

# PENGARUH DISPERSANT TERHADAP NANOPARTIKEL TiO<sub>2</sub> SEBAGAI OPTIMASI *DIRT-FREE* *PAINT*

Rima Fitria Adiati<sup>1)</sup>, Nurfadilah<sup>1)</sup>, Cindy  
Claudia Febiola<sup>1)</sup>, Ibnu Taufan<sup>1)</sup>, Nur  
Fadhilah<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi  
Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

email: [fitria.rima@yahoo.co.id](mailto:fitria.rima@yahoo.co.id)

## Abstract

*Research has been conducted to determine the effect of variations of dispersant on TiO<sub>2</sub> nanoparticles as optimization of dirt-free paint. Dispersant used are Ethylene Glycol, Polyethylene Glycol, and Triton X-100 dissolved in white paint. Self-cleaning test with two kinds of stains shows that for mud stain, the best sample is the sample with Ethylene Glycol dispersant, by reduction of stain area reach 40.99 cm<sup>2</sup>. As for the food coloring stain, TiO<sub>2</sub> samples with dispersant Triton X-100 with 24.57 cm<sup>2</sup>. SEM-EDX test results show that the TiO<sub>2</sub> average particle size of paint without dispersant is 132.02 nm. By the addition of PEG, particle size becomes 104.98 nm. From the test results in this study can be shown that the dispersant material effect on the stability of a photocatalyst that can lead to self-cleaning properties, as well as agglomeration so it is able to disperse the TiO<sub>2</sub> particles in the paint well.*

**Keywords:** *dirt-free paint, dispersant, TiO<sub>2</sub>*

## 1. PENDAHULUAN

Faktor cuaca yang kurang menentu di Indonesia menyebabkan munculnya inovasi *dirt-free paint*, atau cat anti kotor. *Dirt-free paint* dimaksudkan agar tembok terbebas dari kotoran baik itu debu, lumpur, tanah dan lainnya. *Dirt-free paint* adalah kemampuan cat untuk membersihkan sendiri dari kotoran melalui reaksi kimia. 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 TiO<sub>2</sub>. Fotokatalisis merupakan proses reaksi

kimia yang dibantu oleh energi dari sinar ultraviolet. Tetapi perlu digaris bawahi bahwa efek fotokatalis TiO<sub>2</sub> dapat mendekomposisi atau menguraikan senyawa organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, dimana pada penelitian ini efek fotokatalis TiO<sub>2</sub> akan digunakan untuk mendekomposisi kotoran yang menempel pada permukaan cat [1]. Penggunaan TiO<sub>2</sub> pada cat dapat menjadikannya *dirt-free paint* tetapi efeknya adalah resin/binder dari cat akan mudah mengalami kerusakan karena TiO<sub>2</sub> merupakan fotokatalis yang menggunakan sinar ultraviolet untuk prosesnya, sehingga resin yang terbuat dari bahan polimer akan mengalami pecah (*cracking*) karena efek dari sinar UV [3].

Katalis TiO<sub>2</sub> umumnya berbentuk padat sehingga partikelnya cenderung lengket satu sama lain atau mengalami penggumpalan (secara mikroskopis), oleh karena itu dibutuhkan perlakuan khusus sebelum diaplikasikan pada permukaan [6]. *Dispersant* atau zat pendispersi adalah bahan yang berfungsi untuk mendispersikan partikel-partikel dalam suspensi yang cenderung lengket satu sama lain agar tidak terjadi penggumpalan. Zat pendispersi akan melapisi permukaan partikel-partikel dan mencegah partikel-partikel tersebut untuk membentuk gumpalan (*agglomerate*) sehingga akan tersebar merata dalam suspensi. Dengan penambahan dispersant dengan jumlah tertentu dapat digunakan untuk meningkatkan sifat fotokatalis TiO<sub>2</sub> karena dapat mengurangi penggumpalan bahan TiO<sub>2</sub> dan menjadikannya lebih homogeny [1].

