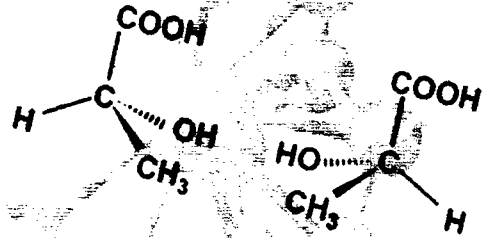




Prosiding

Seminar Nasional

Himpunan Kimia Indonesia Tahun 2011



Tema :

Peranan Kimiawan Dalam Pemanfaatan Dan Peningkatan Sumber Daya Alam Menuju Era Industrialisasi Nasional

UNIVERSITAS RIAU

Pekanbaru, 18-19 Juli 2011



Penanggung jawab : Dr. Christine Jose

Dewan Editor :

Ketua : Dr. Amilia Linggawati

**Anggota : Ganis Fia Kartika, M.Si.
Yuana Nurulita, S.Si., M.Si.
Dwita Liana Siregar, S.Si.
Deni Reflianto, S.Si.**

**Editor Teknis : Noviza Delfira
Shally Yanova, S.Si.**

Adsorpsi-Fotodegradasi Biru Metilena oleh Nanokomposit Kaolin/TiO₂

Sri Sugiarti, Zaenal Abidin, Shofwatun Nisaa

Facultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
Email: sri.sw07@gmail.com

Abstract. Kaolin is rarely used as an adsorbent due to its small adsorption capacity. Therefore, kaolin was modified into a nanocomposite by physically mixing TiO₂ powder with binder. Diffractometer X-ray Characterization of Bangka Belitung kaolin (BNK) was done for comparison with Japan Clay Science Society (JCSS). The investigation showed the Bangka Belitung kaolin to have the same peaks as JCSS ($2\theta=12,26$ and $24,88$). Both kaolin and nanocomposite were tested for adsorption with methylene blue solution. Maximum adsorption capacity in both kaolins occurred at concentration of methylene blue of 150 mg/L with a capacity of adsorption by Bangka Belitung kaolin of 28,93 mg/g, while that of the JCSS was lower (24,27 mg/g). The maximum concentration decreased for the nanocomposites as compared to the kaolin to 100 mg/L with the adsorption capacity for the BNK/TiO₂ nanocomposite at 12,65 mg/g and JCSS/TiO₂ nanocomposite at 8,58 mg/g. The photocatalytic properties of the nanocomposite was then tested using ultraviolet light (UV) at a wavelength of 254 nm. The result showed that the nanocomposite could degrade methylene blue as indicated by the colorless filtrate and pale precipitate when compared with controls in the dark treatment.

Keywords: Nanocomposite, kaolin, adsorption, photocatalyst, methylene blue

Abstrak. Penggunaan kaolin sebagai adsorben kurang diminati akibat daya jerapnya yang kecil. Oleh karena itu dilakukan modifikasi kaolin menjadi nanokomposit dengan mencampurkan serbuk kaolin dan TiO₂ secara fisik dengan bahan pengikat. Hasil pencirian difraktometer sinar-X kaolin Bangka Belitung (BNK) dibandingkan dengan kaolin dari Japan Clay Science Society (JCSS). Hasil pencirian kaolin Bangka Belitung menunjukkan puncak yang sama dengan JCSS ($2\theta=12,26$ dan $24,88$). Kedua kaolin dan nanokomposit diuji daya jerapnya dengan larutan biru metilena. Kapasitas maksimum adsorpsi kedua kaolin terjadi pada konsentrasi 150 mg/L dengan nilai kapasitas adsorpsi Bangka Belitung sebesar 28,93 mg/g, sedangkan JCSS lebih rendah, yaitu sebesar 24,27 mg/g. Konsentrasi maksimum untuk nanokomposit mengalami penurunan bila dibandingkan dengan kaolin, yaitu menjadi 100 mg/L dengan kapasitas adsorpsi nanokomposit BNK/TiO₂ 12,65 mg/g dan nanokomposit JCSS/TiO₂ 8,58 mg/g. Nanokomposit kemudian diuji sifat fotokatalisnya menggunakan lampu ultraviolet (UV) pada panjang gelombang 254 nm. Hasil pengujian dengan lampu UV menunjukkan bahwa nanokomposit dapat mengurai biru metilena ditunjukkan oleh filtrate hasil pengujian yang tidak berwarna dan endapan yang lebih pudar bila dibandingkan dengan kontrol di tempat gelap.

