

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cat adalah campuran kompleks yang terdiri dari resin, pigmen, pelarut, pengisi, dan aditif lainnya. Cat ini digunakan untuk melapisi permukaan suatu material untuk mempercantik, memperkuat, atau melindungi material tersebut. Ada dua jenis cat, yaitu cat berbahan dasar air (*water based paint*) dan cat berbahan dasar pelarut (*solvent based paint*). Cat berbahan dasar air yang biasa digunakan pada bagian interior rumah adalah tipe matt. Jenis cat ini memberikan hasil akhir yang rata dan tidak memantulkan cahaya. Cat berbahan dasar air tipe matt ini menjadi pilihan populer karena mudah diaplikasikan pada permukaan interior yang halus seperti pada langit-langit dan dinding dengan hasil akhir yang rata dan tingkat kemilau kurang dari 10%, sehingga memberikan tampilan non-reflektif (Chen *et al.*, 2022; Peruchi *et al.*, 2021).

Dalam berbagai aplikasi industri cat, titanium dioksida (TiO_2) merupakan pigmen putih utama yang sangat penting dan paling populer dalam aplikasi industri cat, khususnya cat berbasis air tipe matt. TiO_2 ini memiliki indeks bias, gaya akromatik, daya dispersi, daya tutup, sifat putih (*whiteness*), dan ketahanan terhadap ultraviolet yang lebih baik dibandingkan pigmen tradisional lainnya, seperti timah putih, seng putih dan seng barium putih. (Islam *et al.*, 2020; Karakaş and Çelik, 2018). Keunggulan pada sifat-sifat yang dimiliki oleh TiO_2 tersebut yang menjadikan pigmen ini dikenal sebagai pigmen putih terbaik, sehingga banyak dipakai oleh dunia industri. Selain aplikasi dalam industri cat, TiO_2 juga banyak digunakan sebagai pigmen pada cat pelapis, bahan-bahan plastik, kertas, serat kimia, katalis, kosmetik dan bidang lainnya.

TiO_2 ini tidak dapat diperoleh secara alami, namun dapat diekstraksi dari bijih ilmenite atau dapat disintesis menggunakan metode sol-gel, sonokimia, hidrotermal, solvothermal, microwave, kopresipitasi, dan oksidasi langsung (Bhogaita and Devaprakasam, 2021; Daraee *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2021; Mamaghani *et al.*, 2019; Rosales *et al.*, 2021; Sofyan *et al.*, 2018, 2019; Solanki *et al.*, 2021; Yuwono *et al.*, 2014).

Sintesis TiO₂ tersebut telah dibatasi akibat adanya pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh limbah asam dalam proses industri, kekurangan sumber daya titanium, dan harga jual yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan terhadap TiO₂ dengan cara mencampurkannya dengan material lainnya atau mencari bahan-bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pigmen pengganti TiO₂ yang diaplikasikan pada cat berbasis air tipe matt sehingga diperoleh pigmen putih dengan kualitas kinerja yang lebih baik atau hampir sama untuk mengurangi tingginya permintaan terhadap nanopartikel TiO₂ serta berbiaya rendah (Dell'Edera *et al.*, 2021; George *et al.*, 2021; Karakaş *et al.*, 2015; Razali *et al.*, 2022).

Kalsium karbonat (CaCO₃) merupakan sumber daya anorganik non-logam dengan cadangan yang berlimpah. CaCO₃ ini memiliki keunggulan putih tinggi, kekerasan rendah, dan konsumsi energi kecil. Aplikasi CaCO₃ ini juga sudah dipelajari terutama dalam bidang kesehatan, diantaranya sebagai pasta gigi dengan *grade* tertentu atau *food grade*, sebagai pengisi atau bahan campuran dalam pembuatan gigi palsu. Dalam bidang material, CaCO₃ sering digunakan sebagai pengisi dalam produk komposit yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fisika dan mekanik produk akhir komposit, salah satu aplikasi yang banyak digunakan yaitu CaCO₃ dengan epoxy resin dimana produknya dalam bentuk pipa atau tangki. CaCO₃ ini juga telah dikombinasikan dengan TiO₂ dengan komposisi (50:50) melalui metode pelapisan kimia membentuk CaCO₃-TiO₂. Produk ini memiliki kapasitas penyerapan ultraviolet yang kuat. Namun, penggunaan pigmen CaCO₃-TiO₂ belum mendapatkan hasil yang optimal (Chen *et al.*, 2018).

