

---

**PENGGUNAAN MEMBRAN NATA DE SOYA SEBAGAI MEDIA  
PENGEMBAN TITANIUM DIOKSIDA UNTUK FOTOKATALISATOR  
PENGOLAHAN LIMBAH BATIK**

**Rika Endara Safitri, Zakiyatul Mukarramah Hayati M.**  
Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas PGRI Banyuwangi  
Email: [dara\\_syahdan@yahoo.com](mailto:dara_syahdan@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Limbah industri batik dapat menurunkan kualitas air tanah jika dibuang tanpa proses yang tepat. Penggunaan Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) sebagai fotokatalisator menjadi salah satu alternative pengolahan limbah secara mudah dan murah. Pada penelitian ini  $\text{TiO}_2$  diemban pada membran Nata de Soya untuk meningkatkan aktifitas fotodegradasi pada pengolahan limbah batik. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan mengoptimasikan penggunaan pelarut pada pembuatan membran dan massa Titanium dioksida yang digunakan untuk fotodegradasi limbah batik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa 0,06 gram  $\text{TiO}_2$  dapat teremban dalam 0,5 gram membran nata de soya dengan kemampuan % terdegradasi pada 50 mL larutan pewarna tekstil 500 ppm sebesar 19,732% (%C).

**Kata kunci:** Titanium Dioksida, Limbah Batik, Fotodegradasi, Nata de Soya

**ABSTRACT**

Batik industrial waste can decrease the quality of ground water if it is disposed of without proper processing. The use of Titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) as a photocatalyst is one alternative to processing waste easily and cheaply. In this study,  $\text{TiO}_2$  was added to the Nata de Soya membrane to increase photodegradation activity in batik waste treatment. The method used in the research is by optimizing the use of solvents in the manufacture of membranes and mass of Titanium dioxide used for photodegradation of batik waste. Based on the research that has been done that 0.06 grams of  $\text{TiO}_2$  can stick to 0.5 gram of nata de soya membrane with the ability of percent degraded to 50 mL of a 500 ppm textile dye solution of 19.732% (% C).

**Keywords:** Titanium dioxide, batik waste water, photodegradation, nata de soya

## 1. PENDAHULUAN

Limbah industri batik dapat mempengaruhi peningkatan pH air dan konsentrasi BOD, serta beberapa jenis senyawa kimia lain yang sulit terurai yang mencemari lingkungan (Riyanto, 2013). Limbah cair dapat dikelola secara fisika, biologi, dan kimia. Cara termudah pengolahan limbah cair adalah secara kimia, namun memiliki dampak yang tidak baik bagi lingkungan dalam jangka panjang.

Metode penanganan limbah zat warna untuk memenuhi baku mutu pencemaran

yang relatif murah dan mudah diterapkan adalah metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) (Utubira *et al*, 2006). Aktivitas fotokatalis Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dapat ditingkatkan melalui pengembanan pada material pendukung, seperti adsorben (Andarini *et al*, 2012) (Ramadhana *et al*, 2013). Fotokatalis biasanya dibagi menjadi dua jenis yaitu *mobile* dan *imobile* (tetap) (Lizhang, 2000). Fotokatalis *mobile* umumnya berbentuk serbuk, sedangkan untuk *imobile* fotokatalis dapat dilakukan dengan berbagai cara. Fotokatalis Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) serbuk memiliki kelemahan dalam pengolahan limbah pewarna tekstil yaitu serbuk  $\text{TiO}_2$  yang mudah terkoagulasi dalam larutan sehingga larutan menjadi keruh dan penyerapan cahaya pada proses degradasi akan menjadi kurang efektif. Salah satu penanganan dari kelemahan tersebut adalah penggunaan media pengemban  $\text{TiO}_2$ . Hal tersebut memiliki hambatan dalam kemampuan melekat  $\text{TiO}_2$  pada media pengemban.

