



SINTESIS KOMPOSIT MONTMORILLONIT-TiO₂ DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI DAN APLIKASINYA UNTUK PENGOLAHAN ZAT WARNA *REMAZOL RED*

Imam Syafii*, Irwan Nugraha

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971
Email: syafiiimam54@gmail.com*

Abstrak. Telah dilakukan sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ dengan variasi suhu kalsinasi dan aplikasinya untuk pengolahan zat warna *remazol red* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik dan performa dari komposit dalam mengurangi konsentrasi zat warna *remazol red*. Penelitian diawali dengan aktivasi montmorillonit menggunakan HCl 2 M. montmorillonit hasil aktivasi kemudian di dispersikan kedalam suspensi TiO₂ yang telah di sonikasi terlebih dahulu. Komposit montmorillonit-TiO₂ kemudian di kalsinasi pada suhu 300 °C, 450 °C dan 600 °C selama 4 jam. Komposit dikarakterisasi menggunakan XRD dan FTIR yang kemudian diaplikasikan untuk pengolahan zat warna *remazol red* 80 ppm. Hasil aktivasi montmorillonit ditunjukkan dengan warna dari material komposit yang lebih putih dari sebelumnya. Kemudian hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ ditunjukkan melalui hasil karakterisasi XRD dan FTIR. Hasil XRD menunjukkan adanya pergeseran daerah d001 ke arah kiri pada $2\theta = 5,60$ ke $2\theta = 5,09$ untuk variasi suhu 300 °C. Terdapat refleksi dari TiO₂ yang ditunjukkan dalam $2\theta \geq 25,17$ (d101) pada montmorillonit hasil sintesis. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang dari 1033,84 cm⁻¹ ke 1002,91 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 300 oC), 1006,77 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 450 °C) dan 1022,20 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 600 °C). Hasil aplikasi montmorillonit terhadap zat warna *remazol red* 80 ppm menunjukkan bahwa montmorillonit hasil sintesis dengan suhu kalsinasi 300 °C memiliki kemampuan paling baik dengan persentase terdegradasi sebesar 14,475 %. Sementara untuk *raw* montmorillonit sebesar 3,472 %, montmorillonit-TiO₂ suhu kalsinasi 450 oC sebesar 10,998 % dan montmorillonit-TiO₂ suhu kalsinasi 600 °C sebesar 13,024 %.

Kata kunci: Aktivasi, kalsinasi, komposit, montmorillonit, *remazol red*, sonikasi, TiO₂.

This publication is licensed
under a



Pendahuluan

Industri tekstil yang berkembang dewasa ini, menggunakan pewarna dalam proses produksinya. Penggunaan pewarna ini mengakibatkan adanya limbah dalam proses produksinya. Limbah zat warna ini jika tidak diolah dengan baik dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan khususnya pencemaran terhadap perairan (Isnuryanto, dkk, 2007).

Zat warna umumnya bersifat toksik sehingga akan membahayakan bagi makhluk hidup. Zat warna juga dapat mengadsorpsi sinar matahari dengan kuat sehingga menurunkan intensitas sinar matahari yang dapat diadsorpsi oleh organisme seperti tanaman dalam air dan fitoplakton dalam proses fotosintesis. Hal ini dapat mengakibatkan turunnya DO (Dissolve oxygen) dalam ekosistem perairan dan berakibat pada peningkatan COD (Chemical Oxygen Demand) (Sharma dkk, 2012).

Salah satu jenis zat warna sintetik yang banyak digunakan adalah *remazol red*. Zat warna ini menjadi pilihan karena dipandang cukup mewakili zat warna industri tekstil, sementara gugus kromofornya mudah sekali dalam memberikan warna-warna yang cerah dan tahan uji (Setianingrum, dkk, 2016).

Pemilihan proses fotokatalis merupakan suatu cara alternatif pengolahan limbah zat warna, karena fotokatalis dapat mendegradasi zat warna. TiO₂ cukup efisien dalam bekerja dengan bantuan energi matahari.

TiO₂ merupakan salah satu fotokatalis yang memiliki aktivitas cukup tinggi dengan celah pita 3,2 Ev. Titanium Dioksida merupakan material yang mudah didapat sehingga menjadikan TiO₂ cukup potensial untuk mendegradasi limbah (Andayani dan Sumartono, 2007). Namun, tingginya aktivitas fotokatalisisnya tidak diimbangi dengan kemampuannya dalam mengadsorpsi senyawa target, sehingga proses fotokatalis tidak berjalan dengan baik. Kekurangan ini dapat atasi dengan mengembangkannya pada montmorillonit yang memiliki kemampuan adsorpsi yang cukup tinggi. Sehingga montmorillonit akan memiliki kemampuan fotokatalis dari TiO₂ yang diimbangkan, dan TiO₂ dapat mendegradasi senyawa target dengan baik (Saraswati dan Nugraha, 2014).

