

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mill scale adalah limbah atau produk hasil samping yang dihasilkan dari berbagai industri baja. Sumber utama limbah *mill scale* berasal dari proses peleburan bijih maupun logam besi dan baja dengan menggunakan teknologi tertentu. *Mill scale* dikategorikan sebagai Limbah B3, yaitu limbah dari suatu usaha atau kegiatan yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Dalam PP No. 101 Tahun 2014, disebutkan bahwa Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) ini adalah suatu zat atau komponen lain yang karena sifat dan konsentrasinya dapat mengakibatkan pencemaran, merusak, dan membahayakan lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung (Siti Ulfah dkk., 2017). Produksi baja di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Hingga saat ini, tercatat jumlah produksi baja di Indonesia sebesar 13,6 juta ton per tahun sehingga sekitar 390.571 ton *mill scale* yang mampu dihasilkan (Fajar, N. dkk., 2019).

Selama ini *mill scale* hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku maupun bahan tambahan untuk produksi magnet, semen, beton, dan sebagainya. Padahal, *mill scale* memiliki kandungan besi yang cukup tinggi sekitar 72% (Harry, A. dkk., 2017). *Mill scale* mengandung material besi oksida (*iron oxide*) dalam bentuk fasa magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), dan goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$). Kandungan besi oksida dalam *mill scale* sangat potensial untuk dikembangkan sebagai alternatif pengolahan limbah *mill scale* dan diharapkan dapat menghindari pencemaran lingkungan serta meningkatkan nilai ekonomi. Salah satu pemanfaatan besi oksida (*iron oxide*) yang terkandung dalam *mill scale* adalah untuk pembuatan pigmen warna. Beberapa penelitian telah melakukan pengolahan *mill scale* menjadi pigmen atau zat warna untuk kebutuhan industri cat dan pelapisan bahan.

Pigmen warna merupakan zat yang terdiri dari partikel-partikel kecil dan digunakan sebagai pewarna karena memiliki sifat tahan korosi serta magnetik khusus (Pfaff G, 2022). Pigmen dapat diaplikasikan salah satunya untuk bahan pembuatan cat. Selama ini, kebutuhan industri seperti cat dan pelapisan yang di

dalamnya terkandung pigmen warna masih didapat melalui kegiatan impor dari berbagai negara (Athahirah dkk., 2022).

Pigmen besi oksida (*iron oxide*) termasuk dalam pigmen anorganik di mana memiliki sifat yang lebih stabil terhadap pengaruh cahaya, suhu, dan atmosfer serta memiliki stabilitas kimia yang baik dibandingkan pigmen organik. Selain itu, pigmen besi oksida (*iron oxide*) juga memberikan keuntungan berupa biaya produksi yang lebih rendah karena proses sintesis yang sederhana (Pfaff G, 2022). Besi oksida sebagai pigmen warna memiliki beberapa jenis, di antaranya adalah warna kuning, merah, hitam, dan cokelat yang bergantung pada komposisi kimia, bentuk fasa, dan metode pemrosesannya. Pigmen warna kuning dari besi oksida dalam bentuk goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$), warna merah terbentuk dari hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), pigmen warna hitam terbentuk dari magnetit (Fe_3O_4), dan pigmen warna cokelat berasal dari besi oksida dalam bentuk maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) atau dapat juga terbentuk dari campuran pigmen besi oksida merah dan kuning (Septityana, K.D dkk., 2013). Beberapa penelitian yang sudah dilakukan untuk meneliti pigmen besi oksida (*iron oxide*) antara lain: pigmen kuning (Athahirah dkk., 2022), pigmen hitam (Costa dkk., 2013; Bilalodin dkk., 2015), dan pigmen merah (Bilalodin dkk., 2015).

Beberapa jenis warna dari besi oksida belum dapat diproduksi secara massal untuk industri di Indonesia dan sebagian besar dari jenis warna tersebut didapat dengan cara impor. Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis untuk mendapatkan pigmen warna berbahan dasar besi oksida dari *mill scale* yang dihasilkan oleh berbagai industri baja. Industri baja selalu menghasilkan besi yang menjadi residu dalam bentuk fasa Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO , serta FeOOH yang dapat digunakan untuk pembuatan berbagai pigmen warna.

Nanomaterial merupakan suatu material atau bahan padatan yang memiliki dimensi dalam kisaran nanometer (nm) atau 10^{-9} m (Nuryadin B.W., 2020). Pembentukan nanomaterial dapat dilakukan melalui proses sintesis dengan menggunakan metode tertentu. Metode yang banyak digunakan para peneliti untuk menghasilkan nanomaterial dengan hasil yang bagus di antaranya, seperti metode sol-gel, presipitasi, hidrotermal, mikroemulsi, dan sintesis cairan ionik (Danks,

2016). Pada penelitian ini, metode sintesis yang digunakan adalah presipitasi karena relatif sederhana dan murah dengan hasil relatif lebih optimal. Metode presipitasi adalah metode sintesis melalui proses reaksi kimia dalam sebuah larutan yang akan menghasilkan endapan. Metode ini menjadi metode yang sering digunakan untuk mensintesis pigmen atau zat warna karena kelebihanannya yaitu ukuran material yang dihasilkan kurang dari 100 nm dan kebutuhan energinya sangat rendah (Soekansa A.F., 2021).

Secara garis besar, dalam penelitian ini dilakukan sintesis pigmen warna berbahan dasar *mill scale* menggunakan metode presipitasi. Kemudian hasil presipitasi dilanjutkan dengan karakterisasi melalui uji XRD sehingga diperoleh ukuran kristalit dan struktur kristal dari pigmen yang terbentuk. Selain itu, juga dilakukan uji UV-Vis untuk mengetahui spektrum warna pigmen yang terbentuk.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui sintesis pigmen goethit (α -FeOOH) dari *mill scale* (limbah baja) menggunakan metode presipitasi.
2. Mengetahui karakteristik pigmen goethit (α -FeOOH) hasil sintesis *mill scale* (limbah baja), seperti ukuran dan struktur kristal serta spektrum warna pigmen.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan informasi kepada industri cat dan pelapisan bahan mengenai pengolahan *mill scale* menjadi pigmen warna menggunakan metode presipitasi.
2. Sebagai upaya mengurangi dampak pencemaran lingkungan karena *mill scale* yang dihasilkan dari proses produksi industri baja serta pengecoran besi tidak ramah lingkungan.
3. Sebagai upaya pengembangan industri pigmen besi oksida di Indonesia untuk mengurangi jumlah impor pigmen besi oksida.