

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Botol Susu**

Botol susu merupakan alat bantu untuk bayi meminum susu, baik susu formula maupun ASI. Botol susu adalah wadah atau tempat yang digunakan untuk benda cair, seperti air, susu, dan lainnya dengan leher sempit dan biasanya terbuat dari plastik atau kaca yang berguna untuk pemberian minum atau susu untuk bayi. Menurut Permenkes No. 62 Tahun 2017, dalam alat kosmetik dan kesehatan, botol susu termasuk ke dalam kategori produk perawatan bayi dan ibu. Untuk sub kategorinya adalah botol susu dan.atau dot dengan kelas 2 (dua) (Permenkes, 2017). Penggunaan botol susu atau dot untuk bayi adalah hal umum yang dilakukan para ibu untuk membantu proses bayi menyusu karena cukup praktis dan efektif.

Jenis botol susu berdasarkan bahannya adalah botol susu kaca (*Borosilicated Glass*), botol susu silikon (*Liquid Silicone Rubber*), dan botol susu plastik (PP, PESU, PPSU). Di pasaran, botol susu bayi yang banyak digunakan adalah botol susu jenis plastik, khususnya jenis PP atau polipropilen. Botol susu jenis plastik lebih ringan dibandingkan dengan botol susu kaca dan silikon. Sehingga para ibu lebih sering memilihkan botol susu berjenis plastik untuk bayinya. Botol susu yang digunakan harus memenuhi kriteria aman, seperti tidak terkandungnya zat jenis BPA (*Bisphenol A*). Sejak tahun 2012, Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika Serikat melarang penggunaan zat BPA pada botol susu plastik. BPA dapat memicu kanker prostat dan payudara, obesitas, gangguan sistem reproduksi, dan gangguan sistem kekebalan.

Berdasarkan *American Society of Plastic Industry*, sistem pengkodean resin atau simbol pada plastik telah dibentuk. Kode atau simbol tersebut berbentuk segitiga arah panah, yaitu simbol daur ulang yang di dalamnya terdapat nomor untuk kode dan resin yang dapat di daur

ulang (Arbintarso, 2018). Umumnya, terdapat kode pada botol plastik, seperti botol susu plasti, yaitu kode 1 untuk PET (tidak boleh diisi air panas atau dingin), kode 2 untuk HDPE, kode 3 untuk PVC (bukan untuk bahan makanan), kode 4 untuk LDPE (sekali pakai), kode 5 untuk PP (digunakan berulang), kode 6 untuk PS (stearofoam), dan kode 7 untuk yang tidak dianjurkan.

## 2.2 Plastik

Plastik adalah bahan yang paling sering dijumpai di sekitar karena keserbagunaannya. Plastik merupakan gabungan dari monomer-monomer dari bahan kimia dan biasanya bahan plastik terbuat dari bahan bakar fosil seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi (Wang Z., 2019). Plastik juga terbuat dari bahan baku yang terdiri dari petroleum, karbon, garam biasa, dan lain sebagainya. Namun, asal plastik saat ini lebih banyak dari petrokimia yang dihasilkan minyak bumi. Komponen utama dari plastik adalah *plasticizer* (58%), stabilisator panas (3%), FRs (3%), zat peniup (9%), zat pewarna (12%), dan bahan lainnya (7%). Plastik diproduksi dengan lebih menarik dengan variasi warna dan bentuk, fleksibilitas, ringan, dan keunggulan lainnya. Produk dengan bahan plastik memiliki beberapa keunggulan, seperti biaya yang murah, tahan terhadap panas, memiliki kerapatan dan konduktivitas listrik yang rendah, tidak korosif, dan tahan air serta oksigen sehingga mudah dibuat (Frias, 2019).

Plastik adalah salah satu bahan yang penggunaannya dapat ditemukan hampir di setiap barang. Misalnya pada botol mino, alat makanan, kresek/pembungkus makanan, pipa, sikat gigi, mainan anak-anak, mesin dan alat militer, bahkan hingga perstida terbuat dari bahan plastik (Dewi Y., 2019). Hal ini dikarenakan plastik merupakan bahan organik yang mudah dibentuk menjadi berbagai bentuk, khususnya jika terpapar panas dan tekanan. Bentuk plastik bisa berupa batangan, lembaran, atau blok. Jika dalam bentuk produk, plastik dapat berupa botol, pembungkus makanan, alat makan, alat main, pipa, dan lain sebagainya. Material dan komposisi plastik terdiri dari polimer dan zat aditif lain.