Montmorillonit apabila dilihat berdasarkan kandungan mineralnya termasuk salah satu jenis tanah lempung. Montmorillonit yang paling menarik perhatian adalah kemampuannya untuk mengembang (swelling), memiliki kation-

kation yang dapat dipertukarkan (exchangeable cations) dan dapat diinterkalasi (intercalated) (Pettersson, 1992).

Montmorillonit merupakan spesies alumina silikat terhidrat dengan sedikit tersubstitusi yang sering disebut sebagai bentonit (Leonard, 1995). Kandungan lain dari montmorillonit adalah Fe, Mg, Ca, Na, Ti dan K. kandungan alumina silikat dalam lempung tersebut dapat dimanfaatkan sehingga diharapkan dapat memperoleh produk senyawa alumina silikat

termodifikasi dengan sifat fisik dan kimia lebih baik dari sebelumnya. Sifat fisik dan kimia montmorillonit meliputi basal spacing (d001), luas permukaan spesifik, porositas dan keasaman permukaan sangat berpengaruh sebagai katalis, pengemban katalis dan adsorben. Semakin baik sifat fisik dan kimia yang dapat dihasilkan maka akan memiliki aktivitas katalitik dan adsorpsi yang semakin baik pula (Leonard, 1995).

Montmorillonit sebagai pengemban katalis akan memberikan material penyusun yang memiliki sifat yang berbeda dan menghasilkan produk yang lebih baik dan sifat material yang berbeda dari sifat-sifat material penyusunnya (Darmansyah, 2010).

Berdasarkan tinjauan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ ini, dengan memvariasikan suhu kalsinasi yang digunakan. Variasi suhu kalsinasi dilakukan pada 300 °C, 450 °C dan 600 °C. Perbedaan suhu kalsinasi yang digunakan akan memperlihatkan karakteristik jarak kisi kristal dan vibrasi antar atom pada masing-masing material yang akan mempengaruhi performa dari komposit montmorillonit-TiO₂ dalam mengurangi kadar zat warna remazol red.

Bahan dan Metode

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu Ca-bentonit dari Punung Pacitan, asam klorida (HCl) 2 M, Titanium Dioksida (TiO₂), remazol red, dan akuades.

Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alu, lumpang, gelas kimia, oven, hot plate, magnetik stirer, kertas saring, cawan, neraca analitik, pipet volume, pipet tetes, labu ukur, ayakan 60 mesh, desikator, furnace, kuvet, kertas indikator, penyaring buchner, statif, corong pisah, pengaduk kaca, sendok sungsung, sonikator, bola hisap, penjepit, FTIR, XRD, dan Spektrofotometer UV-Vis.

Metode Penelitian

Preparasi montmorillonit

Ca-Bentonit dari pacitan dihaluskan dengan menggunakan alu dan lumpang, kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh. 25 gram Ca-Bentonit yang telah halus ditambah dengan 150 mL HCl 2 M, kemudian diaduk selama kurang lebih 4 jam. Bentonit yang telah diaktivasi kemudian disaring dan kemudian dikeringkan pada suhu 110 °C. Bentonit yang telah kering kemudian dihaluskan dan kembali diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Sintesis komposit montmorillonit-TiO₂

3 gram TiO₂ didispersikan kedalam 100 mL aquades. Kemudian campuran tersebut disonikasi menggunakan sonikator selama 30 menit dengan paparan gelombang ultrasonik 20 Hz. Larutan TiO₂ hasil sonikasi dimasukkan ke dalam 10 gram Ca-Bentonit hasil aktivasi yang telah terlebih dulu didispersikan ke dalam akuades 200 mL, kemudian diaduk selama 3 jam. Suspensi kemudian disaring dan dikalsinasi pada suhu 300, 450 dan 600 °C. Komposit yang dihasilkan kemudian di karakterisasi menggunakan FTIR dan XRD.

