

## PENGARUH NANOPARTIKEL TITANIUM DIOKSIDA PADA RESIN SEBAGAI MATERIAL TRANSPARAN ANTI UV DAN *SELF CLEANING*

Laila Sari, Astuti

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

*e-mail: tuty\_phys@yahoo.com*

### ABSTRAK

Penambahan nanopartikel  $\text{TiO}_2$  pada resin menggunakan metode pengadukan sederhana dengan variasi massa nanopartikel  $\text{TiO}_2$  diteliti untuk menghasilkan material transparan anti UV dan *self cleaning material*. Berdasarkan karakterisasi dengan lux meter diketahui bahwa semakin banyak massa  $\text{TiO}_2$  pada sampel semakin kecil intensitas cahaya setelah melewatinya, hal ini karena lebih banyak cahaya matahari diserap oleh  $\text{TiO}_2$ . Sedangkan penurunan sudut kontak tidak terlalu signifikan antara sebelum dan sesudah sampel dijemur. Nilai absorpsi maksimum diperoleh pada sampel dengan penambahan 0,04 gram  $\text{TiO}_2$  dengan puncak absorpsi pada panjang gelombang 291,96 nm sampai dengan 385,99 nm. Dari hasil karakterisasi dengan FTIR diketahui terjadi ikatan antara nanopartikel  $\text{TiO}_2$  dengan resin pada bilangan gelombang 974,84  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil yang diperoleh maka material ini dapat dikembangkan untuk diaplikasikan sebagai material transparan anti UV.

Kata kunci : Nanopartikel  $\text{TiO}_2$ , resin, intensitas, sudut kontak, perlindungan UV

### ABSTRACT

*The addition of  $\text{TiO}_2$  nanoparticle into resin using a simple mixing method with variation of  $\text{TiO}_2$  nanoparticle mass was researched in order to produce anti UV transparent and self-cleaning material. The result shows that addition of  $\text{TiO}_2$  decrease sunlight intensity that has passed sample, it is because of more sunlight was absorbed by  $\text{TiO}_2$ . The decrease of contact angle before and after drying was not significant. The maximum value of absorption was obtained at sample with addition of 0.04 gram  $\text{TiO}_2$  with absorption peak in 291.96 nm until 385.99 nm wavelength. From FTIR pattern, it is found that bond between  $\text{TiO}_2$  nanoparticle and resin are in 974.84  $\text{cm}^{-1}$ . Based on the result, this material can be applied as anti-UV transparent material.*

*Key words:  $\text{TiO}_2$  Nanoparticles, resin, intensity, contact angle, UV protection*

## I. PENDAHULUAN

Rumah merupakan kebutuhan primer bagi manusia yaitu sebagai tempat tinggal. Salah satu aksesoris rumah yang banyak digunakan untuk ruangan tertentu adalah atap *fiberglass*, yang lebih indah dan tembus cahaya sehingga terkesan terang dan lebih elegan. Atap *fiberglass* yang digunakan selama ini umumnya menggunakan serat sintesis seperti serat kaca. Radiasi *Ultraviolet* (UV) dari matahari yang cukup lama dapat menyebabkan kulit terbakar dan kanker kulit. Oleh sebab itu perlu direkayasa suatu material yang dapat menghamburkan sinar UV, dan mentransmisikan sinar tampak. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menyisipkan/melapisi suatu material transparan dengan partikel lain, seperti nanopartikel Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ).

Nanopartikel  $\text{TiO}_2$  memiliki energi gap 3,2 eV sehingga dapat menghamburkan sebagian besar UV dan menyerap sebagian lainnya dan sangat sedikit sekali yang diteruskan. Dari segi toksitasnya,  $\text{TiO}_2$  tergolong aman atau tidak beracun dengan ikatan kimia yang cukup stabil terhadap sinar UV.