Kata kunci: Nanokomposit, kaolin, adsorpsi, fotokatalis, biru metilena

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang kaya akan bahan tambang, baik bahan tambang mineral maupun non mineral. Salah satu bahan tambang non mineral adalah kaolin. Terhubung berkala Provinsi Bangka Belitung mencatat bahwa di Indonesia terdapat cadangan kaolin untuk diekspor sebesar 224.300.000 ton. Mineral kaolinit ditemukan dalam lempung kaolin sebanyak 85-95%. Kaolin di antaranya terdapat di daerah Bangka Belitung, Cicalengka, dan Wonosari.

Kaolin banyak digunakan di industri cat, plastik, keramik, kosmetik, industri obat-obatan dan dalam pembuatan kertas sebagai pengisi. Pemanfaatan kaolin sebagai adsorben, misalnya untuk limbah zat warna kurang diminati karena daya adsorpsinya yang kecil.

Sementara itu, perkembangan industri di Indonesia banyak memberikan dampak bagi kehidupan baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak negatif perkembangan industri salah satunya adalah pencemaran air akibat limbah zat warna. Zat warna banyak digunakan pada industri pakaian, kertas, plastik, kulit, makanan, dan kosmetik untuk menghasilkan produk yang berwarna. Zat warna biasanya memiliki struktur molekul kompleks aromatik yang membuatnya lebih stabil sehingga sulit untuk diurai secara hayati [1]. Oleh karena itu, diperlukan penanganan yang serius untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh zat warna.

Zat warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah biru metilena ($C_{16}H_{18}ClN_3S$), merupakan bahan pewarna dasar yang sangat penting dan relatif murah dibandingkan dengan pewarna lainnya. Biru metilena digunakan sebagai model pewarna kationik yang berwarna biru dengan bobot molekul 319,86 g/mol. Biru metilena banyak digunakan untuk pewarna kapas, kertas, dan rambut [2].

Beberapa jenis metode digunakan untuk pengolahan limbah secara konvensional diantaranya klorinasi, pengendapan, dan adsorpsi oleh karbon aktif atau adsorben lainnya termasuk kaolin. Metode pengolahan ini akan menghasilkan lumpur yang kemudian dibakar atau diproses secara mikrobiologi. Proses pembakaran lumpur akan memicu terbentuknya senyawa klorin oksida yang berbahaya, sedangkan proses mikrobiologi hanya dapat mengurai senyawa biodegradabel, sedangkan senyawa nonbiodegradabel tetap berada dalam lumpur dan akan kembali ke lingkungan [1]. Oleh karena itu, diperlukan teknik pengolahan limbah khususnya zat warna yang efisien dan mampu menanggulangi masalah tanpa menimbulkan masalah baru.

Teknik pengolahan limbah yang digunakan untuk mengatasi kekurangan dari proses adsorpsi adalah penggabungan proses adsorpsi dengan proses fotodegradasi. Metode adsorpsi-fotodegradasi didasarkan pada proses adsorpsi senyawa organik oleh permukaan padatan yang sekaligus mampu mengurai senyawa organik tersebut. Adsorpsi merupakan peristiwa terakumulasinya partikel pada suatu permukaan, sementara fotodegradasi adalah proses peruraian suatu senyawa (biasanya senyawa organik) dengan bantuan energi foton. Proses fotodegradasi memerlukan suatu semikonduktor yang memiliki sifat fotokatalis. Pada penelitian ini, TiO_2 (terutama dalam bentuk kristal anatase) yang dipilih sebagai semikonduktor karena memiliki aktivitas fotokatalitik yang tinggi dan stabil [3]. Penggabungan kedua metode dilakukan dengan cara membuat nanokomposit. Nanokomposit merupakan suatu bahan yang dibuat dari penggabungan antara dua komponen berbeda yang salah satu atau keduanya berskala nanometer (10^{-9}) atau setara dengan ukuran atom dan molekul.

