

**SINTESIS KOMPOSIT ZnO-Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA PADA
FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**MARIA ULPA
08031181722020**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS KOMPOSIT ZnO-Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA PADA
FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

**MARIA ULPA
08031181722020**

Indralaya, 17 Februari 2022

Pembimbing I



**Dr. Muhammad Said, M.T.
NIP. 197407212001121001**

Pembimbing II



**Dr. Zainal Fanani, M. Si.
NIP. 196708211995121001**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Komposit ZnO-Fe₃O₄ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 07 Februari 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 17 Februari 2022

Ketua:

1. **Dr. Muhammad Said, M.T.**
NIP. 197407212001121001

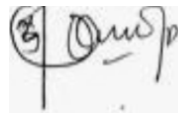
()

Anggota:

1. **Dr. Zainal Fanani, M. Si.**
NIP. 196708211995121001
2. **Dr. Nirwan Syarif, M. Si.**
NIP. 197010011999031003
3. **Dr. Eliza, M. Si.**
NIP. 196407291991022001
4. **Widia Purwaningrum, M. Si.**
NIP. 197304031999032001

()

()

()

()

Mengetahui,

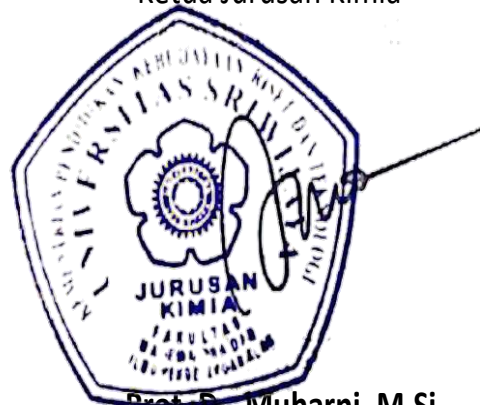
Dekan FMIPA



Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si.

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Maria Ulpa

NIM : 08031181722020

Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 17 Februari 2022

Penulis,



Maria Ulpa

Nim. 08031181722020

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Maria Ulpa

NIM : 08031181722020

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,
Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis Komposit ZnO-Fe₃O₄ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 17 Februari 2022

Yang menyatakan



Maria Ulpa

Nim. 08031181722020

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Barangsiapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah memudahkan untuknya jalan menuju surga” (HR. Muslim).

~~~~~

**“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan” (QS Al-Insyirah:6)**

~~~~~

Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana hingga kau melupakan rasa sakit (Ali bin Abi Thalib)

Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada:

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

- Kedua orangtuaku (umak dan bak), kakak, ayuk, adik dan keponakan tercinta yang kasih sayangnya selalu mengalir, dan doa yang tak pernah putus untuk kebaikan ku, serta yang selalu memberikan semangat dan dukungan untuk ku
- Seluruh keluarga besar
- Pembimbing tugas akhir penelitian skripsi bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan bapak Dr. Zainal Fanani, M. Si
- Almamater tercinta Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat dan rahmatnyalah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: " Sintesis Komposit ZnO-Fe₃O₄ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru". Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini tanpa bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada: Bapak **Dr. Muhammad Said, M.T.** dan bapak **Dr. Zainal Fanani, M.Si** yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya yang yang begitu besar, rasa syukur ku panjatkan atas seluruh karunia-Nya.
2. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Ibu Prof. Dr.Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
5. Ibu DRA. Julinar, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu penulis selama menjadi mahasiswa sampai akhir perkuliahan ini
6. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si, selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan bimbingan, ilmu serta dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si., Ibu Dr. Eliza, M.Si., dan ibu Widia Purwaningrum, M.Si. selaku pembahas dan penguji

- seminar dan sidang sarjana yang telah memberikan banyak masukan, dan saran dalam penulisan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
 9. Mbak Novi dan Kak Cosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
 10. Ibu Yuniar, S.T. M. Sc., Ibu Siti Nuraini, S.T. dan Ibu Hanida Yanti, A. Md. selaku analis di Laboratorium Kimia yang membantu dalam hal administrasi fasilitas laboratorium untuk keperluan tugas akhir.
 11. Kedua orang yang paling berharga dan paling berjasa dalam hidupku (umak dan bak) yang selalu mendoakan, mendukung, memberikan semangat dan nasihat kepada penulis, terima kasih atas segala cinta dan kasih sayang tanpa batas yang selalu diberikan, terima kasih atas perjuangan dan pengorbanan kalian selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.
 12. Kakak tercinta (kak Yogi, kak Leo, kak Ali, yuk Yeli, yuk Yusi, dan yuk Indah). adik tersayang (Anisa dan Mia) serta keponakanku tersayang (Nurul, Faqih, Ulum, Adib, Zila dan Qiya) yang selalu mendoakan, menghibur dan memberi semangat dikala lelah, terima kasih atas segala dukungan baik moril maupun materil, sekaligus yang menjadi *support system* dalam bentuk kasih sayang dan semangat dalam menyelesaikan perkuliahan ini
 13. Seluruh keluarga besar yang telah mendukung dan mendoakan kebaikan bagi penulis.
 14. Sahabat sedari SMP Ega Puspita, terima kasih atas segala doa dan kebaikan yang diberikan kepada penulis selama ini, yang selalu menghibur dan mendengarkan keluh kesah selama proses penulisan skripsi ini, maafkan daku yang sering merajuk wkwk,

semoga persahabatan ini tetap berlanjut sampai kapanpun *see you on top mangsia*.

