

**FABRIKASI DAN KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS NiO/Ag
SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI ZAT WARNA
*METHYLENE BLUE***

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1



Disusun oleh :

Lizara Carina Sardy

15620010

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2019



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor :B- 2955/Un.02/DST/PP.05.3/08/2019

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis Nio/Ag Sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Lizara Carina Sardy
NIM : 15620010
Telah dimunaqasyahkan pada : 25 Juli 2019
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Asih Melati, S.Si., M.Sc.
NIP. 19841110 201101 2 017

Penguji I

Prof. Dr. Rer.nat. Trimardji Atmono
NIP.19580614 198103 1 004

Penguji II

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19830614 200901 2 009

Yogyakarta, 05 Agustus 2019

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
PLH. Dekan



Dr. Agung Fatwanto, S.Si., M.Kom
NIP. 19770103 200501 1 003



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Lizara Carina Sardy

NIM : 15620010

Judul Skripsi : Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis NiO/Ag sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Juli 2019

Pembimbing

Asih Melati, S.Si., M.Sc.

NIP. 198411102011012017



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Persetujuan skripsi
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Lizara Carina Sardy
NIM : 15620010
Judul Skripsi : Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis NiO/Ag sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 9 Juli 2019

Pembimbing

Prof. Dr. rer.nat. Tri Mardji Atmono

NIP. 195806141981031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lizara Carina Sardy

NIM : 15620010

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis NiO/Ag sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 10 Juli 2019

Penulis



Lizara Carina Sardy
NIM. 15620010

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S. 94:5-6)

Sometimes when things fall apart, well, that's the big opportunity to change –Pema Chodron



HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan salah satu karya terbaikku ini untuk:

- Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan selalu mendoakan disetiap sujudnya
 - Study Club Fisika Material
 - Fisika angkatan 2015
 - Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang pantas dilantunkan oleh penulis selain kepada Allah SWT yang tidak pernah berhenti memberikan segala nikmat dan hidayah sehingga dengan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Fabrikasi dan Karakterisasi Lapisan Tipis NiO/Ag sebagai Fotokatalis Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*”. Shalawat serta salam tidak lupa turunkan selalu kepada Nabi yang insyaa Allah akan memberi syafaat ialah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para umatnya.

Penulis tidak lupa menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan bimbingan serta motivasi kepada penulis, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis
2. Bapak Prof. Dr. Tri Mardji Atmono, selaku pembimbing yang senantiasa memberikan arahan, serta bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Asih Melati, M. Sc., selaku pembimbing yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan banyak ilmunya kepada penulis.
4. Bapak Edy Giri Rachman Putra, Ph.D, selaku Kepala Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) BATAN yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan tugas akhir di PSTA-BATAN.
5. Bapak Dr. Imam Kambali, selaku Kepala BFP PSTA-BATAN.

6. Dr. Murtono, M. Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
7. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan
8. Andre Yoan Setyanjana sebagai partner skripsi yang bersedia diajak berdiskusi.
9. Galih, Putri, Nisa, Amin, Nur dan teman-teman *study club* Fisika Material yang selalu bersedia untuk direpotin serta bersedia diajak berdiskusi.
10. Seluruh teman-teman fisika angkatan 2015 yang telah berjuang bersama dalam menempuh S-1 di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 9 Juli 2019

Lizara Carina Sardy
Penulis

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS NiO/Ag SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE*

