

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Screw Extruder*

Screw Extruder memiliki peranan penting dalam industri polimer. Proses ekstrusi pada dasarnya dirancang untuk terus mengubah bahan lunak menjadi bentuk tertentu. Jenis ekstruder ini berdasarkan dari mode operasinya yaitu kontinyu. Ekstruder kontinyu memiliki bagian yang berputar (*screw*). Menurut Giles dkk. (2005), *screw extruder* memiliki lima tujuan atau sasaran yang berbeda yang harus dicapai dalam proses ekstrusi yang akan menghasilkan produk berkualitas jika dilakukan dengan benar, yaitu :

- a. Suhu lelehan polimer yang benar
- b. Suhu leleh seragam/konstan
- c. Tekanan leleh yang benar dalam cetakan
- d. Tekanan leleh seragam/konstan dalam cetakan
- e. Produk yang homogen dan tercampur dengan baik

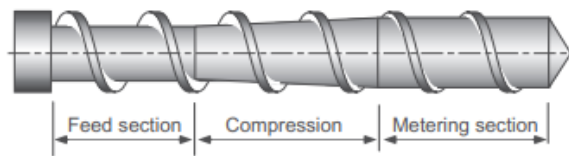
2.1.1. Operasi Dasar

Operasi Dasar dari *Single Screw Extruder* cenderung mudah. Bahan masuk dari *feed hopper* yang mengalir secara gravitasi dari *feed hopper* ke dalam *barrel*. Beberapa bahan tidak mudah mengalir dalam bentuk kering dan perlu tindakan khusus dalam mencegah *hang-up (bridging)* bahan dalam *feed hopper*.

Saat material jatuh ke dalam *barrel extruder*, material akan berada di *annular space* di antara *screw* dan *barrel*, selanjutnya material akan mengisi dibagian *channel flight* dan *screw channel*. *Barrel* yang dalam posisi diam dan *screw* yang berputar. Akibatnya, terjadi gaya gesekan akan berkerja pada bahan, baik pada *barrel* maupun pada permukaan *screw*. Gaya gesekan tersebut akan membuat material terdorong kedepan, setidaknya selama material dalam keadaan padatan (di bawah titik leleh).

Saat material bergerak maju, material akan memanans sebagai akibat dari panas gesekan dan panas konduksi dari *barrel heater*. Ketika suhu material melebihi titik leleh, material lelehan akan terbentuk di permukaan dalam *barrel*. Di sinilah *solids conveying zone* berakhir dan *plasticating zone* dimulai. Pada bagian

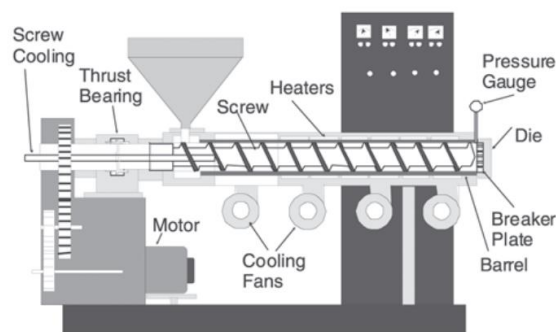
ini belum termasuk dengan bagian kompresi. Batas zona fungsional tergantung dari sifat polimer, geometri *screw*, dan kondisi operasi. Dengan demikian, mereka dapat berubah saat kondisi operasi berubah. Namun, desain geometri *screw* yang telah didesain tidak akan berubah dengan perubahan kondisi operasi. Saat material bergerak maju, jumlah material padatan terus berkurang karena adanya pencairan. Setelah material mencair, maka akan memasuki *melt conveying zone*. Pada zona ini polimer akan didorong ke dalam cetakan. Gambar 2.1 merupakan bentuk geometri dari *screw* yang memiliki fungsi tersendiri pada tiap zona.