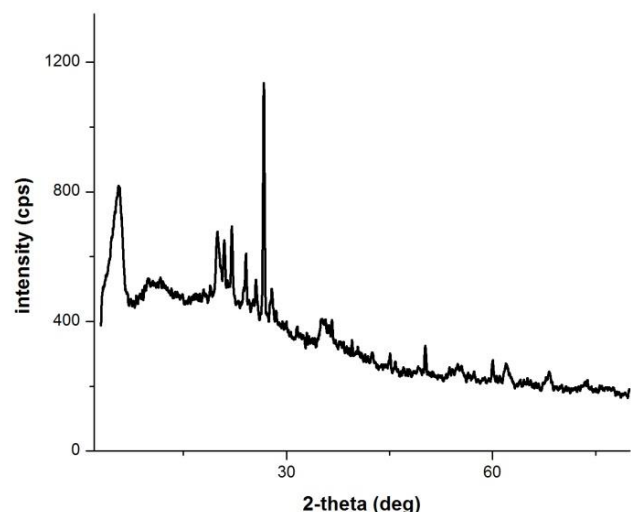
Aplikasi komposit montmorillonit-TiO₂

Dibuat larutan standar remazol red sebesar 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm, 70 ppm dan 80 ppm. Kelima larutan standar tersebut dihitung nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis kemudian dibuat kurva kalibrasi. Kemudian disiapkan remazol red 80 ppm sebanyak 100 mL. Kemudian larutan remazol red tersebut dimasukkan ke dalam masing-masing 0,5 gram raw montmorillonit, montmorillonit-TiO₂ (300 °C), montmorillonit-TiO₂ (450 °C) dan montmorillonit-TiO₂ (600 °C). Suspensi kemudian disaring dan filtrat dicari nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Montmorillonit

Hasil karakterisasi material raw montmorillonit menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) ditampilkan dalam gambar 1.

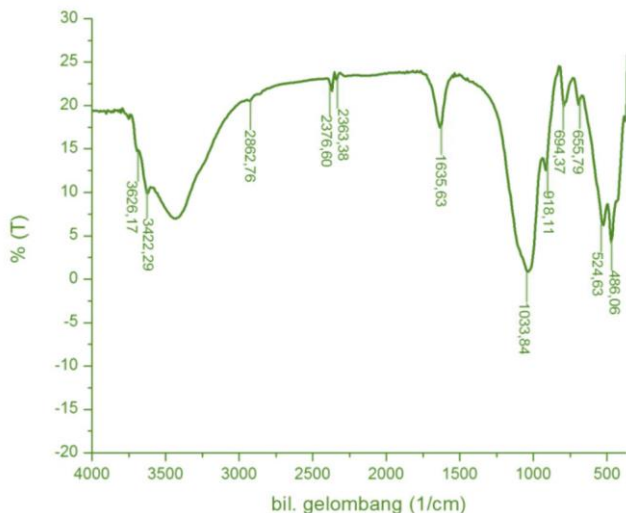


Gambar 1. Difaktogram XRD Montmorillonit

Gambar diatas menunjukkan difaktogram sampel Ca-Bentonit Pacitan yang terlihat adanya puncak-puncak pada daerah 2θ sebesar 5,60 (d001) dan 20,94 (d003). Puncak-puncak pada difaktogram tersebut menunjukkan karakteristik dari mineral-mineral penyusun sampel Ca-Bentonit seperti Al, Si, Ca dan kation anion lainnya. Berdasarkan data JCPDS No. 29-1498 puncak-puncak pada difaktogram tersebut adalah milik montmorillonit.

Puncak spektra yang ditunjukkan oleh hasil karakterisasi X-Ray Diffraction tersebut mirip atau mendekati dengan hasil karakterisasi yang dilakukan oleh Fatimah (2012) bahwa karakterisasi mineral montmorillonit menunjukkan puncak pada daerah $2\theta = 6,24$ (d001) dan $2\theta = 19,76$ (d003). Sementara Saifudin (2007), karakterisasi mineral montmorillonitnya menunjukkan puncak pada daerah $2\theta = 5,85$ (d001). Karakterisasi yang dilakukan oleh Taslimah (2008) terhadap sampel Ca-Bentonit menunjukkan puncak pada daerah $2\theta = 5,64$ (d001). Istiana (2003) melakukan karakterisasi terhadap montmorillonit menunjukkan puncak pada daerah $2\theta = 5,85$ (d001).

Sementara hasil karakterisasi sampel Ca-Bentonit Pacitan menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Spektra Inframerah Montmorillonit

Menurut Foletto (2003), puncak-puncak serapan pada montmorillonit berada pada bilangan gelombang 3626 cm⁻¹, 3448 cm⁻¹ dan 1635 cm⁻¹. Pada puncak serapan 3626 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi ulur dari O-H yang terletak pada lapis oktahedral yang terikat pada Al. Spektra inframerah tersebut menunjukkan bahwa terdapat vibrasi dari gugus O-H pada bilangan gelombang 3626,17 cm⁻¹.

