

## APLIKASI TiO<sub>2</sub>-TERSENSITIFKAN AgCl PADA KONDISI pH BASA SEBAGAI MATERIAL ANTIBURAM

### APPLICATION OF AgCl-SENSITIZED TiO<sub>2</sub> IN BASE CONDITION AS ANTIHAZY MATERIAL

Vina Ayu Mu'izayanti dan Hari Sutrisno

*Program Studi Kimia, Jurusan Pendidikan Kimia,  
FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta  
Jl. Colombo 1 Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281  
e-mail: [vinaayumuiizayanti@yahoo.co.id](mailto:vinaayumuiizayanti@yahoo.co.id)  
[sutrisnohari@uny.ac.id](mailto:sutrisnohari@uny.ac.id)*

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh persentase AgCl yang terkandung dalam TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) terhadap aktivitas antiburamnya. Sampel TiO<sub>2</sub>@AgCl dihasilkan melalui proses refluks dari campuran prekursor TiO<sub>2</sub> rutil dan AgNO<sub>3</sub> dengan variasi Ag 0% (kontrol); 0,5%; 1,5%; 3%; 5% serta ditambahkan NH<sub>4</sub>OH 8 M sampai pH suspensi ~10. Sampel TiO<sub>2</sub>@AgCl direfluks selama 6 jam pada 150 °C. Endapan dikeringkan di dalam oven pada 110 °C lalu dikarakterisasi dengan X-Ray Diffraction (XRD) dan diuji aktivitas antiburamnya. Uji antiburam dilakukan dengan pembuatan lapis tipis pada kaca yang disinari di bawah sinar ultraviolet dan sinar matahari tidak langsung. Penurunan sudut kontak air diambil dengan foto dan diolah dengan aplikasi *Corel Draw* untuk memperoleh nilai sudut kontak air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TiO<sub>2</sub>@AgCl pada variasi Ag 0%(kontrol); 0,5%; 1,5%; 3% dan 5% masing-masing mengandung 0% AgCl; 0,79% AgCl; 3,5% AgCl; 4,38% AgCl; 9,39% AgCl. Analisa XRD menunjukkan bahwa sampel kontrol memiliki dua fasa yaitu rutil (mayor) dan anatas (minor) sedangkan TiO<sub>2</sub>@AgCl memiliki tiga fasa yaitu rutil (mayor), anatas (minor), AgCl (minor). Penambahan persentase AgCl menyebabkan semakin banyaknya fasa AgCl yang terbentuk. Uji aktivitas antiburam terbaik pada paparan sinar ultraviolet dan sinar matahari tidak langsung masing-masing pada sampel yang mengandung 0,79% AgCl dan 3,5% AgCl.

**Kata kunci:** TiO<sub>2</sub>, AgCl, basa, antiburam

### **Abstract**

This research aimed to study the effect of AgCl percentage was contained in AgCl-sensitized TiO<sub>2</sub> toward activity as antihazy material. TiO<sub>2</sub>@AgCl has obtained by reflux of precursor TiO<sub>2</sub> rutile, AgNO<sub>3</sub> with variation silver 0% (control); 0,5%; 1,5%; 3%; 5% and NH<sub>4</sub>OH 8 M at pH ~10. Refluxing 6 hours at temperature of 150 °C. The resulting precipitation was dried in oven at 110 °C then characterized by X-Ray Difrraction (XRD) and antihazy testing. Antihazy testing was conducted by thin layer on the glass and radiated by visible light and indirect sunlight. The decreasing of the contact angle was captured and edited by Corel Draw Application to get the value of the water contact angle. The result showed that variation of silver 0%(control); 0,5%; 1,5%; 3%; 5% was contained 0% AgCl; 0,79% AgCl; 3,5% AgCl; 4,38% AgCl; 9,39% AgCl. XRD analysis showed that control has two phases were rutile (major) and anatase (minor) while TiO<sub>2</sub>@AgCl has three phases were rutile (major), anatase (minor) and AgCl phase (minor). AgCl addition increase the AgCl phase. Antihazy testing showed the best activity in UV region and on indirect sunlight were on 0,79% AgCl and 3,5% AgCl respectively.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, AgCl, base, antihazy

### **PENDAHULUAN**

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan bahan semikonduktor yang dapat diaplikasikan dalam bidang fotokatalis, sel surya, antiburam [1] antibakteri, antijamur, lapisan pelindung cat, dan pembersih air limbah. Aplikasi TiO<sub>2</sub> dalam kehidupan sehari-hari diatas dapat digunakan karena TiO<sub>2</sub> bersifat tidak toksik, memiliki kestabilan kimia tinggi, dan reaktivitas fotokatalitik yang tinggi serta bersifat inert [2].

