Mikroplastik

No	Daerah	MPs (particles/kg)	Ukuran ( $\mu\text{m}$ )	Jenis Mikroplastik
1	Australian(Indic Ocean)	0-9	160-980	PE,PET
2	Australia (Pasifik Ocean)	0-9	160-980	PE,PET
3	Australia (Pasifik Ocean)	80	100-3000	Acrylic, Nilon, PE, PET, PP, PS
4	India (Indic Ocean)	56-103	500-2000	PA,PE,PET,PS
5	China (Pasifik Ocean)	500-681	<100,>1000	CP,CI,PAN,PB, PE, PES, PET, PP, POM, PMA
6	China(Pasifik Ocean)	120-718	100-4000	Acrylic, Nilon,PE,PET,PP,PVC,P W
7	China (Continental)	43-364	<100,>1000	PET,PES,PB,PP,PE-PP, POM, PAK, CP
8	China (Continental)	28	100-2000	PE,PET,PP,PS,Teflon
9	China (Continental)	7-204	<100,>1000	PET, PE,PB, PP,PE-PP, POM, PAN, PVC
10	China Taipe(Pasifik Ocean)	0-1300	100-5000	Nilon,EVA,PE,PET,PP,PV C,PW
11	Selandia Baru ( Pasifik Ocean)	0-1	160-980	PE
12	Jerman (Continental)	2	100	PET
13	Indonesia	100	100-2000	PE, PP, PET

Sumber: Peixoto, D, et al., (2019)

Hasil uji 25 sampel garam laut dengan metode klasifikasi visual, dan spektroskopi inframerah transformasi mikro-Fourier ( $\mu$ -FT-IR) dan mikroskop kekuatan atom (AFM). Diukur kurang dari 100 $\mu\text{m}$  membentuk bagian utama dari garam, terhitung 60% total polutan. Sampel ditemukan berlimpah di garam laut adalah polypropylene, diikuti oleh polietilen, nilon, dan selulosa. Garam meja, yang merupakan komoditas utama yang dapat dimakan, ditemukan terkontaminasi melalui air laut yang tercemar, yang merupakan ancaman bagi kesehatan masyarakat (Selvam *et al.*, 2020). Fragmen dari plastik yang terdegradasi sering disebut dengan mikroplastik, yang memiliki ukuran partikel kurang dari 5 mm (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada air laut dan sedimen. Salah satu teknologi untuk menghilangkan cemaran mikroplastik dengan menggunakan teknologi membran (Poerio, T., et al., 2019).

Ukuran mikroplastik yang sangat kecil dan jumlahnya yang banyak di lautan menyebabkan sifatnya *Ubiquitous* dan *bioavailability* bagi organisme akuatik tinggi. Akibatnya mikroplastik dapat termakan oleh biota laut (Wang *et al.*, 2016); (Peixoto *et al.*, 2019); (Tahir *et al.*, 2019). Penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa mikroplastik telah menyebar luas hampir di seluruh habitat perairan, dan sebanyak 5% plastik dari hasil produksi setiap tahun akan berakhir di perairan laut. Pada permukaan air ditemukan kepadatan maksimum mikroplastik mencapai ribuan hingga 100.000 partikel  $m^{-3}$ , sub permukaan perairan di samudera pasifik mencapai 9180 partikel  $m^{-3}$ . Semakin kecil partikel mikroplastik, maka semakin besar kemungkinan partikel tersebut untuk dicerna oleh organisme di perairan (Manalu, 2017).

Dampak yang dapat disebabkan oleh mikroplastik yaitu dapat mengganggu kesehatan manusia apabila tidak sengaja dikonsumsi. Apabila mikroplastik berinteraksi dengan sistem kekebalan tubuh maka dapat berpotensi menyebabkan stress oksidatif dan mutasi pada DNA. Mikroplastik merupakan zat adiktif yang beracun sehingga dapat mengganggu sistem endokrin dalam tubuh.

