

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT KAOLIN-TiO₂ SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMINE B

SYNTESIS AND CHARACTERIZATION KAOLIN-TiO₂ COMPOSITE AS A PHOTOCATALYST FOR DEGRADATION OF RHODAMINE B DYE

Sunardi, Utami Irawati, Nora Rotua Sybianti

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru, 70714 Kalimantan Selatan

(e-mail: sunardialbanyumasi@gmail.com)

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi komposit kaolin-TiO₂ berbahan baku kaolin alam asal Tatakan, Kalimantan Selatan sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna *Rhodamine B*. Sampel kaolin dipurifikasi dan dijadikan material pengemban untuk TiO₂. Selanjutnya dilakukan kalsinasi pada suhu 700 °C selama 3 jam hingga terbentuk kaolin-TiO₂ pada fase anatase. Komposit kaolin-TiO₂ dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR dan XRD. Komposit diuji kemampuannya untuk mendegradasi *Rhodamine B*. Degradasi dilakukan dengan menambahkan 50 mg kaolin-TiO₂ kedalam 25 mL larutan *Rhodamine B*, kemudian disinari dengan sinar ultraviolet dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Pengurangan *Rhodamine B* akibat fotodegradasi dianalisis dengan spektroskopi ultraviolet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit kaolin-TiO₂ merupakan komposit yang baik untuk mendegradasi zat warna *Rhodamine B* dan proses fotodegradasi optimum dicapai pada waktu 60 menit dan berat katalis 150 mg.

Kata kunci: fotodegradasi, Rhodamine B, kaolin-TiO₂

ABSTRACT

In this research, kaolin-TiO₂ composite was prepared from natural kaolin from Tatakan, South Kalimantan and then characterized. The synthesized kaolin was used as a photocatalyst for degradation of Rhodamine B dye. The natural kaolin was purified before it is used as carrier for TiO₂. The product was calcinated at 700 °C for 3 hours in order to obtain kaolin-TiO₂ in anatase phase. The composite was analyzed by FTIR and XRD. The composite then used as a catalyst for Rhodamine B dye degradation. Degradation was carried out by exposing the mixture of 50 mg kaolin-TiO₂ and 25 mL Rhodamine B to uv light with various irradiation times, i.e. 10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes. The concentration Rhodamine B remained after photodegradation was analyzed using UV spectrophotometer. The result showed that kaolin-TiO₂ composite is a good composite for degradation of Rhodamine B dye. An optimal photodegradation activity was obtained after 60 minutes of radiation with a 150 mg catalyst.

Keywords: photodegradation, Rhodamine B, kaolin-TiO₂

PENDAHULUAN

Perkembangan sektor industri tekstil saat ini semakin pesat, akan tetapi hal tersebut juga berdampak negatif bagi kehidupan manusia seperti pencemaran ekosistem air oleh limbah zat warna dari industri tekstil tersebut. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan (Wijaya dkk., 2005). Limbah cair tekstil merupakan limbah zat warna organik yang termasuk dalam kategori B3 (Bahan Berbahaya Beracun). Penanganan limbah tekstil menjadi sangat rumit karena jenis bahan pewarna yang digunakan sangat beraneka ragam dan biasanya tidak terdiri dari satu jenis zat warna. Salah satu pewarna sintetik yang berbahaya adalah *Rhodamine B* karena sifatnya yang toksik terhadap lingkungan. Oleh karena sifatnya yang beracun ini, maka diperlukan suatu metode untuk menghilangkan zat-zat warna dari air limbah industri agar benar-benar aman untuk dilepas ke lingkungan perairan.

Meningkatnya standar lingkungan internasional yang semakin memperhatikan kualitas lingkungan, maka diterapkanlah berbagai metode untuk menanggulangi limbah. Metode-metode penanggulangan limbah zat warna yang telah dikembangkan seperti adsorpsi, biodegradasi serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonasi merupakan metode-metode yang paling sering digunakan. Metode-metode tersebut

walaupun cukup efektif namun memerlukan biaya operasional yang tidak sedikit, sehingga perlu dicari alternatif lain yang relatif lebih murah tapi cukup efektif. Berangkat dari fakta tersebut selanjutnya dikembangkan metode-metode yang lebih modern seperti koagulasi kombinasi, oksidasi elektrokimia, flokulasi, osmosis balik dan adsorpsi menggunakan karbon aktif (Wijaya dkk., 2005). Namun metode ini ternyata kurang begitu efektif karena zat warna tekstil yang diadsorpsi tersebut masih terakumulasi di dalam adsorben yang pada suatu saat nanti akan menimbulkan persoalan baru. Sebagai alternatif, dikembangkan metode fotodegradasi dengan menggunakan bahan fotokatalis dan radiasi sinar ultraviolet yang energinya sesuai atau lebih besar dari energi *band gap* fotokatalis tersebut. Dengan metode fotodegradasi ini, zat warna akan diuraikan menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana yang lebih aman untuk lingkungan (Wijaya dkk., 2006).