Pada penelitian ini digunakan 3 jenis dispersant untuk mengetahui pengaruhnya terhadap TiO<sub>2</sub>, yaitu Etilen Glikol, Polietilen Glikol, dan Triton X 100, dikarenakan bahan TiO<sub>2</sub> merupakan *powder* yang partikelnya cenderung lengket satu sama lain atau mengalami penggumpalan secara mikroskopis. Oleh karena itu diperlukan *dispersant* untuk memisahkan partikel-partikel TiO<sub>2</sub> agar memiliki jarak yang renggang apabila dicampurkan pada cat. Apabila *dispersant* telah melapisi partikel TiO<sub>2</sub>, maka *dispersant* akan mencegah terjadinya penggumpalan TiO<sub>2</sub>.

## 2. METODE

Adapun metode dalam penelitian ini adalah preparasi TiO<sub>2</sub>, suspensi TiO<sub>2</sub> dengan dispersant, pencampuran suspensi TiO<sub>2</sub>/dispersant pada cat, dan pengujian sampel. Digunakan jenis dispersant dan pengotor sebagai variabel bebas, sedangkan massa TiO<sub>2</sub>, massa dispersant, dan cat sebagai variabel terikat (Tabel 1).

Tabel 1. Variabel penelitian

| TiO <sub>2</sub><br>Anatase: rutil<br>(4.5: 0.5) gram | Pengotor |                 |
|---|----------|-----------------|
|   | Lumpur   | Pewarna makanan |
| Polyethylen glycol (20 gram)                          | 1        | 4               |
| Ethylen glycol (20 gram)                              | 2        | 5               |
|   | 3        | 6               |
|   | 7        | 10              |
| Triton X100 (20 gram)                                 | 8        | 11              |
|   | 9        | 12              |
|   | 13       | 16              |
| Cat murni   | 14       | 17              |
|   | 15       | 18              |
|   | 19       | 20              |

Dilakukan uji DSC untuk mengetahui terbentuknya fase anatase dan rutil pada TiO<sub>2</sub> dalam fungsi waktu dan suhu. Dalam preparasi TiO<sub>2</sub> digunakan fasa anatase dan rutil. Untuk mendapatkan TiO<sub>2</sub> dengan fasa rutil maka dilakukan kalsinasi pada suhu 1000<sup>0</sup>C selama 7 jam. Sedangkan untuk mendapatkan TiO<sub>2</sub> dengan fasa anatase dilakukan kalsinasi pada suhu 400<sup>0</sup>C selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan uji XRD struktur dan susunan atom pada kristal TiO<sub>2</sub> berfase anatase dan rutil.

Pada pembuatan suspensi TiO<sub>2</sub> dilakukan pencampuran antara TiO<sub>2</sub> dengan aquades 10 ml kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan temperatur 50 °C selama 2 jam. Massa TiO<sub>2</sub> yang digunakan sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan penambahan dispersant dengan massa empat kali TiO<sub>2</sub>. Dispersant yang digunakan adalah Etilen Glikol, Polietilen Glikol, dan Triton X 100 yang digunakan kemudian dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* pada temperatur 60°C selama 15 menit.



Gambar 1. Proses suspense TiO<sub>2</sub> dan dispersant

Sebelum pada pencampuran TiO<sub>2</sub>/dispersant pada cat, dilakukan uji FTIR untuk memperoleh data tentang ikatan antara TiO<sub>2</sub> dan dispersant [8]. Pencampuran suspensi TiO<sub>2</sub>/dispersant pada cat dilakukan dengan menggunakan *mixer* selama 30 menit. Cat yang digunakan adalah cat paragon warna putih. Massa cat yang digunakan adalah 250 gram untuk semua sampel.



