

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi zaman sekarang semakin maju serta menuntut kepraktisan dan ketahanan. Sebagian besar pengguna mencari material yang lebih ringan dari logam, tetapi memiliki kekuatan lebih baik. Material berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material ukuran besar (bulk). Pengembangan metode sintesis nanopartikel merupakan salah satu bidang yang menarik minat banyak peneliti (Marlina, 2017). Pada saat ini penggunaan material plastik secara bertahap mulai menggeser penggunaan bahan material lain seperti logam, kayu, kulit, dll. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan material plastik pada berbagai macam produk mulai dari produk elektronik, otomotif, peralatan rumah tangga, dll sebagai bahan dasar pembuatan sebuah produk. Hal ini tentunya tidak lepas dari kelebihan yang dimiliki oleh material plastik itu sendiri. Kelebihan material plastik dibandingkan material lain yaitu kuat, ringan, tahan terhadap air dan karat, tahan terhadap bahan kimia, memiliki tekstur yang mengkilat dan licin, lentur dan fleksibel, serta biaya produksi yang relatif murah (Gultom, 2021).

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer), proses ini disebut polimerisasi. Thermoplastik adalah plastik yang jika dipanaskan dalam temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Jenis polimer thermoplastik yang menarik perhatian untuk dikembangkan salah satunya adalah *high density polyethylene* (HDPE). HDPE sebagai matrik memiliki kelebihan dibanding jenis termoplastik yang lain. Hal ini tentu karena sifat sifat khususnya yang antara lain memiliki kekuatan tarik (*tensile streng*) dan gaya antar molekul yang tinggi serta tahan terhadap pengaruh bahan kimia (Gultom, 2019).

Penelitian tentang *high density polyethylene* (HDPE) tidak jarang ditemukan. HDPE dengan berbagai *filler* beberapa diantaranya penelitian Gultom (2021) tentang Sifat Mekanis Nanokomposit Termoplastik HDPE dengan *Filler* Campuran Abu Boiler Kelapa Sawit (ABKS) dan Karbon Hitam bertujuan untuk mengetahui komposisi terbaik sifat mekanik dari Termoplastik HDPE, menghasilkan sifat mekanis kekuatan tarik mengalami peningkatan terbaik pada saat diberi ABKS pada komposisi 30/70 phr, sifat mekanik perpanjangan putus meningkat saat diberi ABKS pada komposisi 100/0 phr sedangkan modulus elastisitas mengalami penurunan seiring bertambahnya ABKS dan komposisi terbaik pada 40/60 phr. Penelitian Ginting (2017) pembuatan nanokomposit dari nanopartikel abu sekam padi (ASP) yang berfungsi sebagai bahan pengisi termoplastik HDPE dengan hasil analisis sifat mekanis perpanjangan putus dan modulus elastisitas meningkat dengan bertambahnya komposisi nano ASP, sedangkan kekuatan tarik dan tegangan *yield* terjadi penurunan dari hasil analisis XRD. Penelitian Marlina (2017) tentang penggunaan nanopartikel  $TiO_2$  sebagai bahan pengisi termoplastik LDPE menjadi nanokomposit dengan PEG (*Polyethylene Glycol*)-6000 dimana perbandingan persen berat (%) bahan pengisi untuk nanokomposit menunjukkan bahwa hasil uji tarik dengan penambahan Nanopartikel  $TiO_2$  lebih baik dibanding dengan  $TiO_2$  murni dan dengan penambahan PEG-6000 ukuran partikel lebih kecil.

ABKS dapat dimanfaatkan sebagai *filler* memberikan keuntungan secara ekonomis dan ramah lingkungan. ABKS adalah abu yang telah mengalami proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu  $500^{\circ}C - 700^{\circ}C$  pada dapur tungku boiler. Abu kelapa sawit dari sisa pembakaran cangkang dan serat buah kelapa sawit. Limbah padat sisa pembakaran pada boiler berupa abu dengan jumlah yang terus meningkat sepanjang tahun menjadi persoalan lingkungan. Sebagian besar limbah padat berupa cangkang dan serat buah digunakan sebagai bahan bakar ketel (boiler) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas (Sidebang, 2018). Pemilihan bahan ABKS sebagai *filler* termoplastik HDPE dalam ukuran nanopartikel diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan tarik, modulus elastisitas dan perpanjangan putus (Harahap, 2019).  $TiO_2$  atau titanium dioksida adalah bahan semikonduktor yang digunakan secara luar

dalam berbagai aplikasi seperti katalis, sel surya, kosmetik dan lainnya (Ahsan, 2022). Titanium dioksida ( $TiO_2$ ) merupakan mineral oksida yang memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki sifat optik yang baik, aktivitas fotokatalis yang baik, superhidrofilik, ramah lingkungan serta serta stabilitas mekanik tinggi (Akifah, 2017).  $TiO_2$  dapat dimodifikasi menjadi beberapa bentuk antara lain *nanotube*, *nanoflakes*, *nanosheet* dan *nanowire* bergantung pada metode sintesis dan variasi suhu yang digunakan (Marlina, 2017). Berdasarkan uraian tersebut pada penelitian ini  $TiO_2$  juga akan digunakan sebagai *filler* termoplastik HDPE.