Fotokatalis semikonduktor oksida logam titanium (TiO_2) banyak dilaporkan sebagai material semikonduktor yang aktif sebagai fotokatalis, yang merupakan metode alternatif yang cukup potensial dalam penanganan berbagai polutan organik dan zat pewarna. Namun, rendahnya daya adsorpsi TiO_2 terhadap polutan menyebabkan rendahnya efisiensi aktivitas fotokatalitik dalam aplikasinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik yang memungkinkan fotokatalis menguraikan polutan dengan laju reaksi

yang tinggi dengan menyerap polutan lebih banyak. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah digunakannya adsorben sebagai penyangga material fotokatalis. Adsorben inilah yang akan menyerap polutan sehingga dapat ditransfer ke permukaan katalis TiO_2 dan proses fotodegradasi dapat berjalan lebih efektif (Nugie, 2007). Aktivitas fotokatalis TiO_2 dapat ditingkatkan melalui pengembangan pada material pendukung yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan dari fotokatalis tersebut. Salah satu material pengemban yang dapat digunakan untuk kepentingan tersebut adalah zeolit alam dan lempung. Beberapa keuntungan yang diharapkan dari pengembangan TiO_2 pada zeolit alam dan lempung antara lain adalah potensi zeolit alam dan lempung yang melimpah di Indonesia, serta stabilitasnya yang tinggi pada kondisi asam. Material TiO_2 teremban pada zeolit alam dan lempung memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai adsorben serta sebagai fotokatalis (Fatimah & Wijaya, 2005) sehingga keberhasilan dalam sintesis komposit lempung- TiO_2 merupakan alternatif solusi bagi pengolahan limbah cair terutama limbah cair zat warna (Chong dkk., 2009). Oksidasi fotokatalitik polutan organik pada permukaan TiO_2 telah dikembangkan secara luas untuk remediasi udara dan juga perairan, karena efektifitasnya yang tinggi, mampu mengurangi toksisitas serta biaya rendah (Kibanova dkk., 2009). Lempung kaolin lokal Kalimantan Selatan sangat melimpah

tetapi mempunyai nilai jual sangat rendah. Oleh karena itu, pemanfaatannya sebagai bahan dasar material pengemban untuk sintesis komposit kaolin- TiO_2 merupakan peluang yang besar untuk dikembangkan. Selain mampu meningkatkan nilai ekonomi dari kaolin di satu sisi, di sisi lain juga diharapkan mampu menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah tekstil.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas seperti *beaker glass*, *erlenmeyer*, labu takar, batang pengaduk, pipet volume, pipet tetes, peralatan penunjang seperti alat Sentrifius, pH-meter, neraca analitik, saringan 170 mesh, penggerus porselin, oven, *furnace* dan *magnetic stirrer*, *hot plate*, lampu UV. Peralatan analisis seperti XRD (*X-Ray Diffraction*) dan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*). Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah kaolin desa Tatakan, H_2O_2 , zat warna *Rhodamine B*, titanium (IV) butoksida, HNO_3 , etanol *absolute*, akuabides, dan akuades,

Purifikasi kaolin

Sebanyak 100 g kaolin alam lolos ayakan 170 mesh dimasukkan ke dalam 1000 mL akuades sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 3 sampai 4 jam. Sejumlah larutan H_2O_2 dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam campuran untuk

menghilangkan zat-zat organik yang ditandai dengan tidak adanya lagi gelembung udara yang terbentuk. Campuran diaduk selama semalam dan kemudian dibiarkan sehingga kaolin mengendap lalu bagian atas didekantir. Pada endapan ditambahkan kembali akuades dan diaduk kembali selama 1 jam, dibiarkan kembali dan kemudian didekantir. Perlakuan di atas diulang sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sisa H_2O_2 kemudian sampel disaring dan dikeringkan. Padatan kaolin yang telah kering dihaluskan dan diayak kembali sehingga lolos 170 mesh, sehingga diperoleh kaolin hasil purifikasi yang selanjutnya dianalisis menggunakan FTIR dan XRD.

Sintesis Sol TiO_2

Larutan stok TiO_2 dibuat dengan menambahkan titanium (IV) butoksida sebanyak 25 ml ke dalam 30 ml etanol absolut secara cepat, diaduk selama 30 menit. Kemudian dicampur dengan asam nitrat sambil diaduk secara kontinyu menggunakan magnetik stirer selama 30 menit, sehingga diperoleh larutan bening/transparan maka diperoleh larutan homogen nanopartikel.

1. Sintesis Komposit Kaolin- TiO_2

Sejumlah kaolin diaduk cepat bersama suspensi sol TiO_2 yang dimasukkan secara perlahan. Banyaknya kaolin yang dicampurkan dengan sol TiO_2 adalah sebesar 10% (b/v) dari volume sol TiO_2 . Proses pencampuran ini dilakukan pada

suhu $37\text{ }^\circ\text{C}$. Kemudian, campuran diaduk menggunakan magnetik stirer selama 4 jam, dan proses *aging* selama 14-16 jam. Nanokomposit yang terbentuk disaring. Padatan yang dihasilkan dicuci dengan akuabides, kemudian dikeringkan pada suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2-4 jam. Kemudian dikalsinasi selama 3 jam untuk memperoleh kristal TiO_2 terapan kaolin dengan fase anastase. Temperatur kalsinasi diatur dengan variasi $400\text{ }^\circ\text{C}$, $500\text{ }^\circ\text{C}$, $600\text{ }^\circ\text{C}$, dan $700\text{ }^\circ\text{C}$. Hasil padatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*) untuk karakterisasi struktur dan kristal.