15. Teman rasa saudara (Fatma, indah, meilita, melsy dan roma) yang telah menemani sedari awal perkuliahan, terima kasih selalu ada dalam ke keadaan apapun, yang selalu mengulurkan tangan ketika aku kesusahan, menjadi pendengar yang baik di setiap permasalahan selama menjalani masa kuliah, yang selalu menemani kemana kaki ini melangkah dari awal seminar proposal hingga sidang sarjana kalian selalu meluangkan waktu untuk hadir, bersyukur sekali bisa mengenal kalian yang telah memberikan warna di kehidupan rantau ini, semangat terus yang masih berjuang meraih gelar sarjana, semoga Allah selalu memudahkan jalan dalam menyelesaikan perkuliahan ini, sukses selalu gais semoga kelak kita dipertemukan lagi dengan keadaan yang lebih baik lagi, jangan saling lupakan walaupun nanti saling berjauhan, sayang kalian banyak-banyak.
15. Teman seperjuangan Kimia FMIPA Angkatan 2017 yang banyak membantu mulai dari awal hingga akhir masa perkuliahan. Sangat senang dan bangga menjadi bagian dari keluarga ini.
16. Tim Penelitian bapak Said (Fitri, Ipo, Kurnia, Melsy dan Putri) terima kasih banyak atas segala bantuan dalam kegiatan penelitian yang telah sama-sama berjuang hingga berada titik ini, sukses selalu gais.
17. Teman-teman dan adik-adik COIN yang sempat memberikan banyak pembelajaran berharga dan kenangan indah bersama dalam mewarnai kehidupan kampus
18. Keluarga kos kelapa gading (Cindy, Indah, Siska, Meilita, Melsy, Mailiza, Ratu dan Sheli) terima kasih atas segala kebaikan selama ngekos, kehidupan di kos akan selalu terkenang sebagai pelengkap cerita hidup di rantauan.
19. Semua orang baik yang telah banyak membantu, memberi dukungan dan do'a yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

terimakasih telah menemani perjalanan dan perjuangan ini.

20. Untuk diriku sendiri terima kasih telah berjuang hingga di titik ini, banyak sekali lika-liku perjalanan selama menjalani masa perkuliahan, terima kasih telah bertahan dengan segala keadaan, semangat memulai kehidupan yang sebenarnya di dunia pasca kampus *you are great, you are strong*.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala dari Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, 17 Februari 2022



Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF ZnO-Fe₃O₄ COMPOSITES AND ITS APPLICATION TO THE DEGRADATION OF METHYLENE BLUE

Maria Ulpa : Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T and Dr. Zainal Fanani, M.Si

Chemistry Departement, Mathematics and Natural Sciences Faculty, Sriwijaya University xi + 70 pages, 14 pictures, 4 tables, 20 attachments

The research of synthesis of the ZnO-Fe₃O₄ and its application to the degradation of methylene blue had been done. Composites were made with mass ratio of ZnO to Fe₃O₄ (1:1), (1:2) and (2:1). The composite results were then characterized using XRD, SEM-EDS and UV-Vis DRS instruments. The results of XRD characterization on the ZnO-Fe₃O₄ (1:1) composite showed the formation of a typical peak at an angle of 2θ around 35,60° with a crystal size of 11,2682 nm, the ZnO-Fe₃O₄ (1:2) formed at a typical angle of 2θ at about 35,55° with a crystal size of 14,4375 nm while at ZnO-Fe₃O₄ (2:1) the typical angle formed at 2θ is about at 35,61° with a crystal size of 16,9024 nm. The composite with the smallest crystal size was selected for further characterization and also used for the photodegradation process of methylene blue.

The UV-Vis DRS characterization was carried out on ZnO with an energy band gap value of 3,17 eV and Fe₃O₄ with an energy band gap value of 1,69 eV, while composites has decreased which can be seen from the result of the characterization on composite ZnO-Fe₃O₄ (1:1) the energy band gap value was 1,72 eV, the ZnO-Fe₃O₄ composite (1:2) the energy band gap value was 1,73 eV and the ZnO-Fe₃O₄ composite (2:1) the band gap value energy of 1,78 eV. The results of the UV-Vis DRS characterization prove that ZnO has been successfully doped with Fe₃O₄ due to a decrease in the value of the energy band gap that has been doped.