Pada penelitian ini, serbuk katalis  $\text{TiO}_2$  dilapisi dengan membran selulosa asetat yang terbuat dari *Nata de Soya*. Membran merupakan lapisan tipis yang dapat memisahkan partikel berdasarkan sifat gugus fungsi dan ukurannya. Membran dapat dibuat dari polimer organik maupun anorganik. Membran organik yang sedang dikembangkan adalah membran selulosa asetat yang terbuat dari nata. Perkembangan nata saat ini tidak hanya dibuat dari media air kelapa saja, namun juga penggunaan limbah cair industri seperti nata de soya dari industri tahu. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair industri batik yang aman bagi lingkungan dan efektif tanpa menghasilkan limbah baru.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Oktober 2018. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Universitas PGRI Banyuwangi.

## 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas beaker, labu ukur, Erlenmeyer, pipet Mohr, thermometer, panci aluminium, penangas listrik, gelas ukur, ayakan, set alat press nata, wadah plastic, pembakar Bunsen, set alat cetak membran, alat pengukur pH/Cond./DO meter, alat pengukur TDS, alat kuat tarik, XRD, FTIR, SEM.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair pembuatan tahu, air kelapa, gula, asam cuka, asam sitrat, ragi (fermipan), bibit nata/ starter (*Acetobacter xylinum*), Natrium hidroksida (NaOH), asam asetat glasial (CH<sub>3</sub>COOH), asam asetat anhidrat, asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ( $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$ , purify 95%), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 96%, indikator fenolftalein, aseton, Dimetilsulfoksida (DMSO), Diklorometana (DCM), Titanium Oksida (TiO<sub>2</sub>), aquadimen, kertas saring, kertas pH universal.

## 2.3 Prosedur Penelitian

### a. Pembuatan Nata de Soya

Limbah cair pembuatan tahu disaring dengan kain katun untuk memisahkan pengotor dengan limbah cair. 3 L limbah cair tahu yang sudah disaring ditambahkan 2 L air kelapa kemudian dipanaskan hingga mendidih. Campuran limbah yang telah mendidih ditambahkan gula pasir 10% (m/v), asam cuka 2% (v/v), asam sitrat 1% (m/v), dan ragi (fermipan) 0,2% (m/v). Campuran limbah yang telah ditambahkan bahan didinginkan dan diletakkan pada nampan plastic serta ditutup dengan kertas Koran dan diikat dengan karet agar tidak masuk pengotor lain. Setelah suhu campuran mencapai suhu ruang (25-30°C), kemudian ditambahkan bibit nata/ starter (*Acetobacter xylinum*) 10% dari volume media nata dan ditutup rapat kembali dengan kertas koran. Larutan nata diletakkan pada suhu ruang selama 7-10 hari.

### b. Pembuatan Selulosa Asetat dari Nata de Soya

Nata yang sudah jadi dicuci dengan air mendidih selama 15 menit, larutan NaOH 1% selama 24 jam, larutan asam asetat 1% selama 24 jam dan air hingga pH nata mencapai netral. Kemudian nata yang telah dicuci dilakukan *press* hingga kadar air berkurang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan ditimbang massa nata kering.

Campuran 5 g selulosa dari *nata de soya* yang telah dihaluskan dan 24 mL asam asetat glasial diaduk selama 60 menit pada suhu 40°C, kemudian ditambahkan 30 mL asam asetat glasial dan 5 tetes asam sulfat pekat. Campuran diaduk kembali selama 45 menit pada suhu yang sama. Kemudian ditambahkan 20 mL anhidrat asetat 98% lalu diaduk kembali pada suhu 40°C selama 20 jam. Larutan ini dihidrolisis dengan menambahkan campuran 20 mL asam asetat glasial dan 10 mL air selama 20 jam. Larutan selulosa asetat yang diperoleh dari hasil hidrolisis dituangkan ke dalam beaker glass berisi aquadimen dengan 4°C dan diaduk hingga terbentuk butiran selulosa asetat. Butiran selulosa asetat disaring dan dicuci dengan aquadimen hingga pH 7 tercapai dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50°C selama 10 jam. Setelah kering, selulosa asetat kering dihaluskan dengan blender dan disaring sehingga dihasilkan serbuk selulosa asetat *Nata de Soya*.