Tulisan ini akan memaparkan pembuatan nanokomposit yang dilakukan dengan mencampurkan kaolin dan serbuk TiO_2 dengan penambahan bahan pengikat. Pencampuran secara fisik mudah dalam pengerjaan dan membutuhkan waktu yang lebih singkat. Kaolin yang memiliki kemampuan menyerap zat warna digabungkan dengan TiO_2 yang memiliki sifat fotokatalis sehingga dihasilkan adsorben yang dapat menyerap sekaligus mampu mengurai bahan yang terjerap menjadi senyawa yang aman di lingkungan.

2 Bahan dan Metode

Pembuatan nanokomposit kaolin/ TiO_2 . Campuran kaolin, bahan pengikat dan TiO_2 dibuat dengan komposisi 7:2:1 dan 8:1:1. Campuran kemudian dibuat pasta dengan cara menambahkan akuades. Pasta tersebut kemudian diaduk hingga homogen, lalu dikeringkan pada suhu $100^\circ C$. Nanokomposit yang terbentuk kemudian digerus menjadi bentuk serbuk. Nanokomposit yang

terbentuk kemudian diuji stabilitasnya dengan dilarutkan dalam air. Nanokomposit yang stabil kemudian dianalisis dengan XRD.

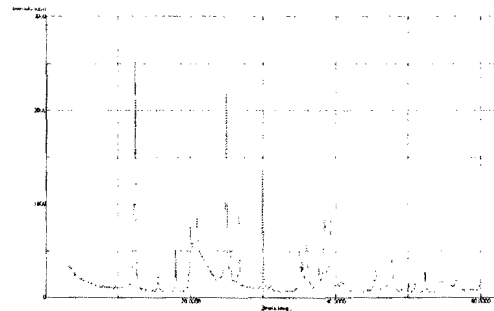
Penentuan kapasitas adsorpsi larutan biru metilena oleh kaolin, TiO_2 , bahan pengikat TBI, dan nanokomposit kaolin/ TiO_2 . Sebanyak 50 mg kaolin dimasukkan ke dalam vial kemudian ditambahkan larutan biru metilena 25, 50, 75, 100, 150, 200 dan 300 mg/L sebanyak 15 mL. Larutan kemudian digojok selama 2 jam. Setelah itu, larutan disentrifuga selama 10 menit dan konsentrasi dari supernatan (biru metilena C_{eq}) ditentukan dengan spektrofotometer UV-tampak pada panjang gelombang maksimum. Metode yang sama juga dilakukan untuk TiO_2 , bahan pengikat, dan nanokomposit kaolin/ TiO_2 . Dari data kapasitas adsorpsi, dilakukan juga pemodelan isotermnya.

Uji Sifat Fotokatalis. Sebanyak 100 mg nanokomposit dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian ditambahkan 15 mL larutan biru metilena 12,5 mg/L. Sampel kemudian diletakkan dalam kotak tertutup dan disinari dengan lampu UV pada panjang gelombang 254 nm selama 6 jam. Filtrat sampel dianalisis serapannya dengan spektrofotometer UV-tampak pada panjang gelombang 200 sampai 700 nm. Uji fotodegradasi nanokomposit, juga dilakukan pada kaolin, bahan pengikat, biru metilena. Sebagai kontrol juga dilakukan pengujian tanpa disinari oleh lampu UV.

3 Hasil dan Pembahasan

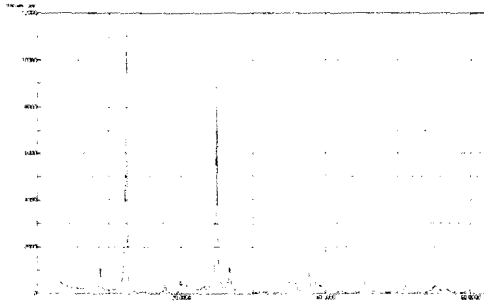
Pembuatan nanokomposit kaolin/ TiO_2

Kaolin standar yang menjadi material pembanding dalam penelitian ini adalah kaolin Jepang murni dari JCSS. Spektrum XRD kaolin Jepang menunjukkan puncak-puncak khas yang muncul pada $2\theta = 12,36$ dan $24,88$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



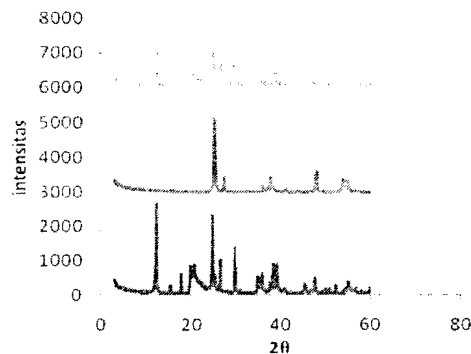
Gambar 1. Spektrum XRD kaolin JCSS.

