

Pengaruh Massa Titanium Dioksida (TiO₂) Terhadap Pengembangan Membran *Nata De Soya* Pada Proses Fotodegradasi Pewarna Tekstil

Ahmad Sukron, , Rika Endara Safitri, Eko malis

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI
Banyuwangi

Email korespondensi*: rikaendara@unibabwi.ac.id

September 2019

ABSTRAK

Titanium Dioksida (TiO₂) dikenal sebagai fotokatalis yang banyak digunakan untuk menguraikan masalah lingkungan seperti pencemaran limbah industri yang mengandung zat warna, fenol, dan sejenisnya karena TiO₂ memiliki karakteristik yang aktif dan stabil terhadap proses biologi dan kimia. Metode penanganan limbah zat warna untuk memenuhi baku mutu pencemaran yang relatif murah dan mudah diterapkan adalah metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis titanium dioksida (TiO₂). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui : karakteristik celulosat asetat yang terbuat dari nata de soya, pengaruh perbandingan konsentrasi TiO₂ dengan Nata de Soya terhadap karakteristik fisik (densitas dan swelling), kemampuan TiO₂ dengan Nata de Soya pada pengolahan limbah pewarna textile secara fotokatalis terhadap kualitas air limbah. Penelitian ini menggunakan metode fotodegradasi, pengumpulan data dilakukan dengan metode kuantitatif. Hasil optimal massa Titanium Dioksida dengan variasi massa (0;0,02, 0,04;0,06 0,08;0,1, gram). Larutan diaduk selama 30 menit. pengadukan larutan dituangkan dalam gelas beaker 250 ml dan didiamkan pada suhu ruang waktu 12 jam supaya pelarut menguap dan membran dalam kondisi kering. massa yg dihasilkan dan diukur ketebalan membran pada 5 titik menggunakan mikroskop cahaya dengan lensa pembesaran 5x dengan ukuran 1-1,5 cm x 1-1,5 cm dan ditimbang massa potongan membran. Fotokatalis Titanium Dioksida - Membran Nata de Soya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu pengadukan 3 jam, 6 jam dan 9 jam diperoleh waktu optimum 9 jam dengan absorbansi 2.958 dikarenakan pada saat pengadukan terjadi perubahan konstruksi yang ditandai mengkerutnya membran tetapi perubahan tersebut dilihat dengan kasat mata.

Kata Kunci : *titanium dioksida, pewarna tekstil merah, membran nata de soya*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri terus meningkat seiring terbukanya persaingan pasar global. Peningkatan industri tidak diimbangi dengan pengolahan limbah yang baik. Salah satu industri yang berkembang pesat adalah industri tekstil. Umumnya industri tekstil menghasilkan limbah zat warna (Wijaya dkk., 2006). Uji coba terdahulu pernah melakukan penelitian tentang penanggulangan limbah zat warna dengan metode koagulasi, penukar ion, dan ozonasi. Akan tetapi dengan cara tersebut biaya yg dibutuhkan lebih banyak dalam penggunaannya (Widhianti, 2010). Limbah zat warna adalah suatu senyawa organik yang terurai, bersifat menghambat dan beracun. Bila limbah tersebut dibuang pada perairan maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil adalah zat warna metilen orange, metilen biru dan metilen merah. Zat pewarna merah ini berbahaya karena bisa mengakibatkan alergi, iritasi kulit, serta kanker.

Saat ini berbagai teknik penanganan limbah tekstil sedang dikembangkan, di antaranya adalah metode fotodegradasi menggunakan radiasi sinar uv (ultraviolet) dari bahan fotokatalis. TiO_2 dikenal sebagai fotokatalis yang banyak digunakan untuk menguraikan masalah lingkungan seperti pencemaran limbah industri yang mengandung zat warna, fenol, dan sejenisnya karena TiO_2 memiliki karakteristik yang aktif dan stabil terhadap proses biologi dan kimia. Metode penanganan limbah zat warna untuk memenuhi baku mutu pencemaran yang relatif murah dan mudah diterapkan adalah metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis titanium dioksida (TiO_2) (Utubira et al, 2006). TiO_2 merupakan bahan semikonduktor paling sering digunakan sebagai fotokatalis dalam aplikasi reaksi fotokatalitik khususnya pengolahan limbah. Beberapa kelebihan TiO_2 dari fotokatalis semikonduktor yang lain yaitu TiO_2 memiliki energi gap relative besar (3,2 eV) yang sesuai dimanfaatkan sebagai fotokatalis, tidak beracun, harganya murah, melimpah di alam, memiliki stabilitas kimia tinggi pada kisaran pH yang besar, katalis dan bahan kimia berbiaya rendah, tidak ada atau berhambatan rendah dengan keberadaan ion yang umumnya berada di air, memerlukan kondisi reaksi yang relatif ringan dan berhasil mendekomposisi beberapa polutan beracun dan sulit terurai (Andari dan Wardhani 2014, Bayarri et al. 2005).

