

PENGARUH DISPERSANT TERHADAP NANOPARTIKEL TiO₂ SEBAGAI OPTIMASI *DIRT-FREE* *PAINT*

Rima Fitria Adiati¹⁾, Nurfadilah¹⁾, Cindy
Claudia Febiola¹⁾, Ibnu Taufan¹⁾, Nur
Fadhilah¹⁾

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

email: fitria.rima@yahoo.co.id

Abstract

Research has been conducted to determine the effect of variations of dispersant on TiO₂ 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 cm². As for the food coloring stain, TiO₂ samples with dispersant Triton X-100 with 24.57 cm². SEM-EDX test results show that the TiO₂ 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 TiO₂ particles in the paint well.

Keywords: *dirt-free paint, dispersant, TiO₂*

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 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 [1]. 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 [3].

Katalis TiO₂ 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 TiO₂ karena dapat mengurangi penggumpalan bahan TiO₂ dan menjadikannya lebih homogeny [1].

Pada penelitian ini digunakan 3 jenis dispersant untuk mengetahui pengaruhnya terhadap TiO₂, yaitu Etilen Glikol, Polietilen Glikol, dan Triton X 100, dikarenakan bahan TiO₂ merupakan *powder* yang partikelnya cenderung lengket satu sama lain atau mengalami penggumpalan secara mikroskopis. 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.

2. METODE

Adapun metode dalam penelitian ini adalah preparasi TiO₂, suspensi TiO₂ dengan dispersant, pencampuran suspensi TiO₂/dispersant pada cat, dan pengujian sampel. Digunakan jenis dispersant dan pengotor sebagai variabel bebas, sedangkan massa TiO₂, massa dispersant, dan cat sebagai variabel terikat (Tabel 1).

Tabel 1. Variabel penelitian

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

Dilakukan uji DSC untuk mengetahui terbentuknya fase anatase dan rutile pada TiO₂ dalam fungsi waktu dan suhu. Dalam preparasi TiO₂ digunakan fasa anatase dan rutile. Untuk mendapatkan TiO₂ dengan fasa rutile maka dilakukan kalsinasi pada suhu 1000⁰C selama 7 jam. Sedangkan untuk mendapatkan TiO₂ dengan fasa anatase dilakukan kalsinasi pada suhu 400⁰C selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan uji XRD struktur dan susunan atom pada kristal TiO₂ berfase anatase dan rutile.

Pada pembuatan suspensi TiO₂ dilakukan pencampuran antara TiO₂ dengan aquades 10 ml kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan temperatur 50 °C selama 2 jam. Massa TiO₂ yang digunakan sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan penambahan dispersant dengan massa empat kali TiO₂. 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 TiO₂ dan dispersant

Sebelum pada pencampuran TiO₂/dispersant pada cat, dilakukan uji FTIR untuk memperoleh data tentang ikatan antara TiO₂ dan dispersant [8]. Pencampuran suspensi TiO₂/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 TiO₂ dan dispersant sedangkan 1 papan untuk cat tanpa campuran TiO₂ 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 sepidot. 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*

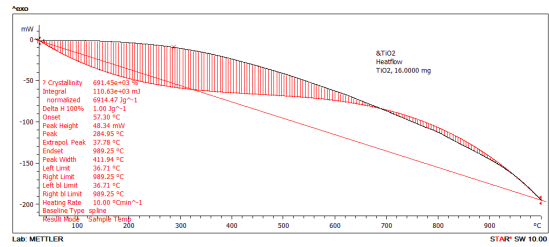
Untuk membandingkan sifat *self cleaning* maka dilakukan pengolahan citra (*image processing*) menggunakan *software* ImageJ pada foto sampel [4]. Pengolahan citra ini digunakan untuk mengetahui nilai *total area*, *area fraction*, dan *average size* pengotor yang masih tersisa pada sampel. Dari pengolahan 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 TiO_2 [9].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

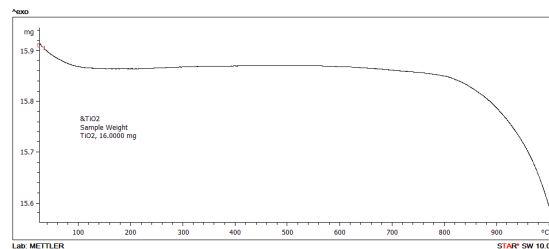
Analisa DSC (gambar 4 dan 5) menunjukkan terdapat perubahan kristalinitas secara drastis yang mengakibatkan perubahan fase TiO_2 pada suhu antara $300^\circ - 400^\circ\text{C}$. Demikian pula pada suhu 1000°C .