The Surface morphology of the ZnO-Fe₃O₄ (1:1) composite which was characterized using SEM showed a around shape with an uneven surface with small particle size with the composition of the constituent elements of Zn (29.95%), O (7.11%) and Fe (59.18%). The photodegradation process of methylene blue was carried out with several variables including the effect of

irradiation time and the effect of the initial concentration of dye. pHPzc obtained was 8 so that the photodegradation process is carried out above pHPzc at pH 9. The optimum condition for photodegradation was obtained at a irradiation time of 180 minutes with a initial concentration of 5 ppm showed that the percent of photodegradation was of 88,94 %

Keywords : Composites ZnO-Fe₃O₄, Photodegradation, Photocatalyst, Methylene blue

Citation : 53 (2007-2020)

RINGKASAN

SINTESIS KOMPOSIT ZnO-Fe₃O₄ DAN APLIKASINYA PADA FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU

Maria Ulpa : Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T dan Dr. Zainal Fanani,
M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xi + 70 halaman, 14 gambar, 4 tabel, 20 lampiran

Sintesis komposit ZnO-Fe₃O₄ telah dan aplikasinya pada fotodegradasi zat warna metilen biru dilakukan. Komposit dibuat dengan perbandingan massa ZnO terhadap Fe₃O₄ masing-masing (1:1), (1:2) dan (2:1). Hasil komposit kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM-EDS dan UV-Vis DRS. Hasil karakterisasi XRD pada komposit ZnO-Fe₃O₄ (1:1) menunjukkan terbentuknya puncak khas pada sudut 2θ di sekitar 35,60° dengan ukuran kristal sebesar 11,2682 nm, komposit ZnO-Fe₃O₄ (1:2) terbentuk pada sudut khas 2θ sekitar pada 35,55° dengan ukuran kristal 14,4375 nm sedangkan pada ZnO-Fe₃O₄ (2:1) sudut khas yang terbentuk pada 2θ sekitar pada 35,61° dengan ukuran kristal sebesar 16,9024 nm. Komposit dengan ukuran kristal terkecil dipilih untuk selanjutnya dikarakterisasi dan juga digunakan untuk proses fotodegradasi pada zat warna metilen biru.

Karakterisasi UV-Vis DRS dilakukan pada ZnO dengan nilai celah pita energi sebesar 3,17 eV dan Fe₃O₄ memiliki nilai celah pita energi sebesar 1,69 eV sedangkan pada komposit yang telah didoping berhasil mengalami penurunan yang dapat dilihat dari hasil karakterisasi pada komposit ZnO-Fe₃O₄ (1:1) nilai celah pita energi sebesar 1,72 eV, komposit ZnO-Fe₃O₄ (1:2) nilai celah pita energi 1,73 eV dan komposit ZnO-Fe₃O₄ (2:1) nilai celah pita energi sebesar 1,78 eV. Hasil karakterisasi UV Vis DRS tersebut membuktikan bahwa ZnO berhasil didoping dengan Fe₃O₄ karena adanya penurunan nilai celah pita energi yang telah didoping.

Morfologi permukaan komposit ZnO-Fe₃O₄ (1:1) yang dikarakterisasi menggunakan SEM menunjukkan bentuk bulat dengan permukaan yang tidak rata dengan ukuran partikel yang lebih kecil dengan komposisi unsur penyusun Zn (29.95%), O (7.11%) dan Fe (59.18%). Proses fotodegradasi metilen biru

dilakukan dengan beberapa variabel diantaranya pengaruh waktu penyinaran dan pengaruh konsentrasi awal zat warna. pH_{pzc} yang diperoleh sebesar 8 sehingga proses fotodegradasi dilakukan di atas pH_{pzc} pada pH 9. Kondisi optimum fotodegradasi diperoleh pada waktu penyinaran 180 menit dengan konsentrasi awal 5 ppm menunjukkan persen fotodegradasi sebesar 88,94 %.

Kata kunci : Komposit ZnO-Fe₃O₄, Fotodegradasi, Fotokatalis, metilen biru

Sitasi : 53 (2007-2020)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Fotodegradasi	4
2.2 ZnO	5
2.3 Fe ₃ O ₄	5
2.4 Komposit ZnO Doping Fe ₃ O ₄	6
2.5 Metilen Biru	6
2.6 pH _{Pzc} (<i>Point Zero Change</i>).....	8
2.7 Karakterisasi Semikonduktor ZnO-Fe ₃ O ₄	8
2.7.1 XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	8
2.7.2 Spektrofotometer UV-Vis.....	9
2.7.3 UV - Vis DRS (<i>Spectroscopy Diffuse Reflectance</i>).....	9