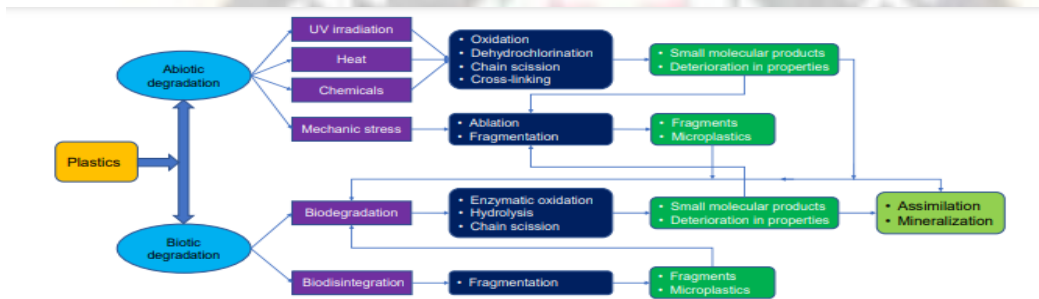
### **2.3 Bahaya Sampah Plastik dan Mekanisme Degradasi Plastik**

Sampah Plastik adalah sampah anorganik yaitu sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati baik berupa produk sintetik maupun hasil proses teknologi pengelolaan bahan tambang atau sumber daya alam dan tidak dapat diuraikan oleh alam (Perbup Demak, 2019). Plastik berbahan dasar polimer pembentukannya melalui proses polimerisasi monomer dari gas, batu bara atau dari minyak bumi dengan bahan aditif yang digunakan untuk menghasilkan sifat plastik yang fleksibel, ringan dan tahan lama (Hammer, J., 2012).

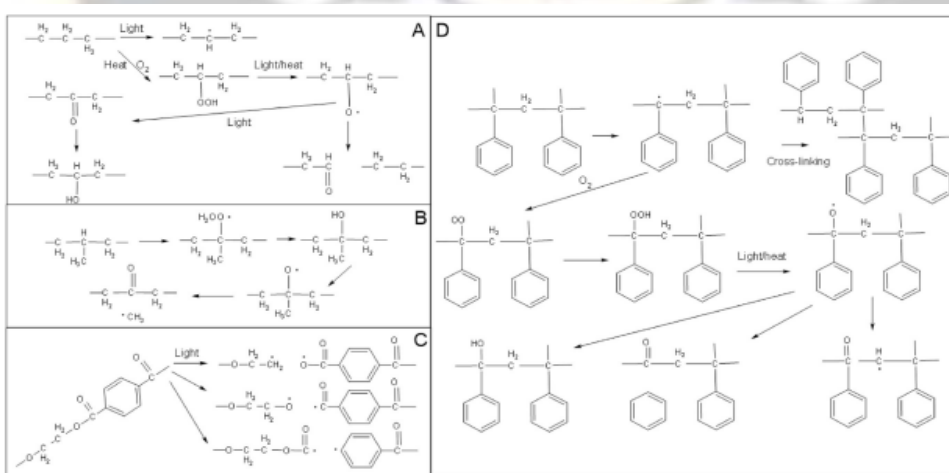
Bahan dasar polimer membuat sampah plastik sangat sulit terdegradasi. Sampah plastik yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri ada yang dibuang di tanah dan ada yang dibuang ke sungai yang akhirnya sampai ke perairan sehingga mencemari lingkungan perairan laut. Sampah plastik yang ada di perairan laut terdegradasi bukanlah akhir masalah polusi sampah plastik yang ditimbulkan akan tetapi degradasi berupa mikroplastik serta lepasnya senyawa kimia sebagai hasil proses degradasi memiliki potensi yang berbahaya bagi lingkungan hidup (Gewert, et al., 2015).