Gambar 2.1. Bentuk Geometri Konvensional *Screw Extruder*
(Rauwendaal, 2014)

Polimer pun kemudian akan mengalir melalui lubang cetakan pada ujung *barrel*. Setelah polimer keluar dari lubang cetakan, polimer akan mengisi bentuk penampang dari ruang cetakan. Lubang cetakan memiliki diameter lebih kecil dari *barrel* agar dapat memberikan hambatan untuk mengalir sehingga adanya tekanan dari dalam barrel untuk memaksa polimer melewati *die* dan mengisi ruang di cetakan. Umumnya, bagian ini disebut dengan *diehead pressure* (tekanan pada lubang cetakan). *Diehead pressure* ditentukan oleh bentuk cetakan (terutama pada saluran aliran), suhu polimer meleleh, laju alir melalui cetakan, dan sifat reologi polimer meleleh. Pengekstruksi hanya perlu menghasilkan tekanan yang cukup untuk memaksa material melewati lubang cetakan.

2.1.2. *Single Screw Extruder*



Gambar 2.2. *Single Screw Extruders*
(Giles dkk, 2005)

Screw Extruder terbagi 2 yaitu *Single Screw Extruder* dan *Multi Screw Extruder*. *Single screw extruder* sering digunakan dalam industri polimer. Tipe ini memiliki kelebihan yaitu harga yang relatif murah dan bentuk yang sederhana.

Berdasarkan literatur oleh Giles dkk. (2005), *Single screw extruder* memiliki beberapa komponen peralatan utama, yaitu :

1. Sistem Penggerak (*Drive system*)
2. Sistem penggerak terdiri dari motor, *gearbox*, *bull gear*, dan bantalan pendorong.
3. *Feed system*
4. Terdiri dari *feed hopper*, *feed throat*, dan *screw feed section*.
5. *Screw*, *barrel*, dan Sistem Pemanas (*heater system*)
6. *Screw*, *barrel*, dan sistem pemanas adalah tempat resin padat dibawa ke depan, dilebur, dicampur, dan dipompa ke cetakan.
7. *Head and die assembly*
8. Ekstrudat diangkat dan dibentuk dalam adaptor dan *die*
9. Sistem Kontrol (*Control system*)
10. Sistem kontrol mengontrol input listrik ekstruder dan memantau umpan balik ekstruder.

Ekstruders dijual berdasarkan diameter *screw* atau *barrel* dan rasio panjang (L) terhadap diameter (D), yang disebut L di atas D atau L/D dari *barrel*. Keluaran dari ekstruder berhubungan langsung dengan L/D nya. Dua ekstruder dengan diameter yang sama tetapi L/D yang berbeda memiliki kapasitas keluaran yang berbeda. Ekstruder yang lebih panjang (L/D yang lebih tinggi) memiliki kapasitas leleh dan pencampuran yang lebih besar, memungkinkan ekstruder dijalankan pada kecepatan yang lebih tinggi (Giles dkk., 2005).

Ekstruder dengan L/D pendek memiliki keuntungan sebagai berikut:

- a. Lebih sedikit ruang lantai yang dibutuhkan
- b. Biaya investasi awal yang lebih rendah
- c. Biaya suku cadang pengganti yang lebih rendah untuk *screw* dan *barrel*
- d. Lebih sedikit waktu tinggal di ekstruder saat memproses bahan yang peka terhadap suhu
- e. Lebih sedikit torsi yang dibutuhkan

Ekstruder L/D yang lebih panjang memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. Keluaran yang lebih tinggi karena desain sekrup
- b. Lebih banyak kemampuan pencampuran
- c. Dapat memompa pada tekanan *die* yang lebih tinggi
- d. Kapasitas leleh yang lebih besar dengan pemanasan geser yang lebih sedikit
- e. Peningkatan pemanasan konduktif dari laras

