

PELAPISAN TITANIUM DIOKSIDA PADA PLASTIK MIKA SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI METILEN BIRU

TITANIUM DIOXIDE COATING ON MICA PLASTIC AS PHOTOCATALYST FOR DEGRADATING OF BLUE METHYLENE

Wildan Bagus Firmansyah¹, Mamat Rokhmat¹, Edy Wibowo²

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

¹wildanbagus1@gmail.com, mamatrokhmat76@gmail.com

²edyw.phys@gmail.com

Abstrak

Air limbah tekstil pada umumnya berwarna keruh dan berbahaya bagi lingkungan jika dibuang ke sembarang tempat. Oleh karena itu, air limbah tekstil harus dijernihkan atau di degradasi terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pada penelitian ini air limbah tekstil dijernihkan dengan material TiO₂ yang digunakan sebagai fotokatalis atau menggunakan bantuan cahaya. TiO₂ yang digunakan di deposisi ke dalam plastik transparansi dengan menggunakan metode *thermal coating*. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 variasi *methylene blue* yang digunakan sebagai limbah cair serta penyinaran selama 40 jam. Pada variasi pertama yaitu 7,8125 mg/l di dapatkan hasil degradasi atau penurunan sebanyak 51%, sedangkan dua variasi lainnya yakni 31,25 mg/l dan 15,625 mg/l didapatkan hasil masing masing 9% dan 38%.

Kata Kunci : TiO₂, Fotokatalis, Degradasi, *Methylene Blue*, Limbah tekstil

Abstract

Textile waste water generally is dirty and dangerous for the environment if it is thrown away of anywhere. Therefore, textile waste water must be purified or degraded before being discharged into the environment. In this study textile waste water was purified with TiO₂ material used as a photocatalyst or using light. TiO₂ used in deposition into transparency plastic using thermal heating method. In this study, 3 variations of methylene blue were used as liquid waste and 40 hours of irradiation. In the first variation, which is 7,8125 mg/l of methylene blue, the results of degradation or decline are 51%, while the other two variations, 31,25 mg/l and 15,625 mg/l, are 9% and 38%.

Keynote : TiO₂, photocatalyst, Degradation, *Methylene Blue*, Textile Waste Water

1. Pendahuluan

Seperti yang kita ketahui, air merupakan sumber kehidupan. Air merupakan hal utama yang paling dibutuhkan oleh makhluk hidup. Jumlah air bersih di Indonesia tidak sebanding dengan jumlah konsumsi penduduk Indonesia. Hal ini disebabkan oleh pencemaran air akibat pembuangan sampah sembarangan, pembuangan limbah industri dan lain sebagainya. Pembuangan limbah industri di bidang tekstil mengakibatkan keruhnya warna sungai tempat dimana limbah itu dilepas. Hal ini akan berpengaruh sampai ke hilir sungai yaitu muara atau pantai akan menjadi keruh. Perkembangan sektor industri tekstil menyebabkan peningkatan zat warna yang dapat mencemari lingkungan. *Methylene blue* contohnya, merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan pada dunia industri. Banyaknya pemakaian *methylene blue* disebabkan karena harganya yang sangat murah.

Methylene blue mengandung zat warna dengan kadar 20-30 mg/l sehingga sulit terurai secara alami dan menyebabkan gangguan ekosistem pada air [1]. Selain itu banyaknya zat warna dapat mengganggu proses fotosintesis. Pada perairan, *Methylene blue* memiliki nilai ambang batas 5-10 mg/l [2]. Semakin berkembangnya zaman orang-orang pun mulai mencari solusi atas permasalahan pencemaran air tersebut. Salah satu solusi atas permasalahan tersebut adalah dengan melakukan metode fotodegradasi menggunakan disinfeksi kimia. Metode ini sangat efektif karena dapat menguraikan senyawa zat warna

menjadi senyawa yang tidak berbahaya. Pada metode dapat dilakukan dengan beberapa material seperti ZnO, Cds, Fe₂O₃ dan TiO₂ [3].

Bahan TiO₂ atau titanium dioksida ini merupakan material yang paling baik digunakan untuk metode fotodegradasi. Fotodegradasi merupakan reaksi pemecahan senyawa oleh cahaya. Bahan TiO₂ merupakan bahan semikonduktor yang memiliki energy gap 3,2 eV [3]. Selain itu bahan ini murah, tidak beracun dan melimpah di alam. TiO₂ bersifat fotokatalis, Fotokatalis sendiri adalah proses yang memerlukan bantuan katalis dan cahaya untuk mempercepat transformasi kimia [4]. Proses aktivasi fotokatalis TiO₂ bereaksi di panjang gelombang 388nm atau kurang dari itu atau dalam range cahaya ultraviolet, sehingga panjang gelombang cahaya sangat berpengaruh pada kinerjanya [4].

