

FOTOKATALIS LAPISAN TIPIS TiO₂ UNTUK PENJERNIHAN JELANTAH

AF Kurniawan¹⁾, U Kaltsum¹⁾, I Nurhasanah²⁾, Priyono²⁾, H. Sutanto²⁾, KS Firdausi²⁾

¹⁾Fakultas PMIPATI, Program Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Semarang, Jl. Dr. Cipto – Lontar No. 1 Semarang; Telp.024-8451279. Email: affandi_fk@yahoo.co.id

²⁾Fakultas Sains dan Matematika, Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedharto, S.H. Tembalang Semarang; Telp. Telp. (024) 747 4754

Email: iisphysics@gmail.com

Abstrak

Sifat fotokatalis lapisan tipis TiO₂ telah diaplikasikan untuk penjernihan jelantah menggunakan sumber cahaya matahari dan sinar UV. Lapisan tipis TiO₂ dideposisikan pada substrat kaca preparat menggunakan metode *spray coating*. Larutan precursor dengan volume 17,5 mL disemprotkan pada substrat di atas *hotplate* pada suhu 450 °C. Selanjutnya, lapisan tipis yang terbentuk dianil pada suhu 500 °C selama 2 jam. Sifat optis lapisan tipis TiO₂ diukur menggunakan spektrometer UV-VIS. Kemampuan fotokatalis lapisan tipis TiO₂ dianalisis menggunakan nilai absorbansi jelantah. Spektrum absorbansi menunjukkan absorpsivitas tinggi pada rentang sinar UV-B dan absorpsivitas yang lebih rendah pada cahaya tampak dalam rentang 400-600 nm. Pengukuran absorbansi pada jelantah sebelum dan sesudah proses fotokatalis menunjukkan penurunan nilai absorbansi, baik yang menggunakan sinar matahari maupun dengan sinar UV. Penurunan nilai absorbansi mengindikasikan terjadi penjernihan jelantah. Proses fotokatalis menggunakan lapisan tipis TiO₂ berhasil menjernihkan jelantah sampai 97%.

Kata kunci: fotokatalis, lapisan tipis TiO₂, jelantah

Abstract

A Photocatalytic properties of TiO₂ thin film has been applied to purify used cooking oil under sunlight and UV ray irradiation. TiO₂ thin film was deposited on a glass substrate using spray coating method. 17.5 mL precursor solution was sprayed on the substrate over a hotplate at a temperature of 450 °C. Subsequently, as deposited thin film was annealed at 500 °C for 2 hours. The optical properties of TiO₂ thin film was measured using a UV-VIS spectrophotometer. The photocatalytic activity of TiO₂ thin film was analyzed using absorbance values of used cooking oil. The absorbance spectrum shows high absorpsivity in the range of UV-B and lower absorpsivity for visible light in the range 400-600 nm. Absorbance measurement at used cooking oil before and after the photocatalytic process shows a decrease in absorbance values, under sunlight as well UV light irradiation. Decreasing of absorbance value indicates used cooking oil purification. The photocatalytic process using a TiO₂ thin film resulted in used cooking oil purification clear up to 97%.

Keywords: photocatalytic, TiO₂ thin film, used cooking oil

1. PENDAHULUAN

Minyak kelapa merupakan minyak yang diperoleh dari kopra dan perasan santan. Minyak goreng adalah minyak kelapa yang telah mengalami pemurnian sehingga memenuhi syarat sebagai minyak yang aman dikonsumsi (Ketaren, 1986). Minyak goreng tersusun dari molekul trigliserida yang terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh.

Minyak goreng umumnya digunakan oleh masyarakat untuk beberapa kali penggorengan. Hal tersebut juga dilakukan oleh pedagang makanan. Untuk mengurangi biaya produksi, pedagang makanan menggunakan campuran minyak goreng bekas dari restoran dengan minyak goreng curah. Pemanasan minyak jelantah (minyak goreng yang pernah dipakai) akan

mengakibatkan penurunan mutu. Penurunan mutu dapat dilihat dari warna minyak goreng yang berubah menjadi keruh (tidak jernih). Dengan demikian, kejernihan dapat digunakan sebagai salah satu indikator mutu minyak goreng.

