

SINTESES LAPISAN TIPIS TiO₂ DAN ANALISIS SIFAT FOTOKATALISNYA

Tuti Setiawati S.¹, Amalia I. S.¹, Sulistioso G. S.² dan Wisnu A. A.²

¹Departemen Kimia, FMIPA - IPB

Jl. Raya Pajajaran, Bogor

²Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

SINTESES LAPISAN TIPIS TiO₂ DAN ANALISIS SIFAT FOTOKATALISNYA. Telah dilakukan pembuatan lapisan tipis TiO₂ dengan cara sol-gel dengan fasa *anatase*, dipermukaan plat baja sebagai substrat. Tujuan pembentukan TiO₂ dengan fasa *anatase*, karena fasa *anatase* mempunyai luas serapan cahaya, yang lebih besar dari fasa TiO₂ yang lain. Lapisan tipis TiO₂ tersebut dianalisis sifat fotokatalisnya, untuk mereduksi Cr(VI), pada pH 7 dan pH 2. Hasil karakterisasi fasa TiO₂ yang terbentuk dengan XRD, menunjukkan bahwa fasa yang terjadi adalah fasa *anatase*. Sifat katalis TiO₂ diukur dengan fotospektrometer, didapat hasil sebagai berikut, untuk uji katalis TiO₂ tanpa UV, pada pH 7 dapat mereduksi Cr(VI) sebesar 5,07% dan pada pH 2, mereduksi Cr(VI) sebesar 26,75%, sedangkan dengan disinari UV dapat mereduksi Cr(VI) sebesar 18,41% pada pH 7 dan 53,39% pada pH 2.

Kata kunci : Lapisan tipis TiO₂, *anatase*, UV, XRD

ABSTRACT

SYNTHESIS OF TiO₂ THIN FILM AND ITS ANALYSIS OF FOTOCATALYTICAL CHARACTERISTIC. Thin film TiO₂ made by sol gel methode , with anastase phase and analysis of fotocatalyst properties have been carried out. The purpose of TiO₂ making with anastase phase is because anastase phase has a wider light contact area than other phases of TiO₂. The photocatalysis character of this TiO₂ thin film is analyzed, to reduct Cr (VI), at pH of 7 and pH of 2. Characterizing result of TiO₂ phase using by XRD, shows that the phase which occur is only anastase phase. Catalytical character of TiO₂ measured by photospectrometer gives results as following : for catalytical analysis of TiO₂ without UV at pH of 7 can reduce Cr(VI) for 5.07%, and at pH of 2, reduces Cr(VI) for 26.75%, meanwhile by UV lightening can reduce Cr(VI) for 18.41% at pH of 7 and 53.39% at pH of 2.

Key words : Thin film TiO₂, *anatase*, UV, XRD

PENDAHULUAN

Berbagai jenis metode digunakan untuk mereduksi bahan beracun yang berasal dari kimiawi maupun mikroba, dalam pengolahan air minum ataupun limbah. Metode-metode tersebut berdasarkan prinsip fisika, biologi, kimia, atau kombinasi dari ketiganya. Fotokatalisis merupakan salah satu metode untuk mereduksi bahan beracun yang memanfaatkan sinar *ultraviolet* (UV), untuk menghasilkan spesi pengoksidasi dan pereduksi pada permukaan katalis [1].

Titanium dioksida (TiO₂) merupakan bahan semikonduktor yang aktivitas fotokatalitiknya mampu mereduksi bahan beracun Cr(VI). Peranan TiO₂ dalam bidang industri ialah sebagai pigmen, adsorben, pendukung katalitik, dan semikonduktor [2]. Senyawa ini banyak digunakan dalam bidang industri karena mempunyai banyak kelebihan, yaitu nontoksik, stabil, nonkorosif, tidak larut air, dan ramah lingkungan [3].

Permasalahan yang disebabkan oleh limbah industri di Indonesia, merupakan salah satu hal penting yang harus segera diatasi, karena sangat merusak lingkungan. Berbagai cara dilakukan untuk mendapatkan teknologi pengolahan limbah yang lebih efektif.

