

INTISARI

Sintesis Nanokomposit TiO₂-kitosan sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna dan Fotoreduksi Logam Berat

Oleh

Imelda Fajriati

10/306785/SPA/00326

Dalam upaya meningkatkan aktivitas dan kestabilan TiO₂ sekaligus dalam rangka pengembangan metode fotokatalisis untuk penanganan limbah cair zat warna dan logam berat, telah dilakukan sintesis nanokomposit TiO₂-kitosan sebagai fotokatalis untuk reaksi fotodegradasi zat warna dan fotoreduksi logam berat secara simultan. Sintesis dilakukan dengan reaksi sol gel antara titanium(IV) iso-propoksida (TTIP) sebagai sol prekursor dan kitosan sebagai *host material* pada temperatur kamar. Sintesis tersebut diawali dengan preparasi sol prekursor yang dilanjutkan dengan proses *aging* (penuaan) untuk membentuk nanokristal. Pada preparasi sol-gel dilakukan kajian pengaruh pH sol prekursor, proses *aging* dan konsentrasi TTIP untuk memperoleh nanokristal fotokatalis yang memiliki karakteristik optimum.

Nanokomposit yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan alat XRD, FTIR, DR-UV, TG/DTA, SEM-EDX, TEM dan BET untuk mengetahui ukuran, sifat kristalinitas, energi celah pita (E_g) partikel TiO₂, dan luas permukaan fotokatalis. Adapun aktivitas fotokatalitik nanokomposit diuji pada fotodegradasi zat warna metil orange (MO) sebagai zat warna asam dan metilen biru (MB) sebagai zat warna basa, serta fotoreduksi ion logam Cu(II).

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa partikel TiO₂ yang terbentuk dalam kitosan mempunyai ukuran yang lebih kecil, yang berdimensi nanopartikel (7-9 nm) dan berfasa kristalin, dengan E_g dan luas permukaan yang lebih besar daripada TiO₂ yang disintesis tanpa kitosan (TiO₂ *bulk*). Nanopartikel TiO₂ yang terbentuk dalam kitosan telah membentuk nanokomposit TiO₂-kitosan yang dimungkinkan melalui ikatan kovalen koordinasi dan ikatan hidrogen. Ukuran partikel dan kristalinitas TiO₂ dalam kitosan dipengaruhi oleh pH dan waktu *aging*, dengan hasil tertinggi didapatkan pada pH 2-3 dan waktu *aging* selama 7 hari. Hasil kajian pengaruh konsentrasi TTIP juga menunjukkan bahwa ukuran partikel TiO₂ dikontrol oleh konsentrasi TTIP, yaitu ukuran partikel bertambah dengan kenaikan konsentrasi TTIP.

Hasil uji aktivitas menunjukkan bahwa efektivitas proses fotodegradasi zat warna dan fotoreduksi logam berat terkatalisis nanokomposit TiO₂-kitosan, lebih tinggi daripada yang terkatalisis oleh TiO₂ *bulk*. Efektivitas tersebut juga dipengaruhi oleh pH dan waktu penyinaran, dengan hasil tertinggi dicapai pada pH 4 untuk MO, pH 8 untuk MB dan pH 7 untuk Cu(II) serta waktu penyinaran setelah 3 jam.

Kadar TiO₂ pada nanokomposit TiO₂-kitosan berpengaruh nyata terhadap aktivitas fotokatalitik. Pada nanokomposit dengan kadar TiO₂ rendah dan E_g tinggi, aktivitas fotokatalitik ditentukan oleh E_g. Namun demikian, pada nanokomposit dengan kadar TiO₂ dan E_g yang relatif tinggi, aktivitas fotokatalitik dipengaruhi oleh jumlah TiO₂ dan E_g. Pada nanokomposit dengan kadar TiO₂ tinggi dan E_g rendah, aktivitas fotokatalitik ditentukan oleh jumlah TiO₂. Adapun hasil uji pengulangan nanokomposit menunjukkan bahwa fotokatalis dapat digunakan hingga 3 kali pengulangan dengan efektivitas mendegradasi serta menfotoreduksi lebih besar dari 50%.

Kata kunci: Nanokomposit TiO₂-kitosan, fotokatalis, fotodegradasi dan fotoreduksi

ABSTRACT

Synthesis of TiO₂- Chitosan nanocomposite as Photocatalyst in Dye Photodegradation and Heavy Metal Photoreduction

Imelda Fajriati

10/306785/SPA/00326

In order to improve photocatalyst method for the treatment of dye and heavy metal, TiO₂-chitosan nanocomposite has been synthesized as photocatalyst to increase TiO₂ activity and stability for simultaneous dye photodegradation and heavy metal photoreduction. The synthesis was carried out by means of sol-gel method using titanium(IV)-isopropoxide (TTIP) as sol precursor and chitosan as host material in room temperature. The synthesis was started by preparing sol precursor followed by aging process to produce nanocrystal. In the preparation of sol-gel, the pH of sol precursor, the aging process and TTIP concentration were systematically investigated to obtain nanocrystal photocatalyst with maximum performances.

The nanocomposites were then characterized using XRD, FTIR, DR-UV, TG/DTA, SEM-EDX and TEM to determine size, crystallinity, and band gap energy (E_g) of TiO₂ particles as well as the surface area of the nanocomposite. The photocatalytic activity of the nanocomposite was tested in the photodegradation of acidic methyl orange (MO) and basic methylene blue (MB) dyes and in the photoreduction of Cu(II).

Characterization results indicate that TiO₂ particles formed in the chitosan has nanoparticle dimensions (8-10 nm) and crystalline phase, with higher E_g and surface area than that of bulk TiO₂ synthesized without chitosan. TiO₂ nanoparticle formed in the chitosan produces TiO₂-chitosan nanocomposite via covalent and hydrogen bond. The size and crystallinity of TiO₂ particles in the chitosan are affected by pH and aging time, with the highest results obtained at pH 2-3 and aging time of 7 days. This study also shows that the size of TiO₂ particles is controlled by TTIP concentration, i.e. the size of TiO₂ nanoparticles increases along with the addition of TTIP concentration.

The catalytic activity test shows that TiO₂-chitosan nanocomposite has effective performance in dye photodegradation and heavy metal photoreduction as compared to that of TiO₂ bulk. The effectiveness of photocatalyst is also influenced by pH and light exposure time, with the highest result for photodegradation of MO, MB, and photoreduction of Cu(II) are obtained at pH 4, 8 and 7 respectively, after 3 hours of light exposure.

The amount of TiO₂ in the TiO₂-chitosan nanocomposite has been observed to influence to photocatalytic activity. The photocatalytic activity of nanocomposite with low TiO₂ and high E_g is dominated by the E_g . While, the photocatalytic activity of



nanocomposite with high TiO₂ and low E_g was governed by the amount of TiO₂. However, both TiO₂ and E_g has been found to affect the photocatalytic activity of nanocomposite containing relatively high amount of TiO₂ and E_g. The result of repeated test using the same nanocomposite suggests that photocatalyst can be used up to 3 times which still gives effective photodegradation and photoreduction of more than 50% from the initial concentration.

Key words: TiO₂-chitosan nanocomposite, photocatalyst, photodegradation, photoreduction