

STUDI KOMPARASI SIFAT FOTOKATALIS DAN AGLOMERITAS NANOPARTIKEL TiO₂ SEBAGAI PENGARUH DISPERSANT ETILEN GLIKOL DAN TRITON X 100 DALAM *DIRT-FREE PAINT*

Dyah Sawitri, Rima Fitriadiati*, Nurfadilah, Cindy Claudia Febiola, Ibnu Taufan, Nur Fadhilah
Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*Email: rima.adiati13@mhs.ep.its.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi dispersant terhadap stabilitas fotokatalis dan aglomeritas nanopartikel TiO₂ sebagai optimasi *dirt-free paint*, yaitu bahan komposit cat yang mempunyai sifat anti noda dan mampu membersihkan dirinya sendiri (*self-cleaning*) dengan bantuan cahaya dan air. Dispersant yang digunakan Etilen Glikol dan Triton X 100. Komposisi massa TiO₂ 2% massa cat, dengan perbandingan anatase : rutil sebesar 90:10. Pengujian yang dilakukan meliputi uji DSC, XRD, FTIR, uji *self-cleaning*, dan SEM-EDX. Dari uji *self-cleaning* dengan dua macam pengotor, diperoleh hasil bahwa untuk pengotor lumpur, sampel terbaik adalah sampel dengan dispersant Etilen Glikol, dengan selisih luas pengotor 35,77%. Untuk pengotor pewarna makanan, sampel TiO₂ dengan dispersant Triton X 100 memiliki selisih luas pengotor 17,64%. Hasil uji SEM-EDX menunjukkan ukuran partikel TiO₂ rata-rata untuk cat tanpa dispersant adalah 132.02 nm, dan dengan dispersant Etilen Glikol menjadi 118.54 nm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan dispersant dapat menimbulkan sifat *self cleaning*, serta mampu mendispersikan TiO₂ di dalam cat dengan baik.

Kata kunci: dirt-free paint, dispersant, TiO₂

PENDAHULUAN

Cat tembok umumnya digunakan untuk memberikan keindahan berupa warna dan kilap. Selain itu, cat digunakan untuk memberikan perlindungan tembok dari cuaca. Namun seperti yang terjadi di Indonesia, debu dan lumpur menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam mengotori tembok. Oleh karena itu, dibutuhkan cat yang memiliki kemampuan anti kotor, atau bisa dikatakan *dirt-free paint*.

Dirt-free paint dimaksudkan agar tembok terbebas dari kotoran baik itu debu, lumpur, tanah dan lainnya. Dengan adanya teknologi ini maka diharapkan dapat mempertahankan nilai estetika tembok. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan untuk aplikasi *dirt-free paint* pada cat adalah dengan memanfaatkan fotokatalisis bahan TiO₂. Fotokatalisis merupakan proses reaksi kimia yang dibantu oleh energi dari sinar ultraviolet. Tetapi perlu digaris bawahi bahwa efek fotokatalis TiO₂ dapat mendekomposisi

atau menguraikan senyawa organik menjadi CO₂ dan H₂O, dimana pada penelitian ini efek fotokatalis TiO₂ akan digunakan untuk mendekomposisi kotoran yang menempel pada permukaan cat (Kusmahetningsih & Sawitri 2012). Penggunaan TiO₂ pada cat dapat menjadikannya *dirt-free paint* tetapi efeknya adalah resin/binder dari cat akan mudah mengalami kerusakan karena TiO₂ merupakan fotokatalis yang menggunakan sinar ultraviolet untuk prosesnya, sehingga resin yang terbuat dari bahan polimer akan mengalami pecah (*cracking*) karena efek dari sinar UV (Hillebrandt 2010).

Oleh karena itu diperlukan *dispersant* untuk memisahkan partikel-partikel TiO₂ agar memiliki jarak yang renggang apabila dicampurkan pada cat. Apabila *dispersant* telah melapisi partikel TiO₂, maka *dispersant* akan mencegah terjadinya penggumpalan TiO₂.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi

dispersant terhadap sifat katalis aglomerasi nanopartikel TiO₂ dalam *dirt-free paint* serta untuk membandingkan *dispersant* mana yang terbaik diantara dua varian untuk menghasilkan *dirt-free paint*.