Limbah logam berat krom(VI) atau Cr(VI) seperti K₂Cr₂O₇, H₂CrO₄, dan K₂CrO₄, yang biasanya berasal dari industri-industri penyamakan kulit dan pelapisan logam (*electroplating*). Industri *electroplating* di Indonesia sangat banyak dan bervariasi mulai dari skala kecil, menengah, dan besar. Sekitar 84% dari total industri *electroplating* adalah berskala menengah dan tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah yang memadai [4]. Selain bermanfaat dalam industri, Cr(VI) bersifat toksik dan dapat menyebabkan gangguan metabolisme organ tubuh.

Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 82 tahun 2001, nilai ambang batas Cr(VI) pada air minum maupun kebutuhan sehari-hari sebesar 0,05 ppm. Salah satu upaya penanganan limbah Cr(VI) melalui reaksi reduksi menggunakan metode fotokatalisis TiO_2 sehingga menjadi limbah yang ramah lingkungan.

Pada makalah ini akan dianalisis sifat fotokatalis dari TiO_2 untuk menetralkan krom Cr(VI) dalam $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada kondisi pH 7 dan pH 2. Metode analisisnya adalah dengan cara menyinari lapisan TiO_2 menggunakan lampu UV, lapisan tipis TiO_2 disintesis pada permukaan baja dengan cara sol-gel, fasa lapisan tipis TiO_2 yang terbentuk permukaan plat baja sebagai substrat, di karakterisasi dengan XRD.

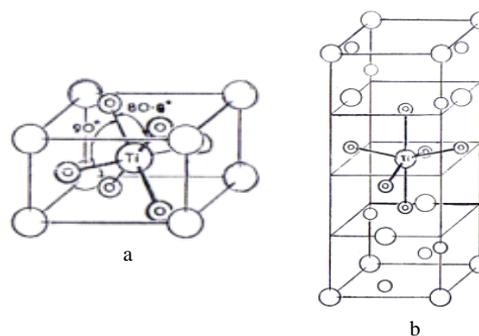
TEORI

Krom adalah salah satu logam berat yang banyak dijumpai dalam berbagai bentuk, yang paling umum adalah Cr(III) dan Cr(VI). Cr(III) terdapat sebagai bentuk Cr^{3+} , $[\text{Cr}(\text{OH})]^{2+}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_2]^+$, dan $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$, sedangkan Cr(VI) terdapat dalam bentuk CrO_4^{2-} dan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ [5]. Krom(III) atau Cr(III) adalah bentuk yang paling banyak di lingkungan karena lebih stabil dan dibutuhkan oleh tubuh. Pada konsentrasi rendah, Cr(III) berguna untuk metabolisme karbohidrat dan mengaktifkan insulin, bila terjadi kekurangan krom akan mengganggu metabolisme tubuh, namun pada tingkat yang tidak diinginkan dapat menimbulkan keracunan krom baik secara akut maupun kronis [6].

Krom terdapat dalam 2 bentuk oksida, yaitu Cr(III) dan Cr(VI). Krom(VI) mempunyai sifat racun terhadap semua organisme bila melebihi konsentrasi 0,05 ppm, bersifat karsinogenik pada hewan dan iritasi pada kulit manusia. Sementara itu, Cr(III) sangat mudah diendapkan atau diabsorpsi oleh senyawa organik dan anorganik pada pH netral atau basa, serta toksisitasnya jauh lebih rendah dibandingkan dengan Cr(VI), yaitu 1/100 kalinya [5]. Titanium dioksida (TiO_2) merupakan senyawa yang tersusun atas ion Ti^{4+} dan O^{2-} dalam konfigurasi oktahedron. Tiga macam sistem kristal TiO_2 yang telah dikenal, disebut fasa *anatase*, fasa *rutil*, dan fasa *brookit*, akan tetapi hanya *anatase* dan *rutil* yang mudah diamati di alam sedangkan *brookit* sulit diamati karena tidak stabil.

Perbedaan mendasar antara *anatase* dan *rutil* terletak pada struktur dan pola susunan rantai oktahedralnya [7,8]. *Anatase* mengalami distorsi ortorombik yang lebih besar dibandingkan *rutil* sehingga bentuk kristal *anatase* ini menjadi asimetris (Gambar 1). *Anatase* memiliki bentuk geometris yang lebih mendukung untuk menyerap cahaya sehingga luasan aktifnya menjadi lebih besar dibandingkan *rutil* [9]. Adanya distorsi menyebabkan terjadinya banyak perbedaan di antara kedua kristal (Tabel 1).