Spektrum XRD kaolin BNK (Gambar 2) memperlihatkan puncak-puncak dengan nilai 2θ yang sama dengan kaolin Jepang, tetapi pada kaolin BNK terlihat puncak lain muncul di $2\theta = 8,86$. Puncak ini merupakan puncak dari mineral ikutan yang terkandung pada kaolin BNK. Selain itu, spektrum XRD JCSS memiliki puncak yang lebih tajam daripada kaolin BNK. Hal ini mengindikasikan bahwa kristalinitas kaolinit JCSS lebih tinggi daripada kaolin BNK. Pada spektrum kaolin BNK terlihat puncak yang muncul pada $2\theta = 8,86$ tetapi tidak ada pada kaolin Jepang. Mineral lain yang lazim ada dalam kaolin adalah kuarsa, besi, mika, feldspar, bauksit, smektit, anatase, rutil, grafit, dan montmorilonit [4]. Mineral lain yang terkandung dalam kaolin akan berbeda-beda bergantung pada daerah tempat pengambilan.



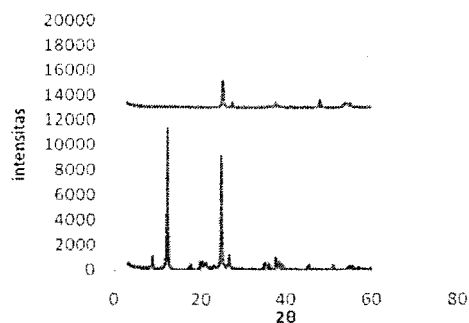
Gambar 2 Spektrum XRD kaolin BNK.

Nanokomposit kaolin/TiO₂ dibuat dengan mencampurkan serbuk kaolin, bahan pengikat, dan TiO₂ dengan perbandingan 7:2:1 dan 8:1:1. Pencampuran secara fisik biasa tidak akan membuat TiO₂ menempel pada kaolin jika nanokomposit tersebut terlarut dalam air. Oleh karena itu untuk membuat keduanya menempel dibutuhkan senyawa lain yang bertindak sebagai pengikat. Penambahan bahan pengikat dan TiO₂ diusahakan dalam jumlah yang kecil. Hal ini dikarenakan bahan pengikat TB1 tidak memiliki kemampuan sebagai penjerap yang baik, sehingga penambahan bahan pengikat diusahakan sedikit agar tidak banyak mengganggu proses adsorpsi nanokomposit. Penambahan bahan pengikat kurang dari 20% bobot nanokomposit, yaitu 10% tidak dapat membuat TiO₂ menempel pada kaolin. Hal ini diuji dengan cara melarutkan nanokomposit tersebut dalam air destilata. Nanokomposit dengan penambahan bahan pengikat kurang dari 20% akan hancur saat dilarutkan dalam air dan serbuk TiO₂ akan lepas sehingga membuat air menjadi keruh. Hasil pencirian nanokomposit JCSS/TiO₂ dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan nanokomposit kaolin BNK/TiO₂ ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Spektrum XRD nanokomposit JCSS/TiO₂: — JCSS, — TiO₂, — nanokomposit JCSS/TiO₂