Lizara Carina Sardy
15620010

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang fabrikasi dan karakterisasi lapisan tipis NiO/Ag sebagai fotokatalis degradasi zat warna *methylene blue*. Penelitian ini dikerjakan dengan membuat lapisan tipis NiO/Ag yang dideposisikan menggunakan metode RF-Sputtering pada frekuensi 13,56 MHz. Kemudian mengkarakterisasinya untuk mengetahui kristalinitas, struktur morfologi, komposisi dan sifat optik serta untuk mendegradasikan *methylene blue*. Lapisan tipis NiO/Ag berhasil dideposisikan di atas substrat kaca dengan menggunakan RF sputtering. Penumbuhan lapisan tipis di atas substrat kaca dengan bervariasi tekanan oksigen $(0,05; 0,1; 0,15) \times 10^{-2}$ mbar selama 1 menit untuk analisis UV-Vis dan tekanan oksigen $0,1 \times 10^{-2}$ mbar dengan waktu deposisi 15 menit untuk analisis XRD, SEM dan EDX. Analisis XRD menunjukkan bahwa intensitas tertinggi pada bidang (111) dan (200) yang berada pada puncak 2θ $37,66^{\circ}$ dan $43,23^{\circ}$. Lapisan tipis NiO/Ag memiliki morfologi yang homogen dengan diameter kristal NiO/Ag 50,8 nm. Analisis EDX menunjukkan persentase massa elemen Ni = 40,45%, Ag = 13,01% dan O = 46,53%. Analisis UV-Vis dengan variasi tekanan oksigen didapat energi celah pita dari lapisan tipis NiO/Ag, yaitu 2,8 eV, 3,1 eV dan 3,2 eV. Uji fotodegradasi *methylene blue* menggunakan lapisan tipis NiO/Ag dengan waktu degradasi selama 4 jam penyinaran UV. Degradasi *methylene blue* menunjukkan hasil dengan persentase 88,229 %, 89,86% dan 91,956% untuk masing-masing tekanan oksigen $(0,05; 0,1; 0,15) \times 10^{-2}$ mbar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa lapisan tipis NiO/Ag dapat mendegradasi zat warna *methylene blue* dan lapisan tipis dengan tekanan oksigen $0,15 \times 10^{-2}$ mbar memiliki persentase degradasi paling tinggi sebesar 91,956%.

Kata Kunci: Lapisan Tipis NiO/Ag, Degradasi fotokatalis, *methylene blue*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

FABRICATION AND CHARACTERIZATION NiO/Ag THIN FILMS AS A PHOTOCATALYST DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE

Lizara Carina Sardy

15620010

ABSTRACT

The research was conducted about fabrication and characterization NiO/Ag thin films as a photocatalyst degradation of methylene blue dye. This study aims to produced NiO/Ag thin films which prepared by RF sputtering technique at a frequency 13.56 MHz on characterize their crystallinity, morphological, composition and optical properties then used as a photocatalyst degradation of methylene blue dye. NiO/Ag thin films were growth on glass substrates by RF sputtering technique on frequency 13.56 MHz. NiO/Ag thin films were grown on glass substrates with variation of oxygen pressure at $(0.05; 0.1; 0.15) \times 10^{-2}$ mbar with time deposition 1 minute for UV-Vis analysis and oxygen pressure at 0.1×10^{-2} mbar with time deposition 15 minutes for XRD, SEM and EDX analysis. XRD analysis showed that stronger intensity thin film NiO/Ag of (111) and (200) planes at peak positioned 2θ of $37,66^{\circ}$ and $43,23^{\circ}$. SEM analysis, the particle NiO/Ag thin films was homogeneous in the surface region with a diameter crystal 50.8 nm. EDX analysis of NiO/Ag thin films showed that the Ni = 40.45%, Ag = 13.01% and O = 46.53%. Based on UV-Vis analysis variation of oxygen pressure, band gap energy was 2,8 eV, 3,1 eV and 3,2 eV. Degradation test of methylene blue using NiO/Ag thin films and the degradation time during 4 hours. Methylene blue degradation showed that 88,229 %, 89,86% dan 91,956% for variation oxygen pressure at $(0.05; 0.1; 0.15) \times 10^{-2}$ mbar. It was concluded that was NiO/Ag thin films able to degraded dye methylene blue. Based on the research oxygen pressure on $0,15 \times 10^{-2}$ mbar is the highest, intensty degradation at 91,956%.

Keywords: NiO/Ag thin films, photocatalytic degradation, methylene blue

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Semikonduktor	10
2.2.2 Lapisan Tipis Semikonduktor	12
2.2.3 Lapisan Tipis NiO/Ag	12
2.2.4 Metode RF <i>Sputtering</i>	15
2.2.5 Fotokatalis	18
2.2.6 Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	21
2.2.7 Karakterisasi	22
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	32
3.2.1 Alat penelitian	32
3.2.2 Bahan Penelitian	33
3.3 Prosedur Penelitian	33
3.3.1 Persiapan	34
3.3.2 Pendeposisian Lapisan Tipis NiO/Ag	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Karakterisasi Lapisan Tipis NiO/Ag	37
3.3.4 Proses Degradasi Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	39
3.4 Metode Analisa Data	39
3.4.1 Karakterisasi Struktur	39
3.4.2 Karakteristik Morfologi	39