### *c. Pengaruh Massa Titanium Dioksida pada Pembuatan Katalisator Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>) -Membran Nata de Soya (NdS)*

Serbuk selulosa selulosa *Nata de Soya* sebanyak 0,5 gram ditambahkan 12 mL campuran pelarut (aseton : DCM) dengan perbandingan volume optimum. Larutan *dope* diaduk dengan lama pengadukan optimum dan ditambahkan serbuk Titanium dioksida dengan variasi massa (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 gram). Larutan *dope* Larutan Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* diaduk selama 30 menit dan dicetak pada wadah kaca, didiamkan selama 12 jam pada suhu ruang. Fotokatalis Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* siap digunakan untuk pengolahan limbah cair batik.

*d. Penentuan Daya Serap Membran (Derajat Swelling)*

Uji derajat swelling dilakukan dengan merendam membran ke dalam air pada suhu ruang dimana penelitian ini dilakukan sampai tercapai kesetimbangan absorpsi air (berat konstan). Film kemudian diangkat dari air dan derajat pengembangan (*degree of swelling*) dihitung dengan persamaan (Padmavathi dan Chatterji, 1996 dalam Piluharto, 2001):

$$\%Swelling = \frac{massa\ kesetimbangan - massa\ awal}{massa\ awal} \times 100\%$$

*e. Penentuan Struktur Morfologi Membran Nata de Soya*

Lembaran fotokatalis Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* diamati menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 20x (lensa okuler 5x dan lensa objektif 4x). hasil yang teramati didokumentasikan dengan menggunakan kamera 13 Megapixel (perbesaran 2x). hasil yang didapatkan digunakan sebagai data pembanding.

*f. Penentuan Persen Pengelupasan (%Pengelupasan)*

Persentase pengelupasan TiO<sub>2</sub> pada membran *Nata de Soya* berdasarkan selisih massa sebelum dan sesudah penggunaannya pada proses fotodegradasi limbah cair batik dengan kecepatan konstan. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\% Pengelupasan = \frac{m_{sebelum} - m_{sesudah}}{m_{sebelum}} \times 100\%$$

Dimana : m = massa TiO<sub>2</sub> – Membran *Nata de Soya* (gram)

*g. Penentuan Persen Terdegradasi (%Terdegradasi)*

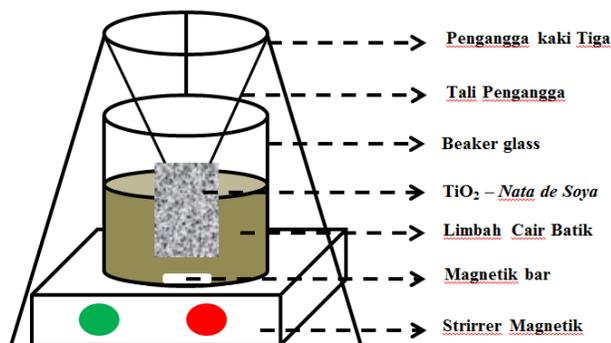
Persentase pewarna tekstil yang terdegradasi berdasarkan selisih konsentrasi sebelum dan sesudah proses fotodegradasi menggunakan plat kaca – TiO<sub>2</sub> sebagai media fotokatalis kecepatan konstan. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\% Terdegradasi = \frac{C_{sebelum} - C_{sesudah}}{C_{sebelum}} \times 100\%$$

Dimana : C = Konsentrasi Pengukuran Kualitas Limbah Cair Batik

*h. Aplikasi Pengolahan Limbah Industri Batik dengan Fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran Nata de Soya*

Larutan limbah batik diukur kualitas airnya terlebih dahulu sesuai prosedur 2.3(i), kemudian larutan limbah dilakukan proses fotodegradasi. 250 mL Limbah Cair Batik dimasukkan ke dalam beaker glass 500 mL dan dimasukkan lembaran Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* dengan posisi penggantung. Larutan limbah diaduk dan disinari UV selama 24 jam. Larutan limbah yang telah difotodegradasi dilakukan pengukuran kualitas air sesuai prosedur 2.3(i). Susunan alat *batch* fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.** Susunan Alat *Batch* Fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya* Limbah Cair Batik

