

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Ilmenit Bangka

Ilmenit merupakan hasil samping dari penambangan timah di Pulau Bangka. Sumber ilmenit pada penelitian ini didapatkan dari Bidang Pengolahan Mineral (BPM), Unit Metalurgi Mentok, Bangka Barat. Ilmenit adalah salah satu mineral oksida yang memiliki sumber utama Ti (titanium) yang terdapat dialam. Tahapan awal preparasi ilmenit yaitu menggunakan pemisahan magnetik (*magnetic separator*). Pemisahan magnetik di BPM Mentok menggunakan jenis IRMS (*Induction Roll Magnetic Separator*) dengan tujuan untuk meningkatkan kadar ilmenit yaitu dengan memisahkan pasir, tanah dan kerikil terkandung didalam ilmenit (Setiawan, 2012). Sifat fisik ilmenit yaitu berupa pasir, berwarna kehitaman, kadar ilmenit yang semula hanya kurang dari 10% setelah dilakukan pemisahan magnetik meningkat sebesar 96%.

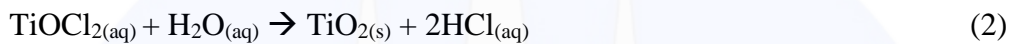


Gambar 4.1 Ilmenit

Setelah dilakukan pemisahan magnetik, ilmenit dihaluskan menggunakan *discmill* yang merupakan aktivitas mekanik untuk menghasilkan ilmenit dengan ukuran yang kecil, tujuannya agar lebih mudah bercampur pada saat pelindian atau *leaching*. Menurut Chen dkk. (2003) ukuran partikel yang kecil dapat meningkatkan kecepatan pelarutan besi pada ilmenit yang disebabkan meningkatnya luas permukaan, reaktivitas yang meningkat dan perubahan struktur kristal.

Leaching merupakan proses pencucian material menggunakan asam kuat, salah satunya adalah asam klorida (HCl). HCl mempunyai kemampuan melarutkan berbagai pengotor dalam ilmenit. Proses *leaching* ini mempengaruhi kadar besi dan kadar titanium dalam ilmenit. Unsur-unsur seperti aluminium dan silikon sukar larut dalam proses *leaching* (Setiawan, 2012). Setelah proses *leaching* dengan HCl selesai, filtrat dan endapannya dipisahkan.

Ilmenit yang dilarutkan dengan HCl akan membentuk larutan Titanium klorida dan kemudian dimurnikan lebih lanjut membentuk TiO₂. Penggunaan asam klorida akan mereduksi ion Fe³⁺ menjadi ion Fe²⁺ sehingga menjadi FeCl₂. Berikut merupakan reaksi-reaksi yang terjadi:



Leaching dengan HCl lebih menguntungkan karena menghasilkan produk yang lebih tinggi (Chatterje, 2007). Untuk memperoleh ilmenit dengan fase TiO₂ anatase, ilmenit dapat dikasinasi pada suhu 700°C (Indrawati dkk., 2014). TiO₂ jenis anatase mempunyai luas permukaan yang lebih besar daripada rutil sehingga memiliki fotoaktif yang tinggi (Zang dan Banfield, 2000).

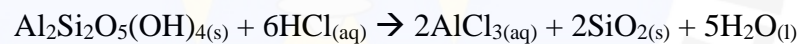
4.2 Preparasi Kaolin

Kaolin merupakan mineral alam yang melimpah di Pulau Bangka, pemanfaatannya kaolin sebagai material fungsional masih belum optimal sehingga pada penelitian ini kaolin akan diimbaskan kedalam ilmenit untuk aplikasi fotokatalis. Sumber kaolin yang didapatkan dari desa Air Bara, Kabupaten Bangka Tengah.

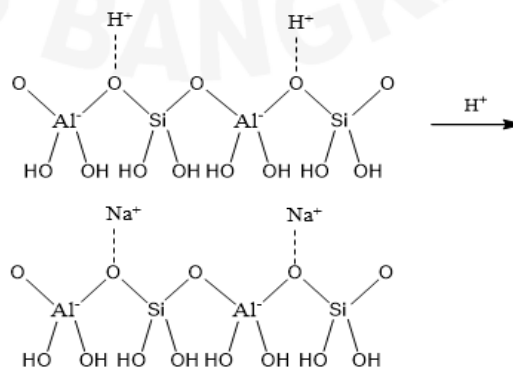


Gambar 4.2 Kaolin

Proses pencucian kaolin dengan menggunakan akuades dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor seperti tanah yang menutupi permukaan kaolin kemudian dikeringkan pada udara terbuka (Darmawan, 2017). Aktivasi kaolin yang dilakukan yaitu secara kimia karena menurut Sari dkk. (2016) aktivasi kimia paling optimal dibandingkan aktivasi kimia-fisika dan aktivasi fisika. Dalam penyusun kerangka kaolin, kaolin alam mengandung komponen utama berupa silika dan alumina, serta pengotor lainnya yang terkandung dalam kaolin berupa logam oksida, sehingga kaolin harus direaksikan terlebih dahulu menggunakan asam klorida (HCl) untuk meningkatkan kandungan kaolinit dalam kaolin (Darmawan, 2017). Berikut reaksi yang terjadi antara kaolin dengan HCl.



