LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DISERTASI DOKTOR

SINTESIS NANOKOMPOSIT MAGNETIK ZnO-(Mn/Co)Fe_2O_4 DALAM MEDIA BEBAS ORGANIK UNTUK FOTODEGRADASI LIMBAH ZAT WARNA DALAM AIR DI BAWAH SINAR MATAHARI

OLEH:

RAHMAYENI, MS
NIDN: 0010106306

Dibiayai Oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor: 059/SP2H/LT/DRPM/IV/2017
Tahun Anggaran 2017

UNIVERSITAS ANDALAS

OKTOBER, 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	: Sintesis nanokomposit magnetik ZnO-(Mn/Co)Fe2O4 dalam media bebas organik untuk fotodegradasi limbah zat warna dalam air di bawah sinar matahari.
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap	: RAHMAYENI,
Perguruan Tinggi	: Universitas Andalas
NIDN	: 0010106306
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
Program Studi	: Kimia
Nomor HP	: 081363100506
Alamat surel (e-mail)	: rahmayenni83@yahoo.com
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	: -
Alamat	: -
Penanggung Jawab	: -
Tahun Pelaksanaan	: **Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun**
Biaya Tahun Berjalan	: **Rp 51,500,000**
Biaya Keseluruhan	: **Rp 51,500,000**

Mengetahui,
Dekan FMIPA Universitas Andalas

(Prof. Dr. Mansyurdin, MS.)
NIP/NIK 196002131987061005

Kota Padang, 19 - 10 - 2017
Ketua,

(RAHMAYENI,)
NIP/NIK 196310101989012001

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Andalas

(Dr. Ing. Uyung Gatot S. Dinata)
NIP/NIK 196607091992031003

RINGKASAN

Seng oksida (ZnO) adalah oksida logam yang menarik perhatian para ahli kimia karena sifatnya yang stabil secara kimia, tidak bersifat racun, mudah didapatkan, lebih murah, morfologi dapat dikendalikan, *biodegradable* dan bersahabat dengan lingkungan. ZnO secara luas telah digunakan untuk berbagai macam aplikasi seperti anti mikroba, sensor gas, sel matahari dan fotokatalis. Sebagai katalis dalam proses fotokatalitik ZnO memiliki aktivitas yang tinggi, akan tetapi ZnO juga mempunyai *band gap* yang besar yaitu sekitar 3,37 eV sehingga hanya aktif menyerap pada daerah sinar UV dengan panjang gelombang tertinggi sekitar 387 nm. Untuk aplikasi fotokatalitik pada daerah sinar tampak dan sinar matahari material ini kurang menguntungkan. Usaha untuk meningkatkan aktivitas material ini pada daerah sinar tampak telah banyak dilakukan antara lain dengan cara mendoping ZnO dengan atom logam, non logam ataupun oksida logam akan tetapi material yang dihasilkan sulit didaur ulang dan digunakan kembali. MFe_2O_4 (M=logam transisi) adalah material ferit dengan struktur spinel yang bersifat magnit. Spinel ferit ini dapat digunakan sebagai pendoping untuk meningkatkan aktivitas ZnO pada daerah sinar tampak. Sifat magnit yang dipunyai ferit menguntungkan karena komposit ZnO-MFe_2O_4 yang terbentuk bersifat magnit sehingga dapat dipisahkan dari cairan dengan pengaruh medan magnit dari luar.