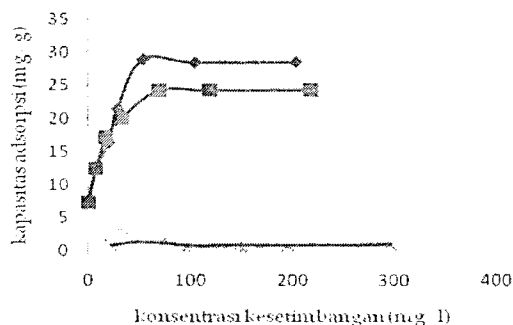
Hasil spektrum XRD nanokomposit JCSS/TiO₂ (Gambar 3) dan BNK/TiO₂ (Gambar 4) menunjukkan puncak-puncak khas yang sama dengan kaolin namun dengan intensitas yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada pembuatan nanokomposit, sebanyak 20% komposisi kaolin digantikan oleh bahan pengikat dan 10% digantikan oleh TiO₂. Pada nanokomposit terdapat puncak pada 2θ= 25,08. Puncak ini merupakan puncak dari TiO₂ yang akan muncul pada 2θ= 25,28. Hasil ini menunjukkan bahwa TiO₂ menempel pada nanokomposit.



Gambar 4. Spektrum XRD nanokomposit BNK/TiO₂: —BNK, —TiO₂, — nanokomposit BNK/TiO₂

Penentuan kapasitas adsorpsi larutan biru metilena oleh kaolin, TiO₂, bahan pengikat TB1, dan nanokomposit kaolin/TiO₂.

Penentuan kapasitas adsorpsi larutan biru metilena dilakukan menggunakan tujuh konsentrasi larutan biru metilena yang berbeda. Konsentrasi maksimum larutan biru metilena yang dijerap oleh kedua kaolin adalah 150 mg/L.



Gambar 5. Kurva kapasitas adsorpsi kaolin, TiO₂, dan bahan pengikat:

◇ = kaolin BNK, □ = JCSS,
△ = TiO₂, ★ = bahan pengikat.

Kaolin memiliki kemampuan menyerap senyawa organik seperti zeolit dan monmorilonit, namun dalam jumlah yang lebih kecil. Gambar 5 menunjukkan kapasitas adsorpsi kaolin dalam menyerap biru metilena pada berbagai konsentrasi. Kaolin BNK memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 28,93 mg/g lebih besar dari JCSS yang memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 24,27 mg/g. Kaolin BNK juga memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar dari kaolin Assam (India), yaitu 20,49 mg/g [5]. Kaolin BNK memiliki nilai kapasitas adsorpsi yang lebih besar daripada JCSS dan kaolin India dikarenakan terdapat material lain yang terkandung dalam kaolin BNK yang diduga juga memiliki kemampuan dalam menyerap biru metilena. Material lain yang biasa terkandung dalam kaolin misalnya montmorilonit, feldspar, dan kuarsa.

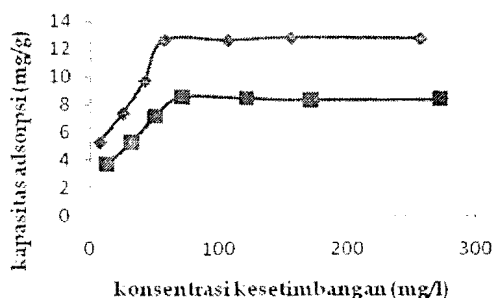
Prinsip kaolinit dalam menyerap molekul biru metilena adalah pertukaran kation atau anion. Kaolinit merupakan aluminosilikat berbentuk lembaran dengan tipe 1:1 sehingga rongga antar lembarannya kecil yang menyebabkan sifat pertukaran kation atau anion hanya terjadi di permukaan dari strukturnya. Aluminosilikat pada kaolin mempunyai sifat kelebihan elektron, sehingga akan diimbangi oleh kehadiran kation-kation H⁺. Larutan biru metilena di dalam air

akan mengion menjadi kation, sehingga kation ini yang akan menggantikan ion H^+ dari struktur kaolin sehingga biru metilena akan terjerap.

Penentuan kapasitas adsorpsi juga dilakukan untuk serbuk TiO_2 dan bahan pengikat TB1 yang akan digunakan dalam pembuatan nanokomposit. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan bahan pengikat dan TiO_2 dalam proses adsorpsi nanokomposit. Kapasitas adsorpsi maksimum TiO_2 adalah 3,28 mg/g. Kapasitas adsorpsi bahan pengikat TB1 lebih rendah daripada TiO_2 , yaitu sebesar 1,32 mg/g.