Fotokatalis merupakan suatu proses yang dibantu oleh adanya cahaya pada material katalis (dalam hal ini  $\text{TiO}_2$ ). Sifat fotokatalis pada  $\text{TiO}_2$  memiliki keunggulan dimana polutan organik dapat didegradasi menjadi senyawa yang tidak berbahaya seperti air dan karbon dioksida, serta lebih hemat pemakaian bahan kimia dan energinya (Dumitriu, 2000). Rekayasa bahan anti UV dengan menyisipkan nanopartikel  $\text{TiO}_2$  telah banyak diteliti oleh para ilmuwan. Beberapa penerapan nanopartikel  $\text{TiO}_2$  sebagai anti UV adalah pada produk kosmetik dan tekstil. Yu dkk (2008) telah melakukan pelapisan nanopartikel  $\text{TiO}_2$  pada pakaian, dengan menggunakan *polivinilpirolidon* (PVP) sebagai pengikat partikel  $\text{TiO}_2$  pada kain. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi kadar  $\text{TiO}_2$  pada kain maka semakin besar absorpsi sinar UV pada kain tersebut. Selain itu pelapisan partikel  $\text{TiO}_2$  pada kain poliester menyebabkan

kenaikan *rating ultraviolet protection factor* (UPF) dengan menggunakan alginat sebagai pengikat (Mythilirani, 2010).

Selain mempunyai sifat fotokatalis, TiO<sub>2</sub> juga mempunyai sifat hidrofilik. Sifat hidrofilik dari material yang dilapisi oleh TiO<sub>2</sub> ini ditemukan pada tahun 1990-an, berbagai jenis material yang fungsional mulai dikembangkan. Sifat hidrofilik yang dimiliki oleh TiO<sub>2</sub> mengakibatkan permukaan material yang dilapisi TiO<sub>2</sub> menjadi bersifat anti *fogging* dan swabersih (*self-cleaning*) karena sudut kontak tetesan air di atas permukaan tersebut hanya sekitar 10° dan akan terus berkurang hingga mencapai 0° jika disinari dengan sinar ultraviolet. Sifat ini dimanfaatkan untuk untuk melapisi kaca, sehingga kaca akan bersifat anti *fogging* dan *self cleaning*. Penambahan 1%, 2%, 3% dan 4% konsentrasi TiO<sub>2</sub> menunjukkan hasil sudut kontak terkecil diperoleh pada konsentrasi TiO<sub>2</sub> 2% dan transparansi 65% sampai dengan 90% (Suprayikno, 2010).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah ada, maka pada penelitian ini dikembangkan material transparan anti UV dan *self cleaning material*, dengan menggunakan resin sebagai material transparan. Material ini dapat diaplikasikan sebagai atap transparan. Apabila energi  $h\nu$  lebih besar dari energi gap material tersebut maka terjadi absorpsi dan apabila lebih kecil dari energi gap maka akan ditransmisikan. Penambahan nanopartikel TiO<sub>2</sub> pada resin diharapkan dapat meningkatkan daya serap material terhadap radiasi UV dan bersifat hidrofilik sehingga kemampuan material transparan sebagai pelindung UV dan *self cleaning* dapat dimaksimalkan, yang bisa dilihat dari nilai absorpsi material tersebut dan penurunan nilai sudut kontak. Penelitian ini bertujuan memodifikasi material transparan sehingga memberikan perlindungan terhadap radiasi UV dan *self cleaning*, yaitu dengan mengoptimalkan perbandingan konsentrasi nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan resin poliester sehingga kemampuan anti UV dan *self cleaning* pada material transparan dapat dimaksimalkan.

## II. METODE

Nanopartikel TiO<sub>2</sub> fasa anatase diperoleh dari PT. Brataco, Bandung dan resin poliester dan katalis mekpo diperoleh dari PT. Justus Kima Raya, Jakarta, lisensi SOA, Jepang. Sampel dibuat dari campuran resin, katalis dan nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan volume resin dan katalis tetap dan massa TiO<sub>2</sub> divariasikan. Sampel tersebut dicampurkan dalam sebuah cetakan ukuran 6x6 cm<sup>2</sup> dengan metode pengadukan sederhana. Cetakan dioles dengan anti lengket (mol relise) dan masukkan serat *fiberglass*. Setelah sampel tercampur merata kemudian sampel dituangkan ke dalam cetakan, permukaan sampel diratakan sampai semua permukaan serat tertutupi oleh sampel. Lalu dikeringkan selama 24 jam, setelah sampel kering dilakukan karakterisasi dengan Spektrofotometri UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*), FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), lux meter dan pengukuran sudut kontak antara bahan dengan air. Besarnya intensitas cahaya matahari yang diukur dengan lux meter diperoleh dalam satuan lux, sehingga perlu konversi dari satuan lux menjadi foot candela (ftcd) seperti yang terlihat pada Persamaan 1. Dari intensitas tersebut dapat dihitung koefisien atenuasinya berdasarkan Persamaan 2.