Uji Fotodegradasi Zat Warna

a. Penentuan Waktu Penyinaran Optimum

Untuk menentukan waktu penyinaran optimum, delapan belas buah gelas beaker 50 mL masing-masing diisi dengan 25 mL larutan *Rhodamine B* (RhB) dengan konsentrasi yang telah diketahui. Ke dalam dua belas gelas tersebut ditambahkan kaolin- TiO_2 , sedangkan ke dalam enam gelas beaker sisa dimasukkan kaolin sehingga terbentuk suspensi. Semua gelas tersebut dibungkus dengan plastik hitam sebelum diradiasi dengan sinar UV. Enam gelas beaker berisi TiO_2 -kaolin dan enam gelas beaker berisi kaolin diradiasi dengan sinar UV ($\lambda = 365\text{ nm}$) masing-masing selama 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Enam gelas beaker sisa berisi TiO_2 -kaolin dibiarkan ditempat gelap selama 10, 20, 30,

40, 50, dan 60 menit. Pemisahan antara suspensi dan filtrat yang mengandung sisa zat warna dilakukan dengan cara sentrifugasi. Metode ini dilakukan untuk menghindarkan terjadi adsorpsi zat warna sisa oleh kertas saring. Konsentrasi RhB yang tersisa dalam sampel ditentukan dengan cara mengukur absorbansi sampel pada panjang gelombang maksimum menggunakan Spektrofotometer UV-vis. Konsentrasi zat warna yang tersisa dihitung dari hasil pengukuran tersebut berdasarkan persamaan linear dari kurva standar. Banyaknya zat warna yang terdegradasi merupakan selisih dengan konsentrasi pada absorbansi awal.

b. Penentuan Berat Katalis

Untuk mempelajari pengaruh massa katalis terhadap laju fotodegradasi, delapan belas buah gelas beaker 50 mL masing-masing diisi dengan 25 mL larutan *Rhodamine B* (RhB) dengan konsentrasi yang telah diketahui. Ke dalam dua belas gelas tersebut ditambahkan kaolin-TiO₂, sedangkan ke dalam enam gelas beaker sisa dimasukkan dengan kaolin sehingga terbentuk suspensi. Massa kaolin dan kaolin-TiO₂ dalam tiap-tiap gelas beaker diatur dengan variasi massa yaitu: 100, 150, 200, 250, 300 dan 350 mg. Semua gelas tersebut dibungkus dengan plastik hitam sebelum diradiasi dengan sinar UV. Enam gelas beaker berisi TiO₂-kaolin dan enam gelas beaker berisi kaolin diradiasi

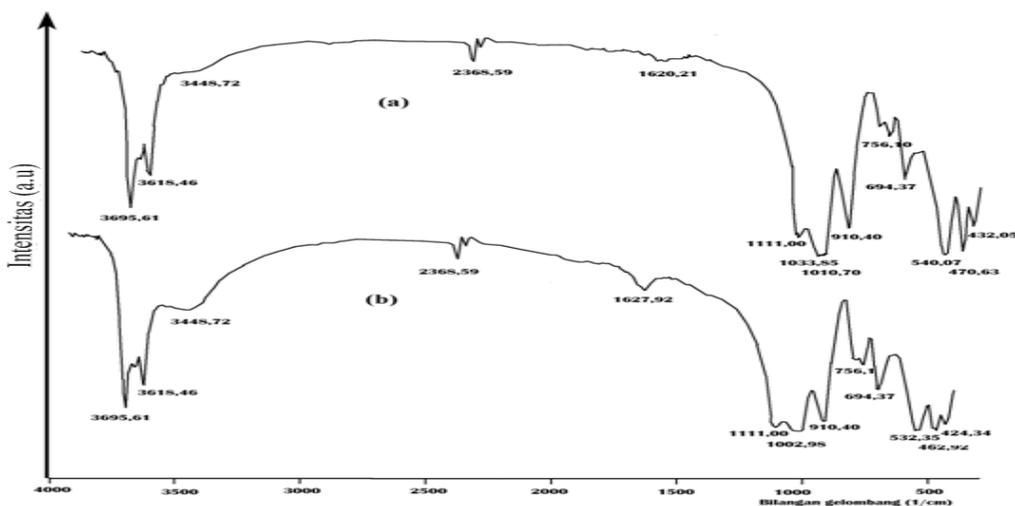
dengan sinar UV ($\lambda = 365 \text{ nm}$) selama waktu optimum. Enam gelas beaker sisa berisi TiO₂-kaolin dibiarkan ditempat gelap selama waktu optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preparasi Kaolin

Adapun spektra inframerah dari kaolin asal desa Tatakan, Kalimantan Selatan yang telah dilakukan preparasi dan purifikasi ditampilkan pada Gambar 1.

