

## Karakterisasi Struktur Kristal dan Sifat Optik Lapisan Nano Komposit PVA-TiO<sub>2</sub> sebagai Fotokatalis

Nur Ichzan AS<sup>1\*</sup>, Vicran Zharvan<sup>2</sup>, Gatut Yudoyono<sup>3</sup>, Darminto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Universitas Muslim Maros,

Jl. Dr. Ratulangi No. 62 Maros, Sulawesi Selatan 90511, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Fisika, Universitas Negeri Makassar,

Jl. Daeng Tata Kampus UNM Parang Tambung 90222, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,

Jl. Arif Rahman Hakim, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

\**nurichzanas@umma.ac.id*

### ABSTRAK

Telah berhasil difabrikasi lapisan nano komposit PVA-TiO<sub>2</sub> yang dideposisikan pada substrat kaca dengan metode spin coating. Fabrikasi lapisan dilakukan dengan menambahkan serbuk TiO<sub>2</sub> ke dalam larutan PVA kemudian diaduk selama selama 2 jam. Struktur dan morfologi lapisan diidentifikasi menggunakan XRD dan SEM sedangkan sifat optiknya menggunakan UV-Vis Spectrophotometer. Pola difraksi menunjukkan telah terjadi rekristalisasi pada lapisan dan serbuk TiO<sub>2</sub> dapat terdispersi secara merata pada permukaan PVA dengan tebal lapisan sekitar 20 μm. Daerah penyerapan lapisan berada dalam rentang panjang gelombang UV dan energi gap sekitar 3,49-3,59 eV. Aktivitas fotokatalis lapisan diuji dengan mendegradasi larutan MB selama 5 jam penyinaran. Lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> mampu mendegradasi konsentrasi larutan MB hingga 29,90 % dengan laju degradasi 0,00393 ppm/menit. Kata kunci: Lapisan PVA-TiO<sub>2</sub>, fotokatalis, metilen biru, spin coating.

### ABSTRACT

*Nano-composite PVA-TiO<sub>2</sub> films have successfully been deposited on the glass substrate by spin coating method. Fabrication was done by adding TiO<sub>2</sub> nano-powders into PVA solution and then stirring for 2 hours. Structure and morphology of the films were identified using XRD and SEM while the optical properties using UV-Vis Spectrophotometer. The diffraction patterns have indicated that TiO<sub>2</sub> nano-powders having anatase phase could be uniformly dispersed on the surface of the PVA with thickness of 20 μm. From the absorbance of films in the UV spectrum, the band energy gap of 3,49 to 3,59 eV was obtained. Photocatalytic activity of nano-composite films was tested by degrading MB solution for 5 hours under UV irradiation. PVA-TiO<sub>2</sub> films can degrade MB solution concentrations up to 29,90 % with the degradation rate of 0,00393 ppm/minute.*

*Keywords: PVA-TiO<sub>2</sub> films, photocatalytic, methylene blue, spin coating.*

## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi fotokatalis saat ini menjadi salah satu alternatif sumber energi terbarukan. Teknologi ini pertama kali diperkenalkan oleh peneliti asal jepang yaitu Fujisima dan Honda pada tahun 1972 mengenai penguraian air (H<sub>2</sub>O) menjadi oksigen (O<sub>2</sub>) dan hidrogen (H<sub>2</sub>) melalui proses fotoelektrokimia menggunakan elektroda semikonduktor TiO<sub>2</sub> *rutile* yang diradiasi sinar UV (Carp, 2004). Fenomena fotokatalis merupakan peristiwa fotoreaksi yang melibatkan cahaya dan mengalami peningkatan kecepatan reaksi akibat adanya katalis yang mengabsorpsi energi cahaya ultraviolet (UV) sehingga menghasilkan senyawa pereduksi dan pengoksidasi pada permukaan katalis. Beberapa material semikonduktor yang digunakan sebagai fotokatalis yaitu TiO<sub>2</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CdS, ZnS dan sebagainya. Material semikonduktor yang menjadi pilihan utama dan sering digunakan sebagai fotokatalis adalah TiO<sub>2</sub>.

Serbuk TiO<sub>2</sub> memiliki keunggulan diantaranya memiliki aktivitas fotokatalis tinggi dan stabil, non toksik, tahan terhadap korosi, tidak larut dalam air. TiO<sub>2</sub> juga memiliki kemampuan menyerap sinar yang tinggi yang ditandai dengan nilai celah energi (E<sub>g</sub>) yang sesuai yaitu sebesar 3,2 eV dalam struktur *anatase* (Castro, 2008). Tetapi penggunaan serbuk TiO<sub>2</sub> sebagai fotokatalis tidak efektif karena untuk mendegradasi limbah organik atau zat berwarna

diperlukan  $\text{TiO}_2$  yang banyak sehingga untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan cara membuatnya sebagai komposit dengan matriks dari bahan seperti polimer, silika, zeolit dan sebagainya. Pemanfaatan dan fabrikasi  $\text{TiO}_2$  yang paling dasar adalah dalam bentuk *film* (lapisan) disebabkan bentuk lapisan (*film*) dapat dimodifikasi sesuai dengan divais yang diinginkan. Adapun masalah yang dihadapi dalam pembuatan lapisan dengan material  $\text{TiO}_2$  adalah deposisi material pada substrat, jenis pelarut dan *binder* (pengikat) yang digunakan.