2.7.4 SEM-EDS (<i>Scanning Electron Microscope Energy Dispersive Spectroscopy</i>).....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat Dan Bahan	12
3.2.1 Alat.....	12
3.2.2 Bahan.....	12
3.3 Prosedur Penelitian.....	13
3.3.1 Sintesis ZnO	13
3.3.2 Sintesis Fe ₃ O ₄	13
3.3.3 Sintesis Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄	13
3.3.4 Pembuatan Larutan Metilen Biru	14
3.3.4.1 Pembuatan Larutan Metilen Biru 1000 ppm.....	14
3.3.4.2 Penentuan Panjang Gelombang Pada Absorbansi Maksimum Zat Warna Metilen Biru	14
3.3.4.3 Pembuatan Larutan Standar Dan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	15
3.3.4.4 Penentuan pH _{PZC}	15
3.3.5 Fotodegradasi Metilen Biru	15
3.3.5.1 Pengaruh Waktu Penyinaran	15
3.3.5.2 Pengaruh Konsentrasi Awal Zat Warna Metilen Biru.....	16
3.3.6 Analisa Data	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil Sintesis ZnO	18
4.2 Hasil Sintesis Fe ₃ O ₄	
4.3 Hasil Sintesis Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄	19
4.4 Karakterisasi Material	20
4.4.1 Hasil Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	21
4.4.2 Hasil Karakterisasi Semikonduktor ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1) Dengan Spektrofotometer UV- Vis Diffuse Reflectance (UV- Vis-DRS)	23

4.4.5 Hasil Karakterisasi Scanning Electron <i>Microscopy</i> (SEM-EDS).....	25
4.5 Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pH _{PZC}).....	26
4.6 Fotodegradasi Metilen Biru.....	27
4.6.1 Pengaruh variasi Waktu fotodegradasi	28
4.6.2 Pengaruh Konsentrasi awal Zat Warna pada fotodegradasi ..	29
BAB V KESIMPULAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR ISI	33
LAMPIRAN	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Proses Material Fotokatalis Yang Tereksitasi Secara Kimia	4
Gambar 2 Struktur Metilen Biru	7
Gambar 3 Pola XRD ZnO-Fe ₃ O ₄	9
Gambar 4 Spektra DRS Dari Nanopartikel ZnO- Fe ₃ O ₄	10
Gambar 5 SEM Komposit Sampel a).Fzn-1, b). Fzn-2 c). Fzn-3	11
Gambar 6 Hasil Sintesis ZnO.....	18
Gambar 7 Serbuk Fe ₃ O ₄ Yang Didekatkan Dengan Magnet Eksternal	19
Gambar 8 Hasil Sintesis (a) ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1), (b) Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:2) (c) Komposit ZnO- Fe ₃ O ₄ (2:1).....	20
Gambar 9 Difraktogram ZnO.....	21
Gambar 10 Difraktogram Dari (a) Fe ₃ O ₄ (b) ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1) (c) ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:2) (d) ZnO-Fe ₃ O ₄ (2:1)	21
Gambar 11 Morfologi SEM (a)ZnO,(b)Fe ₃ O ₄ dan (c)Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄	25
Gambar 12 Kurva pH _{pzc} Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1)	27
Gambar 13 Kurva Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna Metilen Biru Terhadap Pengaruh Variasi Waktu	28
Gambar 14 Kurva Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna Metilen Biru Terhadap Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Zat Warna	30

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Perbandingan Massa ZnO-Fe ₃ O ₄	14
Tabel 2 Hasil Pengukuran Energi <i>Band Gap</i> Menggunakan UV-Vis DRS	24
Tabel 3 Data EDS Komposisi Unsur-Unsur Penyusun ZnO, Fe ₃ O ₄ Dan Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Perhitungan perbandingan rasio massa ZnO-Fe ₃ O ₄	39
Lampiran 2 Data Digital Difraksi XRD ZnO.....	40
Lampiran 3 Data Digital Difraksi XRD Fe ₃ O ₄	41
Lampiran 4 Data Digital Difraksi XRD ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1).....	43
Lampiran 5 Data Digital Difraksi XRD ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:2)	45
Lampiran 6 Data Digital Difraksi XRD ZnO-Fe ₃ O ₄ (2:1)	47
Lampiran 7 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS ZnO	49
Lampiran 8 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS ZnO- Fe ₃ O ₄	51
Lampiran 9 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS ZnO- Fe ₃ O ₄ (1:1)	53
Lampiran 10 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS ZnO- Fe ₃ O ₄ (1:2)	55
Lampiran 11 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS ZnO- Fe ₃ O ₄ (2:1)	57
Lampiran 12 Hasil Karakterisasi SEM-EDS ZnO	59
Lampiran 13 Hasil Karakterisasi SEM-EDS Fe ₃ O ₄	60
Lampiran 14 Hasil Karakterisasi SEM-EDS ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1).....	61
Lampiran 15 Penentuan pH <i>Point Zero Change</i> (pHpzc).....	62
Lampiran 16 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru	63
Lampiran 17 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru	63
Lampiran 18 Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Komposit ZnO/Fe ₃ O ₄ (1:1) Terhadap Pengaruh Waktu Penyinaran.....	65
Lampiran 19 Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru Menggunakan Komposit ZnO-Fe ₃ O ₄ (1:1) Terhadap Pengaruh Konsentrasi Awal Metilen Biru	67
Lampiran 20 Gambar Penelitian	69