HCl merupakan asam yang memiliki bilangan ekivalen H^+ yang tinggi, sehingga menghasilkan sisi aktif yang lebih besar pada aktivasi kaolin. Mekanisme yang terjadi saat kaolin direaksikan dengan HCl (asam klorida) dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Reaksi protonasi pada permukaan kaolin (Lindasari dkk., 2017)

Kaolin memiliki struktur aluminosilikat yang terdiri dari 1 layer oktahedral alumina dan 1 layer tetrahedral silika yang terdapat kation penyeimbang berupa Na, Ca, K, dan Mg pada permukaan kaolin. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kaolin yang direaksikan dengan HCl terjadinya protonasi pada kation Na^+ menjadi H^+ . Hal ini disebabkan oleh asam yang ditambahkan sehingga kation penyeimbang lepas dan menyebabkan kekosongan, selain itu afinitas ion H^+ yang lebih besar dapat memudahkan proton (H^+) untuk memasuki layer kaolin (Lindasari dkk., 2017). Proses ini menyebabkan penurunan kadar Na^+ , Ca^+ , K^+ , dan Mg^{2+} dipermukaan kaolin sehingga pori-pori atau permukaan kaolin menjadi lebih terbuka (Sari dkk., 2016).

4.3 Sintesis Komposit Kaolin-TiO₂ dari Ilmenit

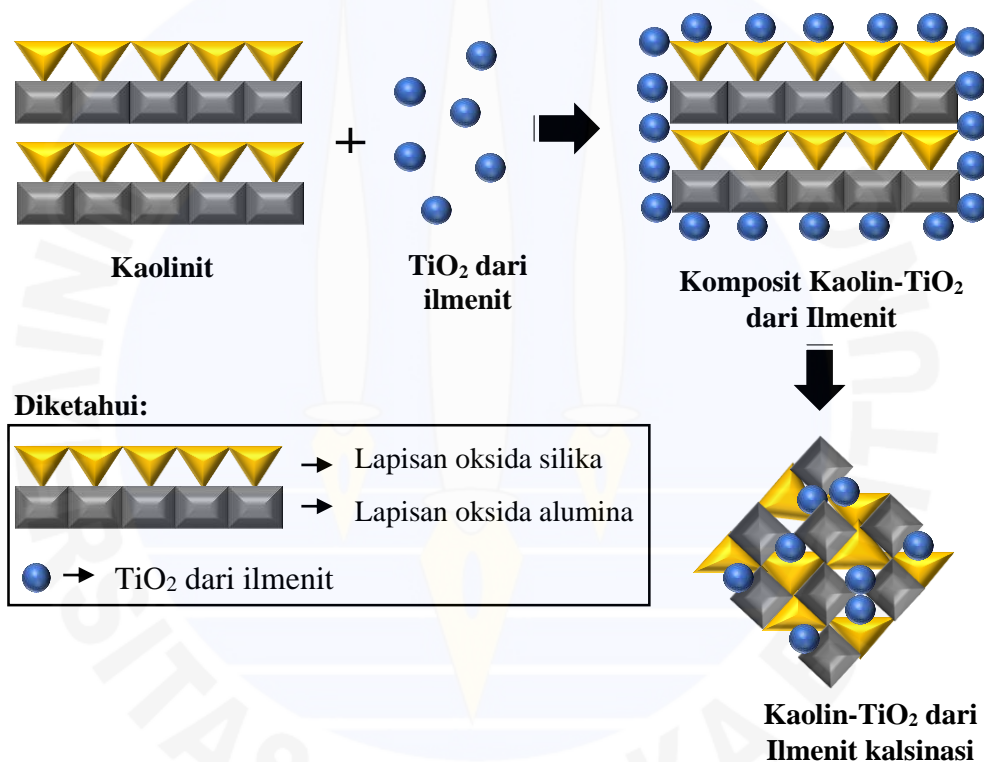
TiO₂ dari ilmenit yang diimbangkan dengan kaolin akan menyebabkan bertambah luasnya permukaan dari fotokatalis (Fatimah, 2005). Kaolin memiliki gugus hidroksi yang melimpah pada suatu permukaan yang digunakan untuk pengemban suatu material TiO₂ dengan tujuan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik (Li dkk., 2018).

Proses sintesis kaolin-TiO₂ dari ilmenit menggunakan metode presipitasi. Metode presipitasi dilakukan dengan pembentukan larutan lewat jenuh dan kemudian terjadi distribusi endapan (Swasono, 2010). Pelarut yang digunakan yaitu etanol yang dapat melarutkan TiO₂ dan untuk menghilangkan pengotor organik pada ilmenit. TiO₂ yang telah dilarutkan dengan etanol kemudian ditetesi sedikit demi sedikit kedalam kaolin suspensi, proses ini merupakan pendispersian TiO₂ kedalam pori-pori kaolin. Kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik pada suhu 80°C sehingga difusi TiO₂ kedalam pori-pori kaolin berlangsung lebih cepat. Distribusi TiO₂ dari ilmenit kedalam pori-pori kaolin membentuk suatu komposit. Pembuatan komposit dilakukan menggunakan 3 variasi massa kaolin untuk mengetahui massa optimum dari kaolin pada sintesis komposit kaolin-TiO₂ dari ilmenit.

Ikatan yang terjadi pada komposit tersebut yaitu gaya *Van Der Waals* (Borgonovo, 2010). Gaya *Van Der Waals* pada komposit terjadi karena adanya muatan positif TiO₂ dan muatan negatif pada kaolin saling tarik menarik

membentuk suatu area batas (*boundary*). Molekul yang tertarik secara elektrostatik mengalami difusi *brown* yang masuk ke sela-sela kaolin. Difusi *Brown* pada komposit terjadi karena tabrakan (zig-zag) antara partikel-partikel secara terus-menerus.