Proses aktivasi terhadap bentonit dipengaruhi oleh kehadiran H⁺ yang menyebabkan elektron pada atom O cenderung membentuk ikatan kovalen koordinasi. Atom O yang kehilangan sepasang elektron bebasnya menjadi tuna elektron sehingga ikatan Al-O yang lebih polar dibandingkan dengan Si-O mudah putus dan terjadi dealuminasi. Atom Al mempunyai valensi tiga, namun berikatan dengan 4 atom O dalam kerangka bentonit sehingga bermuatan formal -1. Muatan negatif ini dinetralkan oleh kation logam alkali atau alkali tanah. Asam kuat seperti HCl dapat memutuskan ikatan antara atom O dan atom Al. Setyawan (2002) menjelaskan bahasannya kekosongan valensi Al akan diisi oleh ion Cl⁻ dan kekosongan valensi oksigen akan digantikan proton. Kation M⁺ dalam bentonit alam akan terlepas dari kerangkanya membentuk garam MCl, sedangkan Al³⁺ akan berikatan dengan Cl⁻ membentuk AlCl₃.

Preparasi awal berupa aktivasi terhadap Ca-Bentonit Pacitan menghasilkan pori bentonit yang bersih dari pengotor. Sehingga secara tidak langsung proses aktivasi akan membuka pori-pori bentonit yang masih tertutup dengan kation-kation seperti kalium, natrium dan kalsium. Dengan semakin bersihnya pori-pori pada bentonit hasil aktivasi dibandingkan dengan sebelumnya, maka akan membantu proses interkalasi serbuk TiO₂ untuk masuk kedalam interlayer lapisan montmorillonit.

Sintesis Komposit Montmorillonit-TiO₂

Proses sintesis montmorillonit-TiO₂ diawali dengan melarutkan 3 gram serbuk TiO₂ kedalam 100 ml akuades. Proses pendispersian ini bertujuan untuk menjadikan serbuk TiO₂ menjadi larutan dan memperkecil ukuran partikelnya. Untuk membantu dalam memperkecil partikel dari TiO₂ proses pelarutan ini disertai dengan paparan gelombang ultrasonik (20 kHz) selama 30 menit. Energi ultrasonik yang dihasilkan dari proses sonikasi ini digunakan untuk memecah partikel-partikel TiO₂. Sehingga akan dari proses sonikasi ini akan diperoleh larutan TiO₂ dengan ukuran partikel yang lebih kecil. Proses pembentukan partikel TiO₂ menjadi berukuran lebih kecil

bertujuan untuk memudahkan proses dispersi TiO₂ dengan Ca-Bentonit pacitan.

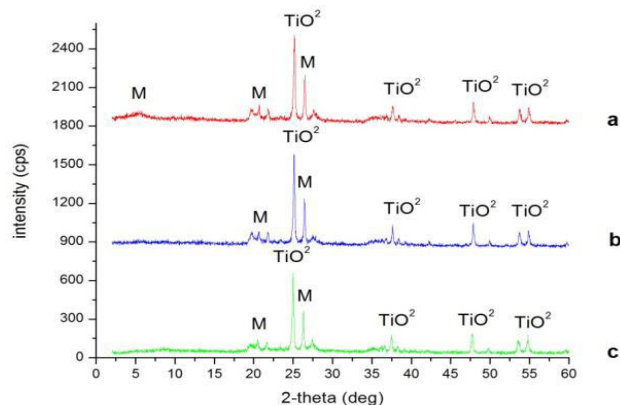
Pemaparan menggunakan gelombang ultrasonik ini akan membentuk gelembung pada akuades dimana gelembung-gelembung tersebut nantinya pecah secara mikroskopik dalam rentan waktu yang singkat. Pecahan ini akan memberikan efek tekanan yang tinggi, sehingga akan menyebabkan pemecahan partikel TiO₂. Pemecahan partikel TiO₂ dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya. Hal ini berkaitan dengan luas permukaan TiO₂ yang diperbesar melalui pemecah partikel oleh gelembung ultrasonik.