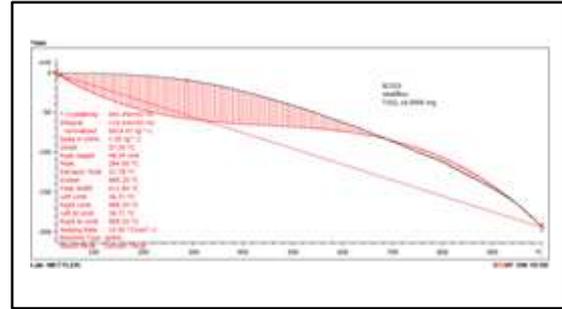
METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Titanium (IV) oxide, etilen glikol, triton x 100, akuades, cat paragon warna putih, dan papan asbes sebagai objek pengecatan ukuran 10x10 cm.

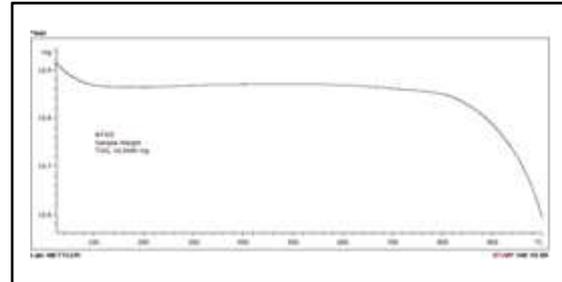
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan untuk pembuatan sampel dan peralatan untuk karakterisasi (pengujian). Peralatan untuk pembuatan sampel terdiri dari: timbangan digital, gelas kimia, gelas ukur, *magnetic stirrer*, *furnace*, kuas, dan *mixer*. Peralatan karakterisasi meliputi *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) untuk mengetahui energi yang diserap atau dikeluarkan sampel sebagai fungsi waktu dan temperatur, *X-Ray Diffraction* (XRD) Phillips X'Pert MPD untuk mengetahui struktur dari TiO₂, *Fourier Transform Infrared* (FTIR) *thermo scientific* tipe Nicolet iS10 untuk mengetahui jenis ikatan kimia antara TiO₂ dengan *dispersant*, software pengolah citra (*ImageJ*) untuk membandingkan prosentase luas pengotor pada saat pengujian *self cleaning*, dan pengujian *Scanning Electrone Microscope- Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) untuk mengetahui jenis atom di permukaan bahan yang mengandung multiatom.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa DSC pada Gambar 1 menunjukkan terdapat perubahan kristalinitas secara drastis yang mengakibatkan perubahan fase TiO₂ pada suhu antara 300°-400°C. Demikian pula pada suhu 1000°C. Hasil ini menjadi pedoman untuk melaksanakan proses kalsinasi untuk membentuk TiO₂ fase Anatase dan Rutile. Analisa berat sampel pada Gambar 2 menunjukkan penurunan berat yang signifikan antara suhu 800°-1000°C sehingga TiO₂ fase Rutile yang dihasilkan mengalami defek massa cukup besar dibandingkan dengan TiO₂ murni.