1. *Drive*

Drive memutar *screw* pada kecepatan konstan pada rentang kecepatan yang besar sambil memasok torsi yang cukup untuk memproses polimer yang digunakan. Variasi kecepatan *screw* berbanding lurus dengan variasi keluaran, yang dapat menyebabkan perubahan dimensi produk. Sistem penggerak langsung menggunakan gearbox perubahan cepat untuk mengubah rpm motor ke rpm *screw* yang diinginkan. Mengubah rasio roda gigi mengubah rentang kecepatan *screw* ekstruder. Sebelum mengubah rasio roda gigi untuk meningkatkan kecepatan *screw* ekstruder, pastikan motor memiliki tenaga kuda yang cukup untuk menghasilkan torsi yang cukup untuk memproses jumlah resin plastik yang dimaksudkan untuk digunakan pada ekstruder pada kecepatan sekrup yang lebih tinggi.

2. *Feed*

Dua sistem *feed* padat yang mengandalkan gravitasi adalah *flooded* dan *starve feeding*. Kedua sistem umpan memiliki *hopper* yang berada tepat di atas *feed throat* ekstruder dengan ukuran bukaan *hopper* yang sesuai dengan bukaan *feed throat*. Semua titik mati di *hopper* dan *feed throat* dihilangkan untuk mencegah penumpukan polimer atau aditif yang nantinya dapat menyebabkan kontaminasi silang atau *bridging*. Bagian *feed throat*, terpasang langsung ke *barrel* ekstruder, dilapisi air untuk pendinginan. Dalam pengoperasiannya, aliran air dapat diukur dengan pengukur aliran pada saluran pendingin yang kembali dari *feed throat* atau hanya dengan merasakan area *feed throat* dan memastikannya tidak terlalu panas.

3. *Screw, Barrel, dan Heaters*

Screw membawa material ke depan, berkontribusi pada pemanasan dan peleburan, homogenisasi dan pencampuran lelehan, dan mengantarkan lelehan ke cetakan. *Barrel* dan pemanas membantu memanaskan dan melelehkan polimer

dengan mengontrol suhu di zona yang berbeda, mencegah material dari overheating dan merendahkan. *Screw* yang dikombinasikan dengan *barrel*, mengumpalkan polimer ke *die* dan membuat tekanan di dalamnya.

Barrel dibuat dari baja karbon padat atau lainnya bahan. *Barrel* dari *stainless steel* dengan interior yang dikeraskan adalah pilihan untuk ekstruder kecil. Namun, pengerasan terhadap *stainless steel* mengurangi ketahanan korosi, dan baja tahan karat bukanlah media perpindahan panas yang baik.

Pemanas terletak di sepanjang *barrel*, dengan termokopel di setiap zona untuk mengontrol pemanas dan suhu *barrel*. Pemanas mencakup area permukaan *barrel* sebanyak praktis, meminimalkan titik panas dan dingin di sepanjang panjang barrel.

4. *Head and Die Assembly*

Konstruksi rakitan kepala ekstrusi menyiratkan penggunaan beberapa komponen seperti adaptor, *die*, dan *breaker plate*. Adaptor digunakan untuk menghubungkan rakitan *die* ke *barrel* ekstruder. Rakitan kepala ekstrusi sangat penting untuk seluruh proses ekstrusi. Giles dkk. (2005) melaporkan bahwa desain perakitan kepala yang efisien memungkinkan perbaikan proses manufaktur seperti penampang yang diinginkan pada tingkat yang ditentukan, homogenitas lelehan yang baik, dan penurunan tekanan yang lebih rendah.

Rakitan kepala ekstrusi berisi tiga zona fungsional: zona masuk, adaptor (atau zona transisi), dan zona paralel. *Breaker plate* dimasukkan di zona masuk antara ujung ekstruder dan rakitan *die*. *Breaker plate* adalah piringan bulat tebal yang berisi banyak lubang. *Breaker plate* digunakan untuk menahan gerakan spiral aliran dan mengubahnya menjadi aliran aksial untuk mencegah distorsi ekstrudat. Ini meningkatkan kualitas lelehan dengan menyaring kontaminan dan polimer yang tidak meleleh dan memungkinkan kemampuan pencampuran yang lebih baik dengan meningkatkan tekanan balik (Levi, 2012). Penyaringan dilakukan dengan menempatkan layar di depan *breaker plate* seperti *wire mesh* atau serat logam.