Gambar 2. Proses mixing antara cat dan hasil suspense

Pada penelitian ini objek yang digunakan sebagai media pengecatan adalah papan asbes lurus dengan tebal 0,3 mm dan berukuran 10 cm x 10 cm sebanyak 20 papan. Untuk masing-masing pengotor terdiri dari 9 papan untuk campuran TiO<sub>2</sub> dan dispersant sedangkan 1 papan untuk cat tanpa campuran TiO<sub>2</sub> dan dispersant. Sebelum dilakukan pengecatan pastikan papan asbes yang akan digunakan dalam keadaan bersih atau tidak ada debu maupun kotoran.

Pengujian *selfcleaning* dilakukan ketika cat pada papan asbes sudah kering. Pengujian

*selfcleaning* dilakukan dengan diberi pengotor berupa lumpur dan tinta sepistol. Sampel yang telah diberi pengotor kemudian diambil gambarnya dan dijemur dibawah sinar ultra violet neon langsung selama 10 jam selama 4 hari. Penjemuran dilakukan pada pukul 07.00 WIB sampai pukul 17.00 WIB. Setelah dilakukan penjemuran selama 10 jam dilakukan penyemprotan dengan menggunakan air. Kemudian dilakukan pengambilan gambar, dilakukan hal yang selama sampai hari ke 4 atau 50 jam penjemuran.



Gambar 3. Skema penyemprotan sampel pada pengujian *self cleaning*

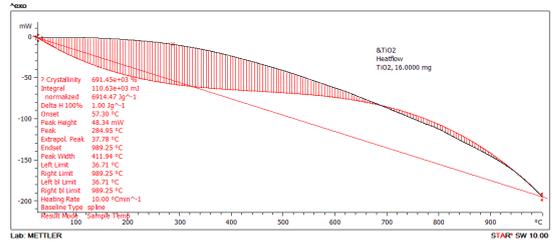
Untuk membandingkan sifat *self cleaning* maka dilakukan pengolahan citra (*image processing*) menggunakan *software* ImageJ pada foto sampel [4]. Pengolahan citra ini digunakan untuk mengetahui nilai *total area*, *area fraction*, dan *average size* pengotor yang masih tersisa pada sampel. Dari pengolahan citra tersebut maka akan dapat diketahui sampel mana yang memiliki sifat *self cleaning* terbaik. Serta uji SEM untuk mengetahui struktur atom pada permukaan cat dan persebaran  $\text{TiO}_2$  [9].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

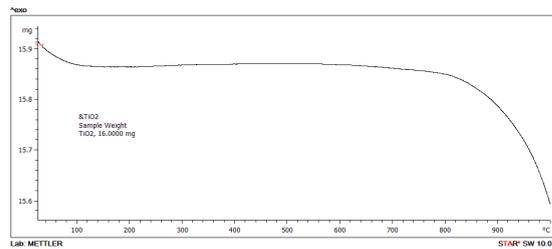
Analisa DSC (gambar 4 dan 5) menunjukkan terdapat perubahan kristalinitas secara drastis yang mengakibatkan perubahan fase  $\text{TiO}_2$  pada suhu antara  $300^\circ - 400^\circ\text{C}$ . Demikian pula pada suhu  $1000^\circ\text{C}$ .

Hasil ini menjadi pedoman untuk melaksanakan proses kalsinasi. Untuk membentuk  $\text{TiO}_2$  fase Anatase, dilaksanakan kalsinasi selama 3 jam dengan suhu  $400^\circ\text{C}$  sedangkan untuk membentuk fase Rutile, dilakukan kalsinasi selama 7 jam dengan suhu  $1000^\circ\text{C}$ . Analisa berat sampel (gambar 5) menunjukkan penurunan berat yang signifikan antara suhu  $800^\circ-1000^\circ\text{C}$  sehingga  $\text{TiO}_2$  fase Rutile yang dihasilkan mengalami

defek massa cukup besar dibandingkan dengan  $\text{TiO}_2$  murni.