3.4.3 Karakteristik Komposisi Kimia	40
3.4.4 Karakteristik Sifat Optik	40
3.4.5 Degradasi Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Lapisan Tipis NiO/Ag.....	44
4.2 Karakterisasi Lapisan Tipis	45
4.2.1 Hasil Karakterisasi XRD	45
4.2.2 Struktur Morfologi dan Komposisi Unsur Lapisan Tipis.....	49
4.2.3 Sifat Optik Lapisan Tipis NiO/Ag	49
4.3 Hasil Degradasi Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	53
4.3.1 Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i>	54
4.3.2 Kurva Standar <i>Methylene Blue</i>	55
4.3.3 Fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> dengan Lapisan Tipis NiO/Ag Error! Bookmark not defined.	
4.4 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	58
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Tinjauan Pustaka.....	9
Tabel 2.2 Karakteristik Ag	14
Tabel 2.3 Karakteristik Dopan Ag	15
Tabel 2.4 Sifat fisika dan kimia methylene blue	22
Tabel 3.1 Alat Penelitian	32
Tabel 3.2 Bahan penelitian	33
Tabel 4.1 Persentase Unsur.....	48
Tabel 4.2 Konsentrasi akhir degradasi larutan methylene blue	55
Tabel L.1 Penentuan kurva standar methylene blue	78
Tabel L.2 Optimasi waktu peresentasi degradasi	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Celah Pita Material.....	10
Gambar 2.2 Daerah celah pita pada semikonduktor	11
Gambar 2.3 Kristal NiO.....	13
Gambar 2.4 Ikatan NiO	12
Gambar 2.5 Bagian RF Sputtering	16
Gambar 2.6 Mekanisme reaksi.....	17
Gambar 2.7 Proses degradasi.....	19
Gambar 2.8 Struktur methylene blue	21
Gambar 2.9 Peristiwa bresstrahlung.....	24
Gambar 2.10 Sinar-X bremsstrahlung.....	24
Gambar 2.11 Difraksi sinar-X oleh atom pada bidang.....	25
Gambar 2.12 Skema Alat SEM.....	26
Gambar 2.13 Hasil karakterisasi SEM lapisan tipis NiO/Ag.....	28
Gambar 2.14 Proses emisi dan eksitasi pada alat EDX.....	29
Gambar 2.15 Skema spektrofotometri UV-Vis	30
Gambar 3.1 Bagan penelitian.....	33
Gambar 3.2 Tahapan Pendeposisian Lapisan Tipis NiO/Ag	34
Gambar 3.3 Mosaic material target	35
Gambar 3. 4 Tahapan karakterisasi lapisan tipis.....	37
Gambar 3.5 Alur degradasi zat warna methylene blue.....	38
Gambar 4.1 Lapisan Tipis NiO/Ag deposisi 1 menit	44
Gambar 4.2 Hasil karakterisasi XRD	45
Gambar 4.3 Hasil karakterisasi SEM	47
Gambar 4.4 Hasil Karakterisasi EDX	48
Gambar 4.5 Grafik hubungan panjang gelombang (nm) dengan Transmittansi... 50	50
Gambar 4.6 Celah pita NiO/Ag.....	52
Gambar 4.7 Spektra zat warna methylene blue.....	54
Gambar 4.8 Regresi linier larutan standar methylene blue.....	54
Gambar 4.9 Optimasi waktu persentase degradasi methylene blue.....	56
Gambar L.1 Lapisan Tipis NiO/Ag.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.2 Persentase Hasil Karakterisasi EDX.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.3 Hasil XRD sebelum diolah	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.4 Reflektansi	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.5 Absorbansi	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.6 Hasil degradasi zat warna methylene blue	Error! Bookmark not defined.
Gambar L.7 Kurva regresi Linier.....	Error! Bookmark not defined.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	67
Lampiran 2	68
Lampiran 3	69
Lampiran 4	73
Lampiran 5	78



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bidang Industri pemenuhan kebutuhan pokok manusia telah banyak mengalami kemajuan, terutama industri tekstil, Indonesia menempati posisi ke-17 dunia (Kemendagri, 2016). Badan Pusat Statistik menunjukkan kenaikan jumlah industri tekstil, hingga tahun 2010 tercatat 2585 industri tekstil (Badan Pusat Statistik). Keberadaannya memberikan dampak positif sebagai penopang perekonomian dan penyedia lapangan kerja. Di lain sisi, limbah zat warna tekstil yang dihasilkan berkontribusi terhadap pencemaran ekosistem air apabila tidak diolah terlebih dahulu. Selain mencemari ekosistem air, zat warna tekstil juga dapat mengurangi estetika lingkungan, menimbulkan bau tidak sedap, dan mengganggu penggunaan air pada aktivitas manusia. Limbah cair hasil industri tekstil mengandung residu pewarna reaktif, beracun, bahan kimia berbahaya dan zat-zat yang sulit terdegradasi (Wang, 2011). Salah satu contoh zat warna yang sering digunakan adalah *methylene blue*.