Larutan TiO₂ yang telah dipapari gelombang ultrasonik kemudian dimasukkan kedalam 10 gram Ca-Bentonit hasil aktivasi yang telah terlebih dulu di dispersikan kedalam 200 mL. Proses pendispersian tersebut dilakukan untuk memperlebar jarak antar lapis montmorillonit dengan adanya molekul air yang terdapat di antar lapis, sehingga akan mempermudah matriks montmorillonit untuk menangkap partikel-partikel TiO₂. Campuran Montmorillonit-TiO₂ yang telah diaduk selama 3 jam kemudian di saring menggunakan penyaring buchner untuk diambil padatnya. Montmorillonit-TiO₂ kemudian dikalsinasi untuk menghilangkan air yang terdapat di dalam campuran. Dalam penelitian ini dilakukan variasi suhu kalsinasi pada 300 °C, 450 °C dan 600 °C untuk mengetahui karakteristik jarak kisi kristal dan vibrasi antar atom dari masing-masing material hasil sintesis.

Hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ dikarakterisasi menggunakan X-Ray Difraction (XRD) dan Fourier Transform Infrared (FTIR). Sebagai perbandingan hasil dari sintesis tersebut, maka sampel yang dikarakterisasi adalah Raw montmorillonit dan komposit montmorillonit-TiO₂ dengan variasi suhu kalsinasi 300 °C, 450 °C dan 600 °C.

X-Ray Difraction (XRD)

Karakterisasi menggunakan X-Ray Difraction (XRD) digunakan untuk mengetahui bentuk dan ukuran kisi satuan kristal, pengidentifikasi bidang kristal, jumlah atom per satuan sel, identifikasi kristal, penentuan kemurnian hasil analisis dan deteksi senyawa baru (Tan, 1991).



Gambar 3. Difaktogram Montmorillonit-TiO₂ Variasi Suhu Kalsinasi (a) 300 °C (b) 450 °C (c) 600 °C

Pola refleksi pada difaktogram hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ terlihat puncak-puncak serapan pada montmorillonit dan TiO₂. Dari hasil difaktogram serbuk montmorillonit-TiO₂ yang disajikan tabel 4.2 terlihat bahwa pada montmorillonit-TiO₂ yang dikalsinasi pada suhu 300 °C memiliki puncak difraksi pada 2θ sebesar 5,09 (d001). Puncak serapan tersebut adalah milik montmorillonit karena berdasarkan hasil analisa raw montmorillonit puncak serapan

montmorillonit berada pada 2θ sebesar 5,60 (d001). Jika dibandingkan dengan puncak serapan pada *raw* montmorillonit, puncak serapan pada montmorillonit-TiO₂ memiliki puncak serapan yang berbeda yaitu terdapat puncak baru pada 2θ sebesar 25,18 (d101). Puncak yang terbentuk tersebut adalah milik serbuk TiO₂ yang ditambahkan pada montmorillonit. Berdasarkan data JCPDS No. 21-1272 puncak-puncak refleksi dari serbuk TiO₂ adalah fasa kristal *anatase*. Puncak serapan TiO₂ fasa kristal *anatase* ini muncul pada difaktogram montmorillonit-TiO₂ dengan suhu kalsinasi 300 °C, 450 °C dan 600 °C yaitu pada 2θ sebesar 25,18 (d101); 37,62 (d004); 47,86 (d200) dan 54,87 (d211).

Puncak serapan montmorillonit dari hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ menunjukkan hasil nilai 2θ sebesar 5,09 (d001) dan 19,58 (d001) pada suhu kalsinasi 300 °C. Hasil difaktogram tersebut menunjukkan adanya sedikit pergeseran refleksi bidang d001 montmorillonit ke arah kiri (menuju nilai 2θ yang lebih kecil) dari 2θ sebesar 5,60 ke 5,09. Pergeseran refleksi bidang d001 terbilang sangat kecil dan hampir sama dengan sebelumnya, namun hal tersebut mengindikasikan bahwasannya penambahan serbuk TiO₂ pada struktur montmorillonit mempengaruhi terjadinya kenaikan sedikit *basal spacing* pada hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂.

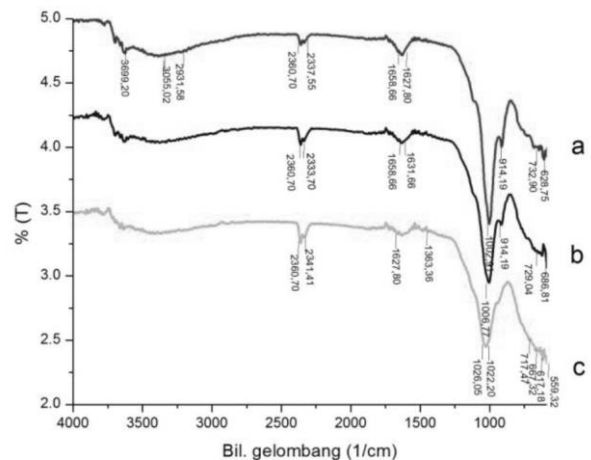
Semakin turunnya intensitas yang ditunjukkan oleh difaktogram pada komposit montmorillonit-TiO₂ seiring dengan kenaikan suhu kalsinasi pada daerah d001 disebabkan penambahan logam TiO₂. Penambahan logam TiO₂ mengakibatkan sifat khas delaminasi yang dimiliki montmorillonit menjadi berkurang. Artinya struktur rumah berlapis yang dimiliki oleh montmorillonit berubah menjadi acak, sehingga seiring kenaikan suhu kalsinasi daerah d001 akan semakin tidak terlihat. Hal itu disebabkan karena seiring naiknya suhu, maka TiO₂ akan semakin kuat berikatan dengan montmorillonit.