$$1 \text{ ftcd} = 10,765 \text{ lux} \quad (1)$$

$$\alpha x = \ln \frac{I_0}{I} \quad (2)$$

dengan  $I$  adalah intensitas matahari setelah melewati sampel (ftcd),  $I_0$  adalah intensitas matahari sebelum melewati sampel (ftcd),  $\alpha$  adalah koefisien atenuasi (Np/m) dan  $x$  ketebalan sampel (m) intensitas

Sedangkan sudut kontak antara bahan dengan air dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{h}{a} \quad (3)$$

dengan  $\theta$  adalah sudut kontak,  $h$  adalah ketinggian dan  $a$  radius kontak.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengukuran Intensitas dan Koefisien Atenuasi Cahaya Matahari terhadap masing-masing Sampel

Besar intensitas yang diperoleh dikonversi menggunakan Persamaan 1 sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Intensitas matahari sebelum dan sesudah melewati sampel

No	TiO <sub>2</sub> (g)	Intensitas Sebelum Melewati Sampel		Intensitas Sesudah Melewati Sampel	
		LUX	FTCD	LUX	FTCD
1	0,05	1020	94,751	420	39,015
2	0,04	1020	94,751	518	48,118
3	0,03	1020	94,751	556	51,648
4	0,02	1020	94,751	592	54,993
5	0,01	1020	94,751	684	63,539
6	0	1020	94,751	884	82,117

Berdasarkan data intensitas pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa sampel dengan massa 0,05 gram nanopartikel TiO<sub>2</sub> mempunyai intensitas yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal ini terjadi karena cahaya matahari sebagian diserap oleh nanopartikel TiO<sub>2</sub> tersebut. Disamping itu berkurangnya intensitas cahaya setelah melewati sampel juga dipengaruhi oleh koefisien atenuasi (pelemahan) cahaya matahari. Koefisien atenuasi cahaya matahari pada sampel dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. Koefisien atenuasi cahaya matahari dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Koefisien atenuasi masing-masing sampel

No	Massa TiO <sub>2</sub> (g)	X (M)	I (FTCD)	I <sub>0</sub> (FTCD)	α (NP/M)
1	0,05	0,00421	39,015	94,751	210,761
2	0,04	0,00421	48,118	94,751	160,949
3	0,03	0,00421	51,648	94,751	144,133
4	0,02	0,00421	54,993	94,751	129,227
5	0,01	0,00421	63,539	94,751	94,916
6	0	0,00421	82,117	94,751	33,992

Semakin kecil intensitas matahari setelah melewati sampel maka koefisien atenuasi semakin besar. Besarnya energi cahaya matahari yang diserap saat cahaya merambat disuatu medium dapat diperkirakan dari total koefisien atenuasi yang merupakan jumlah dari koefisien penyerapan (*absorption coefficient*) dan koefisien hamburan (*scattering coefficient*) oleh masing-masing partikel pada material sebagai medium rambat. Standar pencahayaan yang baik untuk rumah tinggal menurut Manuaba (1986) berkisar antara 170 sampai dengan 350 lux atau 15,791 sampai dengan 32,513 fctd, sedangkan menurut Grandjean (1993) berkisar antara 200 sampai 300 lux atau 18,579 sampai dengan 27,868 fctd. Kisaran cahaya ini adalah untuk keadaan normal tanpa kegiatan ataupun kegiatan normal yang tidak memerlukan tingkat ketelitian. Jika bahan ini diaplikasikan sebagai atap maka rumah akan mendapatkan pencahayaan yang cukup disiang hari tanpa menggunakan lampu sebagai tambahan penerangan.