Polimer dalam plastik, tersusun dari monomer-monomer yang terikat oleh rantai ikatan kimia (Purwaningrum, 2016).

Menurut penelitian Pamungkas Febriana (2014), komposisi jenis plastik yang mendominasi di lingkungan masyarakat adalah jenis *Polypropylene* (PP) dengan 30,19% yang biasanya digunakan untuk kemasan makanan, minuman, plastik makanan, dan kantong plastik. Di dalam perairan, jenis mikroplastik yang dominan adalah jenis *Polypropylen* (PP) dengan 54,73% dan jenis *Polyethylene* (PE) dengan 45,27% (S. Ramadan, 2019). Sedangkan dari penelitian Mani Thomas (2015), menyebutkan bahwa jenis polimer yang mendominasi perairan adalah jenis Polystyrene dengan 29,7%, lalu Polypropylene dengan 16,9%. Ketiga jenis polimer tersebut adalah jenis polimer mikroplastik yang paling banyak diproduksi bahkan di seluruh dunia (Harahap, 2015).

Plastik berukuran besar dibentuk dari lelehan dan pembentukan dari modifikasi serabut serat atau juga bisa preproduksi resin. Untuk plastik berukuran kecil terbuat dari partikel-partikel plastik, biasanya plastik berukuran kecil ini digunakan untuk produk kosmetik. Untuk bidang biomedis dan farmasi, biasanya digunakan plastik berukuran nano. Dalam pembuatannya, juga ditambahkan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas dari plastik, seperti plasticizer, antioksidan, penstabil UV, pelumas, pewarna, Bisfenol A (BPA), polibrominat difenil eter (PBDE), dan nonilphenol (NP) (Lusher, 2017). Plastik yang merupakan bahan polimer dengan pembentukan pada suhu dan tekanan tertentu, terbagi menjadi 3 kategori atau kelompok. Kategori tersebut yaitu termoplastik, seperti polietilen (PE), polipropilen (PP), polinil klorid (PVC), dan polistirin (PS). Kemudian ada termoset yaitu plastik yang tidak dapat melunak setelah dibentuk, yaitu resin epoksi, poliuretan (PU), poliester. Untuk yang ketiga adalah elastomer atau polimer elastis yang dapat kembali ke bentuk semula setelah ditarik atau diulur, seperti karet dan neopren.

Dengan berbagai keunggulannya, plastik menjadi produk yang banyak digunakan untuk keperluan di sekitar masyarakat. Aplikasi untuk

penggunaan bahan plastik dalam kehidupan sehari-hari, misalnya untuk industri bangunan/konstruksi, kemasan makanan dan minuman, obat-obatan, perumahan, pertanian, perikanan, elektronik, otomotif, dan lainnya. Berdasarkan data, dalam 50 tahun terakhir, produksi plastik global diperkirakan sekitar 380 miliar ton dan terjadi peningkatan tahunan 8,4%. Plastik dapat tahan sangat lama dan dapat terdegradasi oleh oksidasi termal dengan radiasi ultraviolet atau juga dapat terdegradasi secara mekanis menjadi ukuran yang lebih kecil hingga bisa menjadi butiran-butiran halus. Sehingga plastik yang mengecil ini bisa tidak terlihat oleh mata manusia. Partikel-partikel kecil dari plastik yang berukuran 5 mm biasa disebut dengan mikroplastik.

Menurut Oladejo A. (2017), tipe plastik dibagi menjadi 7 macam, yaitu:

1. *Polythylene terephthalate* (PET atau PETE) : Berasal dari monomer etilena.
2. *High Density Polythylene* (HDPE) : Dikomersialkan pada tahun 1957.
3. *Poly Vinyl Chloride* (PVC) : Berasal dari proses suspensi dan polimerisasi masal dan memiliki variasi bentuk seperti PVC kaku, PVC fleksibel, dan PVAc (*Polyvinyl acetate*).
4. *Low Density Polyethylene* (LDPE) : Mulai dikomersialkan pada tahun 1939.
5. *Polypropylene* (PP) : Berasal dari reaksi penambahan gas propilen dengan Titanium klorida.
6. *Polystyrene* (PS) : Berasal dari proses melewati benzena dan etilen melalui *red hot tube*.
7. Kategori atau macam plastik lainnya tergantung pada resin atau kombinasi resin. Jenis plastik lain dapat termasuk *Polycarbonate* (PC), *Acrylonitrile styrene* (AS), dan *Akrilonitril butadiena styrene* (ABS).