Fourier Transform Infrared (FTIR)

Analisis terhadap sampel hasil sintesis komposit montmorillonit-TiO₂ dengan variasi suhu kalsinasi 300 °C, 450 °C dan 600 °C yang disajikan dalam gambar 4. terlihat perbedaan vibrasi pada bilangan gelombang 3000 cm⁻¹ sampai 4000 cm⁻¹ yang merupakan daerah vibrasi dari O-H. Pada variasi suhu kalsinasi 300 °C masih terdapat vibrasi pada bilangan gelombang 3699,20 cm⁻¹. Namun, fenomena lain ditunjukkan sampel yang dianalisis pada variasi suhu 450 °C dan 600 °C, hampir tidak ditemukan vibrasi pada daerah bilangan gelombang 3000 cm⁻¹ sampai 4000 cm⁻¹. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada variasi suhu kalsinasi 450 °C dan 600 °C tidak lagi ditemukan vibrasi ulur O-H.

Fenomena yang ditunjukkan ketiga sampel hasil sintesis dengan variasi suhu kalsinasi tersebut mengindikasikan bahwasannya pengaruh semakin tingginya suhu kalsinasi, sehingga O-H dari H₂O banyak yang terhidroksilasi dan terdehidrasi dari antar lapis seperti yang diungkapkan oleh Xu dan Langford (1997) bahwa posisi dan absorptivitas struktur O-H dipengaruhi oleh kandungan H₂O dan tipe kation interlayer. Penurunan frekuensi ikatan disebabkan oleh dehidrasi atau kekurangan H₂O yang kemudian berpengaruh terhadap vibrasi O-H yang hampir hilang pada variasi suhu kalsinasi 300 °C, 450 °C dan 600 °C. Selain itu, penambahan serbuk TiO₂ ke dalam antar lapis montmorillonit juga mempengaruhi lemahnya ikatan O-H. selain itu sintesis tersebut mempengaruhi pergeseran serapan dari bilangan gelombang. Seperti ditunjukkan pada hasil sintesis dengan variasi suhu kalsinasi 300 °C dari bilangan gelombang 3626,17 cm⁻¹ ke 3699,20 cm⁻¹. Adanya TiO₂

mengakibatkan kemampuan antar lapis montmorillonit mengikat gugus O-H relatif lebih lemah dibandingkan dengan kation lainnya.



Gambar 4. Spektra Inframerah Montmorillonit-TiO₂ Variasi Suhu Kalsinasi (a) 300 °C (b) 450 °C (c) 600 °C

Pelebaran puncak terjadi pada spektra inframerah komposit montmorillonit-TiO₂ pada bilangan gelombang 1631,26 cm⁻¹ seiring dengan kenaikan suhu kalsinasi. Semakin tinggi suhu kalsinasi terlihat puncak semakin melebar. Data tersebut menunjukkan bahwasannya vibrasi H-O-H yang terjadi semakin melemah. Vibrasi pada bilangan gelombang ini menunjukkan kekuatan ikat dalam molekul dan massa tiap unsur dalam kisi kristal (Clark, 1999). Menurut Koestiari (2014), hal tersebut dipengaruhi oleh mulai tidak stabilnya jumlah air yang terikat dan juga menunjukkan kekuatan ikat dalam molekul dan massa tiap unsur dalam kisi kristal berbeda akibat bertambahnya suhu kalsinasi.

Pergeseran serapan bilangan gelombang juga terjadi pada vibrasi milik O dengan Si, yaitu pada bilangan gelombang 1000 cm⁻¹ – 1100 cm⁻¹. Pergeseran yang terjadi adalah dari panjang gelombang 1033,84 cm⁻¹ ke 1002,91 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 300 °C), 1006,77 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 450 °C) dan 1022,20 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 600 °C). Pergeseran serapan pada bilangan gelombang tersebut mengindikasikan adanya pengikatan yang lebih kuat antara O dan Si akibat adanya penambahan TiO₂ pada montmorillonit.