Fotokatalis biasanya dibagi menjadi dua jenis yaitu mobile dan imobile (tetap) (Li zhang, 2000). Fotokatalis mobile umumnya berbentuk serbuk, sedangkan untuk imobile fotokatalis dapat dilakukan dengan berbagai cara. Fotokatalis Titanium dioksida (TiO_2) serbuk memiliki kelemahan dalam pengolahan limbah pewarna tekstil yaitu serbuk 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 TiO_2 .

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian mengenai serbuk katalis TiO_2 diimbangkan 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 organik yang sedang dikembangkan adalah membran selulosa asetat yang terbuat dari nata. Pada penelitian ini nata yang digunakan berasal dari air rebusan kacang kedelai. Peneliti berharap penggunaan TiO_2 yang terendam pada nata de soya bisa menjadi fotokatalisator yang lebih baik dalam degradasi larutan pewarna tekstil.

METODOLOGI

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, spektrofotometri.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air rebusan kacang kedelai, air kelapa, gula, asam cuka, asam sitrat, ragi (fermipan), bibit nata/starter (*Acetobacter xylinum*), Natrium hidroksida (NaOH), asam asetat glasial (CH_3COOH), asam asetat anhidrat, asam sulfat (H_2SO_4) ($\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$, purify 95%), etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 96%, indikator fenolftalein, aseton, diclorometana (DCM), dimetil sulfoksida (DMSO), dimetil ftalat (DMF), Titanium Oksida (TiO_2), aquadimen, kertas saring, kertas pH universal.

5 L limbah cair cucian tempe yang sudah disaring ditambahkan 1 L air kelapa kemudian dipanaskan hingga mendidih, ditambahkan gula pasir 1% (m/v), asam cuka 0,2% (v/v), asam sitrat 0,1% (m/v), dan ragi (fermipan) 0,02% (m/v).

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 dan 12 mL asam asetat glasial diaduk selama 60 menit pada suhu 40°C , ditambahkan 20 mL asam asetat glasial dan ditambahkan 0,088 ml asam sulfat pekat. Larutan selulosa ditambah aquades hingga terbentuk endapan selulosa asetat stabil. Endapan selulosa asetat disaring dg kertas saring dan dicuci dengan aquadimen hingga pH 7 tercapai.

Kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50⁰C selama 12 jam. 0,5 gram serbuk selulosa asetat *Nata de Soya* ditambahkan 2 mL aseton : 10 diclorometan, ditambahkan serbuk TiO₂ dengan variasi massa (0;0,02, 0,04 ;0,06 0,08;0,1, gram)

Karakterisasi Selulosa Asetat Nata de Soya

Satu gram selulosa asetat *nata de Soya* dikeringkan pada suhu 105⁰C selama 2 jam, kemudian ditambahkan 40 mL etanol dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 55⁰C. kemudian ditambahkan 40 mL larutan NaOH dan dipanaskan lebih lanjut selama 15 menit pada suhu yang sama. Campuran didiamkan selama 3 hari pada suhu kamar dan kelebihan NaOH dititrasi dengan HCl menggunakan indicator fenolftalein. Campuran didiamkan selama 1 hari untuk dititrasi balik dengan NaOH sampai terbentuk warna merah. Blanko diperlakukan sama dengan contoh selulosa asetat. Kadar asetil dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar asetil (\%)} = [(D - C)N_a + (A - B)N_b] \times \left(\frac{F}{W}\right)$$

Diketahui :