Klasifikasi jenis plastik dan aplikasinya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.1 Jenis Plastik dan Aplikasinya**

No.	Jenis Plastik	Aplikasi Pemakaian
1.	Polietilen	Kantong plastik, kontainer
2.	Polipropilen (PP)	Penyimpanan (kemasan), seperti wadah makanan, botol susu, botol air minum.
3.	Polistirin	Tali, tutup botol, alat pancing, pengikat.
4.	Polivinil Klorid (PVC)	Bentuk kotak.
5.	Poliamid (nilon)	Pendingin.
6.	Resin poliester dan serat kaca	Peralatan dan wadah
7.	Asetat selulosa	Pipa, selaput

*Sumber: Lusher & Peter, 2017*

### 2.3 Mikroplastik

Mikroplastik adalah partikel-partikel plastik kecil yang memiliki ukuran 5 mm atau lebih kecil (Lusher, 2017). Secara luas, mikroplastik dapat digolongkan menurut karakter morfologinya, seperti ukuran, bentuk, dan warna. Dalam hal ini, yang menjadi faktor penting adalah ukuran mikroplastik karena akan berkaitan dengan jangkauan efek yang terkena pada organisme. Mikroplastik dapat berpotensi melepas bahan kimia dengan cepat karena memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan rasio volume sebuah partikel. Sumber cemaran mikroplastik dapat berasal dari berbagai sektor, seperti perikanan, kosmetik, kemasan makanan dan minuman, industri tekstil, produksi Mikroplastik dikelompokkan ke dalam bentuk Fragment, fragment komersial, manik-manik bulat, manik-manik tidak teratur, busa, foam, fiber, dan film. Mikroplastik yang sering dijumpai yaitu bentuk fragmen, film, dan fiber (Nor, 2014).

Untuk klasifikasi berdasarkan prosedur atau cara produksi, mikroplastik dapat digolongkan menjadi dua kelas, yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Penjelasan sebagai berikut:

1. Mikroplastik primer adalah mikroplastik yang sengaja dibuat dan digunakan dalam kosmetik, pembersih tangan dan kulit, serta bahan abrasif. Contoh mikroplastik jenis ini adalah virgin plastic pellets, nurdles, dan scrubber.
2. Mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang dapat dihasilkan dari pemakaian, abrasi sobekan, kerusakan, dan degradasi dari plastik besar (puing-puing). Puing-puing dapat diproduksi dengan proses fragmentasi bahan plastik yang lebih besar.

(H. Inneke, 2018).

Mikroplastik umumnya dapat digolongkan berdasarkan karakter morfologi, seperti ukuran, bentuk, warna. Pada mikroplastik dengan luas permukaan yang besar dibandingkan dengan rasio volume dari sebuah partikel kecil akan menjadikan mikroplastik untuk berpotensi melepas dengan cepat bahan kimia (H., 2018). Mikroplastik berdasarkan klasifikasi bentuk dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 1.2 Klasifikasi Mikroplastik dari Bentuk**

No.	Klasifikasi Bentuk	Keterangan
1.	Fragmen	Kristal, partikel tidak beraturan.
2.	Serat	Granula, bubuk, potongan.
3.	Butiran	Polistiren
4.	Busa	Bulatan mikro kecil
5.	Manik	Filamen, mikrofiber, helaian.

*Sumber: Hantoro, 2018*

**Tabel 2.2 Bentuk dan Jenis Mikroplastik**

No.	Bentuk dan Jenis Mikroplastik	Karakter Fisik
	Bentuk	
1.	Film	Fleksibel dan tipis
2.	Fragment	Tebal tidak beraturan, ujung tajam bengkok
3.	Fiber	Sangat tipis

	Jenis	
1.	PP	Licin dan elastis
2.	PE	Sedikit kaku dan keras
3.	PVC	Sangat keras dan padat
4.	PS	Transparan dan kaku
5.	PET	Transparan, kuat, ringan, tahan pecah

Sumber : Ebere EC, et.al., 2019 (E.C. Ebere., 2019)



**Gambar 2.1 Bentuk Mikroplastik**

Sumber: Virsek, et.al. 2016 (Kovac Virsek, 2016)

Nor & Obbard (2014), mengelompokkan mikroplastik menjadi bentuk Fragment, foam, fiber, dan film. Tiga jenis mikroplastik yang sering ditemui di sekitar adalah jenis fragmen, fiber, dan film. Biasanya ditemukan pada daerah tepi pantai dan bersumber dari sampah. Baik dari pengunjung pantai maupun nelayan yang bermata pencaharian di pantai.