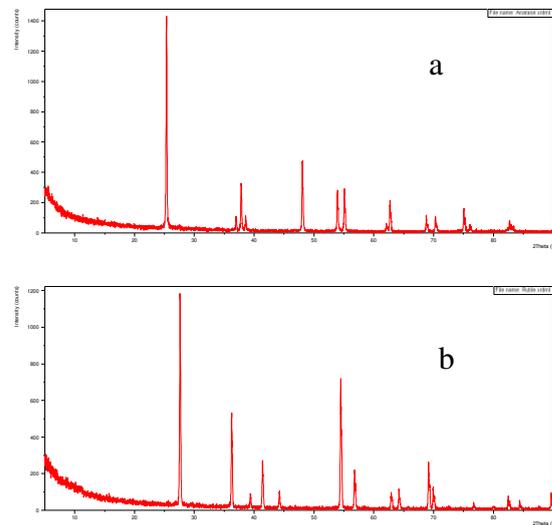


Gambar 4. Kristalinitas  $\text{TiO}_2$



Gambar 5. *Sample Weight*

Hasil X-Ray Diffraction pada  $\text{TiO}_2$  fase Anatase (gambar 6a) bersesuaian dengan data standar JCPDS pada  $2\theta = 37.76; 48.02; 53.88; 62.66$ .  $\text{TiO}_2$  fase Rutile (gambar 6b) bersesuaian dengan data standar JCPDS pada  $2\theta = 27.56; 36.20; 44.18; 54.44$ . [5]



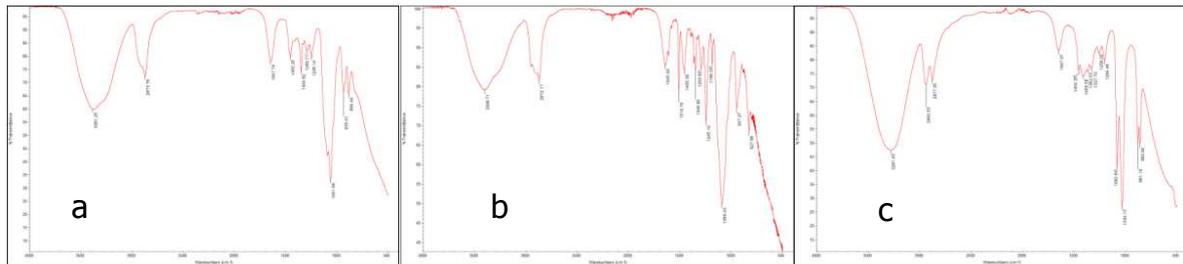
Gambar 6. Grafik X-Ray Diffraction pada  $\text{TiO}_2$  fase anatase (a) dan rutile (b)

Pada hasil pengujian XRD serbuk  $\text{TiO}_2$ , dimana dari hasil tersebut kemudian dapat dilakukan perhitungan ukuran kristal menggunakan persamaan Scherrer (persamaan 4.1) [2]

$$D = \frac{k\lambda}{\cos(\theta) * FWHM}$$

Dengan D adalah ukuran kristal suatu bahan (nm), k adalah konstanta (k=0,89),  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinar-X (Cu K $\lambda$ ) yang bernilai 0,154 nm, FWHM adalah *Full Width Half Maximum* (dalam radian), dan  $\theta$  adalah sudut difraksinya [5].