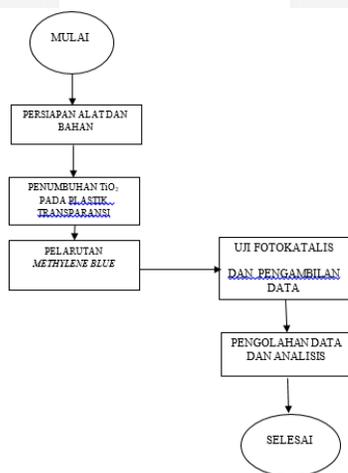
Bahan TiO₂ yang biasa ditemui adalah berbentuk bubuk kimia. Jika bubuk langsung diletakkan ke limbah *methylene blue* akan mengakibatkan keruh serta mungkin saja akan terjadi pengendapan. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh sutisna dkk [5], penelitian ini dilakukan dengan metode elektrostatik dan pemanasan, hanya saja hasil yang didapat kurang maksimal karena partikel TiO₂ yang menempel pada lembaran polimer tidak merata dan perlu pemanasan.

Pada penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan larutan *methylene blue* sebagai limbah, menggunakan TiO₂ yang dilapiskan pada permukaan polimer berbentuk lembaran dan butiran. Hasil yang didapat pada penelitian tersebut adalah polimer berbentuk lembaran menunjukkan aktivitas fotokatalik yang lebih baik dari pada polimer berbentuk butiran.

Kekurangan dari metode sutisna dkk. [5] adalah diperlukannya metode elektrostatik dan pemanasan pada alat pendeposisian TiO₂, serta pada penelitian ini harus menggunakan polimer dan butiran. Dengan adanya kekurangan tersebut maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan bahan dasar TiO₂ dengan penempelan TiO₂ pada plastik transparansi yang mudah didapat dan harga yang murah. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode pemanasan saja. Dengan ditiadakannya proses elektrostatik dan tanpa menggunakan polimer serta butiran maka dapat memberikan kesederhanaan proses penempelan TiO₂ pada plastik sehingga dapat mengurangi biaya produksi.

2. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram Alir

Dalam penelitian ini tahap pertama yang dilakukan adalah persiapan. Perisapan dilakukan dengan menyiapkan studi literatur, alat serta bahan yang dibutuhkan selama penelitian. Tahap selanjutnya adalah pelarutan bahan *methylene blue*. Dalam tahap ini methylene blue dilarutkan dengan takaran yang telah ditentukan. Lalu tahap berikutnya adalah penumbuhan TiO₂ pada plastik. Dalam tahap ini TiO₂ akan ditumbuhkan pada plastic transparansi. Kemudian tahap penelitian, dilakukan dengan menggunakan

sinar lampu yang sama dengan takaran berbeda. Dan tahap terakhir adalah pengambilan data dan analisis dari hasil penelitian.

3. Pembahasan

3.1 Tahap pengujian

Membandingkan air warna awal yang dicampur dengan *methylene blue* sebagai kontrol, dengan air warna yang dicampur dengan *methylene blue* yang telah diletakkan lapisan TiO₂ dengan dengan potongan kecil kecil. Kemudian disinari selama 40 jam dan diambil foto serta sampel per 5 jam untuk dibandingkan. Pengujian dilakukan seperti gambar berikut.