Untuk jenis mikroplastik, biasanya berasal dari buangan limbah atau sampah dari lingkungan sekitar. Sumber terbesar mikroplastik berasal

dari buangan kantong plastik, bungkus makanan, staerofoam, botol minuman plastik, dan kemasan plastik. Jenis plastik yang biasanya ditemukan adalah PP (polipropilen), PE (polietilen), PVC, PS, dan PET. Mikroplastik jenis PE atau polietilen memiliki nilai panjang gelombang kisaran  $2914\text{ cm}^{-1}$ ,  $2847\text{ cm}^{-1}$ ,  $1470\text{ cm}^{-1}$ , dan  $718\text{ cm}^{-1}$ . Umumnya, ditemukan pada panjang gelombang  $1470\text{ cm}^{-1}$  dan  $718\text{ cm}^{-1}$  (Ronald P. D'Amelia, 2016). Untuk jenis mikroplastik polipropilen (PP) dapat ditemukan pada panjang gelombang  $2950\text{ cm}^{-1}$ ,  $2915\text{ cm}^{-1}$ ,  $2838\text{ cm}^{-1}$ ,  $1455\text{ cm}^{-1}$ ,  $1377\text{ cm}^{-1}$ ,  $1166\text{ cm}^{-1}$ ,  $997\text{ cm}^{-1}$ ,  $840\text{ cm}^{-1}$ , dan  $808\text{ cm}^{-1}$ . Untuk panjang gelombang jenis polistien (PS) adalah  $3024\text{ cm}^{-1}$ ,  $2847\text{ cm}^{-1}$ ,  $1601\text{ cm}^{-1}$ ,  $1492\text{ cm}^{-1}$ ,  $1451\text{ cm}^{-1}$ ,  $1027\text{ cm}^{-1}$ ,  $537\text{ cm}^{-1}$ , dan  $694\text{ cm}^{-1}$  (Melissa R. Jung, 2018)

Mikroplastik akan dapat menjadi patogen dan berpotensi untuk membawa mikroba ke tubuh. Organisme tingkat trofik di tingkat lebih rendah maupun tinggi akan mempengaruhi kesehatan manusia (Rochman, 2015). Ukuran, komposisi kimia, sifat fisik, mikro atau nanoplastik dapat berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan (khususnya organisme air).

## **2.4 Metode Analisis Mikroplastik**

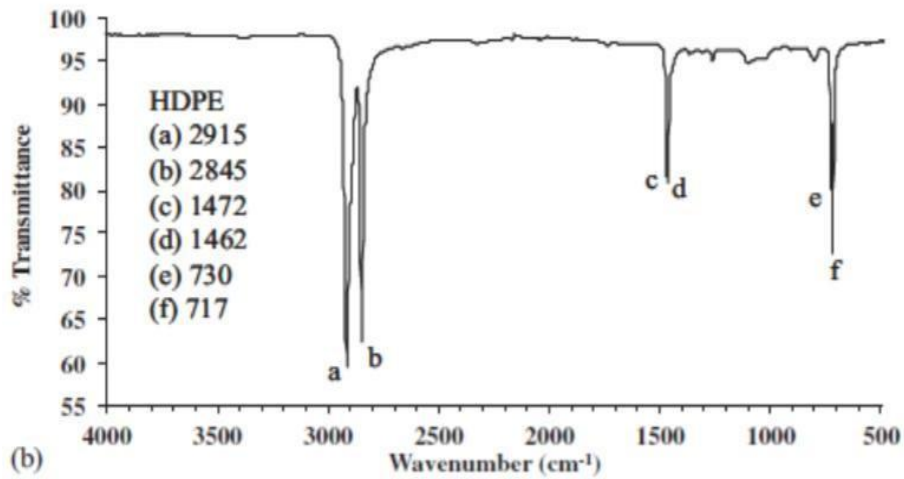
### **2.4.1 Spektroskopi FT-IR**

Spektroskopi FTIR atau *Fourier Transform Infrared* adalah metode analisis dengan instrumen yang menggunakan inframerah dan dilengkapi dengan transformasi fourier dengan tujuan untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrum sampel. Pada metode ini dilakukan analisis gugus fungsi dengan FTIR. Hal ini berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik karena spektrum senyawa tersebut sangat kompleks dan bisa terdiri dari banyak puncak (Chusnul, 2011).