3.2 Pengukuran Sudut Kontak pada Sampel

Sudut kontak antara air dengan bahan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

Tabel 3 Sudut kontak sebelum terpapar sinar matahari

No	Massa TiO <sub>2</sub> (g)	Ketinggian h (cm)	Radius Kontak a (cm)	Sudut Kontak $\theta$ (°)
1	0,05	2,6	3,75	54,203
2	0,04	2,4	3,75	52,001
3	0,03	2,6	4,35	50,086
4	0,02	2,8	4,65	50,295
5	0,01	2,3	4,4	46,273
6	0	2,6	4,6	48,504

Tabel 4 Sudut kontak setelah sampel terpapar sinar matahari

No	Massa TiO <sub>2</sub> (g)	Ketinggian h (cm)	Radius Kontak a (cm)	Sudut Kontak $\theta$ (°)
1	0,05	2,2	4,25	45,993
2	0,04	2,6	4,25	50,203
3	0,03	2,9	5	49,236
4	0,02	2,6	4,35	50,086
5	0,01	2,4	4,7	45,603
6	0	2,6	4,6	48,504

Berdasarkan data sudut kontak sebelum dan setelah sampel terpapar sinar matahari pada Tabel 3 dan Tabel 4, dapat dilihat bahwa tidak ada sampel yang bersifat superhidrofilik yaitu sudut kontak hampir mendekati nol. Sudut kontak antara 30° sampai dengan 90° termasuk kategori hidrofilik. Sudut kontak yang diperoleh tidak berbeda jauh, sama-sama dalam rentang sudut kontak hidrofilik. Penurunan sudut kontak yang paling besar yaitu pada sampel 0,05 gram nanopartikel TiO<sub>2</sub> yaitu sebesar 8,21°. Nanopartikel TiO<sub>2</sub> bersifat fotokatalis, sehingga apabila sampel terpapar sinar matahari akan mengalami penurunan sudut kontak sampai mendekati nol derajat. Sedangkan hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan hal tersebut. Hal ini disebabkan karena nanopartikel TiO<sub>2</sub> tidak bekerja optimal pada sampel karena dipengaruhi oleh campuran material lain seperti resin.

### 3.3 Analisis Spektrum Absorpsi Spektrofotometer UV-Vis

Nanopartikel TiO<sub>2</sub> fasa anatase murni pada umumnya memiliki energi gap 3,2 eV, sehingga mempunyai absorpsi maksimum berada pada panjang gelombang 388 nm. Absorpsi salah satu sampel seperti pada Tabel 5. Hasil yang diperoleh untuk sampel 0,04, 0,03 dan 0,01 gram nanopartikel TiO<sub>2</sub> absorpsi sinar UV meningkat seiring banyaknya kandungan TiO<sub>2</sub> pada sampel. Namun tidak demikian untuk sampel 0,05 dan 0,02, sehingga diasumsikan bahwa pada sampel tersebut terdapat bahan pengotor yang berpengaruh pada puncak absorpsi.