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan zat warna sintetik pada industri, terutama industri tekstil menyebabkan limbah cair zat warna organik yang sulit terdegradasi di lingkungan (*non biodegradable*) dalam jumlah besar sebagai penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu zat warna yang sering digunakan pada industri adalah metilen biru (Dwijayanti dkk, 2020). Penggunaan metilen biru ini dapat menimbulkan beberapa efek, seperti iritasi saluran pencernaan apabila tertelan, menimbulkan sianosis apabila terhirup dan menyebabkan iritasi kulit apabila tersentuh oleh kulit. Oleh karena itu diperlukan penghilangan kontaminan organik dari limbah sebelum dibuang ke perairan agar tidak merusak ekologi di sekitarnya (Raganata dkk, 2019).

Proses pengolahan limbah industri yang mengandung zat warna telah banyak dilakukan diantaranya metode pengapungan, koagulasi, perawatan biologi, filtrasi, oksidasi dan adsorpsi (Uddin *et al.*, 2017). Terdapat kelemahan dari metode tersebut yaitu memerlukan biaya operasional tinggi. Metode adsorpsi yang banyak digunakan saat juga kurang efektif, karena kontaminan organik dari limbah yang diadsorpsi masih terakumulasi di dalam adsorben sehingga nantinya akan menimbulkan masalah baru bagi lingkungan (Naimah dkk, 2014).

Sebagai alternatif telah dikembangkan suatu metode fotodegradasi yang dapat menguraikan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan menggunakan bahan fotokatalis dan radiasi sinar UV (Widihati dkk, 2011). Metode fotodegradasi ini relatif murah serta mudah untuk diterapkan. Selain itu proses fotodegradasi relatif cepat dan dapat digunakan untuk jangka panjang. Dengan metode ini zat warna akan diurai menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan lebih aman bagi lingkungan (Naa dkk, 2013).

Proses Fotokatalitik dengan menggunakan bahan anorganik telah menarik banyak perhatian terutama karena kebutuhan dan bahan energi yang rendah. Dalam hal ini beberapa bahan semikonduktor oksida logam seperti TiO_2 , SnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , ZnO dan ZrO_2 telah diteliti sebagai fotokatalis karena sifat optiknya, non toksitas, dan efektivitas biayanya yang rendah. ZnO adalah salah satu

semikonduktor yang banyak digunakan untuk fotokatalisis karena merupakan semikonduktor tipe- n yang memiliki sifat unik seperti mobilitas elektron tinggi, energi permukaan tinggi, tidak beracun bagi lingkungan dan harganya yang murah (Wahba *et al.*, 2020). Namun ZnO murni memiliki kendala karena memiliki band gap atau celah pita energi yang besar dan rekombinasi yang tinggi dari pasangan lubang elektron, sehingga ZnO memerlukan energi yang lebih besar untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi menuju pita konduksi yang mengakibatkan aktifitas fotokatalitik dari ZnO menurun (Dlugosz *et al.*, 2020). Selain itu nanopartikel ZnO memiliki respon yang sangat buruk terhadap cahaya tampak dan kemungkinan terjadinya korosi sangat tinggi. Untuk memecahkan masalah tersebut peneliti menggunakan doping logam dan logam oksida (Trandavilovic *et al.*, 2017).

Salah satu material yang dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari ZnO adalah Fe_3O_4 . Penambahan Fe_3O_4 dapat meningkatkan kinerja fotokatalisis. Fe_3O_4 adalah oksida besi yang paling banyak ditemukan dan memiliki sifat kemagnetan yang paling kuat dibandingkan dengan oksida besi lainnya sehingga dapat terdispersi dengan baik dalam media air, selain itu sifat megnetiknya dapat menghasilkan pemisahan yang efisien dan mudah dalam pengambilan kembali katalisis dengan menggunakan magnet eksternal. Kombinasi antara ZnO- Fe_3O_4 memungkinkan terciptanya material untuk proses fotodegradasi dengan berbagai solusi pemulihan material yang mudah dan cepat dengan menggunakan sumber magnet (Dlugosz *et al.*, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi material semikonduktor ZnO yang didoping dengan logam Fe_3O_4 dan akan diaplikasikan untuk fotokatalisis zat warna metilen biru. Komposit ZnO- Fe_3O_4 yang dihasilkan akan dikarakterisasi dengan menggunakan, Spektrofotometer UV-Vis, XRD, UV-Vis DRS dan SEM. Penelitian ini melibatkan beberapa variabel antara lain pH_{PZC} (*Point Of Zero Charge*), rasio ZnO dengan Fe_3O_4 , pengaruh variasi waktu penyinaran, dan pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna metilen biru.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa rasio massa terbaik ZnO berbanding Fe₃O₄ pada komposit ZnO-Fe₃O₄ berdasarkan hasil karakterisasi instrumen XRD?
2. Berapa persen penurunan konsentrasi metilen biru terbaik yang ditinjau dari pengaruh variabel waktu penyinaran dan konsentrasi awal metilen biru