Penurunan mutu minyak goreng terjadi karena ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh putus menjadi asam lemak jenuh. Asam lemak jenuh merupakan penyumbang radikal bebas terbesar yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat menimbulkan kanker. Batas maksimum penggunaan minyak goreng yang aman bagi kesehatan adalah empat kali periode penggorengan (Haryadi, 2006).

Proses pemurnian minyak goreng sudah dilakukan oleh beberapa pakar dengan metode yang berbeda.

Metode konvensional yang digunakan untuk memurnikan minyak goreng terdiri dari rangkaian proses *degumming*, pengkelatan, netralisasi, dan pemucatan. Setiap tahap memiliki proses dan tujuan berbeda. *Degumming* bertujuan untuk menghilangkan lender/getah, resin, dan fosfatida. Proses yang lain yaitu pengkelatan bertujuan untuk menghilangkan kandungan logam, netralisasi menghilangkan asam lemak bebas, dan pemucatan menghilangkan sebagian besar pewarna tak terlarut (Nugraheni dan Kendriyanto, 2014). Wulyoadi dan Kaseno (2004) dari Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT memurnikan minyak goreng dengan menggunakan filter membran.

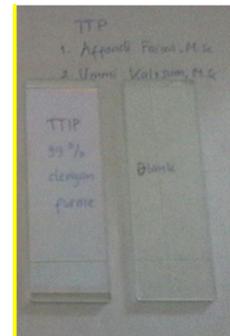
Pada penelitian ini dilakukan proses penjernihan minyak goreng menggunakan sifat fotokatalis lapisan tipis TiO_2 . Mengacu pada beberapa literatur, sifat fotokatalis lapisan tipis TiO_2 telah berhasil mendegradasi polutan organik dalam air tawar (Sutantodkk, 2012), mendegradasi pewarna *Congo red* (Maria dkk, 2011). Selain itu fotokatalis TiO_2 juga telah digunakan untuk sterilisasi air dari bakteri, sehingga aman bagi kesehatan (Taftiari, dkk., 2012).

Lapisan tipis TiO_2 dibuat dengan menggunakan metode *spray coating* di atas kaca. Sifat fotokatalisnya digunakan sebagai metode alternatif untuk penjernihan jelantah. Penjernihan jelantah sampai 97% diperoleh melalui proses fotokatalis menggunakan sumber cahaya matahari.

2. METODE

Lapisan tipis TiO_2 dideposisikan pada substrat kaca menggunakan metode *spray coating* dengan menyemprotkan larutan yang dibuat dengan mencampurkan TTiP (99,9%) 0,2 M, acetylacetone 0,4 M, dan pelarut etanol. Larutan dengan volume 17,5 mL diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam. Larutan disemprotkan pada substrat yang dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 450°C . Sebelumnya, substrat dibersihkan menggunakan sabun, HCl, aseton, dan aquades secara berurutan. Proses penyemprotan dilakukan dalam beberapa siklus. Setiap siklus terdiri dari 1 menit *spray* dan 1 menit istirahat. Selanjutnya, lapisan tipis TiO_2 yang terbentuk dianil pada suhu 500°C selama 2 jam.

Gambar 1 menunjukkan foto lapisan tipis TiO_2 pada substrat kaca. Kaca yang terlapsi TiO_2 berwarna pelangi, sedangkan kaca blanko (tanpa lapisan) tampak bening transparan. Warna pelangi menunjukkan lapisan TiO_2 telah terbentuk pada substrat kaca.



Gambar 1. Foto lapisan Tipis TiO_2 pada substrat kaca

Lapisan tipis TiO_2 yang terbentuk selanjutnya diuji sifat optisnya menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Pengujian sifat fotokatalis lapisan tipis TiO_2 dilakukan menggunakan sumber cahaya matahari dan sinar UV selama 5 jam pada jelantah dengan volume 30 mL. Lampu UV 10 watt merk Sankyo Denki tipe G10T8 digunakan sebagai sumber sinar UV. Absorbansi jelantah sebelum dan sesudah proses fotokatalis diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Proses fotokatalis ditunjukkan pada Gambar 2.