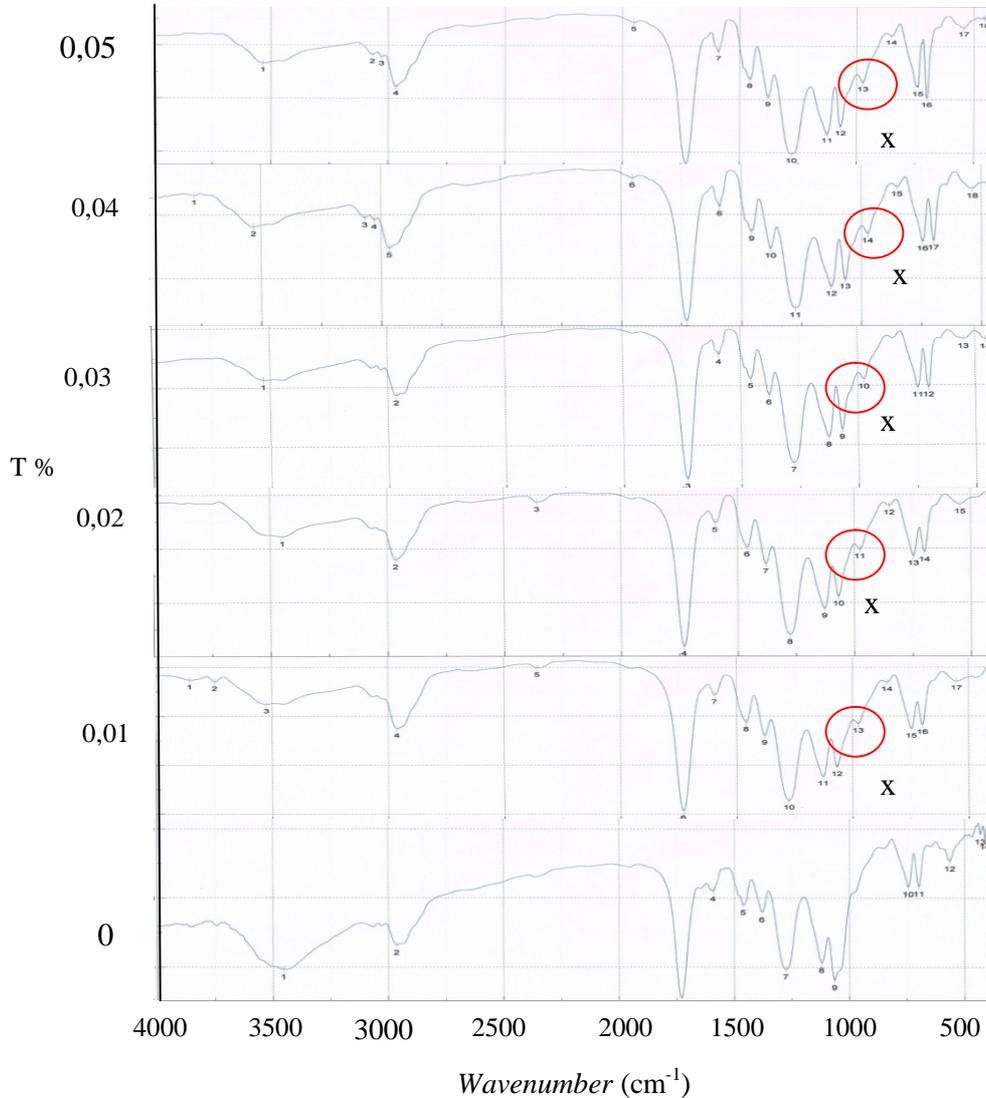
Tabel 5 Absorpsi 0,01 gram nanopartikel TiO<sub>2</sub>

No	Panjang Gelombang (nm)	Absorpsi
1	380,74	3,457
2	378,14	3,922
3	305,37	4,627
4	303,13	4,271

Ketidaksamaan panjang gelombang absorpsi maksimum pada TiO<sub>2</sub> fase anatase murni dengan panjang gelombang absorpsi maksimum pada sampel disebabkan karena ukuran nanopartikel TiO<sub>2</sub> yang digunakan tidak homogen, sehingga energi gap juga tidak homogen, akibatnya berpengaruh pada panjang gelombang absorpsi. Selain itu juga bisa dipengaruhi oleh tingkat kemurnian nanopartikel TiO<sub>2</sub> itu sendiri, dengan kata lain nanopartikel TiO<sub>2</sub> yang digunakan mengandung bahan pengotor.

3.4 Analisis Ikatan yang Terbentuk dari Hasil Karakterisasi dengan FTIR

Ikatan yang terbentuk antara nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan resin dianalisis dari hasil pengujian dengan FTIR. Hasil FTIR untuk semua sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil FTIR pada semua sampel

Secara umum pada Gambar 1 semakin tinggi kandungan TiO<sub>2</sub> maka transmisi semakin rendah. Dapat dilihat perbedaan puncak absorpsi pada sampel yang menggunakan TiO<sub>2</sub> dengan tanpa TiO<sub>2</sub>, salah satunya adalah pada puncak yang diberi lingkaran warna merah berlabel x pada sampel dengan TiO<sub>2</sub> sedangkan pada sampel tanpa TiO<sub>2</sub> puncak absorpsi tersebut tidak muncul. Diasumsikan bahwa pada puncak absorpsi x terjadi ikatan antara nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan resin. Puncak absorpsi x sebagai absorpsi dari ikatan atom O dengan atom Ti. Apabila bilangan gelombang berbanding terbalik dengan kuadrat massa reduksi, maka dapat didekati lokasi serapan dari ikatan O dengan Ti. Jika massa reduksi atom O-Ti adalah