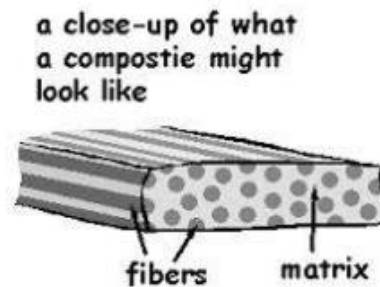
Pada adaptor (zona transisi), penampang melingkar saluran secara bertahap mencapai bentuk bibir cetakan. Lelehan memperoleh bentuk akhirnya di zona paralel, lokasi sebelum *exit die* yang memungkinkan kontrol pada tingkat *die swell* dan suhu lelehan polimer (Covas dan Stevens, 1995).

5. Sistem Kontrol (*Control system*)

Sistem kontrol memungkinkan pengoptimalan proses ekstrusi yang mudah dengan memilih kondisi operasi yang sesuai seperti suhu barrel, kecepatan *screw*, suhu leleh, dan tekanan.

2.2 Komposit

Komposit merupakan suatu material yang dibentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengikat (*matrix*) dan lainnya sebagai fasa penguat (*reinforcement*). Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah bobot yang ringan, mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik, biaya produksinya relative murah dan memiliki ketahanan terhadap korosi (Schwartz, 1997). Komposit yang terdiri dari 2 material penyusun yaitu matriks dan penguat dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.3. Komponen penyusun material komposit.
(Vasdazara, 2017)

Matriks mempunyai fungsi dalam komposit yaitu mentransfer tegangan ke serat, melindungi serat, melepas ikatan, tetap stabil setelah proses manufaktur. Pengikat (*matrix*) dalam suatu komposit juga berperan untuk mempertahankan posisi dan orientasi serat serta melindunginya dari pengaruh lingkungan. *Matrix* dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Sedangkan fasa penguat (*reinforcement*) memiliki fungsi untuk memperkuat bahan komposit secara keseluruhan. *Reinforcement* atau penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriksnya. Sehingga melalui peencampuran kedua material yang berbeda tersebut maka akan membentuk material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan sifat yang diinginkan dari material pembentuknya. Banyak jenis bahan perekat yang dapat

digunakan dalam pembuatan material komposit diantaranya polimer termoplastik yang terdiri dari *Polyethylene Tereftalat* (PET), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *High Density Poliethylene* (HDPE) dan lain sebagainya.

Berdasarkan jenis penguatnya, material komposit dapat dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu :

1. *Particulate Composite*, bahan penguatnya berbentuk partikel (ukuran partikel hampir sama dari segala sisi).
2. *Fibre Composite*, jenis komposit yang terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat. Serat yang digunakan bisa berupa serat kaca, serat karbon, serat alam dan sebagainya. Serat dapat disusun secara acak maupun dengan susunan yang lebih kompleks seperti anyaman.
3. *Structural Composite*, jenis komposit ini terdiri dari material homogen, dimana sifatnya tak hanya bergantung pada konstituen materialnya saja, namun bergantung pada desain geometrinya dari struktur elemen. Komposit jenis ini memiliki berbagai lapisan yang memang di desain untuk memiliki densitas yang rendah dan tingkat integritas struktural yang tinggi.