Sedikit perbedaan terjadi pada daerah serapan disekitar 1000 cm⁻¹ dan sekitar 500 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya sedikit perbedaan lingkungan dari kedua sampel. Bentuk serapan yang dimiliki oleh kaolin hasil preparasi yang lebih ramping dan tajam menunjukkan komposisi mineral yang lebih homogen dari sampel kaolin tanpa preparasi. Pada kaolin tanpa preparasi muncul serapan pada 1002,8 cm⁻¹ yang merupakan serapan khas dari kuarsa (Saikia dkk., 2003) yang pada kaolin hasil preparasi tidak muncul dan mengalami pergeseran menjadi serapan pada 1010,70 dan 1033,85 cm⁻¹ yang merupakan serapan khas dari mineral kaolinit (Ekosse, 2005). Hal tersebut menunjukkan berkurang/hilangnya fraksi kuarsa oleh karena proses preparasi dan purifikasi. Data selengkapnya mengenai serapan pada kaolin alam hasil preparasi secara detail ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1 Spektra inframerah kaolin alam asal desa Tatakan, Kalimantan Selatan (a) kaolin hasil preparasi dan (b) kaolin tanpa preparasi

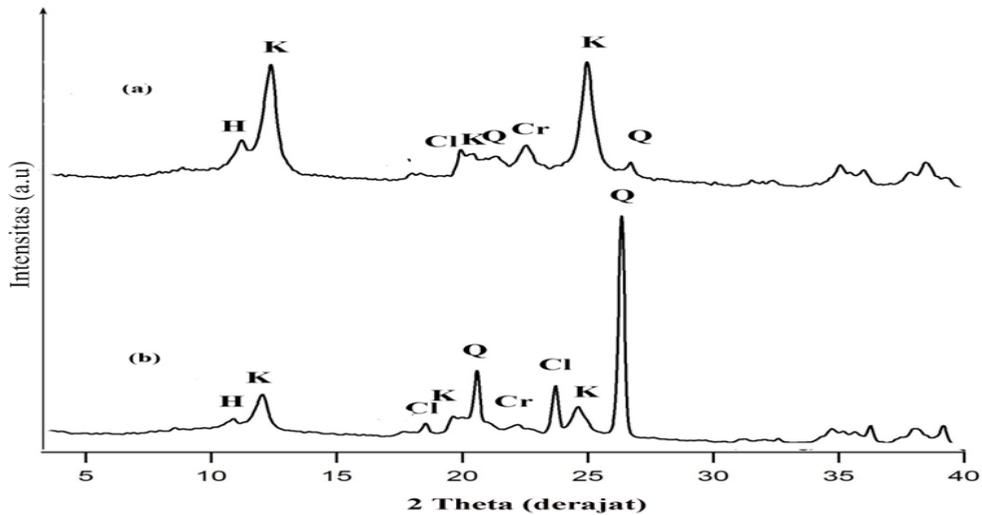
Tabel 1 Puncak Serapan FTIR Kaolin Tanpa Preparasi dan Kaolin Hasil Preparasi

Bilangan gelombang kaolin tanpa preparasi (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang kaolin hasil preparasi (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang teoritis* (cm ⁻¹)	Keterangan
3695,61	3695,61	3694	Vibrasi ulur -OH (Al---O-H)
3618,46	3618,46	3620	Vibrasi ulur OH ⁻ (Al---O-H inter-oktahedral)
3448,72	3448,72	-	Vibrasi ulur H-O-H
1620,21	1620,21	-	Vibrasi bending H-O-H
1111,00	1111,00	1114	Vibrasi asimetris Si-O-Si
-	1033,85	1032	Vibrasi Si-O
1002,98	1010,70	1010	Vibrasi Si-O
910,40	910,40	912	Vibrasi ulur Al---O-H
756,10	756,10	752	Vibrasi simetris Si-O-Si
694,37	694,37	693	Vibrasi ulur Si-O
532,35	540,07	537	Vibrasi Si-O-Al
462,92	470,63	468	Vibrasi ulur Si-O
424,34	432,05	430	Vibrasi ulur Si-O

Analisis terhadap data difraksi sinar-X memberikan informasi tentang komposisi mineral penyusun sampel kaolin alam. Difraktogram sinar-X untuk sampel kaolin disajikan pada Gambar 2.

Hasil analisis XRD memberikan informasi yang lengkap mengenai puncak-puncak sebelum preparasi. Kaolin yang

telah dipreparasi yang memberikan perbedaan yang cukup signifikan karena preparasi mampu menurunkan kandungan mineral klorit (6,28⁰;12,42⁰ 20,40⁰:24,88⁰) dan kuarsa (20,88⁰;26,66⁰). Puncak kaolin hasil preparasi menunjukkan kelimpahan kaolin yang ditunjukkan oleh puncak (12,30⁰;25,10⁰).