$$\mu_{O-Ti} \approx \frac{16 \times 47,88}{16 + 47,88} = 11,992 \text{ amu}$$

dan massa reduksi atom C-O adalah

$$\mu_{C-O} \approx \frac{12,01 \times 16}{12,01 + 16} = 6,860 \text{ amu}$$

maka lokasi serapan ikatan antara atom O dengan Ti berada

$$\text{disekitar } \omega_{O-Ti} = \omega_{C-O} \sqrt{\frac{\mu_{C-O}}{\mu_{O-Ti}}}$$

dengan menggunakan  $\omega_{C-O} = 1278,57$ , maka diperoleh

$$\omega_{O-Ti} \approx 967,032 \text{ cm}^{-1}, \text{ yang lebih dekat dengan label x, yaitu } 973,876 \text{ cm}^{-1}.$$

Jadi dapat

diasumsikan bahwa terjadi ikatan antara atom Ti dari nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan atom O dari resin yang berpengaruh pada peningkatan nilai perlindungan terhadap radiasi UV.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penurunan sudut kontak sebelum dan sesudah sampel terpapar sinar matahari tidak terlalu signifikan, ini disebabkan karena nanopartikel TiO<sub>2</sub> tidak bekerja optimal pada sampel. Namun hasil yang diperoleh masih dalam kategori hidrofilik yaitu sudut kontak antara 30° sampai dengan 90°. Absorpsi sampel 0,04, 0,03 dan 0,01 gram nanopartikel TiO<sub>2</sub> terhadap sinar UV meningkat seiring banyaknya kandungan TiO<sub>2</sub> pada sampel, namun tidak demikian untuk sampel 0,05 dan 0,02 gram TiO<sub>2</sub>, sehingga diasumsikan bahwa sampel tersebut terdapat bahan pengotor yang berpengaruh pada puncak absorpsi sinar UV. Sedangkan absorpsi terhadap cahaya tampak semakin mendekati nol seiring dengan pengurangan kandungan TiO<sub>2</sub>, yang berarti bahwa hampir sebagian besar cahaya tampak ditransmisikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dumitriu D. 2000. Photocatalytic Degradation of Phenol by TiO<sub>2</sub> Thin Films Prepared by Sputtering. *Appl. Catal. B: Environ.*, 25, 83-92.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man. A Textbook of Occupational Ergonomics*, 4 th Edition London: Taylor & Francis.
- Manuaba, A. 1998. *Dengan Desain yang Aman Mencegah Kecelakaan dan Cedera*. Bunga Rampai Ergonomi vol.1. Universitas Udayana, Denpasar.
- Mythilirani, 2010, Nanofinishes for UV Protection in Textiles, <http://www.scribd.com/41736378>, diakses 17 Februari 2012.
- Slamet., Alwi C.H.D. dan Viriya J., 2008, Rekayasa Plastik Berbasis Nanokristal TiO<sub>2</sub> untuk Aplikasi Anti Kabut dan Swa-Bersih, <http://staff.ui.ac.id/internal/132048271/publikasi/PaperSem-ITB-2008-SL-UI-lengkap.pdf>, diakses 17 Februari 2012.
- Subiyanto H., Mikrajuddin A., Khairurrijal dan Hernawan M., 2009. Pelapisan Nanomaterial TiO<sub>2</sub> Fasa Anatase pada Nilon Menggunakan Bahan Perak Aica Aibon dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi edisi Khusus*, ISSN 1979-0880.
- Suprayikno J.L.E., 2010, Pelapisan TiO<sub>2</sub> untuk Anti-Fogging dan Self-Cleaning pada Kaca Mobil dengan Teknik Penyemprotan. *Skripsi*, Fakultas Teknologi Industri, ITS. Surabaya.
- Usna, S.R.A., 2011, Pengaruh Penambahan Metil Merah Pada Tekstil yang Dilapisi Nanopartikel Tio<sub>2</sub> Sebagai Pelindung UV, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Yu, Q- Z., & Shen, A- A., 2008, Anti-Ultraviolet Treatment for Cotton Fabrics by Dyeing and Finishing in one Bath dan Two Steps, *JFBI*, Vol. 1, No. 1, pp 65 - 72.