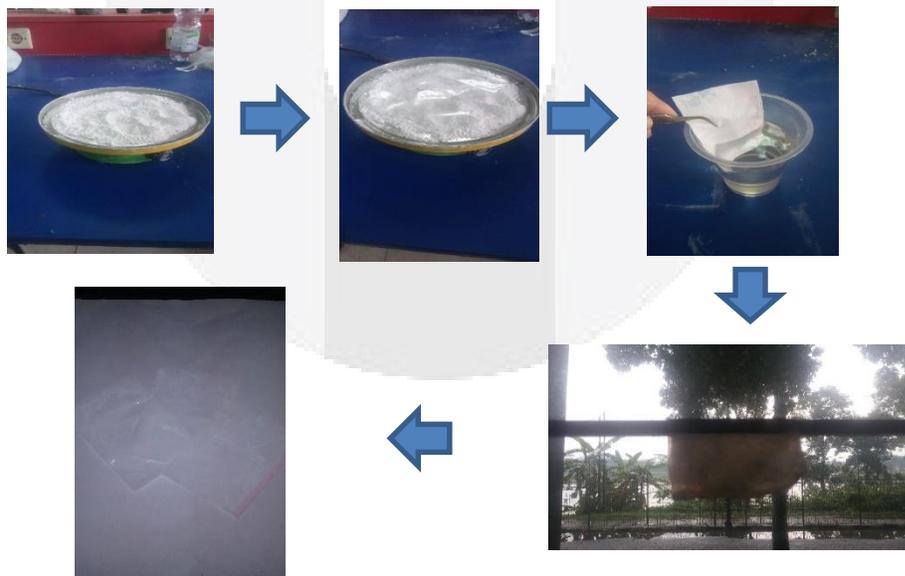


Gambar 3.1 Percobaan

Setelah tahap pengujian dilakukan tahap pengamatan dan analisa terhadap lapisan TiO₂ dalam mendegradasi *methylene blue*. Data yang dicari adalah kondisi massa methylene blue yang tepat agar lapisan TiO₂ yang telah dibuat dapat mengdegradasikan *methylene blue* pada limbar cair.

3.2 Persiapan Awal

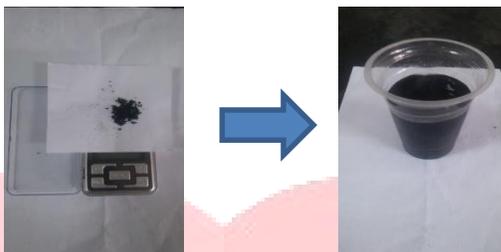
Pada persiapan awal yang dilakukan adalah membuat lapisan TiO₂. Pelapisan ini dilakukan dengan cara memanaskan plastic seal dan bubuk TiO₂, kemudian bubuk TiO₂ dioleskan dan diratakan pada plastik transparansi. Setelah bubuk TiO₂ menempel dengan rata pada plastic seal, plastik tersebut dicuci dengan aquades agar bubuk TiO₂ yang tidak terdeposisi pada plastic rontok sehingga yang berada pada plastic hanya bubuk TiO₂ yang terdeposisi saja.



Gambar 3.2 Pembuatan lapisan

3.3 Persiapan Akhir

Pada persiapan akhir yang dilakukan adalah membuat larutan *methylene blue*. Larutan yang digunakan dibuat 3 Variasi yang pertama adalah 31,25 mg/l, kedua 15,625 mg/l dan yang terakhir 7,8125 mg/l. Tahap ini dilakukan dengan cara mencampurkan bubuk *methylene blue* dengan air sebanyak 200 ml, kemudian diaduk hingga rata. Tahap ini ditunjukkan melalui gambar berikut



Gambar 3.3 Pembuatan cairan *Methylene Blue*

3.4 Persiapan Alat Pengujian

Alat pengujian pertama yang digunakan adalah lampu halogen. Lampu halogen tersebut berfungsi sebagai sumber cahaya pengganti matahari. Lampu yang digunakan adalah lampu Toki E40 dengan daya 300 W, serta tegangan maksimal 220 V.



Gambar 3.4 Lampu Halogen

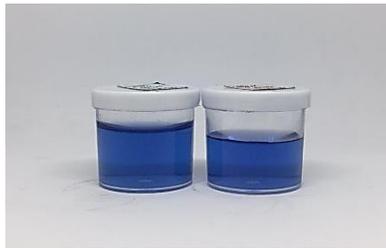
Alat pengujian kedua adalah spektrofotometer. Cara kerja dari spektrofotometer sendiri yaitu LED yang ada dalam alat tersebut memancarkan cahaya ke arah sampel yang ada dalam cuvette, kemudian cahaya yang dipancarkan LED akan dibaca oleh sensor LDR. Hasil yang terbaca dari sensor tersebut yaitu resistansi. Semakin banyak cahaya yang diterima sensor LDR maka resistansi yang terbaca akan semakin kecil. Sebaliknya jika sampel kita semakin pekat sehingga cahaya yang dibaca semakin sedikit maka resistansi yang dibaca semakin besar.



Gambar 3.6 Spektrofotometer

3.5 Hasil Perhitungan

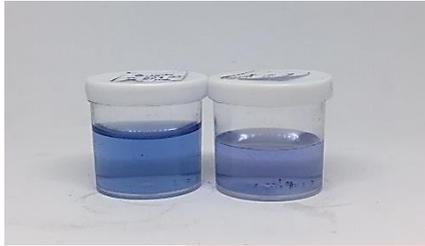
Pada proses penjernihan atau proses perubahan warna *methylene blue* dengan lapisan TiO₂ dilakukan setiap 5 jam sekali selama 40 jam waktu percobaan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan variasi massa dari *methylene blue*. Variasi yang pertama adalah 31,25 mg/l, kedua 15,625 mg/l dan yang terakhir 7,8125 mg/l perubahan dapat dilihat dari gambar berikut.