Penelitian tentang penggunaan berbagai mineral sebagai pigmen tunggal dan kombinasinya dengan mineral lainnya seperti CaCO₃ dalam aplikasi cat telah banyak dikembangkan diantaranya yaitu Karakaş & Çelik (2018) yang mempelajari mekanisme stabilisasi beberapa pigmen dalam aplikasi cat dengan cara menganalisis interaksi yang terjadi antara dispersal garam natrium asam poliakrilat (NaPAA) dengan berbagai jenis mineral yang ada baik mineral tunggal seperti TiO₂, kaolin terkalsinasi (C.Kaolin), *ground* kalsium karbonat (GCC) maupun mineral campuran seperti TiO₂-GCC (50:50), TiO₂-C.Kaolin (50:50), dan TiO₂-GCC-C.Kaolin (50:25:25).

Hasil penelitian penggunaan mineral campuran seperti TiO₂-GCC, TiO₂-C.Kaolin, dan TiO₂-GCC-C.Kaolin tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mineral campuran dengan komposisi tersebut lebih layak untuk memperoleh sifat-sifat cat yang diinginkan. Sementara itu, Chen *et al.* (2018) melakukan preparasi pigmen TiO₂ berbasis GCC (GCTD) dengan metode pelapisan dua tahap, dimana pada pelapisan tahap pertama GCC dilapisi oleh SiO₂ sedangkan pelapisan tahap kedua GCC yang telah terlapisi SiO₂ tersebut dilapisi kembali dengan TiO₂, dimana produk GCTD yang diperoleh tersebut dapat digunakan sebagai bahan pelapis bermutu tinggi, akan tetapi keputihan dan kecerahannya berkurang sementara nilai penyerapannya meningkat dibandingkan dengan GCC (Chen *et al.*, 2018). Selain itu, Karakaş *et al.* (2015) juga telah menganalisis pengaruh penambahan presipitat kalsium karbonat (PCC) terhadap noda air pada konsentrasi volume pigmen (PVC) yang berbeda. Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa PCC berhasil digunakan untuk menggantikan peranan TiO₂ hanya dengan penyesuaian yang cermat dari konsentrasi volume pigmen (PVC) dan ekstender lain yang digunakan dalam formulasi cat. Sedangkan Alvarez *et al.* (2019) telah mempelajari pengaruh jumlah dan jenis monomer fungsional terhadap dispersi CaCO₃ sebagai pengisi dengan matriksnya pelapis lateks akrilik, dimana bahan pengisi CaCO₃ tersebut berinteraksi lebih baik dengan lateks yang dimodifikasi dengan monomer fungsional MAA dan dengan jumlah monomer fungsional yang rendah. Selain itu, interaksi antara partikel pengisi polimer tersebut jauh lebih baik tanpa adanya komponen yang larut dalam air (Alvarez *et al.*, 2019).

Selain PCC, salah satu mineral lain yang juga menarik dikembangkan dan juga sudah pernah populer sebelumnya adalah litofon karena biaya produksi yang rendah dan cakupan yang luas. Litofon merupakan campuran senyawa anorganik yang diperoleh dari hasil reaksi antara barium sulfida dan seng sulfat dan terdiri dari seng sulfida (ZnS) sekitar 68-70% dengan barium sulfat (BaSO₄) sekitar 28-30%. Litofon merupakan salah satu pigmen putih yang digunakan sebagai bahan pewarna dasar untuk cat, tinta, plastik, karet, dan beragam produk kosmetika. Senyawa ini tidak dapat larut dan bercampur baik dengan senyawa organik (O'Brien, 2002).

Sebagian besar peranan dari litofon sebagai pigmen telah tergantikan oleh adanya TiO_2 sehingga menuntut terus dilakukan pengembangan terhadap litofon melalui pencampuran dengan material anorganik lainnya sebagai pigmen. Cao *et al.* (2014) telah memodifikasi pigmen sepiolit dan litofon, di mana ukuran partikel pigmen yang dimodifikasi sebanding dengan pigmen asli tetapi memiliki distribusi diameter yang lebih rapat dan homogenitas yang lebih tinggi daripada pigmen asli (Bellei *et al.*, 2015; Cao *et al.*, 2014; Capua, 2014; Gao *et al.*, 2022). Hal tersebut mendorong peneliti untuk mencampurkan PCC dengan litofon dengan perbandingan komposisi PCC/Litofon adalah (50:50), hal ini mengacu pada beberapa referensi sehingga terbentuk campuran PCC/litofon (50:50) yang efektif digunakan sebagai alternatif pengganti pigmen TiO_2 yang memiliki kemampuan baik dalam hal keputihan, daya kilap dan daya sembunyi yang baik, serta daya dispersi terhadap bahan pengikat/resin.

Selain PCC dan campuran PCC/litofon, terdapat satu mineral anorganik yang juga banyak digunakan sebagai pigmen dalam industri cat organik karena sifatnya yang ramah lingkungan yaitu seng oksida (ZnO). ZnO merupakan pigmen putih utama yang memiliki kestabilan yang tinggi terhadap sinar UV (tidak berubah warna), tahan lama pada cat berbasis air dan minyak, dan meningkatkan retensi warna. Dibandingkan dengan pigmen putih lainnya, ZnO memiliki kecenderungan menguning paling sedikit (Adiwibowo *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2017; Gao *et al.*, 2022; Ma *et al.*, 2019; Papp *et al.*, 2022).