Komposit kaolin-TiO₂ selanjutnya disentrifugasi untuk mengambil endapan komposit dan dicuci menggunakan akuades hingga netral. Kemudian dikeringkan selama 6 jam suhu 100°C untuk menghilangkan kadar air dan dikalsinasi selama 2 jam dengan suhu 500°C. Penggunaan suhu 500°C disebabkan untuk mencegah terjadinya sintering pada komposit. Ilustrasi proses sintesis kaolin-TiO₂ dari ilmenit disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Ilustrasi proses sintesis komposit kaolin-TiO₂ dari ilmenit (Mishra dkk., 2018)

4.4 Karakterisasi Kaolin-TiO₂

4.4.1 Proses *Leaching* pada Ilmenit

Untuk mengetahui komposisi senyawa penyusun ilmenit dilakukan karakterisasi menggunakan XRF (*X-Ray Fluourescence*). Hasil karakterisasi XRF

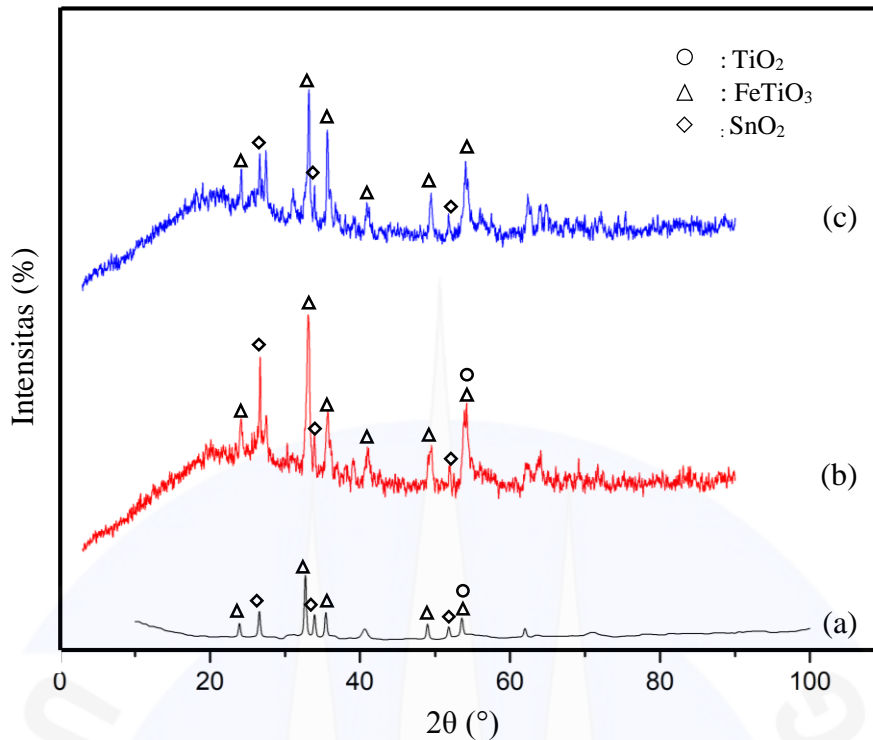
yang didapatkan dari ilmenit Bangka setelah pemisahan magnetik dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Analisis XRF pada Ilmenit

Sampel	TiO ₂ (%)	Fe (%)	Sn (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)
Ilmenit	0,33	2,86	58,97	1,03	1,65	2,51
Ilmenit (<i>magnetic separator</i>)	69,975	47,388	3,320	5,067	2,081	1,7886
Ilmenit (<i>leaching HCl</i>)	77,26	36,26	3,90	12,84	2,69	5,61

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diamati bahwa preparasi ilmenit dari tahap pemisahan magnetik dan *leaching* HCl menunjukkan kadar TiO₂ meningkat. Ilmenit sebelum pemisahan magnetik diketahui memiliki kadar Sn yang dominan dibandingkan unsur lainnya seperti TiO₂ dan Fe. Pada saat dilakukan pemisahan magnetik kadar TiO₂ dan Fe meningkat, sedangkan kadar Sn menurun. Setelah itu, pada saat ilmenit *dileaching* HCl menunjukkan kadar TiO₂ meningkat dan kadar Fe menurun. Hal ini dikarenakan sebagian ilmenit terlarut menjadi FeCl₂ dan TiOCl₂, sedangkan yang tidak terlarut menunjukkan padatan kaya Ti karena ilmenit telah mengalami pengurangan kandungan Fe yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 (Wahyuningsih dkk., 2014).

Pada penelitian ini sampel ilmenit dilakukan variasi suhu kalsinasi yaitu 600°C, 700°C dan 800°C. Proses ini dilakukan untuk melihat temperatur optimum dari ketiga variasi suhu tersebut. Adapun hasil difraktogram XRD dari ketiga variasi dari suhu tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5