Bentuk kristal *anatase* dapat diamati pada pemanasan sol TiO_2 mulai dari suhu 120 °C dan mencapai sempurna pada 500 °C. Pada suhu 700 °C mulai terbentuk



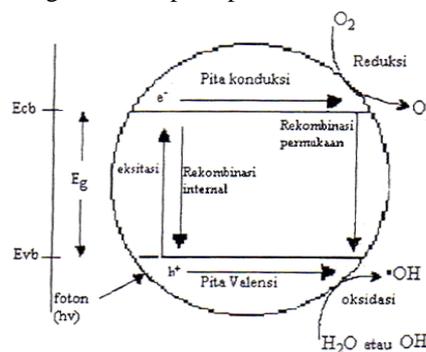
Gambar 1. Struktur kristal (a) rutil dan (b) anatase.

Tabel 1. Perbedaan struktur kristal anatase dan rutil.

Faktor perbedaan	Sistem kristal	
	anatase	rutil
Energi celah/ E_g (eV)	3.2	3.0
Massa jenis/ ρ (g/cm ³)	3.894	4.250
Jarak Ti—Ti (Å)	3.97 dan 3.04	3.57 dan 2.96
Jarak Ti—O (Å)	1.934 dan 1.980	1.949 dan 1.980

kristal rutil dan mulai terjadi penurunan luas permukaan serta pelemahan aktivitas fotokatalisis secara drastis [9].

Fotokatalisis didefinisikan sebagai fotoreaksi (reaksi yang memanfaatkan absorpsi energi cahaya) yang dipercepat oleh adanya katalis untuk menurunkan energi aktivasi sehingga mempercepat proses reaksi. Mekanisme fotokatalisis pada permukaan semikonduktor diperlihatkan pada Gambar 2. Jika suatu semikonduktor dikenai cahaya (foton) sebesar $h\nu$, maka (e^-) pada pita valensi akan mengabsorpsi energi foton tersebut dan pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu pita konduksi, akibatnya akan meninggalkan lubang positif (*hole* atau h^+) pada pita valensi. Sebagian besar elektron dan *hole* berkombinasi kembali di dalam ruang semikonduktor dengan mengemisi kalor, sedangkan sebagian lagi bertahan pada permukaan semikonduktor.



Keterangan:
 Ecb = energi pita konduksi
 Evb = energi pita valensi

Gambar 2. Skema proses fotokatalisis.

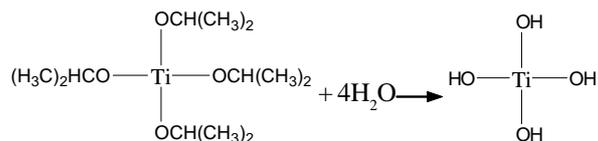
Secara lengkap reaksi yang terjadi di dalam sistem dapat dituliskan sebagai berikut:

1. $h\nu + \text{TiO}_2 \longrightarrow \text{TiO}_2 + h_{\text{vb}}^+ + e_{\text{cb}}^-$
Ketika TiO₂ dikenai cahaya UV dengan energi $h\nu$ mengakibatkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi, dan meninggalkan *hole* pada pita valensi (h_{vb}^+).
2. $e_{\text{cb}}^- \longrightarrow e_{\text{tr}}^-$ dan $h_{\text{vb}}^+ \longrightarrow h_{\text{tr}}^+$
Sebagaimana elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) dan *hole* pada pita valensi terjebak pada permukaan semikonduktor.
3. a. $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{OH}^\cdot + \text{H}^+$
 $h_{\text{tr}}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{OH}^\cdot$
hole pada permukaan semikonduktor (h_{tr}^+) mengoksidasi air atau ion OH⁻ membentuk radikal hidroksil yang berperan sebagai agen detoksikasi.
b. $e_{\text{tr}}^- + \text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2^{\cdot-}$
Elektron pada permukaan semikonduktor (e_{tr}^-) menangkap oksigen membentuk ion superperoksida (O₂⁻) yang dapat menguraikan senyawa polutan.