Bahan plastik konvensional sangat tahan terhadap degradasi, secara umum. Umur panjang plastik diperkirakan mencapai ratusan atau bahkan ribuan tahun tergantung pada sifat-

sifat plastik sebagai serta kondisi lingkungan sekitarnya (Plastics Europe, 2019). Proses umum degradasi plastik melalui degradasi biotik dan abiotik. Degradasi abiotik dipengaruhi oleh faktor iradiasi UV, panas, kimia dan mekanik. Degradasi biotik meliputi biodegradasi (enzymatik oksidasi, hidrolisis, pemotongan rantai, dan biodisintegrasi (fragmentasion) (Zhang *et al.*, 2021); (Othman *et al.*, 2021). Secara umum, degradasi abiotik diperkirakan akan mendahului biodegradasi (Jambeck, Jenna., Geyer, Roland., Wileox, 2015). Proses mekanisme degradasi plastik seperti tersaji pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3.** Mekanisme degradasi plastik (Zhang *et al.*, 2021)



**Gambar 3.** Degradasi plastik PE (A), PP (B), PET (C), dan PS (D). Modifikasi (Fotopoulou and Karapanagioti 2017; Karlsson and Albertsson 2002; McKeen 2019a) dalam (Zhang *et al.*, 2021).

Gambar 3 menunjukkan jenis plastik PE, PP, PET dan PS terdegradasi karena sinar UV dan panas sinar matahari. Produk akhir hasil proses degradasi hasil uji FTIR berupa gugus karbonil pada panjang gelombang 1850-1630  $\text{cm}^{-1}$  yang mampu memicu pemotongan (chain scission)

dan ikatan menyilang (cross linking) kemudian muncul gugus hidroksi ( $3650-3200\text{ cm}^{-1}$ ), methylene ( $1680-1620\text{ cm}^{-1}$ ) dan vinyl ( $968\text{ cm}^{-1}$ ) (Khoironi, 2019).

## 2.4 Peladangan Garam dan Kualitas Garam

### 2.4.1 Peladangan Garam

Pembuatan garam dimulai pada musim panas biasanya mulai akhir Mei sampai bulan Oktober atau November. Proses pembuatan garam seperti tersaji pada Gambar 5.

Indonesia memiliki garis pantai terpanjang ke empat di dunia setelah negara Amerika, Kanada dan Rusia, tetapi tidak semua tanah pantai dapat digunakan untuk lahan garam. Lahan garam yang baik adalah bertanah liat karena tekstur seperti itu mampu menahan air dari kebocoran sedangkan tanah yang berpasir bersifat porus yang tidak mampu menahan air. Meskipun lahan tanah liat namun ketika musim garam tiba semua tambak garam harus diolah terlebih dahulu dengan proses kesap dan gulug agar tanahnya padat (Nilawati, 2014).



**Gambar 5.** Pembuatan Garam Secara Sistem Bertingkat

Pada lahan yang belum matang maka proses produksi garam akan gagal dengan perkataan lain mutunya akan sangat rendah. Lahan yang masih berlumpur dan longsor maka lahan tersebut tidak dapat digunakan untuk lahan peminihan. Jenis tanah akan mempengaruhi percepatan penguapan dan warna garam. Semakin cepat terjadi penguapan maka akan cepat pula diperoleh air tua untuk pembuatan garam. Karena di Indonesia pembuatan garam sangat tergantung pada sinar matahari maka penguapan air laut pada kolam-kolam peminihan sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.

Pembuatan garam pada prinsipnya adalah menguapkan air laut. Tahap penguapan air laut terdiri dari beberapa kolam penguapan atau disebut juga peminihan. Setiap kolam peminihan titik kritisnya adalah derajat kekentalan air laut, jadi harus dimonitor terus kekentalannya. Menurut PT Garam, 2010 kualitas air laut sebagai bahan baku produksi garam harus tidak tercampur air hujan, air sungai dan harus mempunyai kekentalan 2-3<sup>0</sup> Be. Waduk penyimpanan air laut seperti tertera pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Waduk (Bozeem) air laut untuk bahan baku pembuatan garam 2-3<sup>0</sup>Be (Nilawati, 2014)