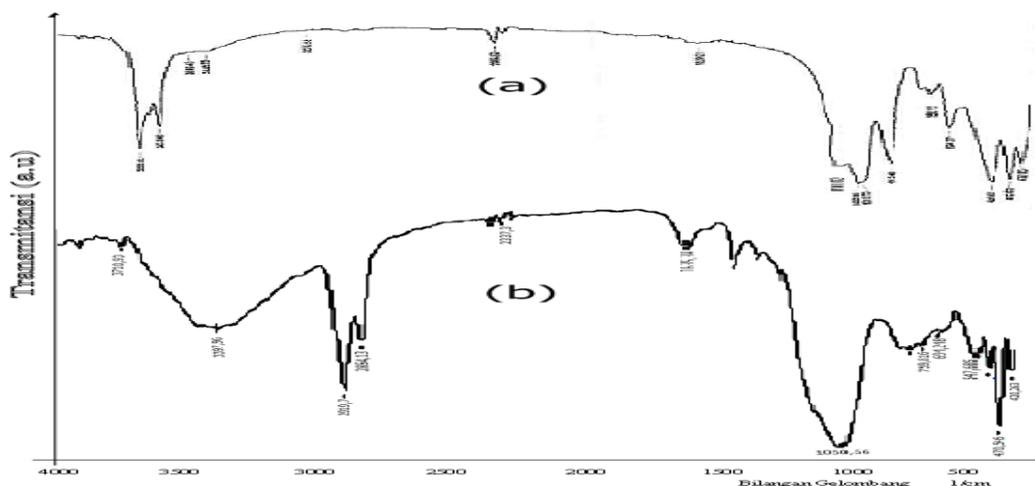
Gambar 2 Difraktrogram sinar-X sampel kaolin alam asal Tatakan (a) kaolin hasil preparasi dan (b) kaolin tanpa preparasi
Keterangan : K = kaolinit, H = halloysit, Q = kuarsa, Cl = klorit, Cr = kristobalit

2. Sintesis Komposit Kaolin-TiO₂

Sintesis komposit Kaolin-TiO₂ bertujuan untuk memperoleh komposit dengan sifat dan kemampuan fotodegradasi yang lebih baik. Pada sintesis ini digunakan larutan sol TiO₂ yang diperoleh dengan metode sol gel. Sebagai fotokatalis dalam penelitian ini, dibutuhkan material TiO₂ yang mempunyai permukaan yang luas, sehingga memperluas area kontak. Pemilihan metode sol gel dilakukan karena prosesnya lebih singkat dan mudah, temperatur yang

digunakan lebih rendah, dapat diperoleh lapisan yang homogen dengan luas area yang besar. Metode ini juga dapat menghasilkan serbuk metal oksida dengan ukuran nano partikel dan dapat menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

Spektra hasil identifikasi untuk komposit kaolin-TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 3 dan perbedaan gugus fungsi komposit dijelaskan dalam Tabel 2.



Gambar 3 Spektra FTIR dari (a) Kaolin Alam Hasil Preparasi dan (b) Komposit Kaolin-TiO₂

Tabel 2 Puncak Serapan FTIR Kaolin Alam Hasil Preparasi, Kaolin-TiO₂, dan TiO₂ (anatase)

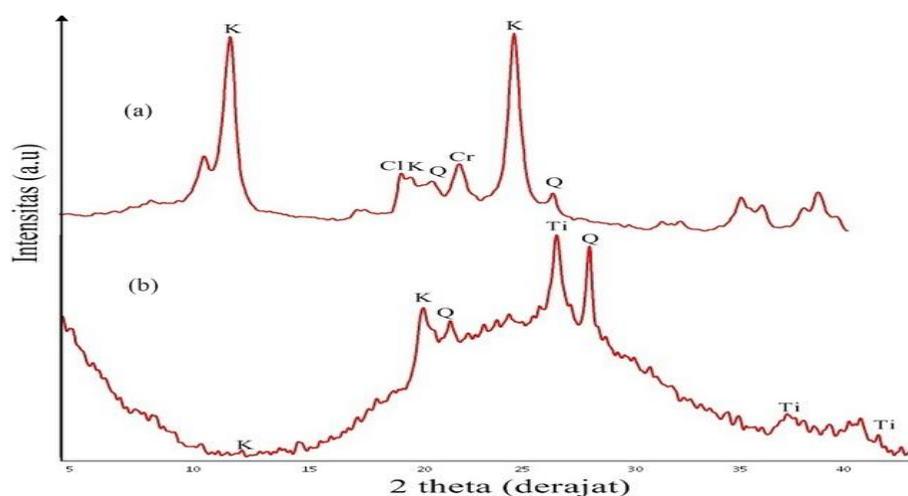
Bilangan gelombang kaolin alam hasil preparasi (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang Kaolin-TiO ₂ (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang TiO ₂ (anatase) (cm ⁻¹)	Keterangan
3695,61	3756,65	-	Vibrasi ulur OH ⁻ (Al----O-H)
3618,46	-	-	Vibrasi ulur OH ⁻ (Al----O-H inter-oktahedral)
3448,72	3397,96	3448,5	Vibrasi ulur H-O-H **
-	2919,7	-	Vibrasi ulur C-H alifatik
-	2854,13	-	Vibrasi ulur C-H alifatik
-	2337,3	2307,7	Serapan Ti-O
1620,21	-	-	Vibrasi bending H-O-H **
1111,00	1060,66	-	Vibrasi asimetris Si-O-Si
1033,85	-	-	Vibrasi Si-O ⁻
1010,70	-	-	Vibrasi Si-O ⁻
910,40	-	-	Vibrasi ulur Al----O-H
756,10	759,816	-	Vibrasi simetris Si-O-Si
694,37	694,248	-	Vibrasi ulur Si-O
-	694,248	690,5	Karakter vibrasi Ti - O
540,07	547,685	-	Vibrasi Si-O-Al ^{VI}
470,63	470,546	-	Vibrasi ulur Si-O
432,05	424,263	-	Vibrasi ulur Si-O
-	424,263	420,5	Karakter vibrasi Ti - O

Dari spektra IR ini dapat dibuktikan bahwa TiO₂ telah terbentuk pada permukaan dalam atau luar kaolin, yaitu dengan munculnya serapan pada sekitar 2337, 3 cm⁻¹; 694,248 cm⁻¹; dan 424,263 cm⁻¹ pada spektra kaolin-TiO₂ yang merupakan karakteristik serapan dari TiO₂.