Saat ini telah banyak dikembangkan lapisan nano komposit antara PVA dan  $\text{TiO}_2$  yang dimanfaatkan sebagai fotokatalis. Hal ini disebabkan keduanya memiliki absorbansi pada daerah panjang gelombang UV. Hasil penelitian membuktikan bahwa komposit antara PVA dan  $\text{TiO}_2$  mampu meningkatkan kualitas lapisan dan meningkatkan aktivitas fotokatalis seperti yang dilakukan oleh Situ dkk (2014), Sugumaran (2014), dan Vishwas (2014). Lapisan nano komposit yang dihasilkan dari memiliki kualitas yang lebih baik segi ketahanan, sifat kimia, sifat listrik dan sifat optik. Peningkatan aktivitas fotokatalis dari lapisan (*film*) dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya struktur morfologi, luas permukaan, struktur kristal dan ukuran partikelnya.

Untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis lapisan nano komposit beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya memberikan heat treatment (pemanasan) pada sampel dan variasi komposisi. Hasil penelitian oleh Y. Song dkk (2014) dan H. Yang dkk (2015) membuktikan bahwa lapisan nano komposit PVA- $\text{TiO}_2$  dengan proses pemanasan memiliki efisiensi yang lebih baik daripada lapisan PVA, lapisan  $\text{TiO}_2$  dan lapisan tanpa proses pemanasan. Lapisan dengan proses pemanasan akan mengalami retak atau crack sehingga akan memperlebar ikatan antar muka matriks dan fillernya. Hasil penelitian lainnya juga membuktikan bahwa persentase  $\text{TiO}_2$  yang terdistribusi pada substrat berpengaruh pada aktivitas fotokatalis. Semakin banyak  $\text{TiO}_2$  yang terdapat pada matriks PVA maka semakin tinggi konsentrasi polutan (metal orange dan rhodamine B) yang terdegradasi (S. Mallakpour & A. Barati, 2011; X. Liu, 2015).

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini, akan difabrikasi lapisan nano komposit PVA- $\text{TiO}_2$  yang dibuat dengan metode spin coating. PVA berfungsi sebagai matriks atau binder (pengikat) dari serbuk  $\text{TiO}_2$  yang dideposisikan pada substrat kaca. Metode spin coating ini dipilih karena relatif lebih mudah difabrikasi, komposisinya yang homogen, tidak menggunakan ruang dengan tingkat kevakuman tinggi, ketebalan lapisan dapat dikontrol dan mampu menghasilkan mikrostruktur yang baik. Serbuk  $\text{TiO}_2$  yang digunakan berukuran nano dengan struktur anatase yang disintesis dengan metode kopresipitasi.  $\text{TiO}_2$  dihasilkan dari prekursor larutan  $\text{TiCl}_3$  dan dititrasi dengan larutan amonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Metode kopresipitasi ini dipilih karena karena paling mudah, relatif murah serta parameter fisik dan kimianya dapat disesuaikan seperti suhu, pH dan konsentrasi reaktannya sedangkan fase anatase digunakan karena memiliki celah energi yang lebih tinggi dari rutile.

## II. METODE

### 2.1 Sintesis Serbuk $\text{TiO}_2$

Larutan  $\text{TiCl}_3$  15% sebanyak 20 ml dicampurkan dengan air destilasi sebanyak 100 ml ke dalam gelas becker dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 5 jam. Selanjutnya, menambahkan (titrasi) larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  28,9% ke dalam larutan  $\text{TiCl}_3$  hingga pH larutan mencapai 9-12. Setelah itu, larutan diaduk kembali hingga berwarna putih kemudian diendapkan kurang lebih 24 jam. Selama proses pengendapan dilakukan pencucian dan penyaringan endapan putih hingga pH larutan mencapai 7. Hasil endapan putih kemudian dikalsinasi pada temperatur 400 OC selama 3 jam dalam furnace dan digerus menggunakan mortal hingga butiran sampel semakin halus. Kalsinasi ini bertujuan untuk memperoleh serbuk  $\text{TiO}_2$  fasa anatase.