Kapasitas adsorpsi nanokomposit juga ditentukan dengan variasi konsentrasi awal larutan biru metilena. Konsentrasi maksimum nanokomposit sebesar 100 mg/L lebih rendah daripada kaolin. Kapasitas adsorpsi nanokomposit BNK/ TiO_2 adalah 12,65 mg/g, sedangkan nanokomposit JCSS/ TiO_2 adalah 8,58 mg/g (Gambar 6). Penambahan konsentrasi larutan biru metilena lebih dari 100 mg/L tidak mengubah kapasitas adsorpsi dari nanokomposit.

Kapasitas adsorpsi nanokomposit diukur untuk melihat perubahan kapasitas adsorpsi nanokomposit bila dibandingkan dengan kaolin. Penurunan kapasitas adsorpsi dan konsentrasi optimum nanokomposit ini dikarenakan faktor penambahan bahan yang memiliki kemampuan menyerap yang kecil, yaitu bahan pengikat TB1 sebesar 20%. Pengurangan jumlah kaolin dan penambahan bahan pengikat serta TiO_2 mengakibatkan sisi aktif dari tiap gram kaolin pada nanokomposit akan berkurang sehingga kapasitas adsorpsinya akan lebih kecil dari pada kaolin.



Gambar 6. Kurva kapasitas adsorpsi nanokomposit terhadap larutan biru metilena: \diamond = BNK/ TiO_2 , \blacksquare = JCSS/ TiO_2 .

Hasil pengukuran kapasitas adsorpsi digunakan untuk menentukan tipe isoterm adsorpsi dari kaolin. Tipe isoterm adsorpsi untuk kaolin BNK, JCSS, dan kedua nanokomposit adalah isoterm Langmuir. Nilai tetapan X_m dan K untuk kaolin BNK dan JCSS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai tetapan isoterm Langmuir pada kaolin

Sampel	X_m (mg/g)	K (L/g)
BNK	30,30	0,12
JCSS	25,64	0,19
BNK/ TiO_2	13,70	0,08
JCSS/ TiO_2	9,01	0,07

Tipe isoterm Langmuir menandakan bahwa adsorben kaolin memiliki permukaan yang homogen dan hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat untuk setiap molekul adsorbennya. Bentuk logaritma dari persamaan Langmuir:

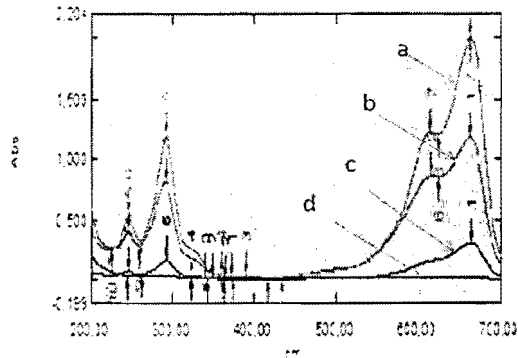
$$\frac{c}{x/m} = \frac{1}{X_m K} + \frac{1}{X_m} c$$

Nilai X_m menggambarkan jumlah yang dijerap atau kapasitas adsorpsi maksimum untuk membentuk satu lapisan yang sempurna pada permukaan adsorben. Nilai X_m kaolin BNK lebih besar daripada JCSS. Hal ini menunjukkan jumlah biru metilena yang dijerap oleh kaolin BNK lebih banyak daripada JCSS. Nilai K merupakan tetapan yang bertambah dengan kenaikan ukuran molekuler yang menunjukkan kekuatan ikatan molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Molekul biru metilena lebih kuat terikat pada JCSS daripada kaolin BNK. Hal ini terlihat dari nilai K untuk JCSS yang lebih besar. JCSS merupakan kaolin standar yang kemurniannya lebih tinggi daripada kaolin BNK sehingga pengikatan biru metilena pada JCSS menjadi lebih kuat. Berbeda halnya dengan kaolin BNK yang masih mengandung mineral ikutan. Mineral ikutan ini dapat memperbesar kapasitas adsorpsi kaolin BNK, namun pengikatannya dengan biru metilena lebih lemah daripada kaolin.

Seluruh nilai tetapan isoterm Langmuir nanokomposit lebih kecil daripada kaolin. Hal ini menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum nanokomposit lebih rendah daripada kaolin. Hal ini disebabkan sisi aktif untuk pengikatan dengan biru metilena telah ditempati oleh bahan pengikat dan TiO_2 sehingga jumlah biru metilena yang terjerap berkurang. Kekuatan ikatan antara nanokomposit dengan biru metilena juga lebih rendah bila dibandingkan dengan kekuatan ikatan biru metilena dengan kaolin.