Pada analisis secara spektroskopi inframerah ini, radiasi inframerah akan dilewatkan pada sampel. Sehingga, sebagian radiasi dari inframerah akan diserap oleh sampel dan sebagian lainnya

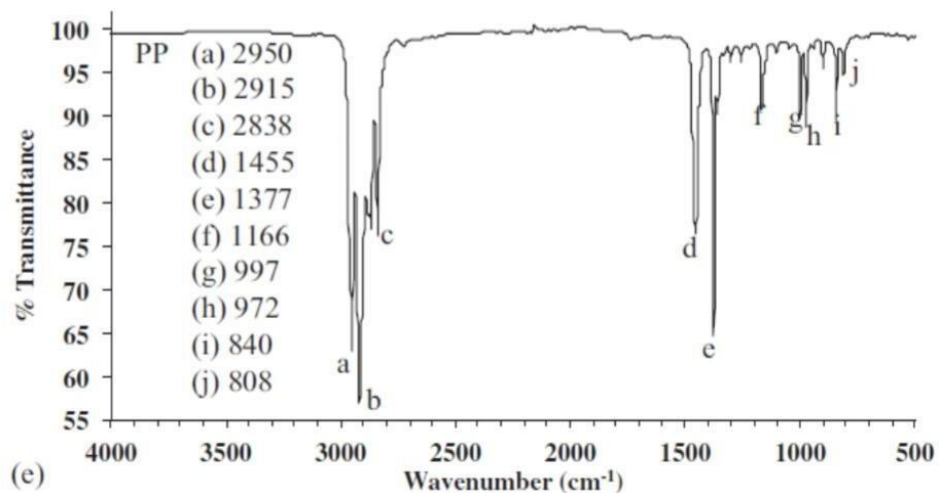


ditransmisikan (Satriawan Mb, 2017). Prosedur dalam analisis ini adalah sampel ditempatkan terlebih dahulu ke dalam set holder untuk kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan dilihat pada grafik dan diafraktogram hubungan antara bilangan gelombang dan intensitas (Corportation, 2011). Alat spektrofotometer FTIR ini dihubungkan dengan *software* untuk melihat hasil dan data yang didapat. Analisis dengan FTIR cukup sensitif dibandingkan dengan metode lainnya. Berikut contoh hasil uji FTIR dari beberapa jenis polimer:



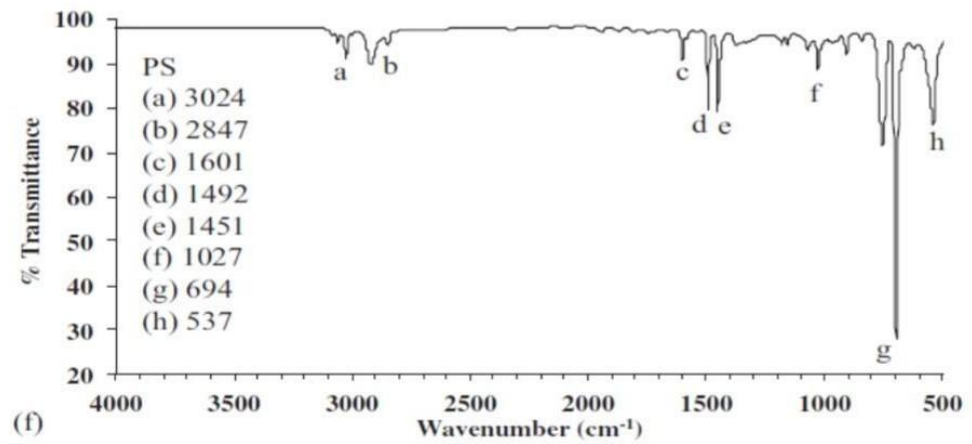
**Gambar 2.2 Grafik Hasil Analisis FTIR Polyethylene**

Sumber: Jung et al., 2018 (Jung, 2018)