Unsur utama penyusun komposit adalah serat, serat merupakan penentu sifat komposit seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanis yang lain. Banyak contoh bahan komposit untuk aplikasi berbeda-beda, dalam penelitian ini digunakan plastik sebagai fasa pengikat

2.3 Papan Serat

Papan serat merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel/serat kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya yang diikat dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain yang mengalami perlakuan kimiawi, fisis, dan mekanis (Muzata, 2015). Papan serat umumnya berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, lebar, dan tipis sehingga disebut panel (Fathanah dan Sofyana, 2013) seperti yang terlihat pada Gambar 2.4. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006 memiliki toleransi panjang dan lebar untuk seluruh tipe papan serat $\pm 0,4$ cm, toleransi tebal untuk papan serat berkerapatan sedang yaitu 7-15 mm.



Gambar 2.4. Papan serat
(Harwanda, 2015)

Karakteristik papan serat digunakan untuk mengetahui dan menganalisis campuran polimer dengan TKKS. Karakteristik ini meliputi sifat fisik dan sifat mekanis berdasarkan acuan standar papan serat. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006 menetapkan persyaratan sifat fisis dan mekanis papan serat berkerapatan sedang yang harus dipenuhi, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.2. Standar Sifat Fisis dan Mekanis Papan Serat Berkerapatan Sedang

Sifat Papan	Satuan	SNI 01-4449-2006		
		PSKR	PSKS	PSKT
Sifat Fisis				
Kerapatan	gr/cm ³	≤ 0,4	0,4 - 0,84	≥ 0,84
Kadar Air	%	≤ 13	≤ 13	≤ 13
Daya Serap Air	%	-	-	< 20
Pengembangan Tebal	%	min 10	≤ 10	-
Sifat Mekanis				
<i>Modulus of Rapture</i>	kgf/cm ²	≥ 1,0	≥ 5,0	≥ 20
<i>Modulus of Elasticity</i>	kgf/cm ²	-	≥ 800	-
Kuat Pegang Sekrup	kgf/cm ²	-	≥ 200	-

(Badan Standardisasi Nasional, 2006)

2.4 Kelapa Sawit

2.4.1 Deskripsi Umum Kelapa Sawit

Pohon kelapa sawit terdiri dari dua spesies *Arecaceae* atau famili palma yang digunakan untuk pertanian komersil dalam pengeluaran minyak kelapa sawit. Pohon kelapa sawit Afrika, *Elaeis guineensis*, berasal dari Afrika Barat diantara Angola dan Gambia, manakala pohon Kelapa Sawit Amerika, *Elaeisoleifera*, berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Sawit merupakan tanaman monokotil, yaitu batangnya tidak mempunyai kambium dan umumnya tidak bercabang. Batang sawit berbentuk silinder dengan diameter 20 – 75 cm. Tinggi maksimum yang ditanam diperkebunan antara 15 – 18 m, sedangkan yang dialam

mencapai 30 meter. Tanaman sawit rata – rata menghasilkan buah 20 – 22 tandan/tahun (Fauzi dkk.2008).

2.4.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit seperti yang terlihat pada Gambar 2.5, merupakan limbah padat dari industri sawit yang jumlahnya cukup besar dan sampai saat ini pemanfaatannya masih terbatas. Tanaman sawit menghasilkan tandan buah sawit yang merupakan bahan baku bagi industri pengolahan pabrik sawit. Pabrik sawit mengolah tandan buah sawit menjadi produk minyak sawit mentah (CPO) dan minyak inti sawit (PKO).

Pemilihan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mampu dijadikan bahan pengisi papan serat, karena berdasarkan dari segi sifat fisika dan kimia tandan kosong kelapa sawit sangat potensial untuk pembuatan papan serat karena mengandung komposisi kimia dalam Snel dkk., (1992) adalah lignin (10,5-11,7%), hemiselulosa (16,8-18,9%), selulosa (38,1-42,0%), dan zat ekstraktif (0,1-3%). Menurut Fitriani (2009), kandungan serat tandan kosong kelapa sawit 72,67% dan ukuran partikelnya yang sesuai dengan persyaratan.