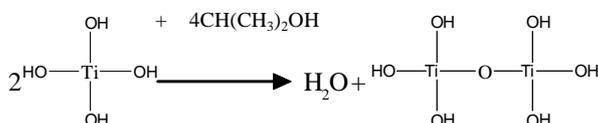
Beberapa kelebihan dari teknologi fotokatalitik adalah proses katalitik dapat berlangsung pada suhu kamar, sehingga kebutuhan energinya jauh lebih rendah; kebutuhan bahan kimia sangat sedikit dan relatif lebih murah; proses fotokatalitik selalu terjadi reaksi reduksi-oksidasi (redoks) secara bersamaan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah logam berat (reduksi) dan limbah organik (oksidasi) secara simultan [10]. Proses sol-gel adalah suatu proses pembentukan bahan anorganik pada temperatur rendah yang melibatkan dua reaksi penting yaitu hidrolisis dari logam alkoksida kemudian dilanjutkan dengan kondensasi [11]. Sol merupakan suatu sistem yang memungkinkan bahan kimia padat tersuspensi stabil di dalam larutan, sedangkan gel ialah cairan yang terjebak dalam jaringan partikel padat.

Lapisan tipis dibentuk pada permukaan substrat dengan cara membasahi permukaan tersebut dengan cairan yang mengandung bahan terhidrolisis atau sol. Bila pelarut menguap maka lapisan tipis akan tertinggal pada substrat dan mengalami reaksi kondensasi yang berupa gel. Lapisan logam oksida yang diinginkan dapat diperoleh dengan mengkalsinasi lapisan tipis tersebut. Keuntungan dengan teknik sol-gel adalah mendapatkan keseragaman dari lapisan tipis. Reaksi hidrolisis dan kondensasi dalam teknik sol-gel sebagai berikut:

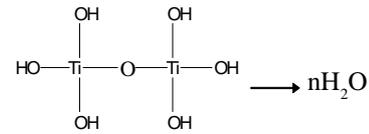
Hidrolisis :



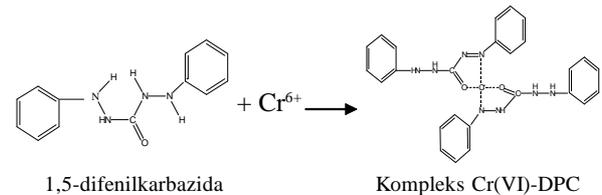
Kondensasi :



Polikondensasi :



Reaksi keseluruhan :



Gambar 3. Reaksi kompleks antara Cr(VI) dengan 1,5-difenilkarbazida.

METODE PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan ialah sampel : Plat baja standar JIS G3141, larutan titanium tetra-isopropoksida 97% (Aldrich) atau Ti(O-i-C₃H₇)₄, asam asetat glasial (Merck), etanol Pa (Merck), aseton, K₂Cr₂O₇ (Merck), 1,5-difenilkarbazida (Merck), H₂SO₄ pekat, dan air demineral. Alat-alat yang dipakai, yaitu : Unit alat pengukuran fotokalis, gelas ukur, gelas piala, pipet mohr, kertas amplas, mesin poles, pinset, kuvet, lampu UV 15 W, oven, furnace, spektrofotometer UV-Vis Genesys, pengaduk magnet dan Difraktometer sinar-x.