## 2.2 Pembuatan Lapisan

Persiapan substrat dimulai dengan memotong substrat kaca silica amorf dengan ukuran yang ditentukan kemudian menghaluskan sisinya dengan amplas atau sejenisnya dan dicuci dengan aseton atau sabun dan dibilas dengan aquades. Selanjutnya, bersihkan kembali substrat kaca menggunakan ultrasonic cleaner.

Persiapan pembuatan larutan suspensi dimulai dengan menimbang serbuk  $\text{TiO}_2$  dan serbuk PVA pada neraca digital dengan perbandingan yang telah ditentukan. Selanjutnya, serbuk PVA dicampurkan dengan air destilasi dan diaduk dengan magnetic stirrer pada temperatur  $90\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya, serbuk  $\text{TiO}_2$  dicampurkan ke dalam larutan PVA kemudian diaduk kembali selama 2 jam tanpa proses pemanasan.

Pembuatan lapisan komposit dimulai dengan meletakkan substrat kaca pada spin coater kemudian meneteskan larutan suspensi larutan PVA- $\text{TiO}_2$  pada permukaan substrat kaca silica amorf. Sampel diputar dengan kecepatan 1500 rpm selama 30 detik menggunakan spin coater. Setelah itu semua sampel dipanaskan pada temperatur  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 15 menit.

## 2.3 Karakterisasi Serbuk $\text{TiO}_2$ dan Lapisan Komposit PVA- $\text{TiO}_2$

Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu karakterisasi serbuk  $\text{TiO}_2$  dan karakterisasi lapisan PVA- $\text{TiO}_2$ . Adapun alat yang digunakan untuk karakterisasi terdiri dari DSC-TGA (*Differential Scanning Calorimetry-Thermal Gravimetric Analyzer*), XRD (*Philips Xpert XRD*), *Scanning Electron Microscopy* (SEM EVO MA 10) dan UV-Vis *Spectrophotometer* (Genesis 10S UV-Vis).

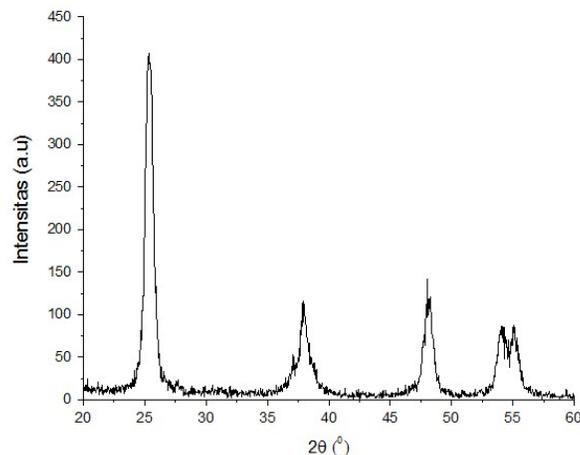
## 2.4 Pengujian Aktivitas Fotokatalis Menggunakan *Methylene Blue*

Tahap pengujian ini dimulai dengan menyiapkan wadah atau chamber yang tidak tembus cahaya kemudian diisi dengan larutan *methylene blue* secukupnya. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu mengkalibrasi larutan metilen biru. Tujuannya adalah untuk memperoleh Persamaan linear dari grafik hubungan antara konsentrasi dan koefisien absorpsi yang akan digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan metilen biru setelah penyinaran lampu UV dalam satuan ppm.

## III. HASIL DAN DISKUSI

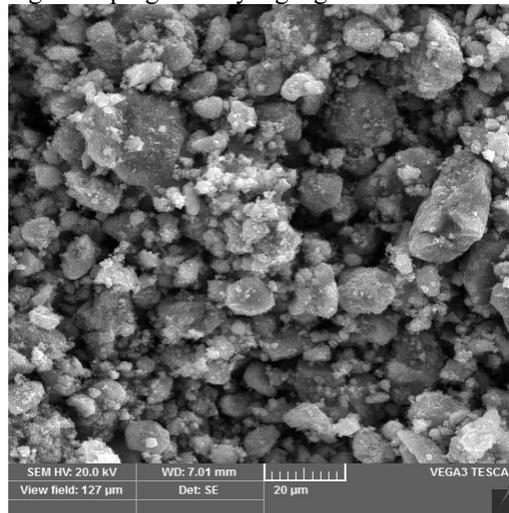
### 3.1 Karakterisasi dan Analisis Serbuk $\text{TiO}_2$

Serbuk  $\text{TiO}_2$  yang dikalsinasi pada temperatur  $400\text{ }^\circ\text{C}$  selama 3 jam berwarna putih. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi XRD untuk mengetahui fasa yang terbentuk dari sampel tersebut.