Sifat suatu bahan pengisi/*filler* akan kompatibel dengan matriks polimer, dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, ukuran partikel suatu bahan pengisi, dimana ukuran partikel suatu bahan pengisi yang kecil dapat meningkatkan derajat penguatan polimer dibandingkan dengan ukuran yang lebih besar. Demikian juga semakin kecil ukuran partikel semakin tinggi ikatan antara bahan pengisi dengan matriks polimer. Penambahan nano *filler* dapat meningkatkan sifat mekanik dan termal komposit (Hutagalung, 2018). Adapun metode-metode dalam proses pembuatan nano diantaranya metode kopresipitasi, metode sol gel, metode ballmilling, dll. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam pembuatan nanokomposit termoplastik HDPE adalah metode sol gel dan kopresipitasi. Metode sol gel merupakan salah satu metode yang paling sukses dalam mempersiapkan material oksida berukuran nano. Maka metode sol gel ini akan digunakan dalam sintesis  $TiO_2$  sesuai dengan acuan Marlina (2017) tentang preparasi dan karakterisasi nano  $TiO_2$  sebagai bahan pengisi termoplastik LDPE. Pada penelitian ini dilakukan sintesis  $TiO_2$  dengan penambahan PEG-6000 dan CTAB menggunakan metode sol gel dihasilkan ukuran partikel yang lebih kecil. PEG-6000 membantu dalam mengontrol ukuran partikel. Metode sintesis menggunakan sol gel untuk material berbasis oksida berbeda-beda bergantung prekursor dan bentuk produk akhir (Prabowo, 2019). Kopresipitasi merupakan metode yang praktis karena prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat. Berdasarkan penelitian Harahap dan Nurdin Bukit (2019) proses pembuatan nanopartikel ABKS menggunakan metode

kopresipitasi dan menggunakan metode ball mill sehingga dihasilkan nanopartikel ABKS sebesar 56,31 nm. Pada penelitian ini ABKS akan melewati proses furnace dan ball mill kemudian masuk pada metode Kopresipitasi. Penambahan PEG-6000 dilakukan karena memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen lain, dan tidak iritatif. Pada penelitian Siringo Ringo (2021) penambahan PEG-6000 dalam Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) diberikan variasi (1:3), (1:4) dan (1:5) untuk mengetahui ukuran terbaik yang dihasilkan dengan adanya penambahan PEG-6000 dihasilkan ukuran 16,31 nm pada variasi (1:3), 50,57 nm pada variasi (1:4) dan 46,08 nm pada variasi (1:5). Maka dihasilkan ukuran terbaik/terkecil pada variasi (1:3).

Dalam menciptakan material baru yang berkualitas diperlukan penggabungan atau pengkombinasi dari dua atau lebih unsur-unsur dasar yang berbeda satu diantaranya berfungsi sebagai matriks dan lainnya berfungsi sebagai *filler* atau pengisi/penguat. Menurut Siringo Ringo (2021) efek penguat bahan pengisi ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya. Jenis dan jumlah bahan pengisi terutama ditentukan oleh karakteristik produk dan kelenturan yang diinginkan.

Berdasarkan uraian diatas untuk mencoba menghasilkan sifat mekanis yang berkualitas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian nanokomposit termoplastik HDPE dengan pengisi ABKS dan  $TiO_2$  yang berjudul **“Sifat Mekanik Termoplastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dengan *Filler* Campuran Abu Boiler Kelapa Sawit (ABKS) Dan  $TiO_2$  Dengan Peg-6000”**

## 1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini ialah:

1. Belum adanya penelitian tentang campuran nanopartikel abu boiler kelapa sawit dan  $TiO_2$  sebagai bahan pengisi termoplastik *high density polyethylene* (HDPE) dengan metode kopresipitasi dan sol gel.
2. Belum adanya data penelitian meningkatkan sifat mekanik HDPE dengan campuran ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000 sebelumnya.

### 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini ialah:

1. Identifikasi campuran nanopartikel ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000 sebagai *filler* termoplastik HDPE menggunakan metode sol gel dan kopresipitasi.
2. Identifikasi sifat mekanik termoplastik HDPE dengan bahan pengisi ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000.