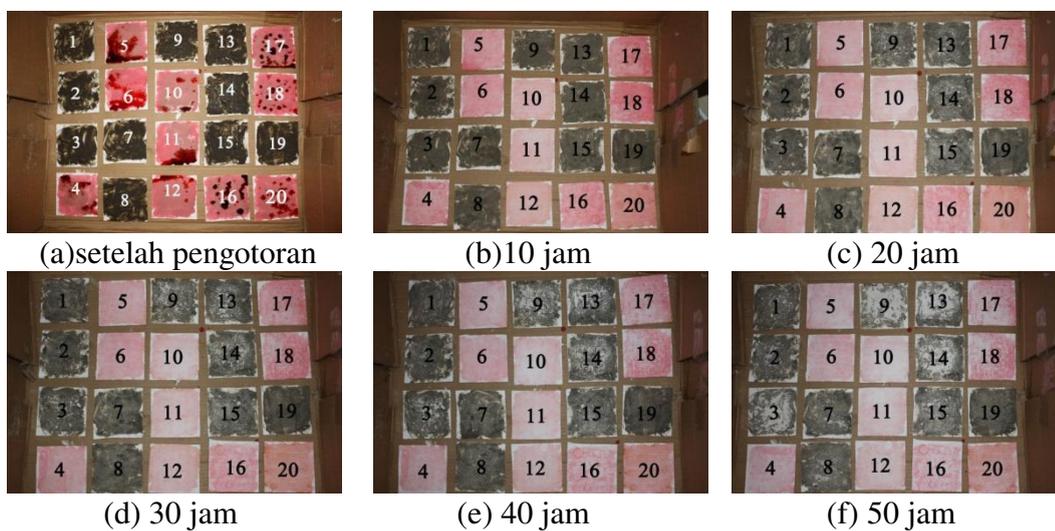
Uji FTIR yang dilakukan pada hasil suspensi TiO<sub>2</sub>-dispersant menghasilkan data puncak-puncak serapan dari grafik spektrum inframerah. Data tersebut dibandingkan dengan data standar HR Aldrich FT-IR collection edition II dan sesuai dengan tiap-tiap jenis dispersant. [7]



Gambar 7. Spektrum FTIR dari hasil suspensi TiO<sub>2</sub>-dispersant Etilen Glikol (a), Polyetilen Glikol (b), dan Triton X (c)

Uji *self-cleaning* yang dilakukan selama 50 jam dengan penyemprotan air setiap 10 jam sekali menghasilkan gambar-gambar yang menunjukkan secara kualitatif pengurangan jumlah pengotor. Pada sampel nomor 19 dan 20, 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*.