TiO<sub>2</sub> memiliki 11 tipe struktur. Tiga diantaranya terdapat di alam dalam bentuk mineral yang stabil yaitu anatas, rutil, dan brookit [3]. Tipe struktur anatas memiliki energi celah pita 3,2 eV; Rutil 3,0 eV; dan brookit 3,4 eV [4]. Energi celah pita anatas lebih tinggi daripada rutil sehingga fotoaktivitas anatas lebih baik daripada rutil [5].

TiO<sub>2</sub> dapat disintesis dengan penerapan berbagai metode antara lain: metode sol-gel, hidrotermal,

pengendapan [6] dan refluks. Kondisi pH refluks dapat mempengaruhi hasil sintesis titanium dioksida. Ichzan, dkk (2015) [7] telah mensintesis TiO<sub>2</sub> dengan metode kopresipitasi pada variasi pH larutan prekursor 9,11, dan 12 menghasilkan ukuran butir serbuk TiO<sub>2</sub> yang berbeda. Ukuran butir serbuk TiO<sub>2</sub> terkecil pada sampel pH 9. Selain itu, prekursor yang berbeda akan menghasilkan karakter TiO<sub>2</sub> yang berbeda. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi aktivitas fotokatalis TiO<sub>2</sub> antara lain dengan sintesis nanokristalin TiO<sub>2</sub> penyisipan dopan dan penambahan zat pensensitif (*sensitizer*).

Zat pensensitif Ag memiliki konduktivitas yang baik dan stabil. Salah satu golongan Ag halida adalah Ag klorida. Ag klorida merupakan kristal anorganik yang berwarna putih. Ag klorida memiliki energi celah pita 2,93 eV yang dikenal sebagai sumber dekomposisi polutan organik [8].

Berdasarkan uraian diatas tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh persentase AgCl yang terkandung dalam TiO<sub>2</sub>-

tersensitifkan AgCl (TiO<sub>2</sub>@AgCl) terhadap aktivitas antibiogramnya.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah: alat gelas, alat refluks, pompa vakum, penyaring buchner, neraca analitik, *magnetic stirrer*, pHmeter, kaca volum, kamera digital, pemanas, kaca masir, termometer, dan XRD.

Bahan yang digunakan adalah: TiCl<sub>4</sub> p.a Merck, AgNO<sub>3</sub> p.a Merck, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> p.a Merck, NH<sub>4</sub>OH 8 M, aseton, etanol, minyak parafin, akuades.

### Prosedur Penelitian

Proses sintesis TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl memerlukan 5 gram prekursor TiO<sub>2</sub> rutil yang dicampurkan 50 mL akuades. Prekursor TiO<sub>2</sub> rutil dapat diperoleh dari reaksi antara TiCl<sub>4</sub> dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Campuran prekursor tersebut diaduk selama 1 jam supaya homogen, kemudian menambahkan AgNO<sub>3</sub> dengan persentase Ag 0% (kontrol); 0,5%; 1,5%; 3%; 5% dan NH<sub>4</sub>OH serta tetrametil amonium hidroksida sampai pH~10. Penambahan Ag digunakan untuk membentuk zat pensensitif AgCl dan penambahan

$\text{NH}_4\text{OH}$  untuk memberikan suasana basa baik sebelum direfluks maupun sesudah direfluks. Campuran di refluks pada  $150\text{ }^\circ\text{C}$  selama 6 jam lalu didinginkan  $\pm 24$  jam dan disaring dengan kacamansir. Endapan dikeringkan pada  $110\text{ }^\circ\text{C}$  selama  $\pm 6$  jam. Serbuk yang terbentuk berwarna putih hingga keabu-abuan