Gambar 2.5. Limbah Tandan Kosong Sawit
(Fitriani, 2009)

Masalah utama dalam pemanfaatan limbah kelapa sawit berlignoselulosa ini adalah tingginya kandungan zat ekstraktif dan asam lemak yang dapat menurunkan sifat perekatan dalam pembuatan panel, baik yang menggunakan perekat *thermoplastik*, semen maupun perekat *thermosetting*. Masalah ini dapat diatasi dengan cara memberi perlakuan khusus pada limbah kelapa sawit untuk menghilangkan atau menurunkan kandungan zat ekstraktif tersebut sebelum digunakan sebagai bahan baku papan serat. Berdasarkan studi yang dilakukan (Izani dkk., 2013), pembuatan papan serat berkerapatan sedang (*medium density*

fiberboard) dengan bahan serat TKKS dengan variasi *pre-treatment* dengan NaOH dan perlakuan perebusan air panas mampu mengurangi zat ekstraktif yang terdapat dalam serat TKSS.

2.5 Plastik

Plastik adalah bagian penting dalam kehidupan sehari-hari, produk yang terbuat dari plastik seperti peralatan rumah, peralatan makan sekali pakai, alat tulis. Secara praktis dinyatakan, plastik adalah polimer organik, tersedia dalam beberapa bentuk resin atau beberapa bentuk yang berasal dari resin polimer dasar. Bentuk-bentuk ini dapat berupa resin cair atau seperti pasta untuk melekatkan, melapisi, dan mengikat perekat, atau mereka dapat dicetak, dilaminasi, atau bentuk yang dibentuk, termasuk lembaran, film, atau bentuk curah dengan massa yang lebih besar.

2.5.1. Klasifikasi Plastik

Plastik dapat dipisahkan menjadi termoset dan termoplastik. Bahan termoplastik adalah polimer dengan berat molekul tinggi yang tidak terikat secara silang. Bahan termoplastik dapat berupa struktur linier atau bercabang. Setelah memanaskan termoplastik, cairan yang sangat kental akan terbentuk dan dapat dibentuk ulang menggunakan peralatan pemrosesan plastik. Termoset memiliki rantai yang terikat dengan ikatan kovalen dalam suatu jaringan (ikatan silang). Polimer termoset tidak dapat diproses ulang setelah diikat secara silang, sedangkan termoplastik dapat diproses ulang dengan pemanasan pada suhu yang sesuai.

1. Plastik Termoset

Plastik Termoset adalah plastik yang diawetkan, diatur, atau dikeraskan menjadi bentuk permanen. *Curing* adalah reaksi kimia ireversibel yang dikenal sebagai ikatan silang, yang biasanya terjadi di bawah panas (Harper dan Petrie, 2003). Termoset memiliki rantai yang terikat dengan ikatan kovalen dalam suatu jaringan (ikatan silang). Polimer termoset tidak dapat diproses ulang setelah diikat secara silang, sedangkan termoplastik dapat diproses ulang dengan pemanasan pada suhu yang sesuai. Untuk beberapa bahan termoset, pengawetan dimulai atau diselesaikan pada suhu kamar. Bahkan di sini, seringkali panas dari reaksi atau eksoterm yang benar-benar mengawetkan

bahan plastik. Seperti kasusnya, misalnya, dengan senyawa poliester atau epoksi pengawet suhu ruangan.

2. Plastik Termoplastik

Plastik termoplastik adalah polimer dengan berat molekul tinggi yang tidak terikat secara silang. Bahan termoplastik dapat berupa struktur linier atau bercabang. Setelah memanaskan termoplastik, cairan yang sangat kental akan terbentuk dan dapat dibentuk ulang menggunakan peralatan pemrosesan plastik. Termoplastik berbeda dari termoset yang tidak bisa dibentuk ulang pada suhu tertentu. Termoplastik hanya melunak atau meleleh ketika dipanaskan pada keadaan mengalir, dan di bawah tekanan, termoplastik dapat dibentuk atau dipindahkan dari rongga yang dipanaskan ke dalam cetakan yang dingin. Pada pendinginan dalam cetakan, termoplastik mengeras dan mengambil bentuk cetakan. Karena termoplastik tidak mengeras atau awet, termoplastik dapat dicairkan dan kemudian dikeraskan kembali dengan pendinginan (Harper dan Petrie 2003).