Gambar 3.7 Methylene Blue 31,25 mg/l Tanpa TiO₂



Gambar 3.8 Methylene Blue 31,25 mg/l dengan TiO₂



Gambar 3.9 Methylene Blue 15,625 mg/l Tanpa TiO₂



Gambar 3.10 Methylene Blue 15,625 mg/l dengan TiO₂

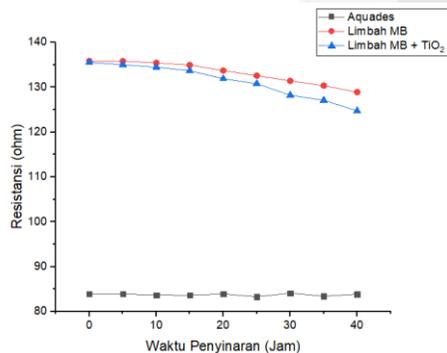


Gambar 3.11 Methylene Blue 7,8125 mg/l Tanpa TiO₂

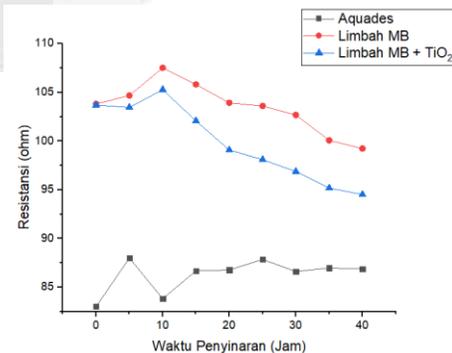


Gambar 3.12 Methylene Blue 7,8125 mg/l dengan TiO₂

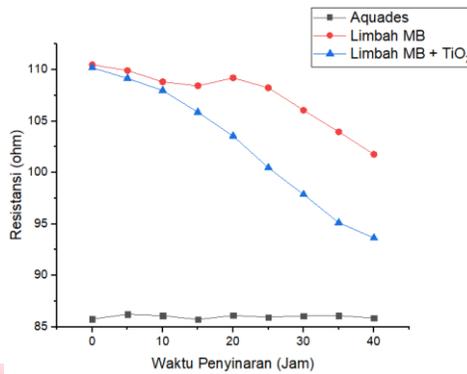
Pada gambar diatas dapat kita lihat bahwa lapisan TiO₂ dapat mengurangi warna pada larutan *methylene blue*. Secara visual dapat dianalisis bahwa lapisan tersebut dapat mengurangi zat *methylene blue* secara bertahap sesuai waktu penyinaran, walaupun tidak signifikan sampai bening. Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa variasi limbah cair *methylene blue* 7,8125 mg/l merupakan yang paling terdegradasi warnanya dibandingkan dengan variasi limbah cair yang lainnya dengan menggunakan lapisan TiO₂ yang sama. Pengamatan dilakukan pengujian sampel menggunakan fotometer, data yang diambil adalah resistansi dari sampel tersebut yakni seberapa banyak jumlah cahaya yang dapat melewati larutan *methylene blue*. Kemudian Data diolah menjadi data simpangan dan presentase penurunan atau adsorpsi. Nilai simpangan menunjukkan seberapa banyak nilai kandungan *methylene blue* yang terlarut dalam air. semakin kecil nilai simpangan menunjukkan semakin sedikit *methylene blue* yang terlarut dalam air. sedangkan presentase adsorpsi menunjukkan berapa penurunan yang terjadi pada limbah cair *methylene blue*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali setiap sampelnya. Data yang didapat kemudian dirata-ratakan. Data yang didapat dapat kita lihat pada grafik berikut.



Gambar 3.12 Grafik Resistansi 31,25 mg/l methylene blue



Gambar 3.13 Grafik Resistansi 15,625 mg/l methylene blue



Gambar 3.14 Grafik Resistansi 7,8125 mg/l methylene blue

Dari data yang telah diperoleh dapat diolah menjadi data simpangan dan data persentase. Nilai simpangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q = \left(\frac{C_2 - C_1}{C_1} \right) \times 100\%$$

Sedangkan nilai Presentase adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%E = \left(100 - \frac{Q_{akhir}}{Q_{awal}} \right) \times 100$$

Keterangan:

Q = Simpangan

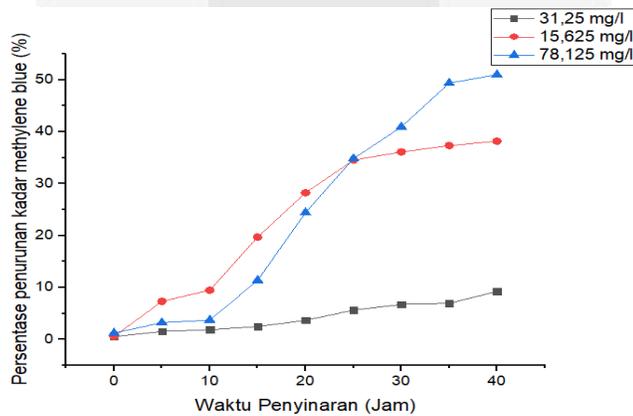
C₁ = Konsentrasi awal larutan

C₂ = konsentrasi akhir larutan

%E = Persentase adsorpsi

Data yang telah diambil dan diolah dengan rumus diatas dapat kita tampilkan pada grafik di bawah ini.

Data persentase menunjukkan seberapa banyak (%) kandungan methylene blue yang dapat terdegradasi lapisan TiO₂ pada larutan methylene blue . Data tersebut ditampilkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 3.15 Grafik persentase penurunan methylene blue oleh lapisan TiO₂

Pada grafik di atas, terlihat ketiga perlakuan lapisan TiO_2 dapat mengurangi kandungan *methylene blue* dalam air, pengamatan dilakukan mulai jam ke 0 sampai ke 40 yang diambil tiap 5 jam. Pada hasil pengujian persentasi adsorpsi masing-masing yaitu: 31,25 mg/l (9%), 15,625 mg/l (38%) dan 7,8125 mg/l (51%). Hasil terbaik ditunjukkan oleh kepekatan 78,125 mg/l yang diberi lapisan TiO_2 yang sama dengan yang lain. Variasi ini dapat menyerap limbah *methylene blue* sebanyak 89% pada jam ke 40. Artinya konsentrasi larutan *methylene blue* 78,125 mg/l adalah yang paling dapat terdegradasi oleh lapisan TiO_2 yang telah dibuat.

4. Kesimpulan

Hal-hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah :

1. Pendeposisian TiO_2 dilakukan dengan cara *thermal coating* yaitu memanaskan plastik dan bubuk TiO_2 secara bersamaan agar bubuk TiO_2 menempel secara merata pada plastik
2. Lapisan TiO_2 dapat mendegradasi cairan limbah *methylene blue*. Kepekatan limbah *methylene blue* yang paling mengalami perubahan yaitu carian limbah *methylene blue* dengan massa 7,8125 mg/l. Variasi lain juga mengalami penurunan hanya saja tidak terlalu signifikan perubahannya. Hal ini dikarenakan TiO_2 yang menempel pada lapisan tidak banyak sehingga tidak dapat mendegradasi limbah *methylene blue* yang terlalu pekat.
3. Penurunan cairan limbah *methylene blue* terbaik terjadi pada variasi 7,8125 mg/l dengan nilai efisiensi sebanyak 51%. Sedangkan 2 variasi yang lainnya yakni 15,625 mg/l dan 31,25 mg/l masing masing hanya bernilai 38% dan 9%

Daftar Pustaka

- [1] Widjajanti, E., Tutik, R.P., Utomo, M.P., 2011, *Pola adsorpsi zeolit terhadap pewarna azo Metil Merah dan Metil Jingga*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Yogyakarta.
- [2] Hidayat, W., 2008, *Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Majari Magazine, Jakarta.
- [3] Andari, N.D., Wardhani, S., 2014, *Fotokatalis TiO_2 -Zeolit untuk degradasi metilen biru*, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.
- [4] Farida, A., Johar, L., *Aplikasi Fotokatalis TiO_2 -serat kain untuk meningkatkan kualitas air*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Noverber
- [5] Sutisna, M. Rokhmat, E. Wibowo, H.D. Rahmayanti, Khairurrijal, M. Abdullah, *Aktivitas Fotokatalik TiO_2 yang dilapiskan pada Polipropilena berbentuk lembaran dan butiran*, J. Matem. Sains, 2017, 22, 42-45
- [6] Susi Maryanti, R., 2013, *Sintesis dan Karakterisasi Titania Silika Berbasis Titanium Butoksida dan Silika Sekam Padi dengan Metode Sol Gel*, Fakultas MIPA, Universitas Lampung
- [7] Susanti, Susanti., 2012, *Preparasi Nanopartikel TiO_2 -Anatase Tersensitifkan Perak ($\text{TiO}_2@Ag$) Untuk Fotodegradasi Metilen Biru*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