Gambar 1 Pola difraksi sinar-X serbuk  $\text{TiO}_2$  yang disintesis pada pH 9 selama 5 jam pengadukan

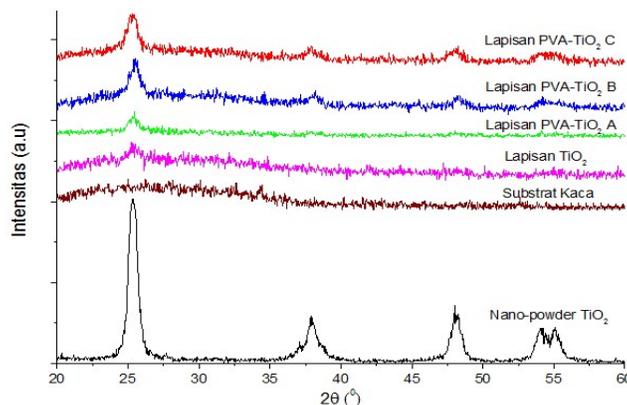
Pola difraksi sinar-X yang terbentuk menunjukkan bahwa serbuk  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan adalah fase *anatase*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan MAUD menunjukkan bahwa serbuk  $\text{TiO}_2$  yang disintesis pada pH 9 selama 5 jam pengadukan kemudian dikalsinasi pada temperatur 400 °C selama 3 jam memiliki ukuran butir  $11,28 \pm 2,65$  nm. Adapun hasil *refinement* menggunakan metode Rietveld menunjukkan bahwa temperatur kalsinasi yang diberikan tidak merubah struktur kristal serbuk  $\text{TiO}_2$ . Hal ini ditunjukkan pada nilai parameter kisi serbuk yang tidak mengalami pergeseran yang signifikan atau sesuai data ICSD.



Gambar 2 Morfologi serbuk  $\text{TiO}_2$  yang disintesis pada pH 9 selama 5 jam pengadukan

### 3.2 Struktur Lapisan Nano Komposit PVA- $\text{TiO}_2$

Lapisan yang telah difabrikasi akan dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui perubahan fasa yang terjadi setelah berbentuk lapisan sedangkan morfologi dan tebal lapisan dikarakterisasi menggunakan SEM. Pola difraksi sinar-X ditampilkan pada Gambar 3 sedangkan struktur morfologi dan tebal lapisan ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

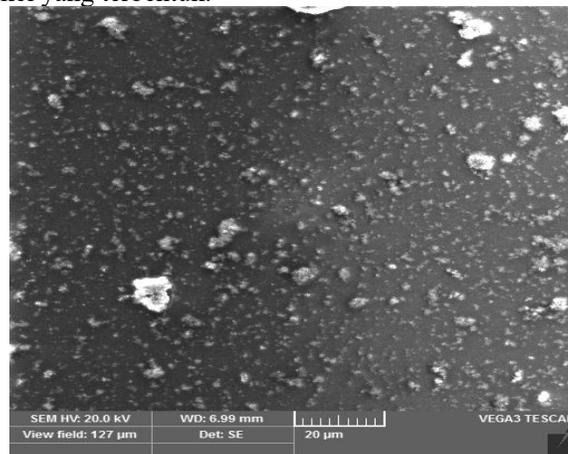


Gambar 3 Pola difraksi sinar-X serbuk  $\text{TiO}_2$ , substrat kaca dan lapisan

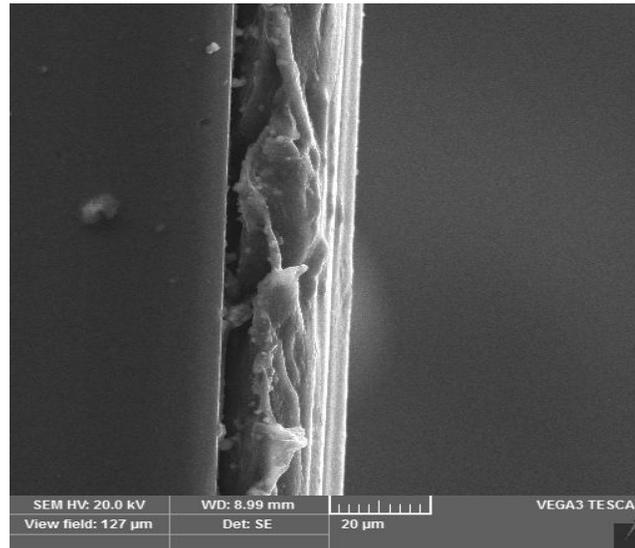
Pola difraksi sinar-X menunjukkan bahwa serbuk  $\text{TiO}_2$  yang difabrikasi menjadi lapisan PVA- $\text{TiO}_2$  tidak mengalami perubahan fasa. Hal ini dibuktikan dengan pola difraksi lapisan PVA- $\text{TiO}_2$  tidak mengalami pergeseran puncak yang signifikan dengan sudut  $2\theta$  sesuai dengan sampel serbuk  $\text{TiO}_2$  dari data ICSD yang digunakan dan hasil penelitian yang dilakukan oleh