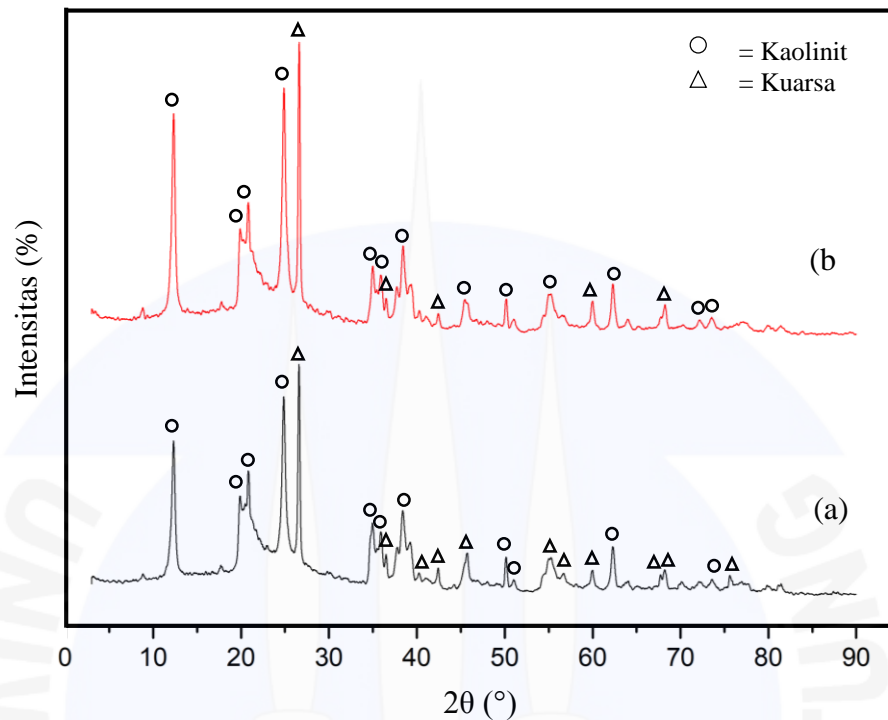


Gambar 4.5 Difraktogram XRD Ilmenit kalsinasi (a) 600°C, (b) 700°C dan (c) 800°C

Berdasarkan Gambar 4.5 bahwa suhu kalsinasi 700°C memiliki intensitas yang paling tinggi sebesar 2542% dan memiliki puncak TiO₂ anatase dibandingkan suhu kalsinasi 600°C yaitu 1178 % (TiO₂ anatase) dan 800°C sebesar 2167% (tidak terdapat puncak TiO₂ anatase). Hal ini menunjukkan pada suhu kalsinasi 700°C memiliki derajat kristalinitas yang tinggi (Hastuti, 2011). Puncak-puncak difraksi FeTiO₃ dari suhu kalsinasi 700°C terdapat pada daerah $2\theta = 35,60^\circ$; $41,06^\circ$; $49,47^\circ$ dan $53,92^\circ$. Analisis data XRD ini dilakukan dengan membandingkan nilai 2θ ilmenit pada *database ICDD (International Centre for Diffraction Data)* No. 01-075-1211. Pada difraktogram tersebut terdapat mineral lain seperti kasiterit (SnO₂) yaitu pada daerah $2\theta = 26,68^\circ$; $33,93^\circ$ dan $51,96^\circ$ serta masih terdapat kandungan Fe dari ilmenit. Hal ini dibuktikan dengan data XRF yang menunjukkan adanya unsur Fe dan Sn sehingga setelah proses kalsinasi terbentuk bentuk oksida dari unsur tersebut. Pada puncak difraksi XRD ilmenit 700°C menunjukkan adanya puncak TiO₂ anatase pada $2\theta = 53,92^\circ$, hal ini berdasarkan data JCPDS No. 78-2486 untuk TiO₂ anatase. Namun, puncak TiO₂ yang muncul tidak dominan karena masih banyaknya unsur Ti yang berikatan dengan mineral lain seperti FeTiO₃.

4.4.2 Aktivasi Kaolin

Kaolin aktivasi dilakukan analisis XRD untuk melihat fasa kaolinit yang terbentuk. Adapun difraktogram XRD dapat dilihat pada Gambar 4.6.

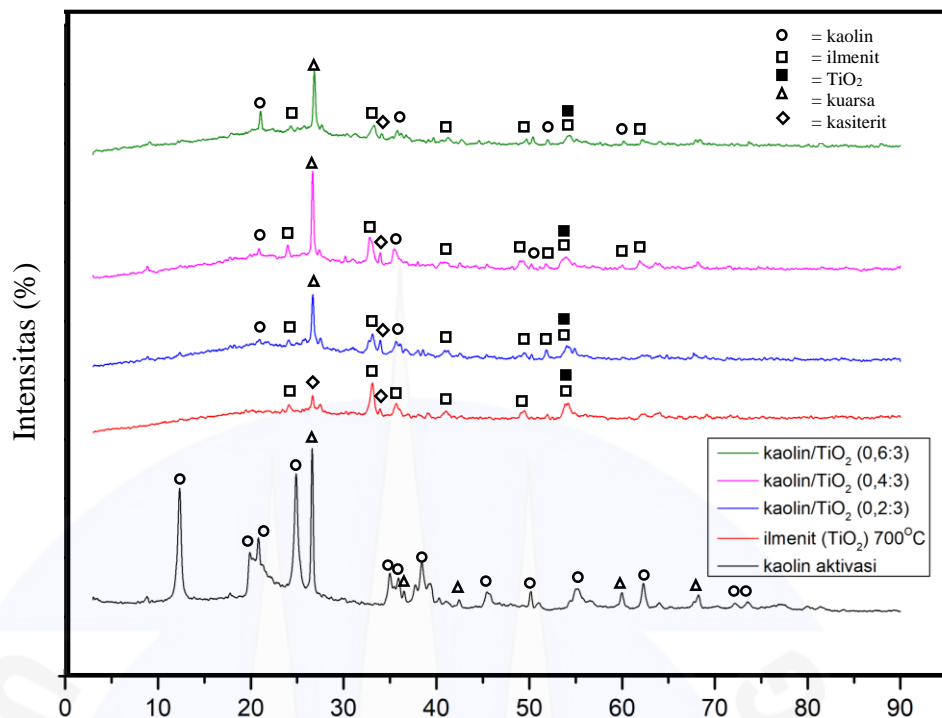


Gambar 4.6 Difraktogram XRD (a) sebelum dan (b) sesudah aktivasi kimia

Pada Gambar 4.6 dapat diamati bahwa sampel kaolin sebelum dan setelah aktivasi menunjukkan perubahan pola difraksi dan intensitas dari XRD. Dari kedua sampel tersebut menunjukkan pola difraksi yang hampir sama pada setiap puncak. Puncak difraksi tertinggi pada kaolin aktivasi kimia yaitu kuarsa, namun jika dilihat dari Gambar 4.6 bahwa puncak khas kaolinit dari kaolin setelah aktivasi kimia lebih dominan daripada kuarsa, puncak difraksi khas kaolinit terdapat pada $2\theta = 12,35^\circ$; $19,85^\circ$; $20,49^\circ$; $24,89^\circ$; dan $38,43^\circ$ berdasarkan ICDD (*International Centre for Diffraction Data*) No. 00-029-1488.

