

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PERSEMBAHAN | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| INTISARI | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Tujuan Penelitian | 5 |
| I.3 Manfaat Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS | 7 |
| II.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| II.1.1 Titanium dioksida (TiO_2) | 7 |
| II.1.2 Pengaruh jumlah titanium tetraisopropoksida (TTIP) | 10 |
| II.1.3 Titanium dioksida-polianilin ($\text{TiO}_2\text{-PANI}$) | 12 |
| II.1.4 Magnetit/titania ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$) | 17 |
| II.1.5 Magnetit/silika/titania ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$) | 19 |
| II.1.6 Magnetit/silika-polianilin ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2\text{-PANI}$) | 23 |
| II.1.7 <i>Capping agent</i> untuk mencegah agregasi nanopartikel Fe_3O_4 | 24 |
| II.1.8 Ion $[\text{AuCl}_4]^-$ | 25 |
| II.1.9 Metode sonikasi | 26 |
| II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian | 28 |
| II.2.1 Perumusan hipotesis 1 | 28 |
| II.2.2 Perumusan hipotesis 2 | 28 |
| II.2.3 Perumusan hipotesis 3 | 29 |
| II.2.4 Perumusan hipotesis 4 | 29 |
| II.2.5 Rancangan penelitian | 30 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 31 |
| III.1 Bahan | 31 |
| III.2 Peralatan | 31 |
| III.3 Prosedur | 31 |
| III.3.1 Sintesis fotokatalis | 32 |
| III.3.2 Karakterisasi fotokatalis | 33 |
| III.3.3 Uji aktivitas fotokatalis | 34 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| IV.1 Karakterisasi Fotokatalis | 36 |
| IV.1.1 Karakterisasi fotokatalis menggunakan Spektrometer FTIR | 36 |
| IV.1.2 Karakterisasi fotokatalis menggunakan XRD | 40 |
| IV.1.3 Karakterisasi fotokatalis menggunakan TEM | 43 |
| IV.1.4 Karakterisasi fotokatalis menggunakan SEM-EDX | 45 |

| | | |
|--------------|---|----|
| IV.1.5 | Karakterisasi fotokatalis menggunakan VSM | 46 |
| IV.1.6 | Karakterisasi fotokatalis menggunakan spektrofotometer SR UV-Vis | 49 |
| IV.2 | Uji Aktivitas Fotokatalis | 50 |
| IV.2.1 | Pengaruh pH terhadap fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ | 50 |
| IV.2.2 | Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ | 52 |
| IV.2.3 | Pengaruh jumlah prekursor TTIP terhadap aktivitas fotokatalis nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 54 |
| IV.2.4 | Penggunaan kembali fotokatalis nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI pada fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ | 57 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 60 |
| V.1 | Kesimpulan | 60 |
| V.2 | Saran | 60 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| | LAMPIRAN | 73 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar II.1 | Mekanisme penyerapan cahaya oleh TiO ₂ | 8 |
| Gambar II.2 | Pita <i>bending</i> permukaan dari (a) fase <i>anatase</i> dan (b) <i>rutile</i> | 8 |
| Gambar II.3 | Tahapan utama dalam mekanisme fotoelektrokimia | 9 |
| Gambar II.4 | Ilustrasi penampang melintang film tipis TiO ₂ dengan ketebalan lapisan berbeda | 11 |
| Gambar II.5 | Struktur garam <i>emeraldine</i> dari PANI | 13 |
| Gambar II.6 | Oksidasi anilin hidroklorida dengan amonium peroksidisulfat menghasilkan polianilin (<i>emeraldine</i>) | 13 |
| Gambar II.7 | Skema pembentukan nanokomposit TiO ₂ -PANI <i>core-shell</i> | 14 |
| Gambar II.8 | Mekanisme penyerapan sinar UV oleh nanokomposit TiO ₂ -PANI (e ⁻ : elektron, h ⁺ : hole) | 15 |
| Gambar II.9 | Mekanisme penyerapan sinar tampak oleh nanokomposit TiO ₂ -PANI | 16 |
| Gambar II.10 | Kemungkinan transfer pembawa muatan dalam sistem TiO ₂ /besi oksida, (a) fase oksida besi dienkapsulasi dalam matriks titanium dioksida dan (b) fase oksida besi berada di dekat permukaan | 20 |
| Gambar II.11 | Pengaruh posisi titania pada aktivitas fotokatalitik titania murni dan partikel Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ | 22 |
| Gambar II.12 | Skema sederhana dari interaksi SiO ₂ dengan bentuk <i>emeraldine</i> dari polianilin untuk membentuk material hibrida | 24 |
| Gambar II.13 | Presentasi skematik efek perlakuan ion sitrat sebagai <i>capping agent</i> pada morfologi nanopartikel magnetit/silika | 24 |
| Gambar II.14 | Hubungan antara persen distribusi ion kompleks Au(III) dan pH larutan pada konsentrasi ion klorida konstan (C = 0,6 M) dan suhu 25 °C | 25 |
| Gambar II.15 | Distribusi ukuran partikel (a) non-ultrasonik-TiO ₂ dan (b) ultrasonik-TiO ₂ , yang dikalsinasi pada 300 °C | 27 |
| Gambar IV.1 | Spektra FTIR dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 37 |
| Gambar IV.2 | Interaksi jembatan bidentat antara gugus karboksilat pada ion sitrat dengan atom Fe pada permukaan partikel magnetit | 38 |
| Gambar IV.3 | Spektra FTIR dari (a) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (1 mmol), (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (2 mmol), (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol), (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (6 mmol) | 39 |
| Gambar IV.4 | Spektra FTIR dari (a) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ -PANI, (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(1 mmol), (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(2 mmol), (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol), (e) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) | 40 |
| Gambar IV.5 | Pola XRD dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 41 |
| Gambar IV.6 | Pola XRD dari (a) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (1 mmol), (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (2 mmol), (c) | 42 |