(Y. Song et al, 2014). Pola difraksi lapisan yang dihasilkan menunjukkan jumlah puncak yang berbeda yaitu sampel PVA-TiO<sub>2</sub> A dan lapisan TiO<sub>2</sub> hanya memiliki satu puncak pada sudut 2 $\theta$  masing-masing 25,46<sup>o</sup> dan 25,26<sup>o</sup> sedangkan sampel PVA-TiO<sub>2</sub> B dan PVA-TiO<sub>2</sub> C memiliki jumlah puncak yang sama dengan sampel serbuk TiO<sub>2</sub>. Berdasarkan data XRD, diperoleh perbedaan sudut 2 $\theta$  atau sudut hamburan pada setiap sampel lapisan dan serbuk TiO<sub>2</sub>. Perbedaan jumlah puncak ini disebabkan oleh pada sampel PVA-TiO<sub>2</sub> A dan lapisan TiO<sub>2</sub> masih terbentuk lapisan yang bersifat amorf. Terbentuknya fasa amorf pada lapisan disebabkan partikel-partikel TiO<sub>2</sub> tidak memiliki energi yang cukup untuk melakukan proses kristalisasi dan penyesuaian swaorientation (self orientation). Ketika sinar-X mengenai kristal pada permukaan sampel lapisan dengan sudut 2 $\theta$  maka kristal akan mendifraksikan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sesuai dengan jarak antar kisi, Hal ini berarti bahwa sudut difraksi ditentukan oleh tetapan kisi sedangkan tetapan kisi yang ideal ditentukan oleh kesempurnaan kristal yang terbentuk selama pembentukan lapisan. Berdasarkan penjelasan di atas dapat dikatakan bahwa pada sampel lapisan yang dideposisikan pada substrat kaca dengan pemanasan pada temperatur 100 0C selama 15 menit telah terjadi proses rekristalisasi pembentukan struktur anatase.

Pola difraksi sinar-X pada setiap sampel juga menunjukkan intensitas tinggi puncak yang berbeda-beda seperti yang ditampilkan pada Gambar 3 Sampel lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> C dan PVA-TiO<sub>2</sub> B memiliki intensitas puncak yang identik dan lebih tinggi daripada sampel lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> A dan lapisan TiO<sub>2</sub>. Tinggi puncak pada sudut Bragg pada sampel lapisan berkaitan dengan kesempurnaan struktur kristal yang terbentuk pada sampel lapisan, dimana semakin tinggi intensitas puncak maka struktur kristal yang terbentuk semakin mendekati sempurna. Intensitas puncak pada sampel lapisan ini dipengaruhi oleh persentase massa TiO<sub>2</sub> yang diberikan pada sampel. Semakin banyak massa TiO<sub>2</sub> yang diberikan maka semakin tinggi intensitas puncak pola difraksi yang dihasilkan. Berdasarkan penjelasan di atas dapat dikatakan bahwa sampel PVA-TiO<sub>2</sub> C dan PVA-TiO<sub>2</sub> B memiliki struktur kristal yang lebih baik daripada sampel PVA-TiO<sub>2</sub> A dan lapisan TiO<sub>2</sub>. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menampilkan morfologi dari lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> yang memiliki permukaan yang halus dan lapisan TiO<sub>2</sub> yang mengalami aglomerasi di mana dengan ukuran partikel yang lebih besar dengan distribusi TiO<sub>2</sub> yang relatif merata di atas permukaan substrat kaca. Proses aglomerasi pada sampel dipengaruhi oleh temperatur pemanasan yang diberikan pada sampel lapisan TiO<sub>2</sub> yaitu 4500 C dimana semakin tinggi temperatur maka semakin besar ukuran partikel yang terbentuk. Temperatur pemanasan atau kalsinasi juga mempengaruhi proses difusi material dalam pembentukan distribusi partikel-partikel TiO<sub>2</sub> pada permukaan substrat kaca dimana semakin tinggi temperatur maka semakin teratur distribusi partikel yang terbentuk.