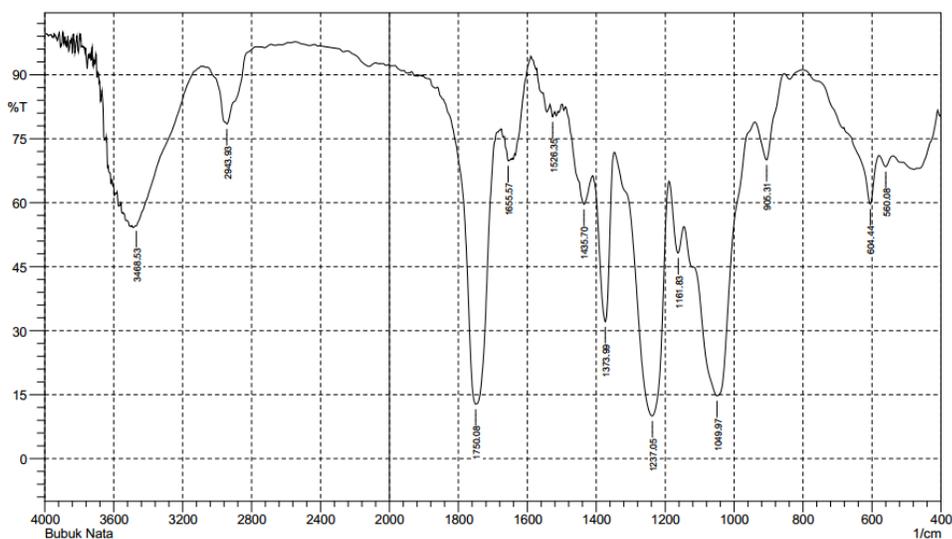
*i. Pengukuran Kualitas Limbah Cair Batik*

Pengukuran Kualitas Limbah dilakukan menggunakan pH meter, Konduktometer, dan TDS meter yang bersifat otomatis. Sebelum digunakan semua alat yang digunakan telah dikalibrasi terlebih dahulu.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nata de Soya merupakan selulosa nata yang terbuat dari bahan dasar limbah perebusan tempe atau limbah proses pembuatan tahu. Pada penelitian ini, nata de soya

yang digunakan terbuat dari limbah perebusan tempe. Limbah perebusan tempe mengandung karbohidrat dan protein. Proses pembuatan nata de soya dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan jumlah serbuk nata yang cukup untuk proses asetilasi pada rantai selulosa. Hasil asetilasi Nata de Soya selanjutnya diuji gugus fungsinya berdasarkan analisis FTIR dan dianalisis kadar asetilnya.



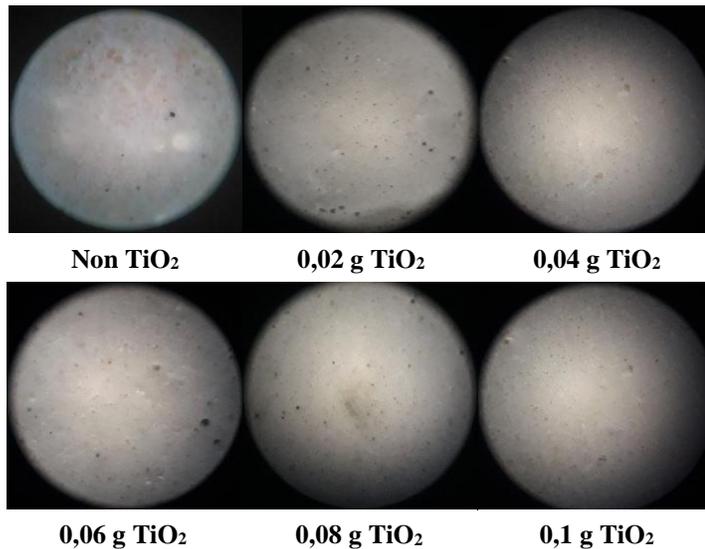
Gambar 5.1 Spektrum FTIR Selulosa Asetat Nata de Soya

Berdasarkan grafik FTIR dari asetilasi Nata de Soya memiliki gugus fungsi yang serupa dengan gugus fungsi selulosa asetat (gambar 5.1). Kadar asetil pada selulosa asetat Nata de Soya sebesar 5,9174%. Serbuk selulosa asetat Nata de Soya ( $CA_{NdS}$ ) yang dihasilkan selanjutnya digunakan sebagai bahan dasar membran selulosa asetat yang terembankan Titanium Dioksida ( $TiO_2$ ).