Pengembangan TiO₂ pada kaolin dilakukan dengan pengadukan cepat, dengan tujuan agar TiO₂ benar-benar teremban pada pori-pori kaolin dalam jumlah yang besar berdasarkan energi mekanik yang diberikan saat proses pengadukan berlangsung. Hasil pengembangan TiO₂ pada kaolin dalam dilihat Gambar 4, dimana hasil

karakterisasi menunjukkan adanya puncak-puncak baru pada daerah 2θ.

Berdasarkan standar untuk difraksi padatan TiO₂ JCPDS 21-1272 untuk anatase yang dikeluarkan oleh *International Centre for Diffraction Data*, nilai d: 3,52; 2,38; dan 1,89 Å adalah identitas TiO₂ anatase. Pola difraktogram hasil karakterisasi menggunakan XRD untuk TiO₂ menunjukkan puncak-puncak identitas anatase muncul pada daerah 2θ = 22,80°; 25,37 °; 37,87 °; 43,23 °; dan 48,12 °. Dari sudut 2θ tersebut dapat diketahui nilai d dari tiap-tiap puncak yang dihasilkan.



Gambar 4 Difraktogram (a) Kaolin Alam Hasil Preparasi dan (b) Komposit Kaolin-TiO₂

Jika dibandingkan dengan hasil karakterisasi TiO₂, difraktogram kaolin-TiO₂ menunjukkan puncak-puncak yang sesuai dengan puncak yang karakteristik untuk TiO₂. Ini membuktikan bahwa pengembanan yang dilakukan berhasil menempelkan TiO₂ pada permukaan kaolin. Hasil karakterisasi menunjukkan TiO₂ yang teremban pada kaolin berada pada fase anatase dengan sudut difraksi 2θ: 25,31°; 37,925° dan 48,15° dengan nilai d: 3,52; 2,37 dan 1,89 Å. Hasil XRD menunjukkan bahwa pada temperatur kalsinasi 700 °C dihasilkan TiO₂ dengan fasa anatase.

3. Uji Fotodegradasi Zat Warna *Rhodamine B*

a. Kajian Pengaruh Waktu Penyinaran

Reaksi fotodegradasi terkatalisis memerlukan empat komponen, yaitu: sumber cahaya (foton), senyawa target, oksigen dan fotokatalisis. Dalam penelitian ini, sumber cahaya berasal dari lampu sinar UV dengan panjang gelombang 365 nm,

senyawa target adalah zat warna *Rhodamine B* dalam larutan berair, oksidan dari O₂ sebagai penangkap elektron, dan fotokatalisis kaolin-TiO₂.

Dengan penyinaran menggunakan sinar UV, fotodegradasi *Rhodamine B* dengan kaolin-TiO₂ dilakukan dengan bantuan sinar UV. Selama proses penyinaran, dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* agar reaksi fotodegradasi berlangsung secara lebih merata. Untuk fotodegradasi, digunakan 50 mg kaolin-TiO₂ yang didispersikan dalam 25 mL larutan *Rhodamine B*. Penyinaran dilakukan dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit untuk mempelajari aktivitas fotokatalitiknya sebagai fungsi waktu. Campuran disentrifus, lalu filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang maksimumnya.

Sebagai pembanding, dilakukan pencampuran *Rhodamine B* dengan sistem kaolin-TiO₂ tanpa radiasi sinar UV (dalam ruang gelap) dan juga sistem kaolin asal dengan radiasi sinar UV. Dari ketiga

perlakuan yang berbeda ini dapat diprediksikan apakah *Rhodamine B* hanya teradsorpsi, atau kombinasi antara terdegradasi dan teradsorpsi oleh katalis. Hasil degradasi terhadap pengaruh waktu kontak penyinaran dapat dilihat pada Gambar 5.