Sintesis Lapisan Tipis TiO₂

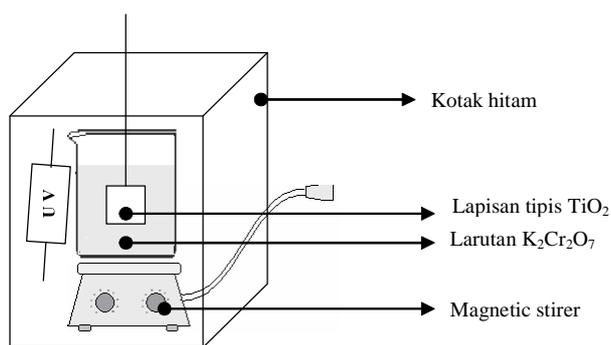
Sebagai substrat dari film tipis TiO₂ adalah plat baja, sebelum dilapisi dengan TiO₂ plat baja tersebut di poles dengan kertas amplas sampai *grade* 800, tujuannya untuk membersihkan permukaan plat baja dari oksida dan pengotor lain dan juga untuk menghaluskan permukaan plat baja agar ketebalan dari TiO₂ yang sama di seluruh permukaan plat, kemudian dicuci dengan alkohol. Setelah itu dilakukan deposisi lapisan tipis dipermukaan plat baja tersebut dengan cara sebagai berikut : Larutan titanium dioksida dibuat dengan cara mencampurkan 4,5 mL Ti(O-i-C₃H₇)₄ 97%, 45 mL etanol, dan 0,3 ml asam asetat glasial [3] kemudian larutan diaduk dengan pengaduk magnet selama 60 menit pada suhu kamar. Tahap selanjutnya Plat baja dicelupkan dalam larutan Ti(O-i-C₃H₇)₄ + Etanol + asam asetat glasial seperti tersebut di atas selama 20 detik, kemudian dikeringkan di dalam oven bersuhu 120°C selama 1 menit, selanjutnya plat baja didinginkan pada suhu kamar dan dicelupkan kembali dalam larutan Ti(O-i-C₃H₇)₄ + Etanol + asam asetat glasial. Seluruh langkah pendeposisian diulangi

sebanyak 9 kali hingga terjadi lapisan berwarna putih, terlihat menutupi permukaan plat baja. Langkah selanjutnya adalah membuat lapisan TiO_2 menjadi TiO_2 yang mempunyai fasa *anatase*, dengan cara memanaskan lempeng di dalam *furnace* mulai dari suhu kamar sampai suhu 500°C dengan kenaikan suhu $2^\circ\text{C}/\text{menit}$, pada suhu 500°C , ditahan selama 60 menit. Kemudian didinginkan sampai suhu kamar secara alamiah. Fasa lapisan tipis TiO_2 yang diharapkan adalah fasa *anatase*, karena mempunyai luas serapan cahaya yang lebih besar dibandingkan fasa TiO_2 yang lain.

Identifikasi fasa TiO_2 dilakukan dengan difraksi sinar X dengan menggunakan alat XRD tipe XD-610 SHIMADZU. dilakukan pada selang sudut 2θ antara 20° dan 100° dengan besar tegangan 30 kV, arus 30 mA, dan kecepatan penyapuan $2^\circ/\text{menit}$. Target Cu dengan panjang gelombang $1,5405 \text{ \AA}$.

Uji Fotokatalisis

Pengujian reaktor imobilisasi sederhana meliputi fotokatalisis dan katalisis tanpa penyinaran UV. Uji fotokatalisis melalui penyinaran lapisan tipis TiO_2 pada permukaan baja di dalam larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Sebanyak 500 mL larutan Cr(VI) 14,14 ppm dimasukkan ke dalam reaktor fotokatalisis dan pengambilan sampel sebanyak 10 mL dilakukan pada menit ke-0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, dan 300, lalu 2 mL larutan tersebut diencerkan sampai 25 mL dengan air demineral. Sebanyak 10 mL dari masing-masing sampel ditambahkan 0,5 mL larutan DPC, lalu dikocok dan serapannya dibaca setelah 7 menit dari penambahan DPC. Pengukuran serapan sampel menunjukkan banyaknya ion Cr(VI) yang berikatan kompleks dengan DPC. Perlakuan fotokatalisis dilakukan pada kondisi dua nilai pH, yaitu pH 7 dan pH 2.



Gambar 4. Reaktor Fotokatalisis.

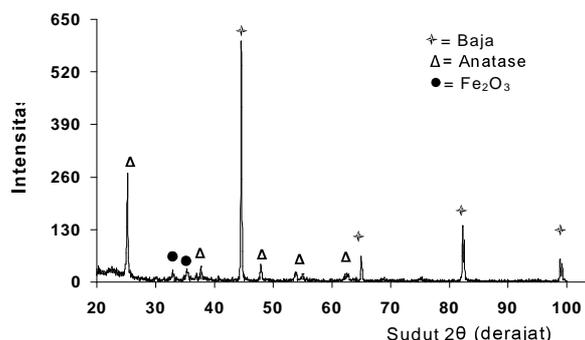
Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Sebanyak 10 ml Cr(VI) dengan konsentrasi 0,6 ppm pH 7 ditambahkan 0,5 mL larutan DPC, lalu dikocok dan serapannya dibaca setelah 7 menit dari penambahan DPC. Kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 480 nm sampai dengan 580 nm. Berdasarkan literatur, kompleks Cr(VI) dengan DPC

