

ABSTRACT

Photocatalytic fuel cell (PFC) is a water treatment technology which can treat wastewater and generate electricity simultaneously. This speciality has drawn vast attention from researchers and also the industrial sectors. However, although the efficiency of degrading organic pollutant by the system is often high, the amount of electricity generated was still scarce and insufficient electrical energy was harvested. The main reason was that the application of commercialized photocatalyst in PFC has restricted further analysis in band gap energy (E_g) which associated with the efficiency of a photocatalysis. Therefore, this study aimed to investigate the relationship between the E_g and the overall efficiency of PFC by applying ligand field theory (LFT). Firstly, the standard photocatalyst, ZnO, was used as photoanode in the PFC to treat diluted palm oil mill effluent (POME). The chemical oxygen demand (COD) removal efficiency was 93.75% and the maximum power (P_{max}) generated was $38.85 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ after 6 hours operation at pH 7 under 1300 lx light intensity. Later, three metal complexes were synthesized in this study, namely diacetylacetonatozinc(II) complex, $[\text{Zn}(\text{acac})_2]$, di(1,10-phenanthroline)zinc(II) chloride complex, $[\text{Zn}(\text{phen})_2]\text{Cl}_2$ and dichlorobis(triphenylphosphine)zinc(II) complex, $[\text{ZnCl}_2(\text{PPh}_3)_2]$ and dopped on a Zn plate as the photoanode in their respective PFC system. These zinc complexes were synthesized with pi-donor ligand, acetylacetonato (acac) as well as pi-acceptor ligand, namely 1,10-phenanthroline (phen) and triphenylphosphine (PPh_3) to alter the E_g of the photocatalyst used. PFC system fabricated by aforementioned complexes were compared to a standard ZnO/Zn PFC with diluted palm oil mill effluent (POME) as the electrolyte. All of the PFC systems were optimized with parameters such as contact hour, initial organic pollutant concentration, initial pH value and light intensity. Results showed that the overall efficiency of $[\text{Zn}(\text{phen})_2]\text{Cl}_2/\text{Zn}$ PFC surpassed ZnO/Zn with 96.29% COD removal efficiency and P_{max}

generation of $48.76 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ at pH 6, under 1300 lx light intensity for 4 hours. The least efficient system in this study was found to be $[\text{Zn}(\text{acac})_2]/\text{Zn}$ with COD degradation at only 44.78% and P_{max} of $9.33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ at pH 6, under 1300 lx light intensity for 2 hours. The overall efficiency of these complex was found to be correlated with the estimated E_g , as the smaller the E_g the higher the efficiency of the PFC system in both degrading organic pollutant and generating electricity.

Keywords: PFC, photocatalysis, POME treatment, zinc complexes, band gap energy

Sintesis, Rekabentuk, Pencirian Dan Aplikasi Kompleks Logam Dalam Sel Bahan Api Fotokatalitik Untuk Rawatan Air Kumbahan Dan Penjanaan Elektrik

ABSTRAK

Sel bahan api fotokatalitik (PFC) ialah sebuah teknologi rawatan air yang boleh merawat air dan menjana elektrik pada masa yang sama. Kebolehan ini telah menarik minat para penyelidik dan juga sektor industri. Namun begitu, walaupun sistem ini sering mempunyai kecekapan yang tinggi dalam meleraikan bahan cemar organik, jumlah elektrik yang dijana masih tidak memuaskan dan terlalu sedikit untuk dituai. Punca utamanya ialah penggunaan fotopemangkin komersil telah menghalang analisis terperinci terhadap tenaga jurang jalur (E_g) yang sering dikaitkan dengan kecekapan sesuatu fotopemangkinan. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk mengenal pasti hubungan di antara E_g dan juga kecekapan PFC secara menyeluruh dengan mengaplikasikan teori padang ligand (LFT). Pertama sekali, ZnO, pemangkin standard telah digunakan sebagai fotoanod di dalam PFC untuk merawat efluen kilang kelapa sawit cair. Kecekapan penyingkiran COD bagi sistem tersebut ialah 93.75% manakala kuasa maksimum yang terjana ialah $38.85 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ selepas beroperasi selama 6 jam pada pH 7 di bawah 1300 luks keamatan cahaya. Seterusnya, tiga kompleks logam yang disintesis dalam kajian ini, iaitu kompleks diasetilasetonatozink(II), $[\text{Zn}(\text{acac})_2]$, kompleks di(1,10-fenantrolin)zink(II) klorida, $[\text{Zn}(\text{phen})_2]\text{Cl}_2$, kompleks diklorobis(trifenilfosfin)zink(II), $[\text{ZnCl}_2(\text{PPh}_3)_2]$ telah disalut ke atas plat zink untuk digunakan di dalam sistem PFC masing-masing. Kompleks zink tersebut telah disintesis dengan menggunakan ligan penderma pi, asetilasetonato (acac) serta ligan penerima pi iaitu 1, 10-fenantrolin (phen) dan trifenilfosfin (PPh_3) untuk mengubah E_g bagi setiap fotopemangkin yang digunakan. Sistem PFC yang dipasang menggunakan kompleks-kompleks tersebut dibandingkan bersama sistem PFC ZnO/Zn standard yang menggunakan

efluen kilang kelapa sawit cair sebagai elektrolit. Kesemua sistem PFC telah dioptimumkan dengan menggunakan beberapa parameter iaitu tempoh jam beroperasi, kepekatan asal bahan pencemar organik, nilai pH asal dan keamatan cahaya. Keputusan akhir menunjukkan bahawa kecekapan menyeluruh bagi $[\text{Zn}(\text{phen})_2]\text{Cl}_2/\text{Zn}$ PFC melepasi ZnO/Zn dengan 96.29% kecekapan penyingkiran COD dan penjanaan kuasa maksimum sebanyak $48.76 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pada pH 6, dibawah 1300 luks keamatan cahaya selama 4 jam beroperasi. Sistem yang mempunyai kecekapan terendah pula merupakan $[\text{Zn}(\text{acac})_2]/\text{Zn}$ dengan peleraian COD hanya sebanyak 44.78% dan $9.33 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ penjanaan kuasa maksimum pada pH 6, dibawah 1300 luks kepekatan cahaya selama 2 jam. Keseluruhan kecekapan kompleks-kompleks logam ini telah dijumpai berkait rapat dengan E_g yang dianggarkan, iaitu semakin kecil E_g , semakin tinggi kecekapan sesebuah sistem PFC dalam meleraikan bahan pencemar organik dan menjana kuasa elektrik.

Kata kunci: PFC, fotokatalisis, rawatan POME, kompleks zink, kuasa jurang jalur