

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	6
II.1 Tinjauan Pustaka	6
II.1.1 Fotokatalis TiO ₂ dan mekanisme fotokatalisis	6
II.1.2 Transformasi fotokatalitik CO ₂	11
II.1.3 Modifikasi TiO ₂	16
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	20
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	20
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	20
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	21
II.2.5 Rancangan penelitian	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1 Bahan	23
III.2 Alat	23
III.3 Prosedur Penelitian	23
III.3.1 Sintesis fotokatalis	24
III.3.2 Karakterisasi fotokatalis	25
III.3.3 Pengujian aktivitas fotokatalis pada reduksi fotokatalitik CO ₂	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
IV.1 Karakterisasi Fotokatalis	27
IV.1.1 Spektra FTIR	27
IV.1.2 Difraktogram XRD	30
IV.1.3 Karakterisasi citra TEM	33
IV.1.4 Karakterisasi citra SEM-EDX dan mapping	35
IV.1.5 Karakterisasi kurva VSM	41
IV.1.6 Karakterisasi Spektra DR-UV	44
IV.1.7 Karakterisasi permukaan	46

IV.2 Konversi CO ₂ Menjadi Metanol	48
IV.2.1 Pengaruh pH pada konversi CO ₂ menjadi metanol	48
IV.2.2 Pengaruh penambahan jumlah material fotokatalis pada konversi CO ₂ menjadi metanol	53
IV.2.3 Pengaruh modifikasi TiO ₂ pada konversi CO ₂ menjadi metanol	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
V.1 Kesimpulan	61
V.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur kristal TiO ₂ (Diebold, 2003)	7
Gambar II.2 Pita konduksi, pita valensi dan pasangan elektron- <i>hole</i> pada semikonduktor (Hoffman dkk., 1995)	9
Gambar II.3 Posisi pita valensi dan konduksi beberapa semikonduktor, relatif terhadap potensial redoks reduksi CO ₂ (Xie dkk., 2016)	12
Gambar II.4 Distribusi spesies karbonat dalam berbagai pH (Steel dkk., 2013)	14
Gambar II.5 Struktur kristal magnetit (Blaney, 2007)	18
Gambar II.6 Transfer elektronik pada sistem TiO ₂ /Fe ₃ O ₄ a) Fe ₃ O ₄ terbungkus seluruhnya oleh TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ pada permukaan TiO ₂ (Beydoun dkk., 2003)	19
Gambar IV.1 Spektra inframerah a) Fe ₃ O ₄ , b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , c) Fe ₃ O ₄ / SiO ₂ /TiO ₂ , d) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan e) TiO ₂	28
Gambar IV.2 Struktur natrium sitrat	29
Gambar IV.3 Difraktogram a) Fe ₃ O ₄ , b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , c) Fe ₃ O ₄ / SiO ₂ /TiO ₂ , d) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan e) TiO ₂	31
Gambar IV.4 Citra TEM nanokomposit a) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ perbesaran 200.000×	34
Gambar IV.5 Morfologi permukaan Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dengan perbesaran 100.000×	36
Gambar IV.6 Spektrum EDX nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	36
Gambar IV.7 a) Pemetaan unsur pada nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , b) <i>mapping</i> unsur Ti, c) <i>mapping</i> unsur O, d) <i>mapping</i> unsur Fe dengan perbesaran 20.000×	37
Gambar IV.8 Morfologi permukaan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ , dengan perbesaran 100.000×	38
Gambar IV.9 Spektrum EDX nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	39
Gambar IV.10 a) pemetaan unsur pada nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ , b) <i>mapping</i> unsur Ti, c) <i>mapping</i> unsur O, d) <i>mapping</i> unsur Si, e) <i>mapping</i> unsur Fe dengan perbesaran 50.000×	40
Gambar IV.11 Nanokomposit a) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dalam suspensi medium cair dalam keadaan awal dan ketika diberi medan magnet eksternal	42
Gambar IV.12 Kurva magnetisasi material a) Fe ₃ O ₄ , b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ , c) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , d) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	43
Gambar IV.13 Spektra DR-UV: a) TiO ₂ , b) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan c) nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	44

Gambar IV.14 Kurva isotherm adsorpsi desorpsi a) TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	46
Gambar IV.15 Kromatogram a) standar metanol 30% dan hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada b) pH 2, c) pH 4, d) pH 6, e) pH 8, dan f) pH 10	49
Gambar IV.16 Spektra MS a) standar metanol 30% dan hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada b) pH 2, c) pH 4, d) pH 6, e) pH 8, dan f) pH 10	50
Gambar IV.17 Pola fragmentasi metanol (Ramanda, 2017)	51
Gambar IV.18 Kurva konsentrasi metanol hasil fotokatalitik pada berbagai pH	52
Gambar IV.19 Kromatogram a) standar metanol 30% dan hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada b) 0,3, c) 0,7, d), 1,0 e) 1,3, dan f) 1,7 mg/mL	54
Gambar IV.20 Spektra MS a) standar metanol 30% dan hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada b) 0,3, c) 0,7, d), 1,0 e) 1,3, dan f) 1,7 mg/mL	55
Gambar IV.21 Kurva pengaruh penambahan jumlah fotokatalis terhadap konsentrasi metanol hasil reduksi fotokatalitik	56
Gambar IV.22 Kromatogram hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada a) TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	58
Gambar IV.23 Spektrum MS hasil reduksi fotokatalitik CO ₂ pada a) TiO ₂ b) Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan c) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	59
Gambar IV.24 Hasil reduksi fotokatalitik pada berbagai jenis material	60

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kelimpahan TiO ₂ sebagai fungsi pH	7
Tabel II. 2 Energi celah pita semikonduktor fotokatalis (Rajeshwar and Ibanez, 1997)	8
Tabel II.3 Reaksi terkait fotokatalitik konversi CO ₂ dengan H ₂ O (Xie dkk., 2016)	12
Tabel IV.1 Penentuan ukuran kristal magnetit dengan persamaan Debye-Scherrer	32
Tabel IV.2 Komposisi unsur-unsur penyusun nanokomposit Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	37
Tabel IV.3 Komposisi unsur-unsur penyusun nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	39
Tabel IV.4 Perbandingan nilai kemagnetan Fe ₃ O ₄ dan nanokomposit Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	43
Tabel IV.5 Energi celah pita material TiO ₂ , Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ , dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂	45
Tabel IV.6 Hasil pengukuran pori dan luas permukaan material	47
Tabel IV.7 Waktu retensi puncak kromatogram pada berbagai pH	51
Tabel IV.8 Waktu retensi puncak kromatogram pada variasi jumlah fotokatalis	56
Tabel IV.9 Waktu retensi puncak kromatogram pada material TiO ₂ termodifikasi	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spektra FTIR hasil sintesis	72
Lampiran 2 Difraktogram sinar-X hasil sintesis	77
Lampiran 3 Kurva magnetisasi	80
Lampiran 4 ICDD material	82
Lampiran 5 Penentuan energi celah pita	88
Lampiran 6 Isoterm adsorbs desorbsi N ₂	93