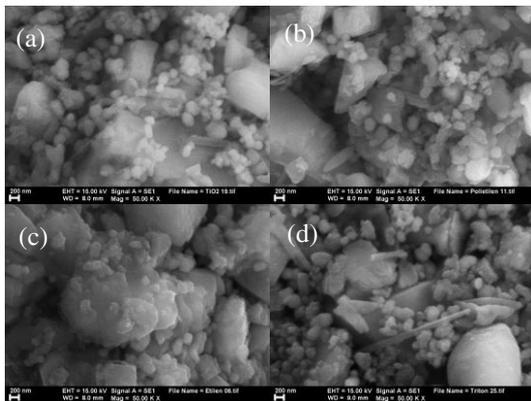
Gambar 8. Hasil Uji *Self-cleaning*

Tabel 2. Hasil analisa ImageJ untuk pengotor lumpur

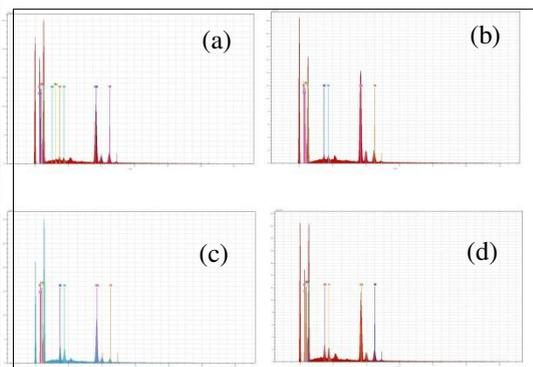
| Nomor Sampel | Dispersant        | luas pengotor awal (cm2) | luas sisa pengotor (cm2) | selisih luas pengotor (cm2) | prosentase pengotor awal (%) | prosentase pengotor sisa (%) | selisih prosentase pengotor (%) |
|--------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1            | Polyetilen Glikol | 66,619                   | 62,173                   | 4,446                       | 50,040                       | 49,305                       | 0,735                           |
| 2            | Polyetilen Glikol | 70,153                   | 63,387                   | 6,766                       | 50,055                       | 47,021                       | 3,034                           |
| 3            | Polyetilen Glikol | 81,929                   | 50,118                   | 31,811                      | 65,357                       | 39,585                       | 25,772                          |
| 7            | Etilen Glikol     | 65,870                   | 61,598                   | 4,272                       | 49,884                       | 47,034                       | 2,850                           |
| 8            | Etilen Glikol     | 61,425                   | 58,943                   | 2,482                       | 49,576                       | 49,554                       | 0,022                           |
| 9            | Etilen Glikol     | 83,258                   | 42,267                   | 40,991                      | 65,815                       | 30,045                       | 35,770                          |
| 13           | Triton X          | 82,970                   | 48,678                   | 34,292                      | 64,233                       | 36,981                       | 27,252                          |
| 14           | Triton X          | 84,401                   | 52,080                   | 32,321                      | 68,896                       | 44,643                       | 24,253                          |
| 15           | Triton X          | 82,471                   | 72,600                   | 9,871                       | 67,095                       | 57,636                       | 9,459                           |
| 19           | tidak ada         | 62,435                   | 55,344                   | 7,091                       | 50,159                       | 45,011                       | 5,148                           |

Tabel 3. Hasil analisa ImageJ untuk pengotor pewarna makanan

| Nomor Sampel | Dispersant        | luas pengotor awal (cm2) | luas sisa pengotor (cm2) | selisih luas pengotor (cm2) | prosentase pengotor awal (%) | prosentase pengotor sisa (%) | selisih prosentase pengotor (%) |
|--------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 4            | Polyetilen Glikol | 63,618                   | 45,218                   | 18,400                      | 49,966                       | 36,640                       | 13,326                          |
| 5            | Polyetilen Glikol | 68,557                   | 48,349                   | 20,208                      | 50,636                       | 39,563                       | 11,073                          |
| 6            | Polyetilen Glikol | 62,716                   | 39,868                   | 22,848                      | 50,920                       | 32,689                       | 18,231                          |
| 10           | Etilen Glikol     | 61,027                   | 38,752                   | 22,275                      | 50,090                       | 33,238                       | 16,852                          |
| 11           | Etilen Glikol     | 60,228                   | 44,184                   | 16,044                      | 50,678                       | 35,223                       | 15,455                          |
| 12           | Etilen Glikol     | 58,716                   | 42,430                   | 16,286                      | 50,029                       | 35,653                       | 14,376                          |
| 16           | Triton X          | 64,360                   | 39,781                   | 24,579                      | 49,712                       | 32,067                       | 17,645                          |
| 17           | Triton X          | 61,642                   | 45,001                   | 16,641                      | 49,979                       | 38,556                       | 11,423                          |
| 18           | Triton X          | 60,591                   | 36,477                   | 24,114                      | 49,907                       | 32,306                       | 17,601                          |
| 20           | tidak ada         | 64,731                   | 45,460                   | 19,271                      | 50,395                       | 35,158                       | 15,237                          |



Gambar 9. Hasil analisa SEM pada cat murni (a), dengan penambahan  $TiO_2$  dan dispersant PEG (b), Etilen Glikol (c), dan Triton X (d)



Gambar 10. Hasil analisa EDX pada cat murni (a), dengan penambahan  $TiO_2$  dan dispersant PEG (b), Etilen Glikol (c), dan Triton X (d)