4.4.3 Pengaruh Penambahan Kaolin pada Sintesis Komposit

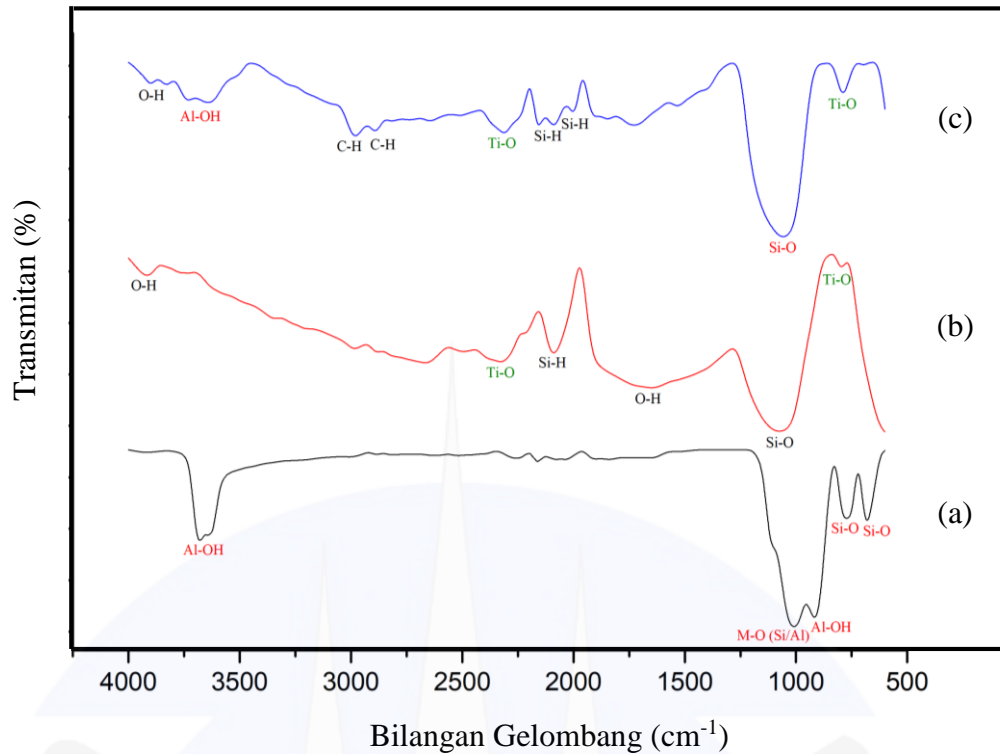
Analisis fasa dari struktur komposit dilakukan dengan analisis XRD. Adapun difraktogram komposit hasil sintesis disajikan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Perbandingan difraktogram kaolin, TiO_2 dari ilmenit, dan kaolin- TiO_2

Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa semua komposit memiliki struktur dan fasa dari ilmenit, TiO_2 , kaolin, kuarsa, dan kasiterit. Pola XRD yang menunjukkan difraktogram TiO_2 anatase pada $2\theta = 54,03^\circ$; $53,78^\circ$; dan $54,17^\circ$ muncul pada semua variasi komposit. Dari ketiga variasi massa kaolin tersebut yang memiliki intensitas paling tinggi terdapat pada komposit dengan variasi kaolin- TiO_2 dari ilmenit yaitu pada komposisi 0,4:3 (b/b). Pada komposit (0,4:3) memiliki puncak difraksi TiO_2 anatase terdapat pada $2\theta = 53,78^\circ$ dan puncak difraksi ilmenit pada daerah 2θ sekitar $23,94^\circ$; $32,80^\circ$; $40,39^\circ$; $51,80^\circ$ dan $53,78^\circ$. Untuk puncak difraksi kaolin pada komposisi kaolin- TiO_2 (0,4:3) terdapat pada daerah $2\theta = 20,85^\circ$; $35,42^\circ$ dan $50,17^\circ$. Akan tetapi, pada komposit kaolin- TiO_2 ini masih mengandung kuarsa dari kaolin. Namun kuarsa tersebut berpotensi memiliki aktivitas yang sama seperti kaolin untuk proses fotodegradasi (Tokarsky dkk., 2013).

Karakterisasi kaolin- TiO_2 dari ilmenit menggunakan FTIR dilakukan untuk mengetahui adanya gugus-gugus fungsional secara kualitatif. Spektra FTIR dari kaolin, ilmenit, dan komposit yang disajikan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Spektrum FTIR (a) kaolin aktivasi, (b) ilmenit, dan (c) komposit

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pada spektrum kaolin menunjukkan adanya serapan khas kaolin yaitu vibrasi ulur Al-OH yang berasal dari OH yang berikatan secara oktahedral dengan Al disekitar 3678 cm^{-1} . Selanjutnya vibrasi ulur M-O (dimana M= Si atau Al) dan vibrasi ulur Al-OH yang secara berturut-turut terdapat pada serapan sekitar 1003 cm^{-1} dan 916 cm^{-1} . Pita serapan vibrasi ulur Si-O yaitu pada bilangan gelombang 772 cm^{-1} dan 680 cm^{-1} . Adanya kaolinit pada kaolin alam ditandai dengan munculnya serapan khas bilangan gelombang yaitu 3678 cm^{-1} dan 680 cm^{-1} (Nmiri, 2017; Sunardi, 2009; Belver dkk., 2002).

Pada ilmenit menunjukkan adanya serapan khas TiO_2 anatase yaitu vibrasi ulur Ti-O terdapat pada bilangan gelombang 2327 cm^{-1} dan 794 cm^{-1} . Pita serapan dengan rentang bilangan gelombang disekitar 400-800 yaitu merupakan vibrasi ulur Ti-O-Ti (Sunardi dkk., 2012; Lu dkk., 2008).