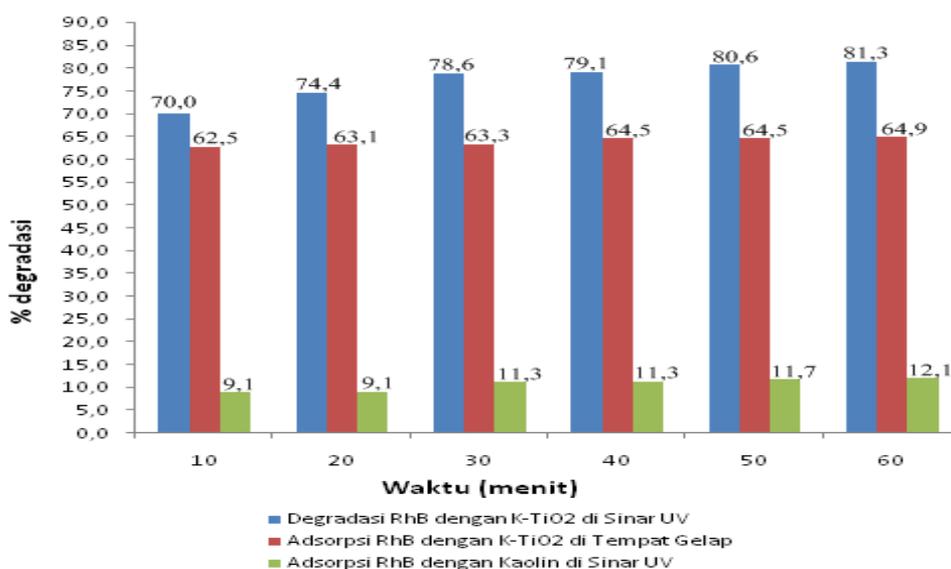
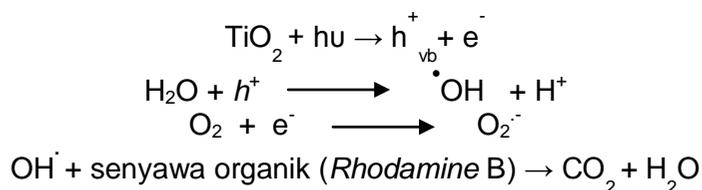
Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa proses degradasi zat warna *Rhodamine B* menggunakan katalis kaolin-TiO₂ dengan bantuan sinar UV, menunjukkan banyaknya zat warna *Rhodamine B* yang terdegradasi bertambah cukup cepat sampai dengan menit ke-30. Setelah menit ke-30, banyaknya zat warna *Rhodamine B* yang terdegradasi tidak lagi meningkat secara signifikan. Pada eksperimen yang dilakukan

di tempat gelap, persentasi zat warna *Rhodamine B* yang terdegradasi relatif tetap untuk setiap titik waktu pengamatan.

Pada eksperimen dengan menggunakan kaolin asal dengan bantuan sinar UV, diasumsikan bahwa zat warna *Rhodamine B* hanya teradsorpsi pada permukaan kaolin. Banyaknya zat warna *Rhodamine B* yang teradsorpsi relatif tetap untuk setiap titik waktu pengamatan. Degradasi *Rhodamine B* menggunakan fotokatalis kaolin-TiO₂ terjadi melalui proses adsorpsi *Rhodamine B* ke permukaan partikel fotokatalis, yang secara simultan disertai dengan proses oksidasi fotokatalitik terhadap *Rhodamine B*. Adapun persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Mekanisme reaksinya sebagai berikut:



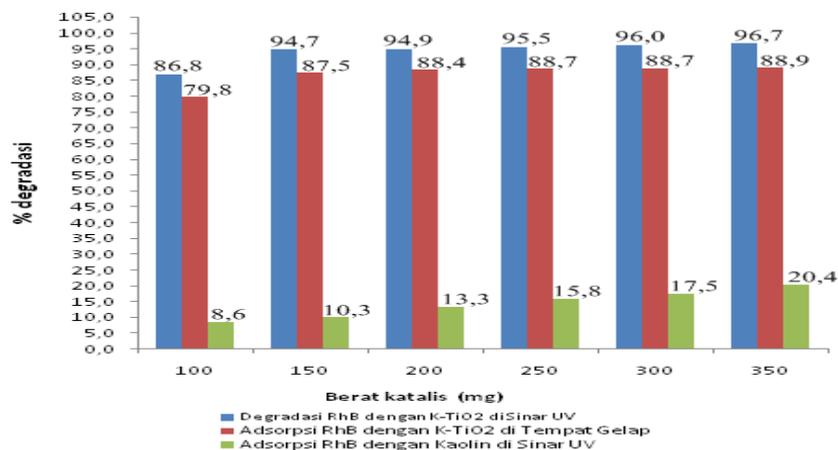
Gambar 5 Grafik hubungan waktu dan tempat kontak menggunakan kaolin dan kaolin-TiO₂ terhadap degradasi *Rhodamine B*.

b. Kajian Pengaruh Berat Katalis

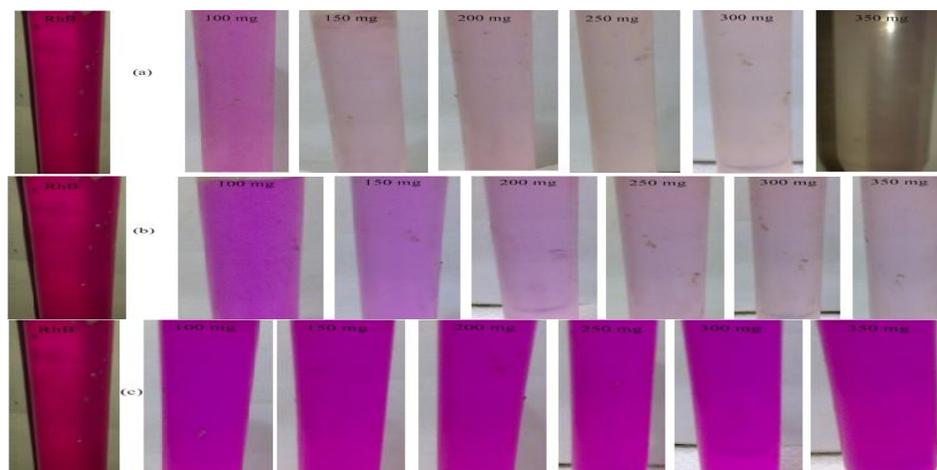
Penentuan berat katalis pada proses adsorpsi dan fotodegradasi kaolin alam dan kaolin-TiO₂ terhadap zat warna *Rhodamine B* berhubungan dengan berapa banyak katalis yang diperlukan, agar adsorbat mampu terserap oleh kaolin dan kaolin-TiO₂ secara optimal. Hasil degradasi terhadap pengaruh waktu kontak penyinaran dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa berat katalis kaolin-TiO₂ optimum dengan bantuan sinar UV yaitu 150 mg.