berada pada panjang gelombang 540 nm. Pembuatan kurva standar Cr(VI) diperoleh dari pengukuran serapan beberapa larutan standar Cr(VI) 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm, 0,8 ppm, 1,0 ppm, 1,2 ppm, dan 1,5 ppm pada panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer sinar tampak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pola difraksi Sinar X pada Gambar 4, didapat Puncak-puncak yang mengidentifikasi fasa TiO_2 *anatase* yang baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa teknik kalsinasi yang digunakan cukup baik untuk mengubah TiO_2 amorf hasil hidrolisis-kondensasi menjadi kristal *anatase*. Selain puncak-puncak TiO_2 , muncul juga puncak Baja, hal ini disebabkan difraksi sinar dapat menembus lapisan tipis TiO_2 dan juga muncul puncak Fe_2O_3 yang merupakan oksida dari Fe karena baja yang digunakan sebagai substrat, mempunyai komposisi Fe lebih dari 90%. Fe_2O_3 ini timbul karena terjadi oksidasi di permukaan plat baja ketika plat baja di panaskan, pada saat pembentukan lapisan tipis TiO_2 . Oksidasi pada substrat plat baja terjadi karena, pada saat sampel dipanaskan sampai 500°C , lapisan tipis TiO_2 mengalami keretakan dan juga timbul bintik-bintik pori, sehingga terjadi reaksi antara udara dengan plat baja.



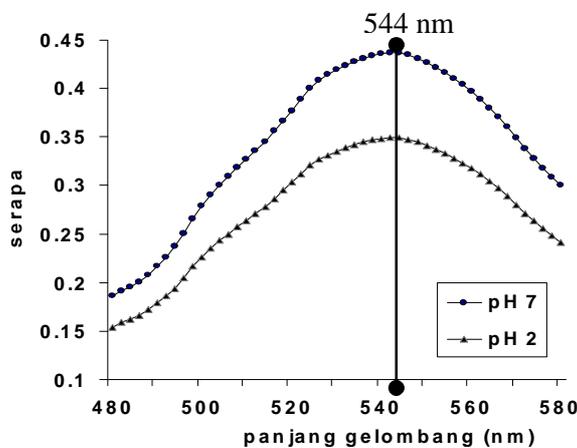
Gambar 4. Pola difraksi lapisan tipis TiO_2 .

Metode penentuan fasa-fasa dari pola difraksi sinar X adalah dengan cara mencocokkan nilai 2θ terhadap pola difraksi baja tanpa dideposisi TiO_2 , standar TiO_2 *anatase* dan data Fe_2O_3 dari *database* JCPDF. Data-data tersebut ditabulasikan pada Tabel 1.

Panjang gelombang maksimum ditentukan dari reaksi kompleks yang terjadi antara Cr(VI) dan 1,5-difenilkarbazida (DPC). Larutan kompleks ini berwarna ungu kemerahan dan dapat diukur pada panjang gelombang sinar tampak. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa kompleks Cr(VI)-DPC mempunyai serapan maksimum pada panjang gelombang 544 nm, baik pada pH 7 maupun pH 2, yang dapat dilihat pada Gambar 5. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh tidak begitu jauh dari literatur, yakni sebesar 540 nm [5]. Serapan maksimum dari kompleks Cr(VI)-DPC pada pH 7 dan pH 2 sebesar 0,437 dan 0,349.

Tabel 2. Kompilasi data-data puncak difraksi sinar-X dari baja, TiO₂ Anatase dan Fe₂O₃.