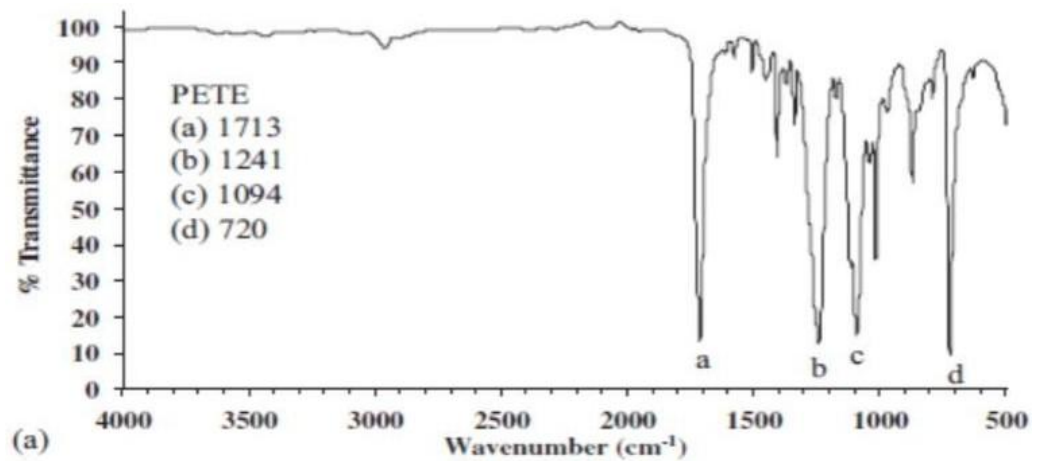
**Gambar 2.3 Grafik Hasil Analisis FTIR Polypropylene**

Sumber: Jung et al., 2018



**Gambar 2.4 Grafik Hasil Analisis FTIR *Polyprostyrene***

Sumber: Jung et al., 2018



**Gambar 2.5 Grafik Hasil Analisis FTIR *Polyethylene Terephthalate***

Sumber: Jung et al., 2018

#### 2.4.2 Mikroskop

Mikroskop sudah ditemukan dan digunakan oleh ilmuwan sejak dahulu. Mikroskop adalah alat bantu untuk melihat benda

yang ukurannya sangat kecil. Mikroskop zaman dahulu dan zaman sekarang sudah berbeda dan banyak berubah seiring dengan kemajuan teknologi yang ada. Zaman dahulu, mikroskop masih sangat sederhana karena hanya memiliki satu lensa. Sedangkan mikroskop sekarang, terhitung mikroskop majemuk yang sudah terdiri dari dua lensa atau lebih (Widyatmoko Arif, 2008). Mikroskop dapat menghasilkan bayangan dari benda yang diamati menjadi lebih besar. Mikroskop membentuk bayangan nyata dan terbalik dari nyatanya.

Bayangan nyata akan dibalik dan diperbesar oleh komponen bernama lensa okuler. Lensa okuler memiliki pembesaran 4x, 10x, 16x, dan 20x. Lalu, ada lensa obyektif yang memiliki beberapa tingkatan perbesaran, yaitu 4x, 10x, 40x, dan 100x. Setiap lensa obyektif dapat diatur dan diputar sesuai dengan pembesaran yang diinginkan. Alat bantu untuk memutar lensa obyektif adalah revolver. Komponen lain ada kondensor, yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk ke dalam mikroskop. Dalam kondensor, terdapat diafragma untuk mengatur sinar tepi yang masuk ke dalam lensa obyektif dan lensa okuler (Purnomo, 2008).

Bagian-bagian dari mikroskop antara lain, yaitu:

1. Lensa okuler : Kaca pembesar dan membentuk bayangan tegak, maya, diperbesar.
2. Lensa obyektif : Membentuk bayangan cahaya ke diafragma.
3. Diafragma : Mengatur intensitas (sedikit banyaknya) cahaya.
4. Reflektor (cermin) : memantulkan cahaya ke diafragma.
5. Makrometer : Pergeseran kasar
6. Mikrometer : Pergeseran halus
7. Revolver : Tempat lensa obyektif
8. Meja objek : Untuk meletakkan objek

9. Tabung : Penghubung lensa obyektif dan lensa okuler
10. Penjepit objek : Menjepit kaca objek agar tidak bergeser
11. Lengan mikroskop: Pegangan dalam mikroskop
12. Kaki mikroskop : Agar mikroskop tetap tegak.

(Arif, 2008)

Mikroskop dapat digunakan untuk mengidentifikasi bentuk dan jumlah mikroplastik yang terkandung di dalam sampel. Menurut Horton et al (2007), mikroplastik pada sampel di kertas saring dapat diamati dengan mikroskop binokular dengan perbersaran 10-40 kali atau 20-100 kali. Mikroplastik diidentifikasi bentuk dan jumlahnya dengan mikroskop.