A = Volume NaOH yang diperlukan untuk titrasi contoh; B = Volume NaOH yang diperlukan untuk titrasi blanko; C = Volume HCl yang diperlukan untuk titrasi contoh; D = Volume HCl yang diperlukan untuk titrasi blanko; Na = Normalitas HCl; Nb = Normalitas NaOH; F = 4,305 untuk kadar asetil dan 6,005 untuk kadar asam asetat; W = Berat contoh (Radiman dkk, 2005)

Penentuan Gugus Fungsi Membran secara FTIR

Perekaman spektrum selulosa dan selulosa aseta yang berasal dari *Nata de Soya* pada bilangan gelombang 450 cm⁻¹ sampai 4000 cm⁻¹ dilakukan dengan spectrometer FTIR Perkin Elmer. Pernyiapan cuplikan dilakukan dengan metode *pellet* KBr.

Penentuan Karakterisasi Fisik Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya*

penentuan Densitas Membran

$$\text{Densitas} = \frac{\text{massa membran kering (gram)}}{\text{volume membran kering (cm}^3\text{)}}$$

Uji coba densitas diuji dengan menimbang membran, kemudian hasilnya dibagi dengan volume kering. Penentuan volume kering dilakukan dengan perkalian luas alas x tebal film (Indarti dan Yudianti, 1995 dalam Piluharto, 2001).

Penentuan Derajat *Swelling*

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):

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

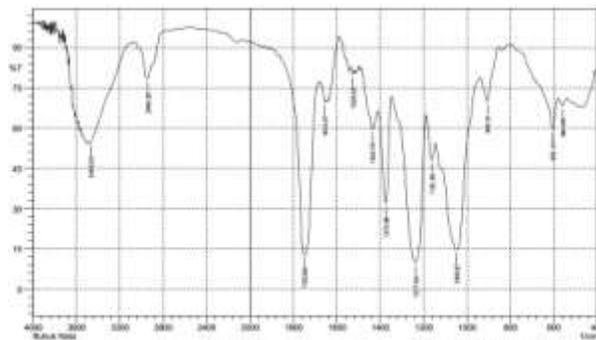
Aplikasi Pengolahan larutan pewarna textile dengan Fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya*.

Larutan Pewarna textile diukur kualitas airnya terlebih dahulu sesuai prosedur 3.2.8, 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 dg variasi waktu penyinaran 3, 6, dan 9 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Selulosa Asetat Dari Nata De Soya

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 air rebusan kacang kedelai. 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.

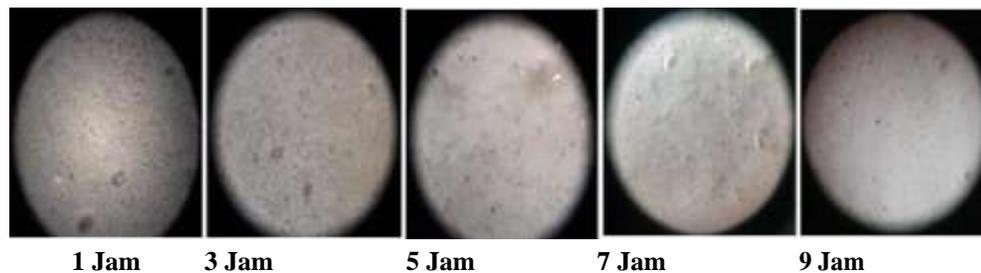


Gambar 4.1. Spektrum FTIR Selulosa Asetat Nata de Soya

Berdasarkan grafik FTIR dari asetilasi Nata de Soya memiliki gugus fungsi yang serupa dengan gugus fungsi selulosa asetat (gambar 4.1.). Kadar asetil pada selulosa asetat Nata de Soya sebesar 5,9174%.

Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Karakteristik Fisik Membran Selulosa Asetat Nata de Soya

Pada pembuatan membran selulosa Nata de Soya membutuhkan lama pengadukan yang optimal untuk menghasilkan struktur yang lebih rapat dan teratur. Penelitian ini menggunakan variasi lama pengadukan yaitu 1; 3; 5; 7; dan 9 jam pada kondisi komponen penyusun optimum.