Hasil ini menjadi pedoman untuk melaksanakan proses kalsinasi. Untuk membentuk TiO_2 fase Anatase, dilaksanakan kalsinasi selama 3 jam dengan suhu 400°C sedangkan untuk membentuk fase Rutile, dilakukan kalsinasi selama 7 jam dengan suhu 1000°C . Analisa berat sampel (gambar 5) menunjukkan penurunan berat yang signifikan antara suhu $800^\circ-1000^\circ\text{C}$ sehingga TiO_2 fase Rutile yang dihasilkan mengalami

defek massa cukup besar dibandingkan dengan TiO_2 murni.

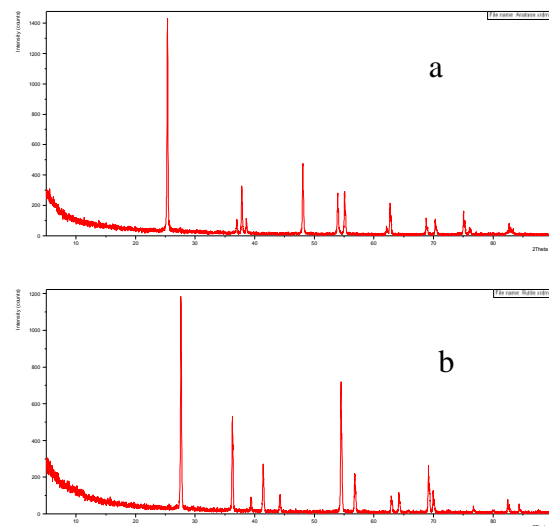


Gambar 4. Kristalinitas TiO_2



Gambar 5. *Sample Weight*

Hasil X-Ray Diffraction pada TiO_2 fase Anatase (gambar 6a) bersesuaian dengan data standar JCPDS pada $2\theta = 37.76; 48.02; 53.88; 62.66$. TiO_2 fase Rutile (gambar 6b) bersesuaian dengan data standar JCPDS pada $2\theta = 27.56; 36.20; 44.18; 54.44$. [5]



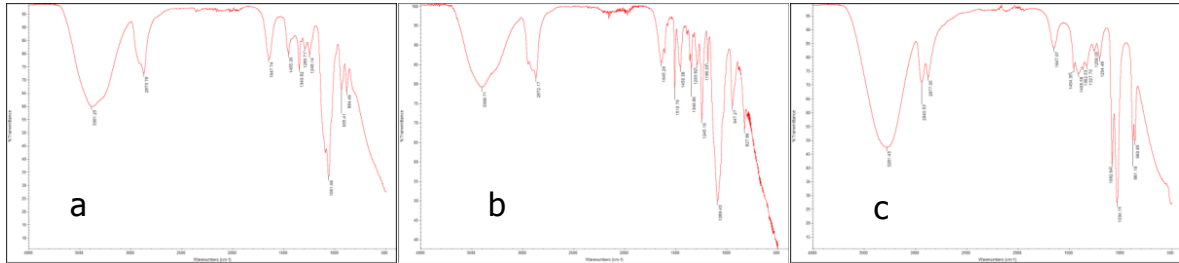
Gambar 6. Grafik X-Ray Diffraction pada TiO_2 fase anatase (a) dan rutile (b)

Pada hasil pengujian XRD serbuk 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), λ adalah panjang gelombang sinar-X (Cu K λ) yang bernilai 0,154 nm, FWHM adalah *Full Width Half Maximum* (dalam radian), dan θ adalah sudut difraksinya [5].