Uji sifat fotokatalis. Pada penelitian ini dilakukan uji sifat fotokatalisis dari nanokomposit kaolin/ TiO_2 tanpa penyinaran UV (di tempat gelap) dan dengan penyinaran UV pada panjang gelombang 254 nm. Konsentrasi larutan biru metilena yang digunakan sebesar 12,5 mg/L dengan lama penyinaran 6 jam. Lamanya waktu penyinaran disebabkan oleh rendahnya daya lampu UV yang digunakan. Filtrat dan endapan hasil uji fotodegradasi digunakan sebagai indikator terjadinya proses adsorpsi-fotodegradasi. Pengujian sifat fotokatalis nanokomposit dilakukan dengan membandingkan hasil perlakuan penyinaran UV dengan kontrol yang diletakkan dalam gelap. Larutan biru metilena, bahan pengikat, dan TiO_2 tetap berwarna biru, sedangkan filtrat kaolin dan nanokomposit tak berwarna. Hasil pengujian sifat fotokatalis dengan penyinaran UV menunjukkan hasil yang sama namun untuk TiO_2 dengan UV, filtrat menjadi tidak berwarna.

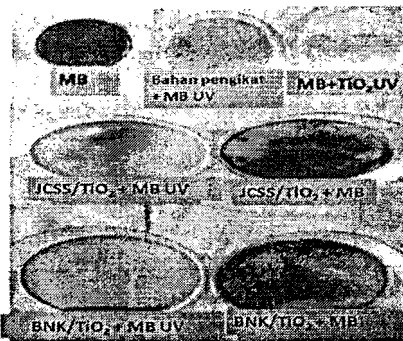
Filtrat hasil pengujian kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-tampak untuk melihat serapan larutan biru metilena. Uji sifat fotokatalisis menunjukkan bahwa larutan biru metilena yang ditambahkan nanokomposit BNK/ TiO_2 (Gambar 7) disertai penyinaran dengan lampu UV dapat mengurai biru metilena tersebut. Hal ini terlihat dari spektrum UV yang dihasilkan datar akibat hilangnya puncak serapan biru metilena di 664 nm, berbeda dengan nanokomposit yang tanpa disinari UV yang masih menunjukkan adanya biru metilena pada panjang gelombang 664 nm. Hasil yang sama ditunjukkan oleh nanokomposit JCSS/ TiO_2 .



Gambar 7. Spektrum UV-tampak filtrat uji fotodegradasi: a= larutan biru metilena; b= bahan pengikat UV; c= BNK/TiO₂ tanpa UV; d= BNK/TiO₂ dengan UV.

Proses fotodegradasi juga dapat terlihat dari endapan nanokomposit hasil penyinaran. Endapan yang berwarna biru menunjukkan bahwa pada sistem hanya terjadi proses adsorpsi, sedangkan bila endapan berwarna seperti awal atau putih, maka pada sistem terjadi proses adsorpsi-fotodegradasi. Hasil uji fotodegradasi biru metilena menunjukkan bahwa serbuk TiO₂ yang disinari UV menghasilkan endapan yang berwarna putih. Hal ini dikarenakan TiO₂ mampu mengurai senyawa biru metilena sehingga tidak ada lagi warna biru baik pada filtrat maupun endapan. Endapan bahan pengikat, kaolin dan nanokomposit tetap berwarna biru. Endapan nanokomposit tetap berwarna biru, namun lebih pudar bila dibandingkan dengan endapan nanokomposit tanpa UV.

Nanokomposit dengan UV ternyata tidak menghasilkan endapan berwarna putih, namun masih berwarna biru. Bila warna endapannya dibandingkan dengan nanokomposit dalam gelap, terlihat warna birunya lebih pudar (Gambar 8). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanokomposit kaolin/TiO₂ yang dibuat dengan pencampuran secara fisik dengan penambahan bahan pengikat memiliki sifat fotokatalis sehingga dapat mempercepat penghilangan biru metilena.