Gambar 4.2. Pengaruh waktu pengadukan membran terhadap penampakan permukaan membran selulosa asetat nata de soya (CA_{NdS}) menggunakan mikroskop dengan perbesaran 20x

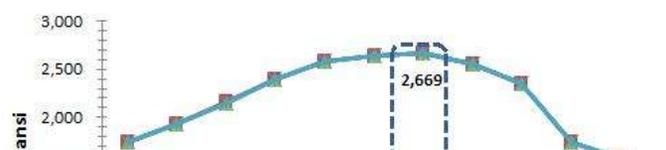
Berdasarkan gambar 4.2, pengadukan selama 9 jam menghasilkan struktur yang lebih rapat dan teratur dengan nilai daya serap air yang rendah (gambar 4.3). Pada penelitian selanjutnya digunakan lama waktu pengadukan Selama 9 jam.

Lama Pengadukan (jam)

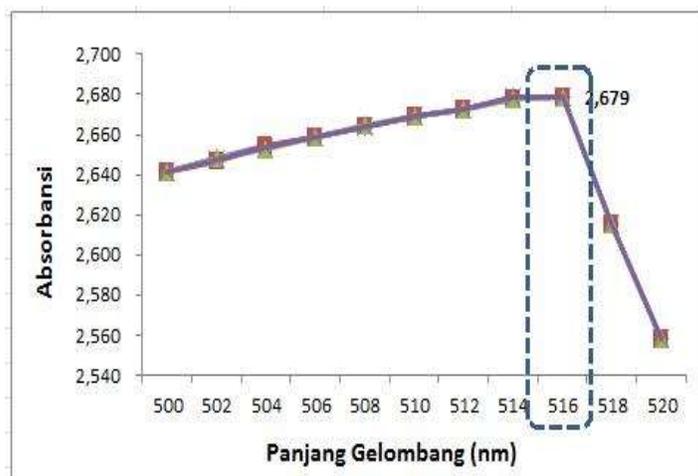
Gambar 4.3 Pengaruh lama pengadukan membran selulosa asetat nata de soya (CA_{NdS}) terhadap kemampuan menyerap air (% swelling)

Penentuan panjang gelombang Optimum pewarna tekstile merah

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan pada larutan standar pewarna tekstil merah (PTm) 50 ppm menggunakan kisaran panjang gelombang 400-550 nm dengan alat Spektrofotometer UV-VIS. Panjang gelombang optimum pada larutan pewarna tekstil merah (PTm) 50 ppm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis didapatkan panjang gelombang 510 nm (gambar 4.4) dengan interval 10 nm. Penentuan panjang gelombang yang diulangi dengan interval 2 nm dan didapatkan panjang gelombang optimum 516 nm (gambar 4.2).

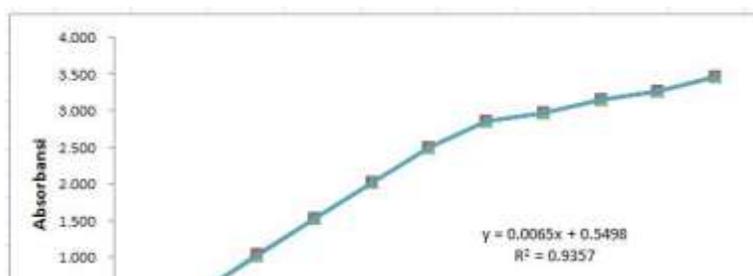


Gambar 4.4 Penentuan Panjang gelombang optimum larutan pewarna tekstil merah dengan interval 10 pada konsentrasi 50 ppm dalam pelarut aquadimen



Gambar 4.5. Penentuan Panjang gelombang optimum larutan pewarna tekstil merah dengan interval 2 nm pada konsentrasi 50 ppm dalam pelarut aquadimen

Pada panjang gelombang optimum 516 nm digunakan untuk menentukan kurva kalibrasi dari larutan pewarna tekstil merah dengan konsentrasi dari 0 – 100 ppm (interval 10 ppm) menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. Berdasarkan (gambar 4.6) didapatkan persamaan linier $y = 0.0065x + 0.5498$ dengan nilai regresi linier (R^2) = 0,9357 dan sensitivitas pengukuran adalah 0,0065 ppm. nilai regresi linier (R^2) digunakan untuk menentukan batas absorbansi agar tidak melebihi R^2 yang telah ditentukan. Pada (gambar 4.5) juga dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai ϵ (koefisien ekstingsi molar) diharapkan tingkat kesensivitas pengukuran akan lebih baik, sehingga meminimalisir kesalahan pada proses saat pengukuran panjang gelombang.