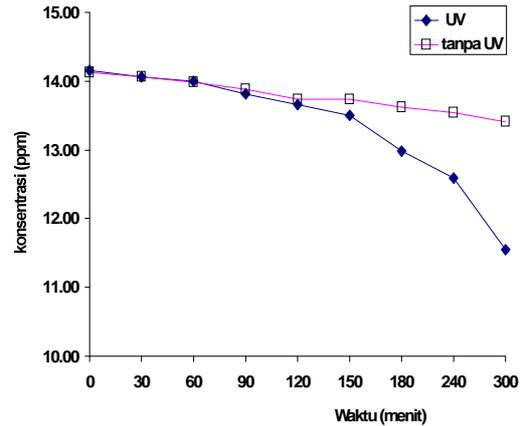
No.	Sudut 2θ	d (Angstrom)	I/I	Identifikasi fase
1.	25.11	3.5429	36	Anatase
2.	32.90	2.7200	4	Fe ₂ O ₃
3.	35.34	2.5376	5	Fe ₂ O ₃
4.	37.69	2.3849	6	Anatase
5.	44.51	2.0336	100	Baja
6.	47.87	1.8985	7	Anatase
7.	54.97	1.6689	5	Anatase
8.	62.66	1.4812	3	Anatase
9.	64.88	1.4358	12	Baja
10.	82.23	1.1714	25	Baja
11.	82.51	1.1682	10	Baja
12.	98.86	1.1040	12	Baja



Gambar 5. Hubungan antara serapan Cr(VI) terhadap panjang gelombang.

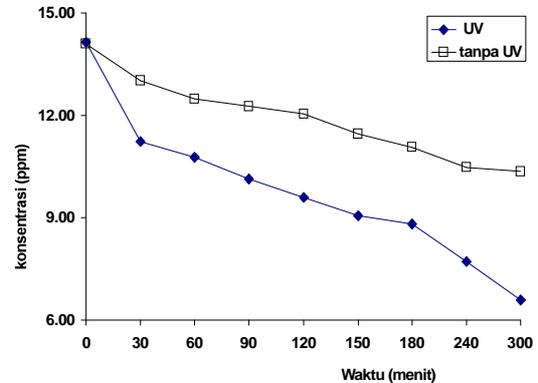
Perlakuan fotokatalisis dilakukan pada 2 nilai pH, yaitu pH 7 dan pH 2. Kondisi pH 7 dimaksudkan supaya aplikasi metode dapat digunakan pada pH netral, sedangkan pH 2 didasari atas publikasi terdahulu yang menyatakan bahwa kondisi terbaik untuk mereduksi Cr(VI) adalah pH rendah atau kondisi asam [4]. Selain itu pengaruh ada tidaknya sinar UV juga diamati, hal ini berguna untuk melihat besarnya pengaruh cahaya terhadap aktivitas katalitik TiO₂.

Hasil pengukuran kurva standar menghasilkan persamaan garis pada kondisi pH 7 adalah : $y = 0,5408x + 0,0272$, dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9976. Untuk pH 2 didapat persamaan garis yaitu $y = 0,5434x + 0,0266$, dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9982. Nilai r yang diperoleh mendekati 1 (satu) sehingga dapat dikatakan bahwa kurva memiliki kelinieran yang tinggi. Hal ini berarti dengan meningkatnya konsentrasi Cr(VI) maka serapan dari kompleks Cr(VI)-DPC juga meningkat. Perlakuan Cr(VI) dengan ada dan tidaknya sinar UV pada pH 7 (Gambar 6), menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi Cr(VI) pada menit awal sampai menit ke-60 memberikan hasil yang hampir sama. Selain itu, pada menit ke-90 mulai terjadi beda penurunan dari kedua perlakuan.



Gambar 6. Hubungan antara konsentrasi terhadap waktu pada pH 7.

Pengaruh sinar UV memberikan hasil yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi Cr(VI) mulai menit ke-150, namun sebaliknya perlakuan tanpa sinar UV menunjukkan penurunan Cr(VI) yang relatif lambat. Pengaruh UV memberikan persentase penurunan Cr(VI) sebesar 18,41% ,nilai ini cukup besar bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa sinar UV, yaitu 5,07% .Hasil pengamatan pada pH 2 terhadap ada dan tidaknya sinar UV (Gambar 7) memperlihatkan beda penurunan konsentrasi Cr(VI) yang signifikan dari kedua perlakuan mulai menit pertama.



Gambar 7. Hubungan antara konsentrasi terhadap waktu pada pH 2.