### 3.1 Pengaruh Massa $TiO_2$ pada Membran Selulosa Asetat Nata de Soya

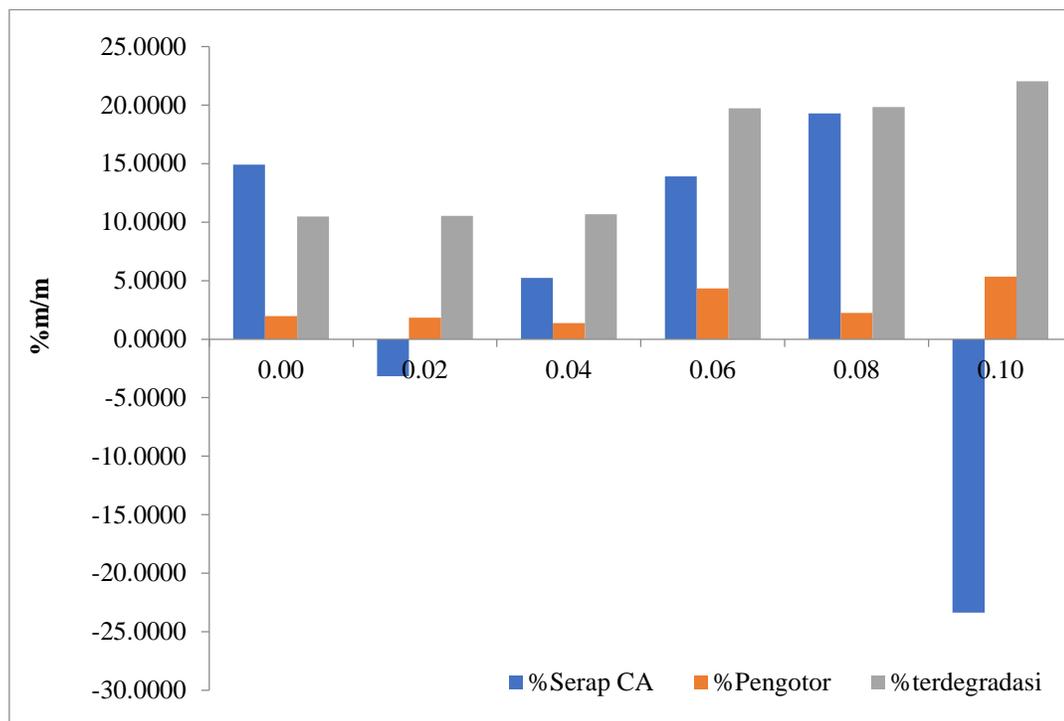
Setelah mendapatkan kondisi membran selulosa Nata de Soya yang optimum, maka prosedur yang dilakukan selanjutnya adalah variasi penambahan  $TiO_2$  sebagai

katalisator. Variasi massa  $\text{TiO}_2$  yang digunakan adalah 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1 gram. Berdasarkan gambar 5.6, peningkatan massa  $\text{TiO}_2$  tidak memberikan perubahan yang signifikan pada struktur morfologi membran selulosa asetat Nata de Soya.



Gambar 5.6 Pengaruh Massa  $\text{TiO}_2$  terhadap penampakan permukaan membran selulosa asetat nata de soya ( $\text{CA}_{\text{NDS}}$ ) –  $\text{TiO}_2$  menggunakan mikroskop dengan perbesaran 20x

Berdasarkan gambar 5.7, penambahan massa  $\text{TiO}_2$  menunjukkan hasil yang baik pada penambahan 0,06 gram dalam setiap 0,5 gram membran  $\text{CA}_{\text{NDS}}$  dengan pewarna yang terdegradasi meningkat dan daya serap air yang tidak terlalu tinggi.