Pergeseran-pergeseran yang terjadi, khususnya pada daerah gelombang dari 1033,84 cm⁻¹ ke 1002,91 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 300 °C), 1006,77 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 450 °C) dan 1022,20 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 600 °C), menunjukkan karakteristik vibrasi Si-O pada ikatan Si-O-Si montmorillonit sebelum dan setelah terjadinya penambahan TiO₂. Misriyani (2011) mengungkapkan bahwa pergeseran bilangan gelombang dapat ditinjau dari perubahan sistem Si-O akibat penambahan TiO₂. Pengaruh massa atom TiO₂ pada ikatan Si-O dapat dijelaskan menggunakan persamaan dari hukum Hooke, bahwa semakin besar massa atom yang berinteraksi maka dapat menurunkan frekuensi vibrasi ke bilangan gelombang yang lebih kecil.

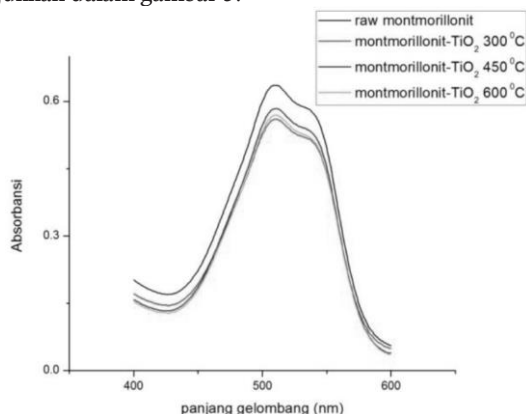
Aplikasi Montmorillonit Terhadap Remazol Red

Maksud dari pengolahan limbah pewarna tekstil remazol red adalah untuk memberikan gambaran perbandingan antara montmorillonit dan komposit montmorillonit-TiO₂ serta pengaruh perbedaan suhu kalsinasi yang digunakan. Jumlah

montmorillonit yang digunakan untuk mengadsorpsi 100 ml remazol red 80 ppm adalah 0.5 gram. Lama waktu yang

digunakan adalah 30 menit dengan bantuan magnetit stirrer. Sebelum dilakukan aplikasi terhadap 80 ppm remazol red, terlebih dahulu dibuat larutan standar untuk mengetahui konsentrasi dan panjang gelombang maksimum dari remazol red. Larutan standar yang dibuat adalah 40, 50, 60, 70 dan 80 ppm.

Hasil adsorpsi montmorillonit terhadap *remazol red* ditunjukkan dalam gambar 5.



Gambar 5. Aplikasi montmorillonit terhadap *remazol red* 80 ppm

Spektra tersebut menunjukkan bahwasannya aplikasi terhadap zat warna *remazol red* menggunakan material montmorillonit-TiO₂ dengan suhu kalsinasi 300 °C memiliki nilai absorbansi yang paling kecil. Selain itu, seluruh material yang menggunakan montmorillonit hasil sintesis nilai absorbansinya lebih kecil dibandingkan montmorillonit awal. Dari fenomena tersebut, maka jelas terlihat ada peran TiO₂ dalam memperkecil nilai konsentrasi dari zat warna *remazol red*. Hal tersebut dikarenakan TiO₂ memiliki sifat sebagai fotokatalis.

Saraswati dan Nugraha (2014) Pada saat fotokatalis terkena radiasi sinar ultraviolet (UV) maka elektron-elektron dalam pita valensi dari semikonduktor tersebut akan tereksitasi ke pita konduksi yang akan menghasilkan e⁻ dan kekosongan atau *hole* (h⁺). Selanjutnya *hole* (h⁺) tersebut akan bereaksi dengan hidroksida titan (>TiVOH) yang terdapat dalam yang terdapat dalam larutan membentuk radikal hidroksida titan (>TiVOH•)⁺, yang kemudian mengoksidasi zat warna *remazol red*. Radikal ini akan terbentuk terus menerus selama sinar UV masih mengenai TiO₂ dan akan terus menyerang zat warna *remazol red* yang ada pada permukaan katalis sehingga *remazol red* terdegradasi.