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan rasio massa terbaik ZnO berbanding Fe₃O₄ pada komposit ZnO-Fe₃O₄ berdasarkan hasil karakterisasi instrumen XRD
2. Menentukan persen penurunan konsentrasi metilen biru terbaik yang ditinjau dari pengaruh variabel waktu penyinaran dan konsentrasi awal metilen biru.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi dan pengetahuan tentang pengolahan limbah zat warna metilen biru dengan menggunakan fotokatalisis ZnO-Fe₃O₄.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Virgus Y., Nirmin dan Khairrurijal. 2008. Review: Sintesis nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. 1(2): 33-56.
- Abuthahir, K.S., Pragathiswaranc., And Govind, P.2017. Adsorption Of Methylene Blue Dye Using Activated Carbon From The Natural Plant Stem. *IJRPC*. 7(1): 120-125.
- Adhika, D.R., Anindya, A.L. Tanuwijaya, V.V., dan Rachmawati, H. 2018. Teknik Pengamatan Sampel Biologi Dan Non-Konduktif Menggunakan *Scanning Electron Microscopy*. *Seminar Nasional Instrumentasi Control Dan Otomasi (SNIKO)* : 1-5.
- Ammar, S.H., Abdunadi, W.A., and Kader, H.D.A. 2020. Synthesis Characterization And Environmental Remediation Application Of Polyoxometalates-Base Magnetic Zinc Oxide Nanocomposite ($\text{Fe}_3\text{O}_4@ZnO/PMOs$). *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*. 13:1-11.
- Andari, N. D., Wardhani, S. 2014. Fotokatalis TiO_2 -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chem Prog*. 79(1): 9-14.
- Arifiyana, D., dan Murwarni, I.K. 2013. Pengaruh Doping Logam Fe Pada CaF_2 Terhadap Struktur $\text{CA}_1\text{-XFexF}_2$. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(2) : 54-56.
- Bahadur, A.K., Srivastava, D., Haranath, H., Chander, A., Basu, S.B., Samantha, S., and Chandra.2007. Nano-Structured ZnO Films By Sol Gel Process. *Indian Journal Of Pure And Applied Physics*, 47:24-27.
- Cahyana, A., Marzuki, A., dan Cari. 2014. Analisa SEM (*Scanning Electron Microscope*) Pada Kaca TZC Dikristalkan Sebagian. *Prosiding Mathematics and Science Forum*. 23-26.
- Chandra, D. K., Hindryawati, N dan Koesnarpadi, S. 2019. Degradasi Metilen Biru Dengan Metode Fotokatalitik Berdasarkan Variasi Berat Katalis Zeolit- W_3 . *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 175-182.
- Chen, Y., Chen, L., Chen, L., And Zhang, J. 2015. Deposition Of ZnO Nanocrystals On Fe_3O_4 Nanocubes And Their Special Luminescent And Magnetic Properties. *Particle Systems Characterization*. 32:893-898.
- Dewi, S.H., dan Ridwan. 2012. Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Magnetik Untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(2):136-140.
- Diantariani, N.P., Suprihatin, I.E., dan Widihati, I.A.G. 2016. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Blue Dan Congo Red Menggunakan Komposit ZnO-AA dan Sinar Uv. *Jurnal Kimia*. 10 (1):133-140.