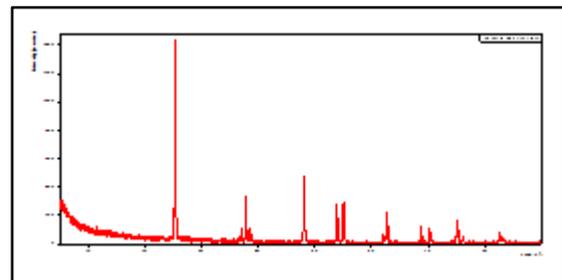


Gambar 1. Analisa DSC

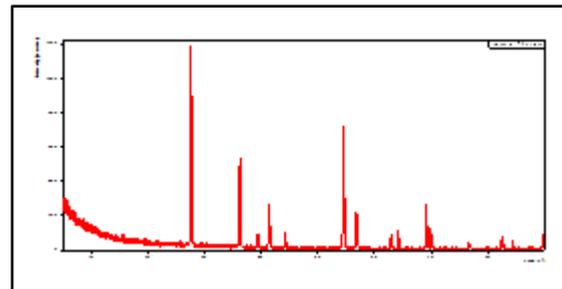


Gambar 2. Analisa berat sampel

Hasil *X-Ray Diffraction* pada TiO₂ fase Anatase pada Gambar 3 bersesuaian dengan data standar JCPDS pada 2 θ = 37.76; 48.02; 53.88; 62.66. TiO₂ fase Rutile pada Gambar 4 bersesuaian dengan data standar JCPDS pada 2 θ = 27.56; 36.20; 44.18; 54.44.



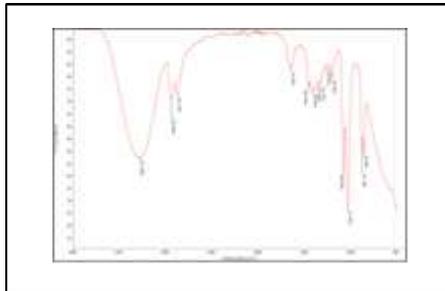
Gambar 3. Hasil XRD pada TiO₂ fase Anatase



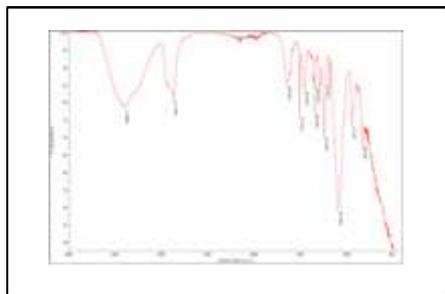
Gambar 4. Hasil XRD pada TiO₂ fase Rutile

Uji FTIR yang dilakukan pada hasil suspensi TiO₂-*dispersant* menghasilkan data puncak-puncak serapan dari grafik spektrum inframerah. Gambar 5 menunjukkan spektrum

FTIR dari hasil suspensi TiO₂-dispersant Etilen Glikol dan Gambar 6 menunjukkan hasil suspensi TiO₂-dispersant Triton X 100. Data tersebut dibandingkan dengan data standar HR Aldrich FT-IR Collection Edition II dan telah sesuai pada tiap-tiap jenis dispersant.



Gambar 5. Spektrum FTIR dari hasil suspensi TiO₂-dispersant Etilen Glikol



Gambar 5. Spektrum FTIR dari hasil suspensi TiO₂-dispersant Etilen Glikol

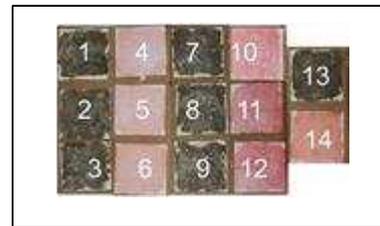
Uji *self-cleaning* dilakukan selama 50 jam dengan penyemprotan air setiap 10 jam sekali. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 7, 8, 9, 10, 11, dan Gambar 12 yang menunjukkan secara kualitatif pengurangan jumlah pengotor. Pada sampel nomor 13 dan 14, yang merupakan sampel cat murni tanpa dispersant, tidak terjadi banyak perubahan dari jumlah pengotor awal hingga 50 jam, yang artinya tidak terdapat aktivitas *self-cleaning*. Secara kuantitatif, tingkat kemampuan *self-cleaning* dapat dianalisa menggunakan software pengolah citra *ImageJ*. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut:



Gambar 7. Setelah pengotoran



Gambar 8. Setelah 10 jam



Gambar 9. Setelah 20 jam



Gambar 10. Setelah 30 jam



Gambar 11. Setelah 40 jam



Gambar 12. Setelah 50 jam

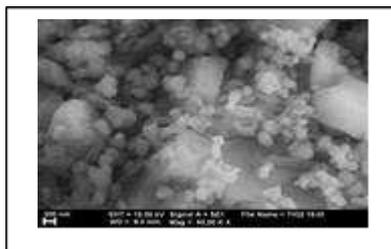
Tabel 1. Hasil analisa *ImageJ* untuk pengotor lumpur