**Gambar 4** Morfologi lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> menggunakan SEM



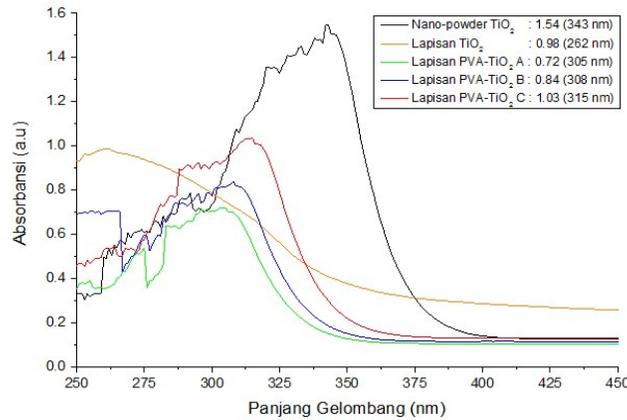
**Gambar 5** Penampang lintang lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> menggunakan SEM

Pada Gambar 5 menampilkan morfologi lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> yang terdiri dari matriks lapisan PVA dan partikel TiO<sub>2</sub> yang berada di atas permukaan PVA. Pada sampel PVA-TiO<sub>2</sub> juga terbentuk aglomerasi meskipun tidak sebanyak sampel lapisan TiO<sub>2</sub>. Hal ini disebabkan temperatur pemanasan yang diberikan lebih rendah daripada sampel lapisan TiO<sub>2</sub> yaitu 100 °C. Secara keseluruhan partikel-partikel TiO<sub>2</sub> dapat terdispersi secara merata pada matriks PVA. Lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> memiliki struktur permukaan relatif rata dengan perbesaran 20 μm. Permukaan halus pada lapisan ini disebabkan oleh karakteristik yang dimiliki oleh PVA yang berfungsi sebagai matriks dan *binder*.

### 3.3 Sifat Optik Lapisan Nano Komposit PVA-TiO<sub>2</sub>

Nilai absorbansi maksimum dan panjang gelombang yang diperoleh pada setiap sampel berbeda tetapi memiliki pola spektrum absorbansi yang sama. Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa serbuk TiO<sub>2</sub> setelah difabrikasi dalam bentuk lapisan mengalami penurunan nilai absorbansi dan pergeseran panjang gelombang. Sampel PVA-TiO<sub>2</sub> A, B dan C memiliki absorbansi maksimum secara berurutan 0,72 (305 nm), 0,84 (308 nm) dan 1,03 (315 nm) sedangkan lapisan TiO<sub>2</sub> 0,98 (262 nm).

Perbedaan nilai koefisien absorbansi yang diperoleh pada sampel dipengaruhi oleh persentase massa TiO<sub>2</sub>. Semakin tebal (tidak transparan) lapisan yang terbentuk akan menyebabkan nilai absorbansi semakin tinggi. Semakin banyak massa TiO<sub>2</sub> yang diberikan maka semakin banyak atom-atom yang menyerap berkas cahaya atau sinar UV. Pergeseran panjang gelombang ini disebabkan oleh distorsi yang cukup kuat setelah serbuk TiO<sub>2</sub> dibentuk lapisan. PVA yang berfungsi sebagai matriks dan *binder* mampu mengikat partikel-partikel TiO<sub>2</sub>. Keadaan ini menyebabkan atom-atom sulit tereksitasi sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk memutuskan ikatan antar atom tersebut. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh (Chen, 2007) yang membuktikan bahwa serbuk TiO<sub>2</sub> menyerap gelombang UV-Vis pada panjang gelombang sekitar 320 nm dan ketika dibentuk lapisan TiO<sub>2</sub> panjang gelombangnya bergeser pada 280 nm.

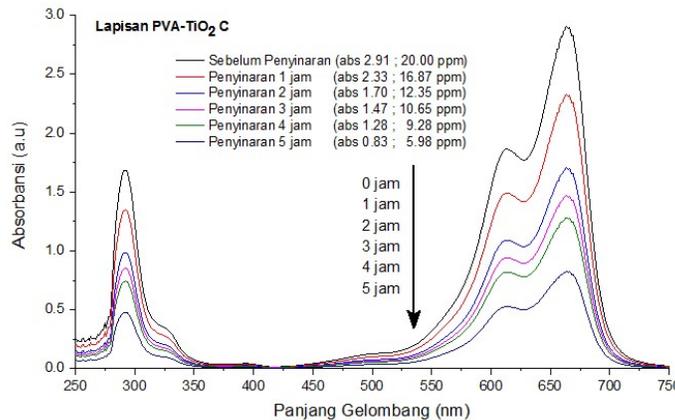


**Gambar 6** Spektrum absorbansi serbuk  $\text{TiO}_2$ , lapisan  $\text{TiO}_2$  dan lapisan nano komposit PVA- $\text{TiO}_2$

Perbedaan nilai absorbansi dan pergeseran panjang gelombang ini juga akan mempengaruhi energi gap yang diperoleh menunjukkan nilai energi gap yang dihasilkan pada serbuk lebih kecil daripada sampel dilapiskan. Peningkatan energi gap ini dipengaruhi oleh partikel-partikel  $\text{TiO}_2$  yang mengalami dispersi pada saat larutan suspensi dideposisikan pada substrat kaca. Keadaan ini menyebabkan partikel-partikel  $\text{TiO}_2$  yang beraglomerasi semakin kecil sehingga meningkatkan luas daerah ikatan antar muka pada permukaan lapisan. Semakin banyak ikatan antar muka yang terjadi maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron pada lapisan. Energi gap yang diperoleh masih sesuai dengan rentang energi gap Titanium yaitu 3,2 eV-3,8 eV. Hasil ini juga sesuai dengan hasil penelitian Widaryanti (2013) dan Sugumaran (2014) yang memperoleh nilai energi gap yang meningkat setelah proses pelapisan.