Perbandingan hasil aplikasi terhadap zat warna *remazol red* antara montmorillonit-TiO₂ suhu kalsinasi 300 °C, 450 °C dan 600 °C. Jika dilihat kembali dari data XRD dan FTIR, maka pada suhu kalsinasi 300 °C masih terdapat gugus OH dalam sampel hasil sintesis tersebut. Hal tersebut mengindikasikan masih adanya pengulangan struktur bentonit pada daerah 2θ = 5,09 (d001) yang menunjukkan interlayer dari montmorillonit hanya sedikit mengalami perubahan jika dibandingkan dengan suhu kalsinasi 450 °C dan 600 °C. Sehingga zat warna *remazol red* dapat teradsorpsi ke dalam material hasil sintesis tersebut dan juga terdegradasi oleh sifat fotokatalis oleh TiO₂ yang embankan pada montmorillonit.

Kesimpulan

Pergeseran bidang (d001) pada daerah 2θ = 5,60 ke 2θ = 5,09. Pada suhu kalsinasi 450 °C dan 600 °C tidak memiliki serapan pada daerah 2θ = 5,60 (d001) yang menunjukkan sudah tidak adanya struktur berlapis pada daerah tersebut dikarenakan penambahan TiO₂. Sementara puncak serapan TiO₂ pada 2θ sebesar 25,18 (d101). Sementara pada serapan FTIR komposit montmorillonit-TiO₂ menunjukkan adanya vibrasi yang bergeser pada bilangan gelombang dari 1033,84 cm⁻¹ ke 1002,91 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 300 °C), 1006,77 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 450 °C) dan 1022,20 cm⁻¹ (suhu kalsinasi 600 °C), yang diakibatkan oleh adanya penambahan TiO₂. Aplikasi montmorillonit awal dan montmorillonit hasil sintesis terhadap zat warna *remazol red* menunjukkan fakta bahwasannya montmorillonit hasil sintesis memiliki kemampuan lebih besar dalam memperkecil konsentrasi zat warna tersebut, yaitu sebesar 14.475 % (suhu kalsinasi 300 °C), 10.998 % (suhu kalsinasi 450 °C) dan 13.024 % (suhu kalsinasi 600 °C). %terdegradasi tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan raw montmorillonit sebesar 3.472 %.

Daftar Pustaka

- Andayani, W. dan Sumartono, A., 2007, Penguraian Pentaklorofenol Secara Fotokatalitik Menggunakan TiO₂ Imobil, *Indo. J. Chem.* Vol. 7, No. 1.
- Clark, R.N., 1999, *Spectroscopy of Rock and Minerals, and Principles of Spectroscopy*, New York: John Wiley dan Sons, Inc. A. Rencz Editor.
- Darmansyah, 2010, *Evaluasi Sifat Fisik dan Mekanik Material Komposit –Serat-Resin Berbahan Dasar Serat Nata de Coco dengan Penambahan Nano Filler*, Thesis, Teknik Kimia: UGM.
- Fatimah, I. dan Wijaya, K., 2005, *Sintesis TiO₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapoika secara Adsorpsi-Fotodegradasi*. TEKNOIN. Vol. 10 No. 4.
- Isnuryanto, Usada, Widdi, Suryadi, dan P. Agus, 2007, Proses Ozonisasi Limbah Cair Pabrik Gula, *Jurnal Kimia Indonesia*, Vol. 2 No. 1.
- Istiana, Y., Karna, W., Iqmal, T. dan Mudasir, 2003, Pilarisasi dan Karakterisasi Montmorillonit, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 4 No. 3.
- Koestiari, T., 2014, Karakter Bentonit Terpillar Logam Aluminium pada Variasi Suhu Kalsinasi, *Jurnal Ilmiah Kimia Molekul*, Vol. 9, No. 2. November 2014.
- Leonard, V.I., 1995, *Material in Chemistry an Emerging Disclipin*, series 245, American Chemical Society.
- Petterson, H.B.W, 1992, *American Oil Chemists Society, Bleaching and Purifying Fast and Oil Theory and Practice*. Champaign, Illinois: AOCS Press.
- Saraswati, A. dan Nugraha, I., 2014, Sintesis dan Karakterisasi Montmorillonit-TiO₂ dan Aplikasinya untuk Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula, *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. 501, ISBN:979363174-0.
- Setianingrun, N.P, A. Prasetyo dan Sarto, 2016, Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda Terhadap Pewarna Remazol Red RB dengan Metode Elektrokoagulasi, *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 1, No. 2. Hal. 93-97.

Setyawan, D. dan P. Handoko, 2002, Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis, *Jurnal Ilmu Dasar Universitas Jember*, Vol. 3 No. 2.

Sharma, N., D.P. Tiwari, S.K. Singh, 2012, Decolorization of Synthetic Dyes by Argicultural Waste-A Review, *IJSER*, Vol. 3, No. 2.