Spektrum dari komposit kaolin- TiO_2 dari ilmenit menunjukkan adanya serapan khas kaolin dan ilmenit. Dari hasil spektra IR dibuktikan bahwa kaolinit dan TiO_2 dari ilmenit terbentuk yaitu dengan munculnya serapan pada bilangan gelombang sekitar 3641 cm^{-1} vibrasi ulur Al-OH; bilangan gelombang 2313 cm^{-1} ,

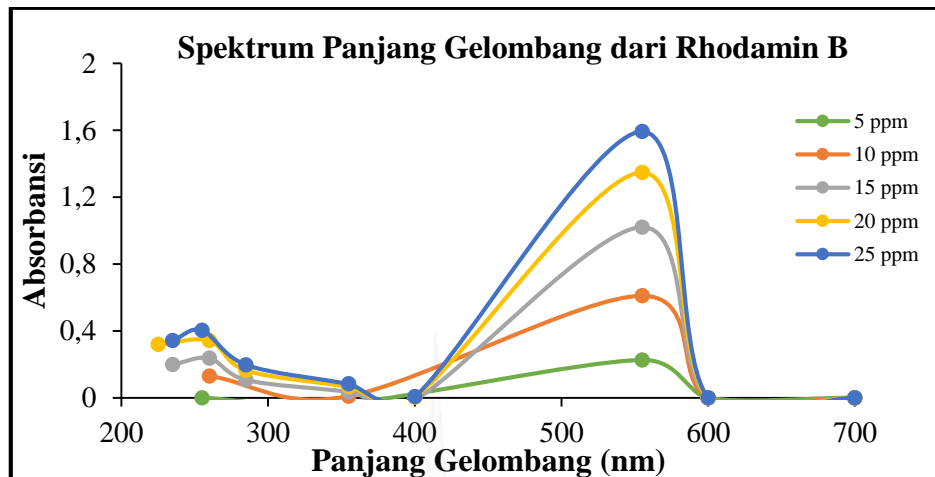
788 cm^{-1} vibrasi ulur Ti-O; dan bilangan gelombang 1057 cm^{-1} vibrasi ulur Si-O. Pada spektra komposit adanya serapan lemah seperti gugus hidroksil (-OH) dan alkana (C-H). Pada bilangan gelombang 3900 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur O-H dari air (Yuliatun dkk., 2019) dan bilangan gelombang 2979 cm^{-1} ; 2891 cm^{-1} (gugus alkana) ini berasal dari sisa senyawa organik, yang dimana pada penggunaan etanol saat pencucian komposit belum optimal sehingga masih terdapat gugus-gugus tersebut (Guo dkk., 2007).

4.5 Pengujian Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B

Dalam penelitian ini terdapat empat komponen pada reaksi fotodegradasi, yaitu sumber cahaya berupa lampu sinar UV-C, oksidan O_2 sebagai penangkap elektron, fotokatalis berupa komposit kaolin- TiO_2 dari ilmenit, dan senyawa target berupa rhodamin B. Selama proses penyinaran dengan sinar UV diaduk menggunakan *magnetic stirrer* agar proses fotodegradasi merata, kemudian disentrifugasi dan filtrat sisa zat warna dianalisis dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang maksimum (Sunardi dkk., 2012).

4.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Rhodamin B

Untuk menentukan nilai dari panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dari larutan rhodamin B menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang pada daerah tampak (*visible*) yaitu 400-700 nm. Pada Gambar 4.9 membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan standar rhodamin B maka semakin tinggi pula absorbansi pada standar rhodamin B tersebut serta didapatkan panjang gelombang maksimum Rhodamin B sebesar 555 nm. Berikut merupakan spektrum panjang gelombang maksimum dari rhodamin B.



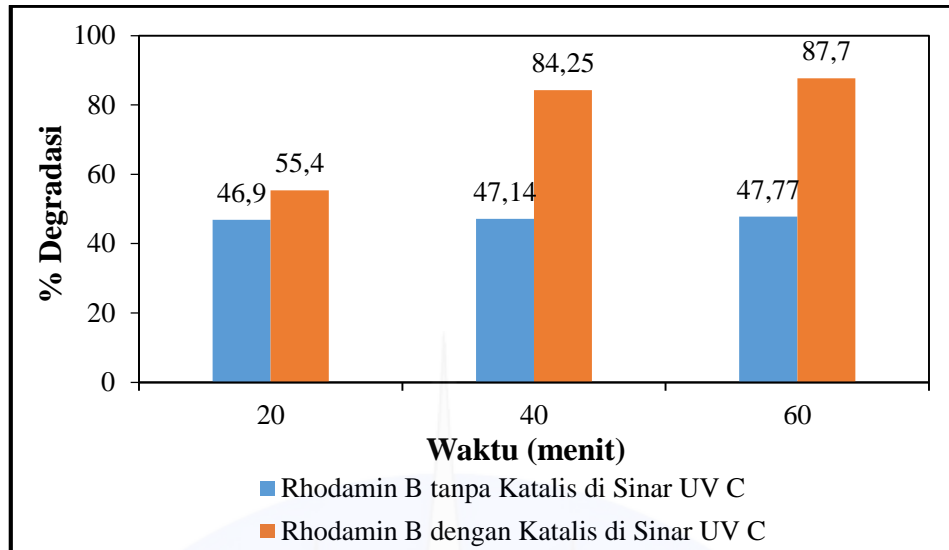
Gambar 4.9 Panjang gelombang maksimum Rhodamin B

4.5.2 Penentuan Kurva Standar Rhodamin B

Pada panjang gelombang maksimum larutan rhodamin b didapatkan dari larutan standar rhodamin B 5, 10, 15, 20, dan 25 ppm. Dari kurva standar, didapatkan persamaan regresi rhodamin B yaitu $y = 0,0694x - 0,0822$ dan koefisien relasi (R^2) yang menunjukkan kelinieritas kurva yaitu sebesar 0,998. Dari persamaan regresi rhodamin B ini dapat menghitung konsentrasi rhodamin B sisa dalam larutan sampel dengan cara memasukkan nilai absorbansi (y) dari persamaan regresi tersebut (Chandra, 2012).