Berdasarkan keunggulan ZnO sebagai pigmen, maka perlu juga dikembangkan penelitian terkait penggunaan pigmen ZnO serta kombinasinya dengan TiO_2 yang membentuk partikel TiO_2/ZnO dan mengimplementasikan penggunaan cat berbasis air tipe matt. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilaporkan terkait pencampuran TiO_2/ZnO diantaranya yaitu Miklečić *et al.* (2015) yang mempelajari pengaruh nanopartikel TiO_2/ZnO terhadap sifat cat akrilik berbasis air pada kondisi outdoor, dimana keberadaan nanopartikel ZnO dapat mengurangi waktu alir dari pelapis, meningkatkan derajat keasaman, dan menurunkan elongasi. Sebaliknya, keberadaan TiO_2 tersebut mampu meningkatkan suhu transisi gelas sehingga kombinasi TiO_2/ZnO dengan komposisi (25:75) mampu menghasilkan peningkatan pada stabilitas warna.

Abd El-Kader *et al.* (2021) telah mengamati morfologi, struktur, dan antibakteri pada nanokomposit TiO₂/ZnO dari ekstrak hibiscus rosa-senensis, yang menghasilkan peningkatan pertumbuhan ukuran kristal ZnO dengan distribusi tidak merata dan bentuk partikel tidak beraturan. Berbeda dengan pertumbuhan ukuran kristal TiO₂ yang terhambat distribusi partikel dan bentuknya merata dan seragam. Baudys *et al.* (2015) melakukan uji pelapukan dan aktivitas fotokatalitik pada cat akrilik self-cleaning berbasis ZnO-TiO₂, dimana hasilnya menunjukkan bahwa sampel cat berbasis pigmen TiO₂ meningkatkan fotoaktivitas selama eksposisi pada panel QUV, sedangkan sampel cat berbasis ZnO yang menunjukkan aktivitas fotokatalitik awal yang tinggi tetapi menurun selama eksposisi di panel QUV. Lv *et al.* (2019) mempelajari stabilitas radiasi pada lapisan reflektif surya menggunakan pigmen TiO₂ dan ZnO, dimana ukuran partikel mempengaruhi stabilitas lapisan cat dari radiasi. Penggunaan campuran TiO₂/ZnO sebagai pigmen dengan komposisi (25:75) pada cat akrilik telah mencapai aktivitas fotokatalitik yang lebih baik daripada TiO₂ dan ZnO murni (Jašková *et al.*, 2013; Song *et al.*, 2021). Komposisi TiO₂/ZnO (25:75) dapat menjadi dasar penerapannya sebagai pigmen dalam cat berbasis air.

Selain pigmen, ada beberapa komponen lainnya yang diperlukan dalam cat berbasis air yaitu resin (*binder*), air, dan aditif. Resin merupakan zat pengikat antara partikel pigmen dengan lapisan cat sehingga cat dapat membentuk lapisan tipis dan menempel pada permukaan substrat. Resin ini bertugas untuk merekatkan partikel-partikel pigmen ke dalam lapisan cat dan membuat cat merekat pada permukaan. Resin ini dapat diperoleh dari bahan alam atau sintetis. Umumnya resin yang banyak digunakan pada cat berbasis air adalah natural oil, resin alkid, nitro selulosa, poliester, melamin, akrilik, epoksi, poliuretan, silikon, fluorokarbon, vinil, dan sebagainya (Warson and Finch, 2001). Sementara itu, pigmen yang digunakan dalam pembuatan cat ada dua yaitu pigmen utama dan pigmen ekstender. Pigmen utama ini berfungsi untuk proses pewarnaan dan daya tutup dalam pembuatan cat, sedangkan pigmen extender berfungsi sebagai *support* untuk membantu memperkuat pigmen utama, meningkatkan kekuatan viskositas lapisan cat, mencegah terjadinya edimentasi, dan mengurangi daya kilau dari cat berbasis air tipe matte (Hassas *et al.*, 2013; Howard, 2003).