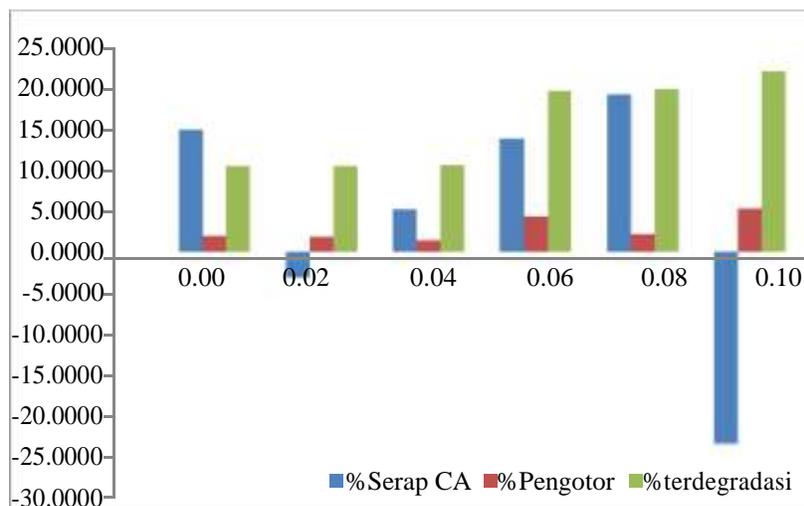


Gambar 4.6 Kurva standart larutan pewarna tekstil merah dengan panjang gelombang 516 nm.

4.4. Pengaruh Massa TiO_2 pada Membran Selulosa Asetat Nata de Soya

Sebelum 0,5 gram serbuk selulosa asetat Nata de soya ditambahkan 2 ml aseton : 10 ml diclorometan, fungsi penambahan aseton dan diclorometan karena keduanya memiliki momen dipol yg besar (pemisahan muatan parsial negatif dan muatan parsial positif dalam molekul yang sama) dan melarutkan spesi bermuatan positif melalui dipol negatif. Keduanya sangatlah efektif ketika digunakan sebagai cairan pembersih dalam mengatasi tinta permanen. setelah mendapatkan kondisi membran selulosa Nata de Soya yang optimum, maka prosedur yang dilakukan selanjutnya adalah variasi penambahan TiO_2 sebagai katalisator. Variasi massa TiO_2 yang digunakan adalah 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1 gram. Berdasarkan gambar 4.7, peningkatan massa TiO_2 tidak memberikan perubahan yang signifikan pada struktur morfologi membran selulosa asetat Nata de Soya.

Pengaruh Massa TiO_2 terhadap penampakan permukaan membran selulosa asetat nata de soya (CA_{Nds}) – TiO_2 menggunakan mikroskop dengan perbesaran 20x

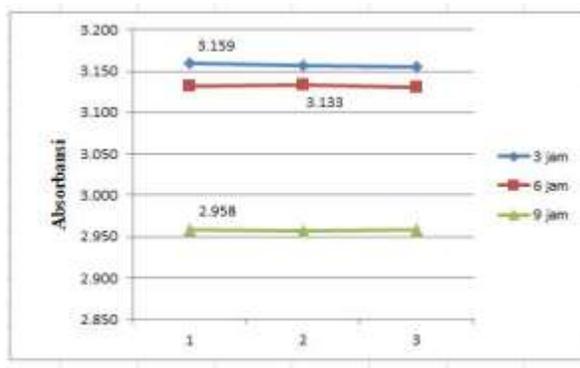


Gambar 4.8 Pengaruh Massa TiO_2 terhadap kemampuan membran selulosa asetat nata de soya (CA_{Nds}) – TiO_2 sebagai katalisator pewarna tekstil

Berdasarkan (gambar 4.8), TiO_2 yang diembankan pada membran nata de soya dapat meningkatkan efektifitas kinerjanya sebagai fotokatalisator pada larutan pewarna tekstil. Hal ini dikarenakan keberadaan TiO_2 tidak memperkeruh warna larutan sehingga cahaya bebas masuk melakukan fotodegradasi dan TiO_2 secara efektif dapat bekerja sebagai katalisator. penambahan massa TiO_2 menunjukkan hasil yang baik pada penambahan 0,06 gram dalam setiap 0,5 gram membran CANdS dengan pewarna yang terdegradasi meningkat dan daya serap air yang tidak terlalu tinggi.