(a)



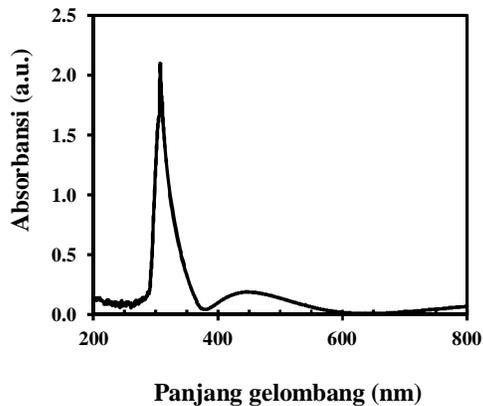
(b)

Gambar 2. Pengujian proses fotokatalis menggunakan sumber cahaya (a) matahari dan (b) lampu UV.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorbansi UV-Vis Lapisan Tipis TiO₂

Gambar 3 menunjukkan spektrum absorbansi UV-Vis lapisan tipis TiO₂. Terlihat dua spektrum absorpsi yang tinggi antara 300 nm – 400 nm dan lebih rendah antara 400 nm – 600 nm. Spektrum absorpsi tersebut bersesuaian dengan daerah sinar UV-B dan cahaya tampak. Lapisan tipis TiO₂ memiliki absorpsi kuat pada panjang gelombang 307 nm.



Gambar 3. Spektrum absorbansi UV-Vis lapisan tipis TiO₂

Fotokatalis Lapisan Tipis TiO₂ menggunakan sinar matahari dan UV

Pengujian fotokatalis lapisan tipis TiO₂ pada jelantah dilakukan dengan menyinari jelantah menggunakan cahaya matahari dan sinar UV selama 5 jam. Gambar 4 menunjukkan jelantah sebelum dan sesudah proses fotokatalis menggunakan sinar matahari. Tampak bahwa jelantah yang telah melalui proses fotokatalis lebih jernih dari jelantah tanpa proses fotokatalis. Penampakan fisik tersebut menunjukkan fotokatalis lapisan tipis TiO₂ menggunakan cahaya matahari berhasil menjernihkan jelantah.

Jelantah merupakan minyak goreng yang telah digunakan dan menjadi keruh. Pemanasan minyak goreng menyebabkan pembentukan molekul-molekul bebas berupa asam lemak bebas, asam lemak jenuh, molekul-molekul polar, radikal bebas reaktif, dan lain sebagainya yang bersifat menurunkan mutu minyak goreng. Keberadaan molekul-molekul bebas dapat dilihat dari kekeruhan jelantah.

Kemampuan fotokatalis lapisan tipis TiO₂ dalam menjernihkan jelantah dianalisis dari pengukuran absorbansi jelantah sebelum dan sesudah proses fotokatalis.

Nilai absorbansi menyatakan tingkat serapan sinar UV dan cahaya tampak oleh partikel-partikel larutan. Mengacu pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi larutan maka semakin besar pula nilai absorbansinya (Skoog, 1971), maka absorbansi dapat dihubungkan dengan konsentrasi molekul-molekul bebas yang menentukan kejernihan jelantah.



(a)



(c)

(s)

Tabel 1 menunjukkan absorbansi jelantah sebelum dan sesudah pemberian cahaya matahari maupun UV saja dan dengan proses fotokatalis menggunakan lapisan tipis TiO₂. Terlihat bahwa pemberian cahaya matahari maupun sinar UV saja telah menurunkan nilai absorbansi, namun masih lebih besar dari absorbansi jelantah yang diberi lapisan tipis TiO₂. Proses fotokatalis menggunakan sinar matahari menurunkan absorbansi dari 4 a.u menjadi 1,126 a.u, sedangkan penggunaan sinar UV menurunkan absorbansi dari 4 a.u menjadi 1,277 a.u. Penggunaan sinar matahari lebih baik daripada sinar UV. Hal ini dapat dimungkinkan karena lapisan tipis TiO₂ yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spektrum absorbansi dengan dua puncak yang bersesuaian dengan sinar UV-B dan cahaya tampak, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sebagaimana diketahui, sinar matahari memancarkan sinar UV maupun cahaya tampak. Dengan demikian proses penjernihan minyak lebih efektif, bila menggunakan sinar matahari.