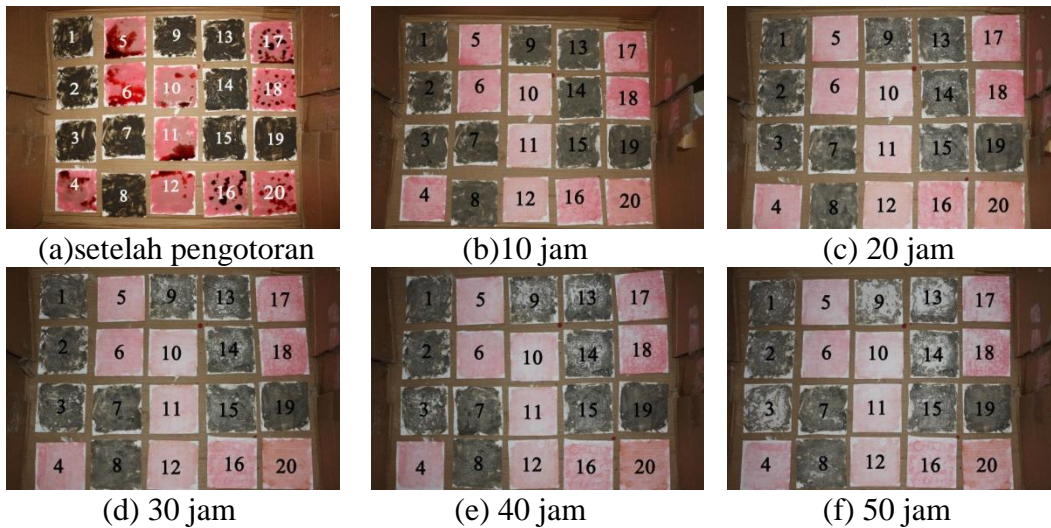
Uji FTIR yang dilakukan pada hasil suspensi TiO₂-dispersant menghasilkan data puncak-puncak serapan dari grafik spektrum inframerah. Data tersebut dibandingkan dengan data standar HR Aldrich FT-IR collection edition II dan sesuai dengan tiap-tiap jenis dispersant. [7]



Gambar 7. Spektrum FTIR dari hasil suspensi TiO₂-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*.



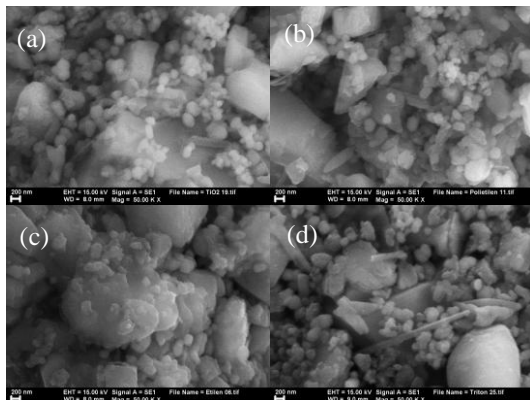
Gambar 8. Hasil Uji *Self-cleaning*

Tabel 2. Hasil analisa ImageJ untuk pengotor lumpur

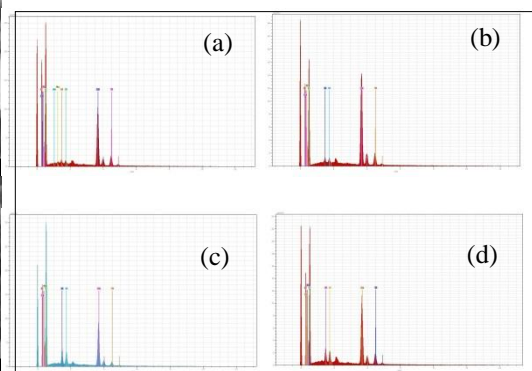
Nomor Sampel	Dispersant	luas pengotor awal (cm ²)	luas sisa pengotor (cm ²)	selisih luas pengotor (cm ²)	prosentase pengotor awal (%)	prosentase pengotor sisa (%)	selisih prosentase pengotor (%)
1	Polyetilen Glikol	66,619	62,173	4,446	50,040	49,305	0,735
2	Polyetilen Glikol	70,153	63,387	6,766	50,055	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 (cm ²)	luas sisa pengotor (cm ²)	selisih luas pengotor (cm ²)	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 TiO₂ dan dispersant PEG (b), Etilen Glikol (c), dan Triton X (d)



Gambar 10. Hasil analisa EDX pada cat murni (a), dengan penambahan TiO₂ 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 cm². Angka ini jauh lebih besar dibandingkan dengan selisih luas pengotor pada sampel nomor 16 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.

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 TiO₂ 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 TiO₂ 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:

- TiO₂ 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 cm² dan 24,57 cm².
- Penambahan dispersant Polyetilen glikol dapat mencegah aglomeritas partikel

TiO₂, dengan ukuran partikel 132.02 nm untuk cat murni dan 104.98 nm dengan penambahan TiO₂ dan dispersant PEG.

5. REFERENSI

- [1] Kusmahetiningasih, Nining, Sawitri, Dyah . 2012. *Aplikasi TiO₂ 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 TiO₂ 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 TiO₂ 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.