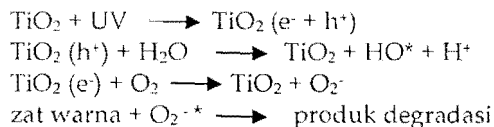


Gambar 8. Endapan hasil fotodegradasi.

Mekanisme adsorpsi-fotodegradasi yang terjadi pada nanokomposit adalah penyerapan zat warna biru metilena oleh kaolin, kemudian dengan adanya TiO₂ dan sinar ultraviolet menyebabkan terjadinya proses fotodegradasi. Prinsip fotodegradasi adalah adanya loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi pada logam semikonduktor jika dikenai suatu energi foton. Loncatan elektron ini menyebabkan timbulnya *hole* (lubang elektron) yang dapat berinteraksi dengan pelarut (air) membentuk radikal OH (HO*) yang merupakan oksidator kuat.

Elektron pada pita konduksi akan bereaksi dengan oksigen di lingkungan menghasilkan radikal superoksida ($O_2 \cdot^-$) yang bersifat sebagai reduktor. Radikal bersifat aktif dan dapat terus terbentuk sehingga bereaksi dan menguraikan senyawa organik target [6].

Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses fotodegradasi dengan TiO_2 adalah sebagai berikut :



Proses pembentukan radikal akan terus menerus terjadi selama nanokomposit kaolin/ TiO_2 masih dikenai radiasi sinar UV dan akan menyerang biru metilena sehingga terjadi penguraian. Semakin bertambahnya radiasi sinar UV maka foton yang mengenai nanokomposit tersebut akan semakin banyak sehingga biru metilena yang terurai akan semakin banyak pula [7].

Kesimpulan

Kapasitas adsorpsi kaolin Bangka Belitung adalah 28,93 mg/g lebih besar daripada JCSS, yaitu 24,27 mg/g. Pembuatan nanokomposit kaolin/ TiO_2 dapat menurunkan kapasitas adsorpsi menjadi 12,65 mg/g untuk BNK/ TiO_2 dan 8,580 mg/g untuk JCSS/ TiO_2 . Tipe isotherm adsorpsi kaolin dan nanokomposit mengikuti pola isotherm Langmuir. Pembuatan nanokomposit kaolin/ TiO_2 dapat dilakukan dengan penambahan bahan pengikat TB1 sebesar 20 % dari bobot nanokomposit. Nanokomposit kaolin/ TiO_2 memiliki sifat fotokatalisis sehingga dapat mendegradasi larutan biru metilena 12,5 mg/L selama 6 jam dengan radiasi sinar UV dengan catatan kekuatan sumber lampu radiasi sangat berpengaruh pada kecepatan proses degradasi.

References

- [1] Christina, Mu'nisatun, R. Saptaji, D. Marjanto (2007), Studi pendahuluan mengenai degradasi zat warna azo (metil orange) dalam pelarut air menggunakan mesin berkas elektron 359 KeV/10 mA. *JFN*, 1, 31-44.
- [2] A. S. Alzaydien (2009), Adsorption of methylene blue from aqueous solution onto a low cost natural Jordanian tripoli. *Am Environ Sci*, 5, 197-208.
- [3] Slamet, R. Syakur, W. Danumulyo (2003), Pengolahan limbah logam berat *chromium (vi)* dengan fotokatalis TiO_2 . *Makara Teknol*, 7 (1).
- [4] H. H. Murray (2006), Clays in Ullman's encyclopedia of industrial chemistry. Wiley Interscience, Indiana, DOI: 10.1002/14356007.a07_109.pub2
- [5] D. Gosh, K. Bhattacharyya (2002), Adsorption of methylene blue on kaolinite. *Apply Clay Sci*, 20, 295-300.
- [6] I. Fatimah, K. Wijaya (2005), Sintesis TiO_2 /zeolit sebagai fotokatalis pada pengolahan limbah cair industri tapioka secara adsorpsi-fotodegradasi. *Teknoin*, 10, 257-267.
- [7] K. Wijaya, E. Sugiharto, I. Fatimah, S. Sudiono, D. Kurniyasih (2006), Utilisasi TiO_2 -zeolit dan sinar UV untuk fotodegradasi zat warna *congo red*. *Berkala MIPA*, 16, 27-35