Uji aktivitas antibiokor dilakukan pada semua sampel. Langkah awal yaitu membuat campuran sampel dengan mencampurkan 0,025 gram  $\text{TiO}_2@$  AgCl dengan variasi Ag (0%; 0,5%; 1,5%; 3%; dan 5%) dan 25 mL akuades. Selanjutnya, menyiapkan enam kaca preparat steril yang terbagi atas lima kaca preparat yang terlapisi sampel  $\text{TiO}_2@$  AgCl dan satu kaca preparat tanpa pencelupan. Kaca preparat dikeringkan pada temperatur kamar kemudian ditetesi dengan satu tetes air pada permukaan kaca preparat, lalu disinari dengan UV dan sinar matahari tidak langsung serta mengambil gambar (foto) tiap 4 menit sekali selama 40 menit.

#### **Karakterisasi Sampel**

Sampel  $\text{TiO}_2@$  AgCl dikarakterisasi menggunakan *X-Ray*

*Difraktometer Miniflex 600 Benchtop* yang dioperasikan dalam konfigurasi Bragg menggunakan panjang gelombang  $\lambda$  Cu ( $\lambda = 1,5406\text{ \AA}$ ). Data dikumpulkan dari  $2\theta$  (20-90) dengan interval  $0,02^\circ$ .

Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan mengambil data berupa foto yang diolah dengan *Corel Draw* untuk mengetahui nilai sudut kontak, lalu mengalirkan grafik hubungan antara sudut kontak dengan waktu. Penurunan sudut kontak paling tajam menunjukkan aktivitas antibiokor yang baik.

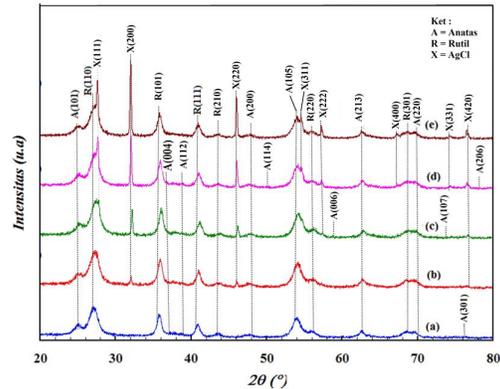
## **HASIL DAN DISKUSI**

### **Karakterisasi Sampel**

Prekursor yang digunakan adalah  $\text{TiO}_2$  rutil yang diperoleh dari reaksi antara  $\text{TiCl}_4$  dengan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Prekursor digunakan untuk bahan sintesis sampel  $\text{TiO}_2$ -tersensitifkan AgCl dengan variasi Ag (0%; 0,5%; 1,5%; 3%; dan 5%). Sampel tersebut kemudian dilakukan analisa kuantitatif dengan metode RIR. Hasil analisa ini dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1. Persentase AgCl, Anatas, Rutil dalam  $\text{TiO}_2@$  AgCl

TiO <sub>2</sub> @AgCl pada Variasi Ag	% AgCl	% Anatas	% Rutil
0%	0	15	85
0,50%	0,79	18	81
1,50%	3,5	17	80
3%	4,38	16,1	79
5%	9,39	22	68

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa sampel kontrol mengandung fasa rutil (mayor) dan anatase (minor) sedangkan sampel TiO<sub>2</sub>@AgCl mengandung fasa rutil (mayor), anatase (minor), dan AgCl (minor). Hal tersebut juga terlihat bahwa sampel dengan variasi 0% Ag mengandung 0% AgCl; 0,5% Ag mengandung 0,79% AgCl; 1,5% Ag mengandung 3,5% AgCl; 3% Ag mengandung 4,38 % AgCl dan 5% Ag mengandung 9,39% AgCl. Berdasarkan hal diatas meningkatnya penambahan Ag menyebabkan konsentrasi AgCl meningkat seiring dengan banyaknya ion AgCl yang tersensitifkan di permukaan TiO<sub>2</sub>. Ion AgCl terbentuk dari ion Cl<sup>-</sup> yang berasal dari prekursor TiO<sub>2</sub> dan ion Ag<sup>+</sup> dari penambahan Ag. Adanya AgCl dapat menggeser absorpsi sinar UV ke daerah tampak. Data XRD dianalisa lebih lanjut menghasilkan Grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Difraksi XRD sampel TiO<sub>2</sub>@AgCl yang mengandung AgCl a) 0% (b) 0,79% (c) 3,5% (d) 4,38% (e) 9,39%