Aplikasi Pengolahan larutan pewarna textile dengan Fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya*

Berdasarkan dasarkan (gambar 4.9), variasi waktu pengadukan 3 jam, 6 jam dan 9 jam diperoleh waktu optimum 9 jam dengan absorbansi 2.958 dikarenakan pada saat pengadukan terjadi perubahan konstruksi yang ditandai mengkerutnya membran tetapi perubahan tersebut dilihat dengan kasat mata seperti (gambar 5.0)



Gambar 4.9. Hasil aplikasi Pengolahan larutan pewarna textile dengan Fotodegradasi Titanium Dioksida - Membran *Nata de Soya*

Kesimpulan dan Saran **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa Pengaruh lama pengadukan membran selulosa asetat nata de soya (CANdS) terhadap kemampuan menyerap air (% swelling), semakin lama waktu pengadukan yakni pengadukan selama 9 jam menghasilkan struktur yang lebih rapat dan teratur dengan nilai daya serap air yang rendah. Semakain tinggi nilai ϵ (koefisien extingsi molar) diharapkan tingkat kesensivitas pengukuran

akan lebih baik, sehingga menimalisir kesalahan pada proses saat pengukuran panjang gelombang. Dari berbagai variasi peningkatan massa TiO_2 tidak memberikan perubahan yang signifikan pada struktur morfologi membran selulosa asetat Nata de Soya.

Saran

Perlu dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yg lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A. L., Lu, G. Linsebigler., & Yates Jr., J.T. (1995). Photocatalysis on TiO_2 Surfaces: Principles, Mechanisms, and Selected Result Chem. Rev., 95 735 -758
- Amemiya, S. 2004, Titanium-Oxide Photocatalyst, Three Bond Technical News, Vol. 62, Three Bond Company Ltd., Tokyo.
- Anonim,2000., TAHU, Deputi Menegristek Bid. Pendayagunaan dan Pemasyarakatan ilmu Pengetahuan dan Teknologi,Jakarta
- Cahyadi, W., 2006, *Analisis Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*, Jakarta: Bumi Aksara
- Erwin, 2003, Pengaruh Penambahan Amonium Sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Dan Waktu Penundaan Bahan Baku Limbah Cair Tahu Terhadap Kualitas Nata de Soya, Univ. Muhammadiyah Malang.
- Handayani IP dkk,1999.Penanganan Air Limbah Tahu Melalui Pengembangan Model Usaha Industri Nata De Soya di Kotamadya bengkulu, FP UNIB.Surabaya.
- Hoffmann, M. R., Martin, S. T., Choi, W., dan Bahnemann, D. W., 1995, Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis, J. Chem Rev., 95, 69-96.
- Ighuci, 2000. Review Bacterial Cellulose-A Masterpiece of Nature's Arts, J.Material Science.
- Isminingsih, G.L. Djufri, dan Rassid ; 1982.*Pengantar Kimia Zat Warna*, ITB Bandung.
- Jay Shah & R.Malcolm, 2004, Towards Electronic Paper Displays Made From Microbial Cellulose, springer-Verlag
- J. Gunlazuardi, (2001). Fotokatalisis pada Permukaan TiO_2 : Aspek Fundamental dan Aplikasinya, Seminar Nasional Kimia Fisika II, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Lestari, R.S.E., 1994, Memasyarakatkan Model Usaha Industri Nata de Soya dalam Rangka Perwujudan Pengembangan Agroindustri Akrab Lingkungan. Pangan 20 (V): 60-64.
- Mulder M, 1996, Basic Principles of Membrane Tecnology,2nd edition, kluwer academic Publisher Piluharto,2003,
- Priyo, A. Purwanto, W, dan Pramono E.P,1999. Daur Ualng Limbah Hasil Pewarnaan Industri Tekstil. Jurnal Sains and Teknologi Indonesia

Pisesidharta,E,2004, Preparasi Membran Nata De coco-Etilendiamin dan Studi Karakteristik Pengikatanya terhadap ion Cu_2^+ .