### 1.4 Batasan Masalah

Membatasi ruang lingkup yang pasti berdasarkan penjabaran yang dikemukakan pada latar belakang diatas, maka penulis membatasi permasalahan pada penelitian ini yaitu :

1. Nanopartikel  $TiO_2$  dibuat dengan menggunakan metode Sol Gel dan Abu Boiler menggunakan kopresipitasi.
2. Pengujian sifat mekanik (kekuatan tarik, perpanjangan putus, modulus elastisitas) pada termoplastik *High Density Polyethylene* yang dihasilkan dari campuran ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000.

### 1.5 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana hasil ukuran ABKS dan  $TiO_2$  yang didapatkan dengan menggunakan metode Sol Gel dan Kopresipitasi?
2. Bagaimana pengaruh campuran nanopartikel ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000 terhadap sifat mekanik termoplastik HDPE yang meliputi kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus elastisitas?

### 1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada penelitian ini ialah:

1. Menganalisis hasil ukuran nanopartikel ABKS dan  $TiO_2$  yang dihasilkan dari metode Sol Gel dan Kopresipitasi.



2. Menganalisis sifat mekanik nanokomposit termoplastik HDPE dengan bahan pengisi ABKS dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini ialah memberikan informasi tentang pengaruh pada sifat mekanik termoplasti HDPE dengan campuran bahan pengisi abu boiler kelapa sawit dan  $TiO_2$  dengan PEG-6000. Dapat memanfaatkan abu boiler kelapa sawit yang merupakan limbah industri dari sumber daya alam dan  $TiO_2$  untuk menghasilkan sifat mekanik berkualitas pada termoplastik HDPE.

### 1.8 Definisi Operasional

1. Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran nanometer, yaitu kurang lebih 1-100 nm. Nanopartikel menjadi kajian yang sangat menarik, karena material yang berukuran nano partikel biasanya memiliki sifat kimia atau sifat fisik yang lebih unggul dari material berukuran besar (bulk). Dalam hal ini sifat-sifat ini dapat diubah dengan mengontrol ukuran material, mengatur komposisi kimia, modifikasi permukaan, dan kontrol interaksi antar partikel (Bukit, 2015).
2. Termoplastik *high density polyethylene* (HDPE) merupakan polimer termoplastik yang dibuat dari monomer etilen. HDPE juga terbuat dari minyak bumi dan merupakan plastik yang sangat sulit terdegradasi (Gultom, 2019). High density polyethylene (HDPE) adalah salah satu poliolefin komersial yang paling penting. Ini digunakan secara luas dalam aplikasi seperti peralatan rumah tangga, mobil, aeronautika, dan pengemasan. HDPE memiliki ketangguhan suhu rendah yang sangat baik, ketahanan kimia, sifat dielektrik yang baik dan suhu pelunakan relatif tinggi (Ginting, 2015).
3. Abu boiler kelapa sawit (ABKS) adalah abu yang telah mengalami proses penggilingan pada proses pembakaran cangkang dan serat buah pada suhu  $500^{\circ}C - 700^{\circ}C$  pada dapur tungku boiler. ABKS merupakan masalah lingkungan karena merupakan pemborosan industri pabrik kelapa sawit. ABKS merupakan biomassa dengan kandungan silika ( $SiO_2$ ), sehingga

berpotensi untuk dimanfaatkan. ABKS mengandung bahan  $SiO_2$  49,50%,  $Al_2O_3$  5,45%, dan  $Fe_2O_3$  5,73% (Ginting, 2019).

4.  $TiO_2$  adalah bahan pigmen putih dengan kecerahan dan indeks bias tinggi. Bahan  $TiO_2$  dapat berupa cat, pelapis, tinta, farmasi, produk makanan, kosmetik dan pasta gigi. Aktivitas fotokatalitik dari  $TiO_2$  tergantung pada beberapa sifat seperti fase kristal, luas permukaan, cacat kisi, dan derajat kristalinitas. Pembuatan nano- $TiO_2$  banyak dilakukan diantara yang lain. Ini karena metodenya berhasil pada suhu ruangan. Namun, fase basah atau sol adalah cara terbaik untuk mengontrol ukuran partikel, bentuk dan komposisi (Bukit, 2021).
5. Teknik sol gel adalah sebuah proses reaksi kimia yang dipakai guna membentuk material anorganik pada suatu campuran dalam suhu relatif rendah (Lestari, 2021).
6. Metode Kopesipitasi merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama-sama ketika melewati titik jenuhnya (Siringo Ringo, 2021).