| | | |
|--------------|---|----|
| | Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol) dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (6 mmol) | |
| Gambar IV.7 | Pola XRD dari (a) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ -PANI, (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(1 mmol), (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(2 mmol), (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) dan (e) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) | 43 |
| Gambar IV.8 | Citra TEM dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , dan (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ , dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 44 |
| Gambar IV.9 | Distribusi ukuran partikel (a) Fe ₃ O ₄ , (a) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI berdasarkan citra TEM | 45 |
| Gambar IV.10 | Spektra EDX nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 46 |
| Gambar IV.11 | Nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI dalam medium cair (a) sebelum diberi medan magnet eksternal, (b) 15 detik, (c) 30 detik dan (d) 3 menit setelah diberi medan magnet eksternal | 47 |
| Gambar IV.12 | Kurva histeresis dari (a) Fe ₃ O ₄ , (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol), dan (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) | 48 |
| Gambar IV.13 | Spektra SR UV-Vis dari (a) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol), (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(1 mmol), (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(2 mmol), (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) dan (e) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) | 49 |
| Gambar IV.14 | Serapan tepi dari (a) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol), (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(1 mmol), (c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(2 mmol), (d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) dan (e) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) | 50 |
| Gambar IV.15 | Pengaruh pH terhadap fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ oleh nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) | 51 |
| Gambar IV.16 | Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotoreduksi ion [AuCl ₄] ⁻ pada pH 4 | 53 |
| Gambar IV.17 | Pengaruh waktu penyinaran terhadap fotoreduksi ion [AuCl ₄] ⁻ pada pH 1 | 53 |
| Gambar IV.18 | Mekanisme penyerapan sinar UV oleh fotokatalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI | 54 |
| Gambar IV.19 | Pengaruh jumlah prekursor TTIP terhadap fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ pada pH 4 | 55 |
| Gambar IV.20 | Pengaruh jumlah prekursor TTIP terhadap fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ pada pH 1 | 56 |
| Gambar IV.21 | Perbandingan fotoreduksi [AuCl ₄] ⁻ oleh fotokatalis nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) dan TiO ₂ pada radiasi sinar UV | 57 |
| Gambar IV.22 | Penggunaan kembali fotokatalis nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI untuk fotoreduksi ion [AuCl ₄] ⁻ | 57 |

Gambar IV.23 Pola XRD dari Fe₃O₄/SiO₂/TiO₂-PANI(4 mmol) (a) sebelum dan sesudah dipakai untuk fotoreduksi [AuCl₄]⁻ pada (b) pH 1 dan (c) 4

58

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel II.1 | Data struktur kristal dari TiO ₂ | 7 |
| Tabel II.2 | Spesiasi larutan [AuCl ₄] ⁻ pada berbagai pH | 26 |
| Tabel IV.1 | Perbandingan momen magnetik dari Fe ₃ O ₄ , Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ (4 mmol), dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(4 mmol) | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|---|-----|
| Lampiran 1 | Spektra FTIR material hasil sintesis | 73 |
| Lampiran 2 | Pola XRD material hasil sintesis | 84 |
| Lampiran 3 | Perhitungan energi celah pita dari material hasil sintesis menggunakan spektra SR UV-Vis | 98 |
| Lampiran 4 | Uji aktivitas fotokatalis | 103 |
| Lampiran 5 | SEM-EDX nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ -PANI(6 mmol) | 105 |
| Lampiran 6 | JCPDS magnetit PDF#19-0629 | 106 |
| Lampiran 7 | JCPDS TiO ₂ anatase PDF#21-1272 | 107 |
| Lampiran 8 | JCPDS emas PDF#04-0784 | 108 |