Beberapa cara dan metode sudah dilakukan oleh para peneliti untuk membuat material komposit ZnO-MFe_2O_4 dengan sifat yang lebih baik. Permasalahannya kebanyakan para peneliti sebelumnya menggunakan zat organik berbahaya, mahal serta sulit didapatkan dalam sintesis. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis ZnO-(Mn/Co)Fe_2O_4 melalui cara hidrotermal yang bebas zat organik. Dari penelusuran literatur yang sudah dilakukan, belum ada dilaporkan tentang sintesis material ini dengan menggunakan media yang bebas zat organik lalu diaplikasikan untuk pendegradasi zat warna dalam air di bawah sinar matahari. Sintesis material dengan cara ini lebih ramah lingkungan sehingga disebut dengan metode "*Green Chemistry*" karena menggunakan air sebagai pelarut. Dalam sintesis dilakukan variasi (Mn/Co)Fe_2O_4 untuk melihat pengaruh variabel tersebut terhadap pembentukan, sifat dan aktivitas komposit ZnO-(Mn/Co)Fe_2O_4. Nanokomposit yang dihasilkan dikarakterisasi dengan peralatan XRD, SEM, EDX, VSM, DRS UV-vis dan FTIR. Aktivitas fotokatalitik komposit diuji terhadap degradasi zat warna Rhodamin B dalam air dibawah sinar matahari. Dalam uji ini dilakukan variasi terhadap lama penyinaran, jumlah katalis dan konsentrasi zat warna. Untuk menguji ketahanan material maka dilakukan uji aktivitas material yang telah dipakai (recycle). Selanjutnya sampel komposit diuji aktivitasnya terhadap degradasi zat warna yang berasal dari limbah zat warna kain batik.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa semikonduktor komposit magnetik ZnO-MFe_2O_4 (M=Mn dan Co) telah berhasil disintesis dengan metode hidrotermal yang bebas zat organik. Warna dan morfologi komposit yang dihasilkan dipengaruhi jenis logam (M) yang digunakan dalam pembuatan MFe_2O_4 dan metode sintesis. Puncak-puncak spesifik yang muncul dalam pola XRD komposit merupakan pola yang cocok untuk kristal kubus dari spinel ferit MFe_2O_4 dan kristal heksagonal wurtzite ZnO dimana pola ini sesuai dengan standar ICDD. Sifat magnit dari material yang diukur dengan VSM menunjukkan bahwa $CoFe_2O_4$ bersifat feromagnetik dan $MnFe_2O_4$ superparamagnetik. Sifat magnit dari komposit cendrung mengikuti pola ferit yang diberikan dengan nilai kemagnetan yang lebih rendah dari feritnya. Dari hasil pengukuran sifat optik diperlihatkan bahwa komposit yang dihasilkan menyerap di daerah sinar tampak (>400 nm) dengan nilai *band gap* yang lebih

kecil dari ZnO dan lebih besar dari ferit MFe_2O_4. Ini membuktikan bahwa penggabungan ferit dalam ZnO membentuk komposit ZnO-MFe_2O_4 telah berhasil dilakukan.

Uji aktivitas fotokatalitik komposit terhadap degradasi zat warna memperlihatkan bahwa semua komposit pada umumnya memperlihatkan aktivitas yang lebih baik dari pada ZnO dan MFe_2O_4. Komposit dengan morfologi yang lebih homogen dan ukuran partikel lebih kecil mempunyai aktivitas yang lebih tinggi. Kemampuan komposit dalam mendegradasi zat warna dipengaruhi oleh MFe_2O_4 yang terdapat dalam komposit. Aktivitas fotokatalitik yang lebih baik didapat untuk komposit NCo_1HD dengan persentase zat warna yang difotodegradasi mencapai angka 98,5 % dengan waktu kontak selama 3 jam untuk rodamin B sedangkan untuk komposit NMn-3 mencapai 97 %. Untuk zat warna dari limbah kain batik aktivitas NCo_1HD jauh lebih rendah dibanding NMn-3. Jadi aktivitas fotokatalitik komposit ditentukan oleh jenis zat warna yang didegradasi. Hasil pengujian terhadap pemakaian berulang sebanyak 4 kali menunjukkan komposit NCo_1HD memperlihatkan ketahanan yang baik setelah dipakai berulang kali. Spektrum serapan UV-vis zat warna yang telah didegradasi memperlihatkan bahwa tidak ada puncak serapan lain yang muncul selain puncak zat warna itu sendiri. Ini memberi informasi bahwa zat warna tersebut diduga terdegradasi menjadi senyawa yang sederhana yaitu H_2O dan CO_2. Oleh karena itu komposit ZnO-$CoFe_2O_4$ dapat direkomendasikan sebagai katalis yang potensial dalam proses fotokatalitik untuk mendegradasi zat warna dalam air di bawah sinar matahari dan berbagai aplikasi lainnya di lingkungan perairan seperti pereduksian ion-ion logam berat dalam air. Dengan demikian permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh limbah zat warna dan zat-zat berbahaya lainnya dapat diatasi.

Kata kunci : ZnO-(Mn/Co)Fe_2O_4, bebas organik, magnetik, fotodegradasi, sinar matahari