Tabel 1. Absorbansi jelantah sebelum dan sesudah proses fotokatalis menggunakan sinar matahari dan sinar UV

No	Sampel Jelantah	Absorbansi (a.u.)	
		Matahari	UV
1	Jelantah awal	4,000	4,000
2	Tanpa lapisan tipis	0,161	1,367
3	Dengan lapisan tipis TiO ₂	0,126	1,277

Efektifitas penggunaan sinar matahari dalam proses fotokatalis untuk penjernihan jelantah dapat diketahui dari nilai persentase degradasi yang dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\text{degradasi}(\%) = \frac{A_o - A_t}{A_o} \times 100\% \quad (1)$$

dengan, A_o adalah absorbansi tanpa penyinaran dan A_t adalah absorbansi setelah penyinaran. Penggunaan sinar matahari menghasilkan nilai degradasi 97%, sedangkan penggunaan sinar UV hanya mendegradasi 68%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penggunaan sinar matahari lebih efektif hampir 1,5 kali dari penggunaan sinar UV. Hal ini juga mengindikasikan proses penjernihan jelantah yang lebih hemat energi, karena dapat memanfaatkan sinar matahari. Namun demikian, diperlukan penelitian lebih lanjut berkenaan dengan parameter mutu lainnya, seperti: jumlah asam lemak jenuh dan korelasinya dengan kekeruhan jelantah.

4. KESIMPULAN

Lapisan tipis TiO₂ telah berhasil dideposisikan pada substrat kaca menggunakan metode spray coating. Lapisan tipis TiO₂ memiliki puncak absorbansi pada panjang gelombang 307 nm dan 475 nm yang bersesuaian dengan sinar UV dan cahaya tampak dengan absorpsi paling kuat terjadi untuk sinar UV.

Proses fotokatalis menggunakan lapisan tipis TiO₂ telah berhasil menjernihkan jelantah sampai 97%

dengan menggunakan sinar matahari dan 68% dengan menggunakan sinar UV. Lapisan tipis TiO₂ dapat digunakan untuk penjernihan jelantah dengan sinar matahari.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan dana dalam bentuk hibah Pekerti (Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi) dan Kepala Laboratorium Fisika Material Universitas Diponegoro atas fasilitas yang disediakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hariyadi, P. 2006. *Kerancuan Warna minyak goreng*. www. Kompas.com diakses tanggal 5 November 2015.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press
- Sansiviero MTC, dos Santos DS., Job AE, dan Aroca RF. 2011. *Layer by layer TiO₂ thin films and photodegradation of Congo red*. 220(1): 20–24.
- Skoog DA. dan West DM. 1971. *Principles of Instrumental Analysis*. New York: Holt, Rinehart and Wiston Inc.
- Sutanto H, Nurhasanah I, dan Hidayanto E, 2012, *Deposisi Foto Katalis Lapisan Tipis Titania (TiO₂) dan Aplikasinya untuk Pendegradasi Polutan Organik pada Limbah Cair*, Indonesian Journal of Applied Physics
- Sutanto H, Nurhasanah I & Hidayanto E, 2012. *Deposition of ZnO Thin Films by Spray Coating Technique for Photocatalytic and Photochemical Degradation of Methylene Blue*. Proceeding INSPISA.
- Taftiari MF, Subagio A & Nurhasanah I. 2012. *Antibakteri Fotokatalis TiO₂:KA untuk Sterilisasi Air yang Tercemar Bakteri Escherichia Coli*, Jurnal Sains dan Matematika. 20(1): 1-4.
- Wulyoadi S & Kaseno. 2004. *Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Filter Membran*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN: 1411 – 4216.