Dalam tempat gelap diperlukan katalis sebanyak 350 mg. Begitu pula untuk kaolin asal dengan sinar UV diperlukan katalis sebanyak 350 mg. Perbandingan intensitas warna antara hasil degradasi zat warna - *Rhodamine B* menggunakan kaolin-TiO₂ di sinar UV dengan hasil adsorpsi zat warna *Rhodamine B* menggunakan kaolin-TiO₂ di tempat gelap dan kaolin di sinar UV dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6 Grafik hubungan berat katalis dan tempat kontak menggunakan kaolin dan kaolin-TiO₂ terhadap degradasi *Rhodamine B*.



Gambar 7. Perubahan intensitas warna yang terjadi pada limbah zat warna dengan pengaruh berat katalis menggunakan (a) kaolin-TiO₂ di sinar UV, (b) kaolin-TiO₂ di tempat gelap, dan (c) kaolin di sinar UV

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa perubahan intensitas warna yang terjadi pada zat warna *Rhodamine B* yang menggunakan kaolin-TiO₂ di sinar UV dengan kaolin-TiO₂ di tempat gelap dan kaolin di sinar UV menunjukkan perubahan warna yang cukup signifikan. Limbah zat warna *Rhodamine B* yang menggunakan kaolin-TiO₂ pada mulanya berwarna merah cerah, berubah menjadi jauh lebih bening. Hal ini dapat diasumsikan bahwa perlakuan terhadap zat warna *Rhodamine B* menggunakan kaolin-TiO₂ dengan sinar UV mengalami proses kombinasi, yaitu adsorpsi dan fotodegradasi, sedangkan perlakuan menggunakan kaolin-TiO₂ di tempat gelap dan kaolin dengan sinar UV hanya terjadi proses adsorpsi, sehingga perubahan warna yang terjadi tidak begitu signifikan.

KESIMPULAN

Pengembangan TiO₂ pada kaolin alam lokal Kalimantan Selatan menghasilkan Komposit-TiO₂ dalam fase anatase yang merupakan bentuk dengan aktivitas fotokatalis terbaik dan lebih efektif untuk mendegradasi zat warna *Rhodamine B*. Pengurangan konsentrasi zat warna *Rhodamine B* akibat proses fotodegradasi mencapai 94,7 % menggunakan Kaolin-TiO₂ sebanyak 150 mg dengan penyinaran UV, sedangkan menggunakan Kaolin-TiO₂ di tempat gelap dan Kaolin dengan penyinaran UV hanya terjadi proses adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

Chong, M.N., V. Vimonses, S. Lei, B. Jin, C. Chow, & C. Saint, 2009, Synthesis and Characterization of Novel Titania Impregnated Kaolinite Nano-Photocatalyst, *Microporous and Mesoporous Materials* 117, 223-242.

Fatimah, I. & K. Wijaya, 2005, Sintesis TiO₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi, *TEKNOIN*, Vol. 10, No. 4, 257-267.

Kibanova, D., M. Trejo, H. Destailats, & J. Cervini-Silva, 2009, Synthesis of Hectorite-TiO₂ and Kaolinite-TiO₂ Nanocomposites with Photocatalytic Activity for the Degradation of Model Air Pollutants, *Applied Clay Science* 42, 563-568.

Nugie, M., 2008 online pada <http://muhamadnugroho.blogspot.com>

Diakses September 2010.

Vimonses, V., M.N. Chong, & B. Jin, 2010, Evaluation of the physical properties and photodegradation ability of titania nanocrystalline impregnated onto modified kaolin, *Microporous and Mesoporous Materials* 132, 201-209.

Wijaya, K., I. Tahir, & N. Haryanti, 2005, Sintesis Fe₂O₃-Monmorilonit Dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Pewarna Congo Red, *Indo. J. Chem.*, 5(1), 41-47.

Wijaya, K., E. Sugiharto, I. Fatimah, S. Sudiono, & D. Kurniaysih, 2006, Utilasi TiO₂-Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red, *Berkala MIPA*, 16(3).

Wijaya, K., E. Sugiharto, I. Fatimah, I. Tahir, & Rudatiningsih, 2006, Fotodegradasi Zat Warna Alizarin S Menggunakan TiO₂-Zeolit dan Sinar UV, *Indo. J. Chem.*, 2006, 6 (1), 32-37.