- Dini, P., dan Wardhanie. 2014. Degradasi Matilen Biru Menggunakan Fotokatalisis ZnO- Zeolit. *Chem Prog.* 7(1) :29-33.
- Diantariani, N. P., Suprihatin, I. E & Widihati, I. A. G. (2016). Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Biru dan Congo Red Menggunakan Komposit Zno-Aa Dan Sinar Uv. *Jurnal Kimia.* 10(1). 133-140.
- Dlugosz, O., Szostak,K., Krupinki, M., and Banach, M. 2020. Synthesis Of Fe₃O₄/ZnO Nanoparticles And Their Application For The Photodegradation Of Anionic And Cationic Dyes. *International Journal Of Environmental Science And Technology* : 1-14.
- Durri,S., dan Sutanto, H. 2015. Karakterisasi Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO doping Al yang di Deposisi diatas Kaca dengan Metode Sol-Gel Teknik Spray-Coating. *Jurnal Fisika Indonesia.* 19(55): 38-40.
- Dwijayanti, U., Gunawan., Widodo, D.S., Haris, A., Suryati, L., dan Lusiana, R.A. 2020. Adsorpsi *Methylene Blue* (MB) Menggunakan Abu Laying Batu Bara Teraktivasi Larutan NaOH. *Analitycal And Environmental Chemistry.* 5(1) :1-14.
- Hariani, P.L., Faizal, F., Ridwan, Marsi and Setiabudidaya, D. 2013. Synthesis and Properties of Fe₃O₄ Nanoparticles by Co-precipitation Method to Removal Precion Dye. *International Journal of Enviromental Science and Development.* 4(3): 336-340.
- Hasnidawani, J.N., Azlina, H.N., Norita,H., Bonnia, N.N., Ratim, S., And Ali, E.S. 2016. Synthesis Of ZnO Nanostructures Using So-Gel Method. *Procedia Chemistry* (19):211-216.
- Hesmathpour, F., and Abdikhani, M.S. 2019. Ce-Ag-ZnO/Fe₃O₄ Nanocomposites: A Novel Magnetically Separable Photocatalyst For Highly Efficient Photodegradation Of Contaminants. *Physica B: Condense Matter.* 570:312-319.
- Lubis, K. 2015. Metode-Metode Karakterisasi Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.* 21(79) :1-6.
- Lubis, R. A. 2013. Sintesis Komposit ZnO/Magadiit untuk Fotokatalis Zat Warna Metilen Biru dan Metil Oranye. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir:* Bandung.
- Mairoza, A., dan Astuti. 2016. Sintesis Nanopartikel Fe₃O₄ dari Batuan Besi Menggunakan Asam Laurat sebagai Zat Aditif. *Jurnal Fisika Unand.* 5(3): 283-286.

- Mohammad, M.A., Shitu, A., and Ibrahim, A. 2014. Removal Of Methylen Blue Using Low Cost Adsorbent: A Review. *Research journal Of Chemical Science*.4(1):91-102
- Munggaran, G.P.D., Fitriyani, D., dan Rivai, A.K. 2014. Sintesis Bahan YSZ (*YTTRIA STABILIZED ZIRKONIA, Y₂O₃-ZrO₂*). *Jurnal Fisika Unand*. 3(2):1-6.
- Naa, O., Solihudin, Lubis, R. A. 2013. Sintesis Komposit ZnO/Magadiit untuk Fotokatalis Zat Warna Metilen Biru dan Metil Oranye. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir: Bandung*.
- Naimah, S., Ardhanie, S.A., Jati, B.N., Aidha, N.N., dan Arianita, C.A. 2014. Degradasi Zat Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Nanokomposit TiO₂- Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan* (36): 225-236.
- Ningsih, S., Umar, K., dan Utari, N. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO Doped Cu²⁺ Melalui Metoda Sol-Gel. *Jurnal Eksakta*. 18(2): 39-49.
- Novarini, E., dan Tatang, W. 2011. Sintesis Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) Menggunakan Surfaktan Sebagai Stabilisator dan Aplikasinya pada Pembuatan Tekstil Anti Bakteri. *Jurnal Balai Besar Tekstil*. 26(2): 81-87.
- Poluakan, M. 2015. Aktivitas Fotokatalitik TiO₂-Karbon Aktif Dan TiO₂-Zeolit Pada Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow. *JURNAL MIPA UNSRAT*. 4(2).
- Qin, X., Liu, F., Wang, G., Huang. 2015. Adsorption of Humic Acid from Aqueous Solution by Hematite: of pH and Ionic Strength. *Environmental Earth Sciences*. 73(8): 4011-4017.
- Rahima., Fadli, A., Yelmida., Nurfajriani., dan Zakwan. 2019. Synthesis And Characterization Nanomagnetite By Co-Precipitation. *Indonesian journal of chemical science and technology (IJST-UNIMED)*. 2(2):90-96.
- Rahman, S., dan Toifur, M. 2016. Rancangan Eksperimen Analisis Struktur Mikro Sampel Dengan Prinsip XRD Menggunakan Metode Kristal Berputar. *JRKPF UAD*. 3(1): 5-9.
- Rasyida, K., Kuswandi, B., dan Kristiningrum. N. 2014. Deteksi Kemurnian Air Zam-Zam Menggunakan Metode Spektrometri Fourier Transform Infrared (FTIR) dan kemometrik. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2 (2): 320-326.
- Raganata, T.C., Aritonang, H., dan Suryanto, E. 2019. Sintesis Fotokatalisis Nanopartikel ZnO Untuk Mendegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Chem, Prog*. 12(2):54-58.