4.5.3 Variasi Waktu Penyinaran dalam Degradasi Zat Warna Rhodamin B

Untuk menentukan waktu penyinaran diawali dengan menambahkan rhodamin B pada konsentrasi 20 ppm karena menurut Sari (2017) bahwa konsentrasi 20 ppm merupakan konsentrasi optimum yang digunakan dalam proses fotodegradasi dan persentase yang didapatkan mencapai 90%, kemudian dipancarkan sinar lampu UV-C tanpa katalis dengan variasi waktu penyinaran 20, 40, dan 60 menit. Selanjutnya dilakukan dengan penambahan katalis komposit kaolin-TiO₂ dari ilmenit pada rhodamin B 20 ppm yang disinari lampu UV-C dengan variasi waktu penyinaran 20, 40, dan 60 menit. Larutan sisa zat warna rhodamin b diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui absorbansi dari larutan tersebut. Hasil dari variasi waktu penyinaran dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Grafik hubungan waktu dan penggunaan katalis terhadap degradasi rhodamin B

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara persentase degradasi sinar UV-C dengan waktu penyinaran, berdasarkan grafik tersebut persentase degradasi rhodamin B yang terdegradasi dengan adanya katalis semakin besar hingga 87,7% dibandingkan tanpa katalis sebesar 47,77%. Peningkatan persentase degradasi terbesar ditunjukkan pada menit ke-40 yaitu sebesar 84,25%, namun peningkatan persentase degradasi setelah 40 menit menjadi kecil. Hal ini dikarenakan kemampuan mendegradasi zat warna rhodamin B pada katalis kaolin-TiO₂ dengan penyinaran UV sudah mencapai optimum (Agusriyanti, 2015). Berikut perbandingan perubahan warna antara rhodamin B menggunakan kaolin-TiO₂ dan tanpa katalis yang disinari UV pada variasi waktu 20, 40, dan 60 menit disajikan pada Gambar 4.11.

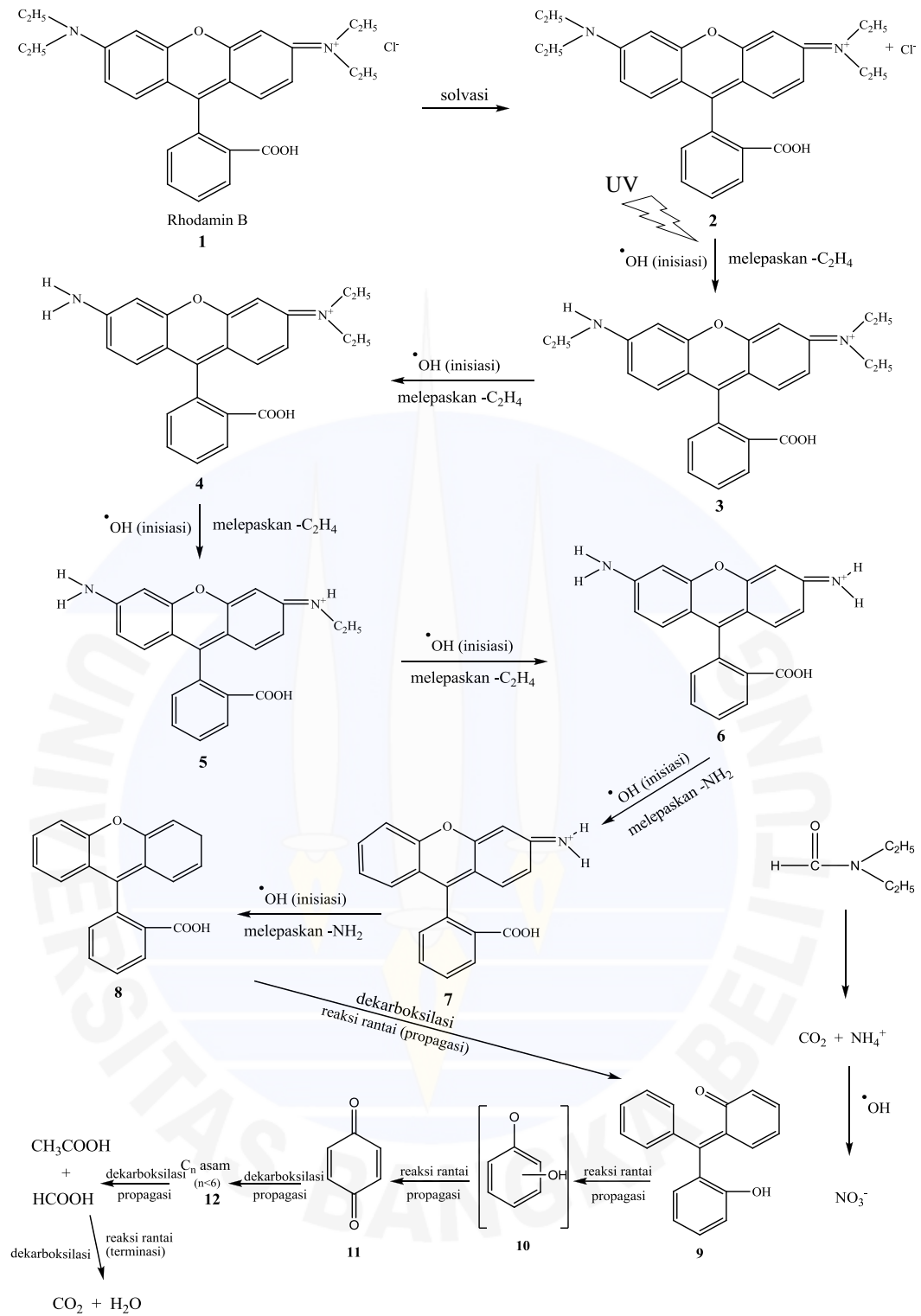


Gambar 4.11 Perubahan warna pada rhodamin B saat disinari UV C (a) tanpa katalis (b) menggunakan katalis kaolin-TiO₂ dari ilmenit