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan adanya bidang-bidang *hkl* pada masing-masing sampel TiO<sub>2</sub>@AgCl. Bidang-bidang *hkl* berada pada fasa anatase, rutil dan AgCl. Bidang-bidang *hkl* diperoleh dengan membandingkan puncak teta ( $\theta$ ) sampel dengan puncak  $\theta$  data standard anatase anatase, rutil, dan AgCl. Bidang-bidang *hkl* yang diperoleh identik dengan bidang *hkl* anatase yang dipaparkan oleh Khitrova *et al.* (1977) dengan nomor PDF 01-083-2243 dengan  $a = 3,7800 \text{ \AA}$ ,  $c = 9,5100 \text{ \AA}$ , sistem kristal tetragonal dan grup ruang  $I4_1/amd$ . Bidang rutil identik dengan bidang-bidang yang dipaparkan Sugiyama dan Takeuchi (1991) dengan nomor PDF 01-076-

0322 dengan  $a = 4,6344 \text{ \AA}$ ,  $c = 2,9919 \text{ \AA}$ , sistem kristal tetragonal dan grup ruang  $P4_2/mnm$ . Bidang-bidang  $hkl$  AgCl identik dengan bidang  $hkl$  yang di paparkan oleh Swanson *et al.* (1955) dengan nomor PDF 01-085-1355 dimana  $a = 5,549 \text{ \AA}$  yang memiliki sistem kristal kubik dan grup ruang  $Fm-3m$ .

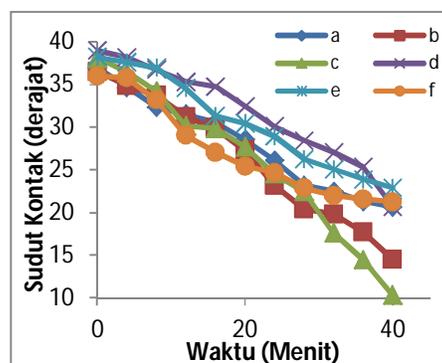
### Uji Aktivitas Antiburam

Uji aktivitas antiburam dilakukan dengan membuat lapisan tipis  $\text{TiO}_2@AgCl$  pada kaca preparat, kemudian ditetesi dengan air dan mengambil gambar (foto) penurunan sudut kontak air selama 40 menit.

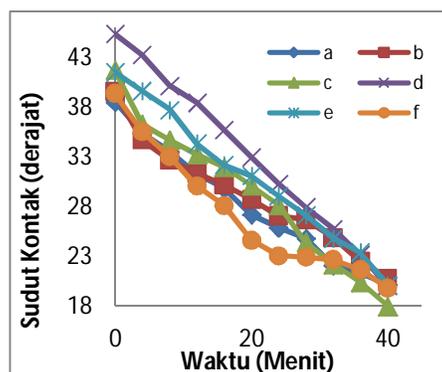
Sifat hidrofilisitas (sangat suka air) ditandai dengan penurunan sudut kontak yang semakin besar namun memiliki sudut gradien garis singgung yang paling kecil. Penurunan sudut kontak semua sampel dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara besarnya nilai sudut kontak terhadap waktu. Sampel yang mengalami penurunan sudut kontak tajam (memiliki selisih penurunan sudut kontak awal dan akhir tinggi) menunjukkan aktivitas antiburam yang baik pada material itu. Aktivitas Antiburam dapat terjadi

karena material tersebut mudah menyerap air di permukaan sehingga permukaan air yang semula cembung menjadi melebar. Adanya aktivitas antiburam baik pada kaca preparat memperlihatkan bahwa material tersebut tidak mudah buram, memiliki daya serap tinggi, memiliki sifat hidrofilik tinggi (suka terhadap air).

Grafik penurunan sudut kontak sampel antara waktu dan sudut kontak pada paparan sinar ultraviolet (Gambar 2) dan sinar matahari tidak langsung (Gambar 3) dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Penurunan Sudut Kontak (a) tanpa terlapsi  $\text{TiO}_2@AgCl$  dan dilapsi  $\text{TiO}_2@AgCl$  dengan Ag (b) 0% (c) 0,5% (d) 1,5% (e) 3% (f) 5% pada sinar UV.