Plastik daur ulang adalah resin yang dibuat setidaknya sebagian dari barang termoplastik yang telah dibersihkan dan digiling ulang. Untuk plastik daur ulang yang berhasil, beberapa proses terlibat termasuk pengumpulan dan pemilahan, pemrosesan, dan desain produk untuk bahan daur ulang. Bahan plastik yang didaur ulang secara konvensional antara lain *polyethylene terephthalate* (PET), *high-density polyethylene* (HDPE), *low-density polyethylene* (LDPE), *polyvinyl chloride* (PVC), *polystyrene* (PS), dan *polypropylene* (PP) (Harper dan Petrie 2003).

2.5.2 *High Density Polyethylene* (HDPE)

Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) termasuk dalam kategori *thermoplastic*, karena memiliki ikatan antar molekul yang linier, sehingga dapat mengalami pelunakan atau perubahan bentuk, dengan kata lain meleleh jika dikenai panas. HDPE berasal dari gabungan monomer jenis *ethylene* (C_2H_4) yang mengalami proses polimerisasi dengan tekanan rendah. Plastik Jenis ini memiliki rantai polimer tunggal yang cukup panjang yang membuat jenis plastik ini cukup padat, kuat, dan lebih tebal dibandingkan jenis PET. Plastik HDPE biasa digunakan sebagai botol oli pelumas, botol shampo, botol kemasan obat dan sebagainya.

HDPE merupakan salah satu komoditas plastik dengan volume tertinggi yang diproduksi. Metode pemrosesan HDPE yang paling umum adalah dengan *blow moulding*. Dua metode polimerisasi komersial yang paling umum dilakukan: pertama melibatkan katalis Phillips (kromium oksida), dan yang lainnya melibatkan sistem katalis Ziegler-Natta. HDPE *blow moulding* digunakan untuk memproduksi botol, peralatan rumah tangga, mainan, ember, drum, dan tangki bensin otomotif. HDPE biasanya dicetak dengan injeksi ke dalam peralatan rumah tangga, mainan, wadah makanan, ember sampah, dan peti dan kotak susu. *Film* HDPE biasanya ditemukan sebagai tas di supermarket dan di department store dan juga sebagai kantong sampah. HDPE memiliki densitas $0,952 \text{ gr/cm}^3$, *tensile strength* 33,1 MPa, *compression strength* 24,42 MPa, *flexural strength* 39,99 MPa, *melting point* 130°C , *izod impact* $21,351 \text{ J/m}^2$ dan *water absorpsion* 0,01% (Nurhidayat, 2013). HDPE memiliki temperatur ekstrusi sebesar 210°C dan temperatur *injection mold* sebesar 280°C (Giles dkk., 2005).



Gambar 2.6. Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE)
(Nurhidayat, 2013)

2.6 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) sering juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida yang merupakan sejenis basa logam kaustik. NaOH memiliki berat molekul 40 g/mol , larut dalam air, meleleh pada 323°C , mendidih pada temperatur 1388°C , dan *specific gravity* 2,13.

NaOH dalam berbagai macam bidang industri digunakan sebagai basa dalam proses produksi papan komposit, bubur kayu dan kertas, tekstil, sabun, dan deterjen. Kegunaan NaOH dalam pembuatan papan komposit adalah untuk menghilangkan lignin, silika, pati, dan zat ekstraktif dari serat agar memiliki impregnasi lebih baik antara serat dan matriks dan meningkatkan kekasaran permukaan serat agar dapat

terjadi interaksi yang lebih baik yang menjadi tujuan utama pengolahan secara kimia (Anggrainie dan Setyawati, 1989).