Cat berbasis air ini menggunakan air sebagai bahan pelarutnya yang berfungsi untuk melarutkan bahan material berbentuk serbuk (*powder*) dan menyebarkan pigmen, pengikat, dan aditif lainnya untuk memungkinkan aliran. Air juga bertindak sebagai pengencer untuk ketebalan cat yang diinginkan (Hassas *et al.*, 2013; Howard, 2003)

Beberapa bahan aditif juga diperlukan untuk meningkatkan kinerja dan biasanya digunakan dalam jumlah yang sangat kecil. Keberadaan zat aditif sangat penting dalam hasil akhir cat, terutama kemampuan laju alir dan *levelling* cat. Adapun bahan-bahan aditif yang digunakan dalam pembuatan cat adalah : (1) zat pengental (*thickener agent*) yang berfungsi menjaga kerapatan atau ketebalan cat, agar selalu tetap dalam kondisi cair, (2) zat pendispersi (*dispersing agent*) berfungsi untuk mempercepat distribusi atau dispersi pigmen dalam pengikat, (3) zat penggabung (*coalescing agent*) berfungsi untuk mengikat dan mengatur partikel satu dengan partikel lainnya, (4) zat pembasah (*wetting agent*) berfungsi sebagai surfaktan yang melapisi permukaan serbuk sehingga dapat menyatu dengan yang lain, (5) zat anti busa (*antifoaming agent*) berfungsi untuk mengurangi keberadaan buih yang timbul dalam pembuatan cat, (6) biosida (*biocide*) atau antisida berfungsi mencegah jamur tumbuh, dan (7) etilen glikol berfungsi sebagai zat penyesuai antara bahan polar dan non-polar (Jeffer and Jones, 1999; McKeen, 2016).

Dari uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang optimalisasi fungsi pigmen utama dan karakterisasinya seperti PCC, litofon, ZnO dan paduannya seperti PCC/Litofon (50:50), serta TiO₂/ZnO (25:72) sebagai pengganti fungsi pigmen dari TiO₂ yang diaplikasikan pada cat berbasis air tipe matt.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimanakah karakteristik PCC, litofon, dan campuran PCC/litofon sebagai alternatif pengganti mineral pigmen TiO₂ dalam cat berbasis air tipe matt (*matt type water-based paint*) yang ditinjau dari analisis XRF, XRD, dan SEM?

- 2) Bagaimanakah karakteristik TiO_2 , ZnO , dan campuran TiO_2/ZnO sebagai alternatif pengganti pigmen TiO_2 dalam cat berbasis air tipe matt yang ditinjau dari analisis XRF, XRD, dan SEM?
- 3) Apakah kualitas cat berbasis air tipe matt menggunakan beberapa pigmen tunggal (PCC, litofon, ZnO) maupun pigmen campuran (PCC/litofon dan TiO_2/ZnO) lebih baik dibandingkan dengan pigmen TiO_2 yang ditinjau berdasarkan hasil pengujian keputihan (*whiteness*), daya tutup (*hiding power*), daya kilap (*gloss*), dan dispersibilitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisis karakteristik PCC, litofon, dan campuran PCC/litofon sebagai alternatif pengganti pigmen TiO_2 dalam cat berbasis air tipe menggunakan XRF, XRD, dan SEM.
- 2) Untuk mempelajari karakteristik TiO_2 , ZnO , dan campuran TiO_2/ZnO sebagai alternatif pengganti pigmen TiO_2 dalam cat berbasis air tipe matt menggunakan XRF, XRD, dan SEM.
- 3) Untuk menghasilkan kualitas cat berbasis air tipe matt menggunakan beberapa pigmen tunggal (PCC, litofon, ZnO) maupun pigmen campuran (PCC/litofon dan TiO_2/ZnO) yang lebih baik dibandingkan dengan pigmen TiO_2 berdasarkan hasil pengujian keputihan (*whiteness*), daya tutup (*hiding power*), daya kilap (*gloss*), dan dispersibilitas?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bidang kimia material terutama mengenai :

- 1) Produk baru berupa cat berbasis air tipe matt menggunakan pigmen campuran dari PCC/litofon maupun TiO_2/ZnO sebagai alternatif pengganti pigmen TiO_2 dengan kualitas yang lebih baik.
- 2) Penerapan produk cat berbasis air yang ramah lingkungan dengan membatasi penggunaan TiO_2 melalui peningkatan penggunaan mineral anorganik seperti PCC, litofon, dan ZnO serta paduannya sebagai pigmen.

1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun yang menjadi hipotesis dalam penelitian ini yaitu bahwa :

- 1) Mineral PCC yang dicampurkan bersama dengan litofon dalam cat berbasis air tipe matt dapat meningkatkan kemampuan dispersibilitas, keputihan, daya tutup, dan daya kilap yang lebih baik dibandingkan dengan mineral TiO_2 .
- 2) Pencampuran mineral ZnO dengan TiO_2 dalam cat berbasis air tipe matt dapat meningkatkan kemampuan dispersibilitas, sifat putih, daya tutup, dan daya kilap yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan TiO_2 sebagai pigmen tunggal.

1.6 Kebaruan Penelitian

Adapun kebaruan dalam penelitian ini yaitu diperolehnya produk baru berupa cat berbasis air tipe matt menggunakan pigmen campuran PCC/litofon (50:50) dan campuran TiO_2/ZnO (25:75).