Nomor Sampel	Dispersant	Luas Pengotor Awal (cm ²)	Luas Sisa Pengotor (cm ²)	Selisih Luas Pengotor (cm ²)	Prosentase Pengotor Awal (%)	Prosentase Pengotor Sisa (%)	Selisih Prosentase (%)
1	Etilen Glikol	65,870	61,598	4,272	49,884	47,034	2,850
2	Etilen Glikol	61,425	58,943	2,482	49,576	49,554	0,022
3	Etilen Glikol	83,258	42,267	40,991	65,815	30,045	35,770
7	Triton X	82,970	48,678	34,292	64,233	36,981	27,252
8	Triton X	84,401	52,080	32,321	68,896	44,643	24,253
9	Triton X	82,471	72,600	9,871	67,095	57,636	9,459
13	Cat murni	62,435	55,344	7,091	50,159	45,011	5,148

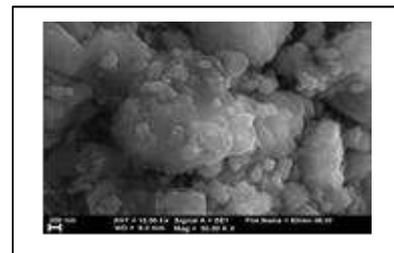
Tabel 2. Hasil analisa *ImageJ* untuk pengotor pewarna makanan

Nomor Sampel	Dispersant	Luas Pengotor Awal (cm ²)	Luas Sisa Pengotor (cm ²)	Selisih Luas Pengotor (cm ²)	Prosentase Pengotor Awal (%)	Prosentase Pengotor Sisa (%)	Selisih Prosentase (%)
1	Etilen Glikol	61,027	38,752	22,275	50,090	33,238	16,852
2	Etilen Glikol	60,228	44,184	16,044	50,678	35,233	15,455
3	Etilen Glikol	58,716	42,430	16,286	50,029	35,653	14,376
7	Triton X	64,360	39,781	24,579	49,712	32,067	17,645
8	Triton X	61,642	45,001	16,641	49,979	38,556	11,423
9	Triton X	60,591	36,477	24,114	49,907	32,306	17,601
13	Cat murni	64,731	45,460	19,271	50,395	35,158	15,237

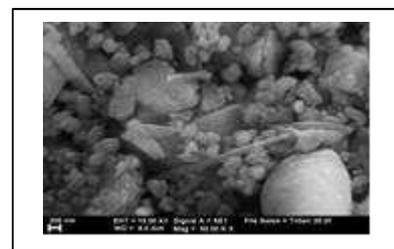
Untuk melihat dispersant terbaik, digunakan nilai selisih luas pengotor karena lebih jelas menunjukkan luasan yang mengalami *self-cleaning*. Pada Tabel 1 diketahui untuk pengotor lumpur, sampel yang memiliki kemampuan *self-cleaning* terbaik adalah sampel nomor 3 dengan dispersant Etilen Glikol dengan selisih luas pengotor 40,99 cm². Angka ini jauh lebih besar dibandingkan dengan selisih luas pengotor pada sampel nomor 10 yang hanya 24,57 cm². Hal ini disebabkan bahwa pengotor lumpur memiliki unsur-unsur organik yang dapat mengalami reaksi fotokatalis dengan TiO₂ pada permukaan cat. Pengotor berupa pewarna makanan mengandung unsur organik yang lebih sedikit sehingga lebih sulit mengalami reaksi fotokatalis.