### 3.4 Aktivitas Fotokatalis Lapisan Nano Komposit PVA- $\text{TiO}_2$

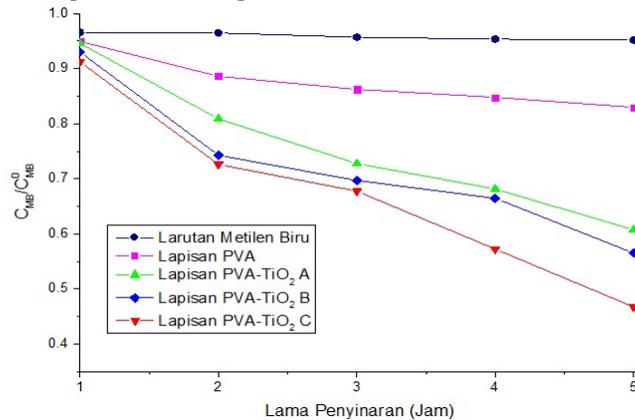
Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh sampel nano-powder  $\text{TiO}_2$  mampu mendegradasi konsentrasi larutan metilen biru lebih besar hingga 24,90 % atau memiliki efisiensi sebesar 75,10 % setelah 5 jam penyinaran dengan konsentrasi metilen biru sebelum penyinaran 20 ppm (100%). Degradasi konsentrasi MB oleh lapisan PVA- $\text{TiO}_2$  diperoleh sampel PVA- $\text{TiO}_2$  A 57,10%, PVA- $\text{TiO}_2$  B 42,00 %, PVA- $\text{TiO}_2$  C 29,90%, dan lapisan PVA sebesar 82,97 %.



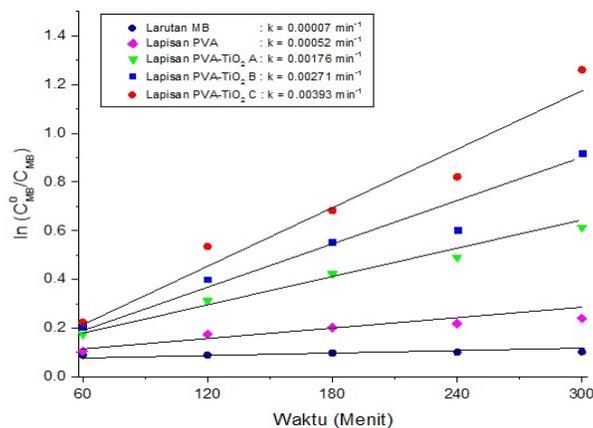
**Gambar 7** Spektrum absorbansi degradasi larutan MB oleh lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> selama 5 jam penyinaran lampu UV

Penurunan konsentrasi larutan MB yang signifikan pada awal proses ditunjukkan oleh sampel yang mengandung TiO<sub>2</sub>. Persentase massa TiO<sub>2</sub> yang diberikan pada sampel lapisan sangat signifikan dalam mendegradasi larutan MB. Semakin besar persentase massa TiO<sub>2</sub> yang diberikan maka semakin besar penurunan konsentrasi larutan MB yang diperoleh. Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8 bahwa efisiensi berbanding lurus dengan laju degradasi larutan MB oleh fotokatalis dimana semakin besar efisiensi maka laju degradasi semakin meningkat.

Proses fotodegradasi larutan MB terjadi ketika lapisan komposit dikenai sinar lampu UV sehingga elektron pada TiO<sub>2</sub> tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi, dan meninggalkan *hole* pada pita valensi ( $h_{vb}^+$ ). Selanjutnya, elektron pada pita konduksi ( $e_{cb}^-$ ) bereaksi dengan oksigen membentuk ion superoksida, sedangkan *hole* pada pita valensi bereaksi dengan ion hidroksi (OH<sup>-</sup>) membentuk radikal hidroksi (OOH<sup>-</sup>). Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran maka penurunan konsentrasi larutan MB akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena sampel yang berada di dalam wadah berisi larutan MB akan mendapat penyinaran lebih lama sehingga lebih banyak katalis (partikel TiO<sub>2</sub>) yang teraktivasi dan akan menghasilkan OH<sup>-</sup> yang lebih banyak dan akan mengoksidasi larutan MB. Selain sebagai matriks dan binder, keberadaan PVA juga mempengaruhi penurunan konsentrasi larutan MB dimana PVA memiliki sifat *hidrofilik* sehingga mampu mengabsorpsi kandungan H<sub>2</sub>O yang berlebih dalam larutan MB yang menyebabkan elektron dan hole pada partikel-partikel TiO<sub>2</sub> dapat melakukan proses reaksi reduksi dan oksidasi secara efisien.