Pengaruh sinar UV yang mengaktifkan sifat fotokatalis pada lapisan TiO₂, menghasilkan penurunan konsentrasi Cr(VI) yang relatif besar bila dibandingkan tanpa adanya sinar UV. Slamet (4) menyatakan bahwa semakin kecil pH larutan, maka perbedaan antara potensial redoks Cr(VI) menjadi Cr(III) dengan pita konduksi semakin besar, sehingga transfer elektron (proses reduksi) dari pita konduksi ke Cr(VI) lebih mudah terjadi [4]. Hal ini dibuktikan dari hasil persentase penurunan konsentrasi Cr(VI) pada perlakuan sinar UV sebesar 53,39% ,dan tanpa UV diperoleh sebesar 26,75%. Hasil penentuan Cr(VI) pada perlakuan pH maupun sinar UV diuji secara statistik untuk melihat hasil analisis yang diperoleh dari kedua perlakuan berbeda nyata atau tidak.

Perbandingan perlakuan atau ragam tersebut dapat dilakukan dengan uji F.

Berdasarkan analisis ragam 2-arah pada pH 2, pengaruh UV dan tanpa UV menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap waktu. Pengaruh kedua perlakuan pada pH 7 memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap waktu, Hal ini karena keberadaan ion hidrogen membantu dalam proses reduksi Cr(VI) menjadi Cr(III). Selain itu, perbedaan antara potensial reduksi Cr(VI) dan katalis cukup besar, sehingga transfer elektron mudah terjadi.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa lapisan tipis TiO₂ yang terbentuk di permukaan plat baja hasil sintesis dengan sol-gel adalah fasa anatase saja. Efek fotokatalis TiO₂ dapat mereduksi konsentrasi Cr(VI). Pada kondisi tanpa sinar UV, untuk pH 7 dapat mereduksi Cr(VI) sebesar 5,07% dan pada pH 2, mereduksi Cr(VI) sebesar 26,75%, sedangkan dengan disinari UV dapat mereduksi Cr(VI) sebesar 18,41% pada pH7 dan 53,39% pada pH 2.

DAFTARACUAN

- [1]. YUDHASARI W. Destruksi Polutan P-Nitrofenol dalam Air Melalui Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis TiO₂, *Skripsi*, FMIPA, IPB, Bogor (2003)
- [2]. CLARK RJH, *The Chemistry of Titanium and Vanadium*, Netherland, Elsevier (1968)
- [3]. HAMID MA, RAHMAN I.A., *Malaysian Journal of Chemistry*, **5** (2003) 086-091
- [4]. SLAMET, *Jurnal Teknologi Terpakai (J Appl Technol.)*, **1** (2003) 89-97
- [5]. CLESCERI L.S., ALNOLDE G., ANDREW D.E., *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*, Ed. 20, Washington DC, Aphaawwawes (1989)
- [6]. SUMIDJAH. Telaah Perilaku Krom Heksavalen, Trivalen, dan Krom Limbah Penyamakan Kulit dan Interaksinya dengan Tanah Gambut, *Skripsi*, FMIPA, IPB, Bogor (2005)
- [7]. FITRIAH, Desinfeksi air secara fotoelektrokatalisis dengan menggunakan lapisan TiO₂ yang diimobilisasi pada logam titanium, *Skripsi*, FMIPA, UI, Depok (1998)
- [8]. RESTUNINGSIH Y., Studi Degradasi 2,4,6-Triklorofenol Secara Fotokatalisis dengan TiO₂ yang Diimobilisasikan pada Pelat Titanium, *Skripsi*, FMIPA, UI, Depok (1999)
- [9]. TJAHAJANTO T.R., GUNLAZUARDI J., *Makara, Jurnal Penelitian Universitas Indonesia, Seri Sains*, **5** (2001) 81-91
- [10]. SOPYAN IIS, SLAMET, WIBOWO S.S., Preparation of Film-Type TiO₂ Photocatalysts for Environmental Applications. Di dalam: *Preparation. Proceedings of One Day Seminar on Science and Technology*; BPPT, Jakarta, (2000) 45-53
- [11]. JAMARUN N., RAHMAYENI, VERONICA D., *Jurnal Kimia Andalas*, **8**, (2002) 1-4