Gambar 5.7 Pengaruh Massa TiO<sub>2</sub> terhadap kemampuan membran selulosa asetat nata de soya (CA<sub>NdS</sub>) – TiO<sub>2</sub> sebagai katalisator pewarna tekstil

### 3.2 Aplikasi penggunaan TiO<sub>2</sub> - Membran Selulosa Asetat Nata de Soya pada Limbah Batik

Aplikasi penggunaan Titanium dioksida yang terembankan pada membran selulosa asetat dari nata de soya dilakukan pada limbah batik yang diambil dari salah satu industri batik di Banyuwangi. Lama aplikasi yang diterapkan pada penelitian ini adalah 3 jam dengan 2 lampu UV. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada limbah batik yang sebelum dan sesudah difotodegradasi memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dari para meter TDS, pH, dan Konduktivitasnya. Hal ini dikarenakan waktu aplikasi yang kurang lama dan jumlah TiO<sub>2</sub> sebagai katalisator yang teremban terlalu sedikit sehingga proses fotodegradasi pada limbah batik kurang berkerja dengan baik. Pada sisi lain, TiO<sub>2</sub> yang berhasil teremban pada membran selulosa asetat dari nata de soya yang terbukti dengan tidak adanya endapan TiO<sub>2</sub> yang terkelupas pada

media emban. Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lebih baik lagi dengan optimasi yang lebih luas lagi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Selulosa Asetat dari Nata de Soya memiliki struktur yang menyerupai struktur selulosa asetat dari Nata de Coco
- b. Massa  $\text{TiO}_2$  menunjukkan hasil yang baik adalah pada penambahan 0,06 gram dalam setiap 0,5 gram membran  $\text{CA}_{\text{NdS}}$

##### 4.2 Saran

Penelitian ini masih perlu penyempurnaan terutama pada waktu pengadukan  $\text{TiO}_2$  pada pembuatan membran  $\text{TiO}_2 - \text{CA}_{\text{NdS}}$ . Penelitian ini juga masih dapat dikembangkan untuk jenis membran lain dan katalisator yang lebih efektif dari titanium dioksida

#### 5. REFERENSI

- Andarini, N.R., Wardhani, S., dan Khunur, M.M., 2012, Fotodegradasi Zat Warna Jingga Metil Menggunakan  $\text{TiO}_2$ -Zeolit dengan Penambahan Anion Anorganik  $\text{NO}_3^-$ , *Kimia.Student Journal*, Vol. 1, No. 1, pp. 98-104, Universitas Brawijaya, Malang.
- Azhari, Muh. 2014. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi *Nata de Soya* dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*. [TESIS]. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Oram,B. 2010. Total Dissolved Solids. <http://cha2inchemistry09.blogspot.com/2012/11/total-suspended-solid-tssdantotal.html>. [24 Maret 2014]

Puspawiningtiyas, Endar, dan Neni Damajanti, 2011, Kajian Sifat Fisik Film Tipis Nata

- de Soya sebagai Membran Ultrafiltrasi, *Jurnal Techno*. Vol. 12 (1), pp. 01 – 07
- Ramadhana, A.K.K., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D., 2013, Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan TiO<sub>2</sub>-Zeolit dengan Penambahan Ion Persulfat, *Kimia.Student Journal*, Vol. 1, No. 2, pp. 168-174, Universitas Brawijaya, Malang.
- Riyanto, Ph.D. 2013. *Elektrokimia dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Salmin, 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. Vol. XXX, Nomor 3. Hal 21-26
- Situmorang, M. 2007. *Kimia Lingkungan*. Medan : FMIPA-UNIMED
- Suprihatin, Hasti. 2014. *Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya*. Riau : Pusat Penelitian Lingkungan Hidup – Universitas Riau
- Utubira, Y., Wijaya, K., Triyono, dan Sugiharto, E., 2006, Preparation and Characterization of TiO<sub>2</sub>-Zeolite and Its Application to Degrade Textille Wastewater by Photocatalytic Method, *Indo. J. Chem.*, Vol 6 (3), pp. 231-237
- Wenten, I Gede. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Penerbit ITB
- Yu, J.C., and L.Y.L. Chan.1998, Photocatalytic Degradation of a Gaseous organic Pollutant, *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, No.6.
- Zaleska, Adriana, 2008, *Doped-TiO<sub>2</sub>: A Review*, Recent Patents on Engineering, Bentham Science Publishers Ltd, 2, 157-164
- Zsolt, Pap. 2011. *Synthesis, Morpho-structural Characterization and Enveronmental Aplication of Titania Photocatalysts Obtained by Rapid Crystallization*. Ph.D Dissertation. University of Szeged, Babes-Bolyai University. Szeged, Hungary, Cluj-Napoca, Romania.