Proses peningkatan konsentrasi air laut akan diikuti dengan terjadinya pengendapan mineral-mineral. Pengendapan zat-zat tersebut akan terjadi pada beberapa tingkatan konsentrasi air garam, seperti yang tersaji pada Tabel 1. Proses peningkatan konsentrasi air laut akan diikuti dengan terjadinya pengendapan mineral-mineral. Pengendapan zat-zat tersebut akan terjadi pada beberapa tingkatan konsentrasi air garam, seperti yang tersaji pada Tabel 5. Setiap tingkat peminihan akan mengendapkan zat dan senyawa yang berbeda. Pada tahap awal yang mengendap terlebih dahulu adalah pasir, lumpur, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>. Hal ini terjadi pada kekentalan 3-16<sup>0</sup> Be selanjutnya yang mengendap adalah gips (CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O) ini terjadi pada 17-25<sup>0</sup> Be selanjutnya 26-35<sup>0</sup> Be yang mengendap NaCl, sebagian CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O, - MgSO<sub>4</sub> dan Mg Cl<sub>2</sub>.



**Tabel 5:** Zat-zat yang Terendapkan Berdasarkan Tingkat Konsentrasi Air Garam

No	Konsentrasi Air Garam ( <sup>0</sup> Be)	Zat-zat yang ikut pengendap
1	7,1 – 16,75	Besi oksida – Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , lumpur, pasir Kalsium karbonat – CaCO <sub>3</sub>
2	16,75-25	Kalsium sulfat (gips) – CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O
3	26,25 – 29	Garam dapur – NaCl Sebagian garam kalsium sulfat - CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O Magnesium sulfat - MgSO <sub>4</sub> Magnesium chlorida Mg Cl <sub>2</sub>
4	>29	Magnesium sulfat- MgSO <sub>4</sub> dan Magnesium chorida Mg Cl <sub>2</sub> semakin tinggi

Sumber: PT Garam, 2010

Mutu garam dipengaruhi oleh kebersihannya seperti tidak tercampur dengan lumpur, pasir debu dan pecahan kerang serta terikutnya senyawa-senyawa Ca dan Mg dalam kristal garam.

#### 2.4.2 Kualitas Garam

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa kualitas garam rakyat sangat ditentukan oleh banyaknya zat pengotor yang ada pada masing- masing jenis garam. Zat pengotor tersebut terdiri dari padatan tak larut yang biasanya berupa lumpur dan padatan terlarut yang sebagian besar berupa senyawa Magnesium serta senyawa kalsium. Berdasarkan lokasi keberadaan zat pengotor dapat dijelaskan bahwa yang menempel pada permukaan kristal adalah zat pengotor tak larut (lumpur, tanah, pasir) dan zat pengotor terlarut yang berupa larutan induk dari proses kristalisasi garam. Sedangkan yang ada didalam kristal adalah zat pengotor terlarut yang terbentuk karena adanya peristiwa *co-presipitacy* (pengendapan bersamaan) antara NaCl dengan senyawa Magnesium serta kalsium yang terjadi pada saat proses pengkristalan garam (Marihati et al, 2014). Mutu garam yang dihasilkan oleh industri garam konsumsi beryodium harus sesuai dengan persyaratan SNI Nomor 01-3556-2010 seperti tersaji pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Syarat Mutu Garam Bahan Baku untuk Garam Konsumsi Beryodium Sesuai SNI 4435 : 2017

No	Parameter Uji	Satuan	Kualitas K1	Persyaratan Kualitas K1	Kualitas K1
1	Keadaan : Bau Warna	- -	Normal tidak berbau Putih normal	Normal tidak berbau Putih normal Putih kecoklatan	Normal tidak berbau Selain warna K1 dan K2
2	Natrium Clorida (NaCl), adbk	Fraksi massa, %	Min 94	Min 90	Min 85