Gambar 13. Cat murni



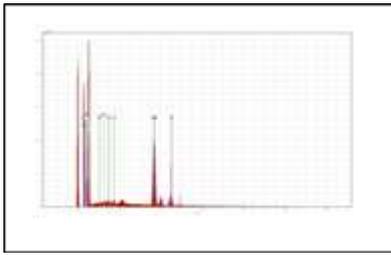
Gambar 14. Etilen Glikol



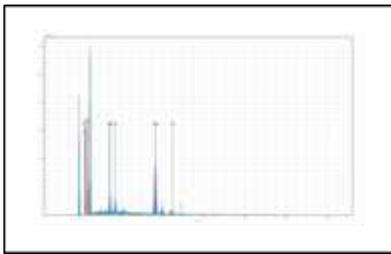
Gambar 15. Triton X 100

Gambar 13, 14 dan 15 merupakan hasil analisa SEM dengan perbesaran 50.000 kali. Dapat dilihat bahwa bentuk partikel bervariasi mulai dari bulat halus, batang dan pecahan. Ukuran partikel rata-rata diketahui untuk cat tanpa *dispersant* adalah 132.02 nm, dengan penambahan TiO₂, penambahan dispersant Etilen Glikol adalah 118.54 nm, dan *dispersant* Triton X 137.52 nm. Hasil ini menunjukkan

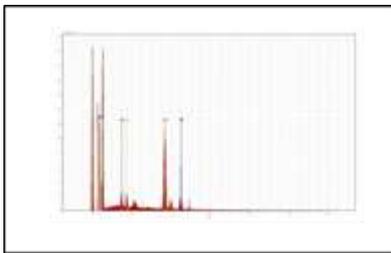
dispersant yang mencegah aglomerasi TiO_2 lebih baik adalah Etilen Glikol.



Gambar 16. Spektrum unsur pada cat murni



Gambar 17. Spektrum unsur pada Etilen Glikol



Gambar 18. Spektrum unsur pada Triton X 100

Hasil EDX pada Gambar 16, 17 dan 18 menunjukkan bahwa seluruh sampel mengandung spektrum unsur c, o, al, si, ca, dan ti, sedangkan sampel cat murni mengandung tambahan unsur na, dan mg.

SIMPULAN

Dari rangkaian penelitian yang telah kami laksanakan, dapat disimpulkan bahwa TiO_2 berhasil diaplikasikan pada *dirt-free paint* karena telah menghasilkan sifat *self-cleaning*. Sampel yang memiliki sifat *self-cleaning* terbaik untuk pengotor lumpur adalah sampel dengan dispersant Etilen Glikol, sedangkan untuk pengotor pewarna makanan adalah sampel dengan dispersant Triton X 100. Masing-masing dengan penurunan luasan pengotor sebesar $40,99 \text{ cm}^2$ dan $24,57 \text{ cm}^2$. Penambahan dispersant Etilen glikol dapat mencegah aglomerasi partikel TiO_2 , dengan ukuran partikel $132,02 \text{ nm}$ untuk cat murni dan $118,54$

nm dengan penambahan TiO_2 dan dispersant Etilen Glikol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Ibu Dyah Sawitri, ST, MT. selaku dosen pendamping atas saran dan masukannya selama pelaksanaan program ini.
3. Seluruh dosen, asisten laboratorium, dan mahasiswa tingkat akhir yang pernah menjadi tempat *sharing* penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, A.F.M., & V. Rivai. 2005. *Perfomance Appraisal*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Benedix, R., F. Dehn, J. Quass & M. Orgass. 2000. Application of Titanium Dioxide Photocatalysis to Create Self-Cleaning Building Materials. *LACER* (5).
- Fujishima, A.K., K. Hasimoto, & T. Watanabe. 1999. *TiO₂ Photocatalysis Fundamental and Application*. Japan: Koyo printing.
- Hillebrandt, P., S.H. Poulsen, P. Moller & S.G. Gunnarsson. 2010. Self Cleaning Coating Composition. *PCT WO 2010/269997 A1*.
- Hoffman, M.R., S.T. Martin, W. Choi, D.W. Bahneman. 1997. Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis. *J. Chem. Rev* : 69-96.
- Kusmahetiningsih, N., & D. Sawitri. 2012. Aplikasi TiO_2 Sebagai Self Cleaning pada Cat Tembok dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG). *Jurnal Teknik Pomits*.
- Sulasmono, B. 2012. Studi Komparasi Pengaruh Variasi Dispersant terhadap Stabilitas Suspensi dan Sifat Hidrofilik Nanopartikel TiO_2 Berbasis Air. *Kimia FMIPA UI*.