Degradasi rhodamin B menggunakan komposit kaolin-TiO₂ terjadi melalui proses adsorpsi rhodamin B ke permukaan partikel fotokatalis komposit secara simultan disertai dengan proses oksidasi fotokatalitik terhadap rhodamin B (Sunardi dkk., 2012).

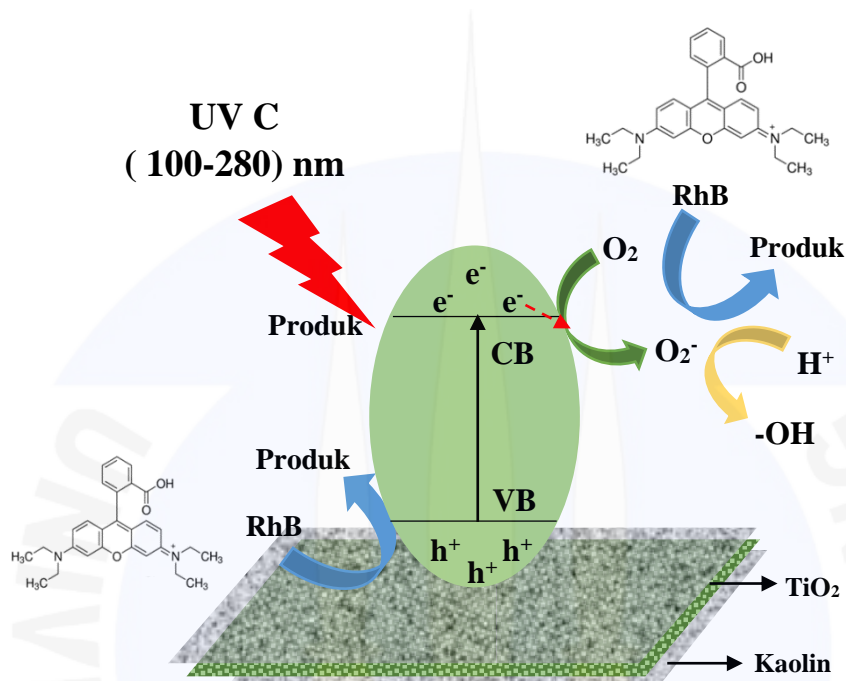
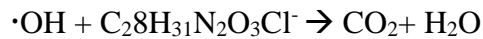
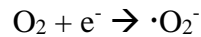
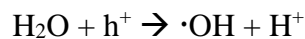
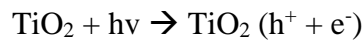
Proses degradasi rhodamin B terjadi karena adanya reaksi antara rhodamin B dengan radikal hidroksil dari fotokatalis komposit (kaolin-TiO₂ dari ilmenit), kemudian terjadi degradasi oksidatif pada rhodamin B. Berdasarkan Gambar 4.12 dengan langkah-langkah berikut (Yang, 2003):

1. Senyawa 3-6 diakibatkan dari de-etilasi senyawa rhodamin B
2. Senyawa 7-8 diakibatkan dari deaminasi senyawa 6
3. Senyawa 9 diakibatkan dari dekarboksilasi senyawa 9
4. Senyawa 11 dan 12 diakibatkan dari pembelahan cincin kromofor
5. Asam asetat dan format dihasilkan dari pembelahan cincin aromatik yang terbentuk produk akhir CO₂ dan H₂O. Pembelahan ikatan N-C menghasilkan NH₄ dan kemudian proses oksidasi lanjut NH₄⁺ oleh radikal hidroksil menghasilkan NO₃⁻



Gambar 4.12 Proses fotodegradasi rhodamin B

Mekanisme reaksinya sebagai berikut:



Gambar 4.13 Ilustrasi fotodegradasi komposit dengan rhodamin B (Sun dkk., 2018)

Kemampuan oksida titanium (Ti) merupakan suatu material semikonduktor dengan struktur elektronik yang khas memiliki pita valensi berisi elektron dan pita konduksi yang kosong. Hal ini menyebabkan saat katalis kaolin-TiO₂ disinari UV, elektron mengalami eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi yang menghasilkan elektron (e⁻) pada pita valensi dan menyebabkan kekosongan atau *hole* (h⁺) pada pita konduksi. Kemudian, *hole* (h⁺) bereaksi dengan hidroksida logam yang merupakan oksidator kuat untuk mengoksidasi rhodamin B. Elektron (e⁻) pada permukaan semikonduktor dapat terjebak dalam hidroksida logam yang bereaksi dengan H₂O atau gugus hidroksil dan O₂ menghasilkan radikal hidroksil (·OH) serta anion radikal superoksida (O₂⁻) yang akan mengoksidasi rhodamin B dalam larutan. Selama kaolin-TiO₂ terus-menerus dipancarkan sinar UV maka akan

terbentuk radikal OH dan menyerang rhodamin B yang ada pada permukaan katalis dan menyebabkan rhodamin B terdegradasi (Fatimah dkk., 2006).