Secara kuantitatif, tingkat kemampuan self-cleaning dapat dianalisa menggunakan software pengolah citra ImageJ. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk melihat dispersant terbaik, digunakan nilai selisih luas pengotor karena lebih jelas menunjukkan luasan yang mengalami self-cleaning. Pada tabel 2 diketahui untuk pengotor lumpur,

sampel yang memiliki kemampuan self-cleaning terbaik adalah sampel nomor 9 dengan dispersant Etilen Glikol dengan selisih luas pengotor 40,99 cm<sup>2</sup>. Angka ini jauh lebih besar dibandingkan dengan selisih luas pengotor pada sampel nomor 16 yang hanya 24,57 cm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan bahwa pengotor lumpur memiliki unsur-unsur organik yang dapat mengalami reaksi fotokatalis dengan TiO<sub>2</sub> pada permukaan cat. Pengotor berupa pewarna makanan mengandung unsur organik yang lebih sedikit sehingga lebih sulit mengalami reaksi fotokatalis.

Analisa SEM dengan perbesaran 50.000 kali menghasilkan gambar 10. 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 TiO<sub>2</sub> dan dispersant PEG 104.98 nm, Etilen Glikol 118.54 nm, dan dispersant Triton X 137.52 nm. Hasil ini menunjukkan dispersant yang mencegah aglomerasi TiO<sub>2</sub> paling baik adalah Polyetilen Glikol 200. Sedangkan hasil EDX menunjukkan bahwa seluruh sampel mengandung spektrum unsur C, O, Al, Si, Ca, dan Ti, sedangkan sampel cat murni mengandung tambahan unsur Na, dan Mg.

#### 4. KESIMPULAN

Dari rangkaian penelitian yang telah kami laksanakan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. TiO<sub>2</sub> berhasil diaplikasikan pada dirt-free paint karena telah menghasilkan sifat self-cleaning.
- b. 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 cm<sup>2</sup> dan 24,57 cm<sup>2</sup>.
- c. Penambahan dispersant Polyetilen glikol dapat mencegah aglomeritas partikel

TiO<sub>2</sub>, dengan ukuran partikel 132.02 nm untuk cat murni dan 104.98 nm dengan penambahan TiO<sub>2</sub> dan dispersant PEG.

#### 5. REFERENSI

- [1] Kusmahetiningih, Nining, Sawitri, Dyah . 2012. *Aplikasi TiO<sub>2</sub> Sebagai Self Cleaning pada Cat Tembok dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG)*, Jurnal Teknik Pomits.
- [2] Aprilita, N.H, Kartini, I, Ratnaningtyas, S.H. 2008. *Self-cleaning Kaca Berbasis Lapis Tipis TiO<sub>2</sub> dengan Perlakuan Asam dan Asam Palmitat sebagai Model Polutan*, Indo. J. Chem., 2008, 8 (2), 200 – 206.
- [3] Benedix, Roland., et al. 2000, *Application of Titanium Dioxide Photocatalysis to Create Self-Cleaning Building Materials*, LACER No. 5, 2000.
- [4] Burgess, K.D. *Self Cleaning Titania-Polyurethane Composites*. 2007. Faculty of Graduates Studies, The university of Western Ontario, London.
- [5] Charpentier, Paul A., et al. 2010. *Self Cleaning Coating*, PCT WO 2010/078649 A2.
- [6] Slamet, C.H.D, Alwi, J. Viriya. 2008, *Rekayasa plastik berlapis nanokristal TiO<sub>2</sub> untuk aplikasi anti kabut dan swabersih*. Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia.
- [7] Pratiwi, Wulan. 2009. *Pembuatan Etilen Glikol dari Etilen Oksida dengan Proses Karbonasi dengan Kapasitas 80.000 ton/tahun*. Departemen Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- [8] Wijayanti, Susi Mei. 2010. *Pabrik Etilen Glikol dari Etilen dengan Proses Hidrasi Katalitik*. D3 Teknik Kimia ITS.
- [9] Puspita Sari, Paramita. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Organoclay Bentonit Tasikmalaya Terinterkalasi dengan Surfaktan Non-Ionik Triton X-100: Variasi Kation Penyeimbang*. Departemen Kimia UI.