- Rosanti, A.D., Wardani, A.R.K., Dan Anggraini, H.A. 2020. Pengaruh Kalsinasi Terhadap Karakteristik Dan Aktivitas Fotokatalis N/TiO₂ Pada Penjernihan Limbah Batin Tenun Ikat Kediri. *Cakra Kimia (Indonesian A Journal of Applied Chemistry)*. 8(1):1-8.
- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani, N. P dan Suarya, P. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red Dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif Dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. 9(2): 175-182.
- Sakti, R.B., Subagio,A., dan Sutanto,H., 2013. Sintesis Lapisan Tipis Nanokomposit TiO₂/Cnt Menggunakan Metode Sol Gel dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi Zat Warna Azo Orang 3R. *youngster physics journal*. 2(1):41-48.
- Setiawan, D dan Suciati, F.O.I. 2017. Sintesis Dan Karakterisasi Zirconium Dioksida Untuk Digunakan Sebagai Matrik Kolom Generator Radioisotope ¹¹³sn-¹¹³In. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*. 20(1): 41-48.
- Shobirin, M., dan Utomo,M.P. 2018. Preparasi, Karakterisasi Dan Aplikasi CA₂-x ZnXSiO₄ Sebagai Fotokatalisis Untuk Degradasi Congo Red. *Jurnal Kimia Dasar*. 7(5) : 1-9.
- Sholihah, L.K. 2010. Sintesis Dan Karakterisasi Partikel Nano Fe₃O₄ Yang Berasal Dari Pasir Besi Dan Fe₃O₄ Bahan Komersial (Aldrich) Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sucahya, T.N., Permatasari, N., dan Nandiyanto, A.B.D. 2016. Review: Fotokatalis untuk pengolahan limbah cair. *Jurnal Integrasi Proses*. 6:(1): 1-15.
- Suresh, S., dan Karthikeyan. 2016. Optical Magnetic And Photocatalytic Properties Of Magnetically Separable Fe₃O₄-Doped ZnO And Pristine ZnO Nanospheres. *JOURNAL IRAN CHEM SOC*.1-9.
- Sutanto, H., Hidayanto,E., Irwanto, M., Romadhon, A., dan Wahyono,Y.2017. Pengaruh Konsentrasi Doping Nitrogen (N) Pada Material Fotokatalisis Seng Oksida (ZnO) Terhadap Degradasi Limbah Zat Pewarna Tekstil. *Reaktor*. 17(1):36-42.
- Syam, B., dan Widiyandari, H.2014. Sintesis Film Tungsten Oksida (Wo₃) Dengan Penambahan Metal Co-Katalis Besi (Fe) Dan Aplikasinya Pada Peningkatan Aktivitas Fotokatalitik Degradasi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Cahaya Matahari. *youngster physics journal*. 2(1):15-24.
- Trandavilovic,L.V., Jovanovic,D.J., Xhang ,X., Ptasinka,S., Dramicanin,M.D. 2017. Enhanced Photocatalytic Degradation Of Methylene Blue And Methyl Orange By ZnO: Eu Nanoparticles.*Applied Catalyst B: Environmental*. 203 :740-752.

- Triwardiati, D., Ermawati, I.R.2018. Analisis Bandgap Nanodots (C-Dots) Kuli Bawang Merah Menggunakan Teknik Microwave. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof DR.HAMKA, Jakarta
- Uddin, M.T., Rahman, M.A., and Rukanuzzaman, M. 2017. A Potential Low Cost Adsorbent For The Removal Of Cationic Dyes From Aqueous Solutions. *ApplWater Sci.* 7 : 2831-2842.
- Wahba, M.A., Yakout,S.M., Mohamed, W.A.A., and Galal,H.R. 2020. Remarkable Photocatalytic Activity Of Zr Doped ZnO And ZrO₂/ZnO Nanocomposites :Structural, Morphological And Photoluminescence Properties. *Materials Chemistry And Physics.* 256: 1-12.
- Wardhani, S., Bahari, A., dan Khunur, M.M. 2016. Aktivitas Fotokatalitik Beads TiO₂-N/Zeolit-Kitosan Pada Fotodegradasi Metilen Biru. *Journal Of Environmental Engineering And Sustainable Technology.*3(2):78-84.
- Wang, Y., Danping, S., Gongzong, L., and Wei, J. 2015. Synthesis of Fe₃O₄@SiO₂@ZnO core-shell structured microspheres and microwave absorption properties. *Advanced Powder Technology Journal.* 26(2016): 1537-1543.
- Winatapura, D.S., Dewi, S.H., dan Ridwan.2014. Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Fe₃O₄@ZnO Dengan Metode Presipitasi. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah.* 17(2):1-7.
- Yanlinastuti dan Syamsul,F.2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut untuk Menentukan Kadar Zirkonium dalam Paduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis. ISSN 1979-2409
- Zheng, D., Qiang, Y., Xu, S., Li, W., Yu, A & Zhang, S. 2017. Hierarchical MnO₂ Nanosheets Synthesized Via Electrodepositionhydrothermal Method For Supercapacitor Electrodes. *Appl Physics.* 1-10.