**Gambar 8** Degradasi larutan MB selama 5 jam penyinaran lampu UV



**Gambar 9** Laju degradasi aktivitas fotokatalis lapisan PVA-TiO<sub>2</sub> pada larutan metilen biru

#### IV. KESIMPULAN

Lapisan Nano komposit telah berhasil difabrikasi dengan metode spin coating menggunakan serbuk TiO<sub>2</sub> fase anatase dengan ukuran butir kristal 11,28 nm yang disintesis dengan metode kopresipitasi menggunakan prekursor TiCl<sub>3</sub>. Hasil pengujian menunjukkan struktur kristal serbuk TiO<sub>2</sub> tidak mengalami perubahan dan dapat terdispersi secara merata pada matriks PVA dengan tebal lapisan sekitar 20 μm. Pada hasil pengujian aktivitas fotokatalis lapisan nano komposit PVA-TiO<sub>2</sub> mampu mendegradasi konsentrasi larutan MB hingga 29,90 % dengan laju degradasi sebesar 0,00393 ppm/menit. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan ini dapat dimanfaatkan sebagai fotokatalis .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bae, H.S., Lee, M.K., Kim, W.W., Rhee, C.K., 2003. "Dispersion Properties of TiO<sub>2</sub> Nano-Powder Synthesized by Homogeneous Precipitation Process at Low Temperatures", *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 220 (169-177).
- Carp, O., Huisman, C.L., Reller, A., 2004. "Photoinduced reactivity of titanium dioxide". *Progress in Solid State Chemistry*, 32 (33-177).
- H. Yang., J. Zhang., Y. Song., S. Xu., L. Jiang., Y. Dan., 2015. "Visible Light Photo-Catalytic Activity of C-PVA/TiO<sub>2</sub> Composites for Degrading Rhodamine B", *Applied Surface Science*, 324 (645-651).
- Hanaor, D.A.H., Triani, G., Sorrell, C.C., 2011. "Morphology and Photocatalytic Activity of Highly Oriented Mixed Phase Titanium Dioxide Thin Films", *Surface and Coatings Technology*, 205 (3658-3664).
- Ohno T, Sarukawa K, Tokieda K, Matsumura M., 2001. "Morphology of a TiO<sub>2</sub> Photocatalyst (Degussa, P-25) Consisting of Anatase and Rutile Crystalline Phases", *J Catal*, 203:82.
- P. Lei., F. Wang., X. Gao., Y. Ding., S. Zhang., J. Zhao., S. Liu., 2012. Immobilization of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles in Polymeric Substrates by Chemical Bonding for Multi-Cycle Photodegradation of Organic Pollutants", *Journal of Hazardous Materials*, 227-228 (185-194).
- Sugumaran, S., Bellan, C.S., 2014. "Transparent nano composite PVA-TiO<sub>2</sub> and PMMA-TiO<sub>2</sub> thin films: Optical and dielectric properties", *Optik*, 125 (5128-5133).
- Widaryanti, H.N., 2010. Pembentukan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> Fasa Anatase dan Rutile dengan Metode Bervariasi. Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Widaryanti, H.N., 2013. Fabrikasi dan Karakterisasi Partikel Nano dan Lapisan TiO<sub>2</sub>. Tesis Jurusan Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- X. Liu., Q. Chen., L. Lv., X. Feng., X. Meng., 2015). "Preparation of Transparent PVA/TiO<sub>2</sub> Nanocomposite films with Enhanced Visible-Light Photocatalytic Activity", *Catalysis Communications*, 58 (30-33).
- Y. Song., J. Zhang., H. Yang., S. Xu., L. Jiang., Y. Dan., 2014. "Preparation and visible light-induced photo-catalytic activity of H-PVA/TiO<sub>2</sub> Composite Loaded on glass via sol-gel method", *Applied Surface Science*, 292 (978-985).
- Y. Wang., M. Zhong., F. Chen., J. Yang., 2009. Visible Light Photocatalytic Activity of TiO<sub>2</sub>/D-PVA for MO Degradation, *Applied Catalysis B: Environmental*, 90 (249-254).
- Zhang, J., Ju, X., Wang, B., Li, Q-S., Liu, T., Hu, T., 2001. "Study on The Optical Properties of PPV/TiO<sub>2</sub> Nanocomposites", *Synthetic Metals*, 118 (181-185).