Gambar 3. Grafik Penurunan Sudut Kontak (a) tanpa terlapisi TiO<sub>2</sub>@AgCl dan dilapisi TiO<sub>2</sub>@AgCl dengan Ag (b) 0% (c) 0,5% (d) 1,5% (e) 3% (f) 5% pada Sinar Matahari Tidak Langsung

Berdasarkan Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa penurunan sudut kontak antara kaca preparat dengan air paling tajam terjadi pada sampel yang mengandung 0,79%AgCl sedangkan pada sinar matahari tidak langsung (Gambar 3) terjadi pada sampel yang mengandung 3,5% AgCl. Hal ini dapat dianalisa lebih detail dengan melihat selisih penurunan sudut kontak pada saat t= 0 menit dan t= 40 menit. Hasil analisa menunjukkan bahwa paparan sinar ultraviolet sampel yang mengandung 0,79%AgCl memiliki selisih penurunan sudut kontak paling tinggi sebesar 27,80° dan gradien penurunan sudut kontak 135,00°. Paparan sinar matahari tidak langsung menunjukkan bahwa sampel yang mengandung 3,5% AgCl memiliki selisih penurunan sudut kontak dari t

= 0 menit sampai t = 40 menit paling besar yaitu 23,78° dan gradien penurunan sudut kontak 134,05.

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. TiO<sub>2</sub>-tersensitifkan AgCl pada variasi Ag 0%(kontrol); 0,5%; 1,5%; 3% dan 5% masing-masing mengandung 0% AgCl; 0,79% AgCl; 3,5% AgCl; 4,38% AgCl; 9,39% AgCl. Analisa XRD menunjukkan bahwa sampel kontrol memiliki dua fasa yaitu rutil (mayor) dan anatas (minor) sedangkan TiO<sub>2</sub>@AgCl memiliki tiga fasa yaitu rutil (mayor), anatas (minor), AgCl (minor). Penambahan persentase AgCl menyebabkan semakin banyaknya fasa AgCl yang terbentuk.
2. Uji aktivitas antibiogram terbaik pada paparan sinar ultraviolet dan sinar matahari tidak langsung masing-masing pada sampel yang mengandung 0,79% AgCl dan 3,5% AgCl.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Farahmandjou & P. Khalili. (2013). Study of Nano SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>

- Superhydrophobic Self-Cleaning Surface Produced by Sol-Gel. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 7(6): 462-46.
- [2] J. Wade. (2005). An Investigation of  $\text{TiO}_2\text{-ZnFe}_2\text{O}_4$  Nanocomposites for Visible Light Photocatalysis. *Thesis*. Science in Electrical Engineering Departement of Electrical Engineering. Collage of Engineering University of South Florida.
- [3] J. F. Banfield & D. R. Veblen. (1992). Conversion of Perovskite to anatase and  $\text{TiO}_2$  (B): a TEM Study and The Use of Fundamental Building Blocks for Understanding Relationship Among the  $\text{TiO}_2$  Minerals. *American Mineral*. 77: 545-557.
- [4] W. Wunderlich, T. Oekermann, L. Miao, N. T. Hue, S. Tanemura & M. Tanemura. (2004). An Overview of semiconductor photocatalysis. *Journal Ceramic Process. Res.* 4: 342.
- [5] M. R. Hoffmann, S. T. Martin, W. Choi & D.W. Bahnemann. (1995). Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis. *Chemical Review*. 95: 69-96.
- [6] J. Zhao, Z. Wang, L. Wang, H. Yang & M. Zhao. (1998). Effect of Nuclei on the Formation of Rutile Titania. *Journal Materials Science Letters*. 17(22): 1867-1869.
- [7] N. Ichzan, V. Zharvan, R. Daniyati, H. Santoso, G. Yudoyono & Darminto. (2015). Pengaruh pH pada Pembentukan Nano-powder  $\text{TiO}_2$  Fase Anatase dan Sifat Fotokatalisnya. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 11(2): 60-63.
- [8] J. Cao, X. Benyan, L. Bangde, L. Haili & C. Shifu. (2011). Preparation, Characterization and Visible-light Photocatalytic activity of  $\text{AgI/AgCl/TiO}_2$ . *Applied Surface Science*. 257: 7083-7089.