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan		
			Kualitas K1	Kualitas K1	Kualitas K1
	Natrium Clorida (NaCl), adbb	Fraksi massa, %	Min 87	Min 83	Mn 78
3	Kadar air (H <sub>2</sub> O)	Fraksi massa, %	Maks 7	Maks 7	Maks 7
4	Bagian yang tidak larut dalam air, adbk	Fraksi massa, %	Maks 0,5	Maks 0,75	Maks 1,00
5	Cemaran logam				
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,5	maks. 0,5	maks. 0,5
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 10,0	maks. 10,0	maks. 10,0
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,1	maks. 0,1	maks. 0,1
5.4	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1	maks. 0,1	maks. 0,1

## 2.5 Karakterisasi Geomembran

Geomembran merupakan suatu material berbentuk lembaran plastik yang terbuat dari komponen HDPE (*High Density Polyethylene*) yang kedap air, tahan terhadap suhu tinggi. Geomembran memiliki fungsi sebagai pelapis, untuk melindungi segala bentuk permukaan yang dilapisi dari berbagai keadaan lingkungan, seperti menahan tanah dasar kolam dengan baik sehingga kolam tidak mudah mengalami pencemaran oleh tanah atau kontaminasi zat asam yang bisa datang dari mana saja.

Penggunaan geomembrane HDPE dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas garam karena geomembrane didesain untuk mencegah zat-zat berbahaya dari dasar tanah agar tidak mencemari tambak. Kekuatan dari bahan HDPE dapat bertahan hingga 10 tahun juga memungkinkan dan geomembrane tidak mudah mengalami kebocoran. Geomembran memiliki bobot yang cukup berat. Untuk penentuan kebutuhan luas geomembrane yang dibutuhkan, dapat dihitung dengan rumus berikut: Panjang x Lebar) + 30% (informasi dari petani garam). Geomembran selama ini digunakan untuk dasar tambak kolam ikan, alas tambak Geomembran memiliki fungsi sebagai pelapis, yang bertugas untuk melindungi segala bentuk permukaan yang dilapisi dari berbagai keadaan lingkungan, seperti menahan tanah dasar kolam dengan baik sehingga kolam tidak mudah mengalami pencemaran oleh tanah atau kontaminasi zat asam yang bisa datang dari mana saja.

HDPE memiliki sifat mekanik yang baik, tidak mudah bereaksi dengan senyawa kimia, sukar terdegradasi di alam, dan harganya terjangkau. Akibat penggunaan plastik HDPE yang sangat luas tersebut menimbulkan masalah lingkungan yang sangat serius. HDPE dikategorikan

sebagai sampah plastik yang sulit didegradasi oleh bakteri yang ada di alam dan membutuhkan waktu ratusan tahun bagi alam untuk mendegradasinya.

Degradasi pada HDPE okso-biodegradasi dapat berlangsung secara oksidasi-reduksi akibat adanya pengaruh dari luar, salah satunya sinar UV. Sifat katalitik dari kobalt stearat sebagai aditif oksidan akan teraktivasi jika terkena sinar UV atau dikenai panas, sehingga kobalt stearat akan menginisiasi terjadinya proses oksidasireduksi pada HDPE. Reaksi ini akan menyebabkan pemutusan rantai pada polimer sehingga berat molekul polimer menjadi berkurang. Fotodegradasi tidak merubah struktur kimia tetapi hanya menurunkan sifat mekanik atau fisik dari HDPE karena adanya pemutusan rantai HDPE menjadi fragmen-fragmen kecil dengan berat molekul yang lebih rendah (Vijayvargia, Bhadoria., Nema, 2014).

Geomembran dipergunakan selama ini untuk dasar tambak kolam ikan, alas tambak garam, Water Pond, Reservoir, Danau Buatan, Bak Penampungan Limbah Cair maupun Padat, Pelapis Mud Pit, Pelapis Lahan Penampungan Sampah (sanitary Landfill), Saluran Air dan Kanal dan kebutuhan berbagai pembangunan dan proyek lainnya.



Sekolah Pascasarjana