Methylene Blue (MB) merupakan salah satu zat warna sintetik yang biasa digunakan dalam pewarnaan tekstil. Penggunaan *methylene blue* selain harganya murah, senyawa ini mudah diperoleh, mudah penggunaannya dan menghasilkan warna yang baik (Agustina, 2012). *Methylene blue* merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung benzene yang sulit terdegradasi dan *dye* kanonik dengan daya adsorpsi yang kuat (Miclescu, 2010). Limbah zat warna ini

mengakibatkan polutan dalam jumlah berlebih. Degradasi senyawa *methylene blue* dengan konsentrasi tinggi berlangsung lambat dibandingkan akumulasinya. Sehingga zat warna akan lebih mudah terakumulasi ke dasar perairan daripada yang terdegradasi (Soltoni, 2012).

Pencemaran lingkungan dalam bentuk apapun tentunya merugikan manusia dan lingkungan. Sebagaimana Allah menyerukan kepada manusia untuk senantiasa memperhatikan, memelihara dan melestarikan lingkungan. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam surat Al-Hadid Ayat 25 berikut:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

“*Sesungguhnya kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong agama-Nya dan rasul-rasulnya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa*” (Q.S Hadid : 25)

Dari penggalan ayat di atas (Shihab, 2003), al-Misbah menafsirkan, bahwa Allah SWT telah menciptakan nabi Adam a.s sebagai manusia pertama di bumi dan menjadikan manusia memiliki tanggung jawab untuk memakmurkan bumi dan melestarikan bumi dengan segala isinya. Manusia dengan aktivitasnya yang menghasilkan limbah, seperti dalam proses pengolahan industri tekstil. Maka pengolahan limbah zat warna tekstil perlu dilakukan perbaikan. Saat ini telah dikembangkan beberapa metode di antaranya adsorpsi, koagulasi atau flokulasi, filtrasi membran (Jayakumar, 2017). Adsorpsi salah satu metode yang populer di lingkungan masyarakat. Tetapi metode ini belum efektif dalam mengurangi

pencemaran zat warna tekstil. Penggunaan material yang relatif mahal dan sisa zat warna yang masih terakumulasi di dalam absorben sehingga menimbulkan masalah baru.

Menurut (Chen, 2015) pemakaian semikonduktor sebagai fotokatalis dalam pengolahan limbah memiliki keuntungan di antaranya, ramah lingkungan karena pereaksi adalah elektron dan *hole* yang berasal dari proses eksitasi yang terjadi pada semikonduktor oksida akibat terkena radiasi foton ultraviolet, serta fleksibel dimana elektron dan *hole* dapat bereaksi dengan polutan yang berbentuk cair maupun gas, waktu yang dibutuhkan relatif singkat, tidak membutuhkan analisis yang rumit dan tidak meninggalkan residu.

Di antara banyak semikonduktor yang digunakan, Nikel Oksida (NiO) memiliki kapasitas yang baik karena memiliki kemampuan untuk menghilangkan kontaminasi zat warna karena secara sifat fisik dan kimia yang ramah lingkungan. NiO memiliki celah pita sebesar 3,4-4,0 eV, yang mirip dengan TiO₂, menghasilkan efisiensi kuantum (perbandingan pasangan hole dan elektron yang terjadi akibat foton) yang lebih tinggi dan fotokatalitik yang efektif (Wu, 2016). NiO memiliki kelebihan seperti memiliki laju oksidasi yang lambat, tidak beracun, dan kestabilan kimia (Hashem, 2016). Dalam beberapa penelitian, NiO banyak digunakan untuk menangani berbagai limbah, seperti limbah fenol, pencemaran air, limbah pembuatan kertas, dan sebagainya. Aktivitas degradasi limbah zat warna dapat ditingkatkan dengan penambahan dopan pada semikonduktor oksida (NiO). Penambahan dopan dipilih material yang memiliki potensi reduksi yang bertidak sebagai akseptor elektron, dapat meningkatkan pemisahan muatan, dan

menghambat rekombinasi elektron dan *hole*. Perak (Ag) memiliki karakteristik seperti di atas sebagai dopan.

Material semikonduktor NiO/Ag dapat dideposisikan menjadi lapisan tipis, baik secara kimia maupun secara fisika. Beberapa teknik deposisi lapisan tipis antara lain teknik *chemical bath deposition*, Sol-Gel dan *sputtering* (Reddy, 2014). Pada penelitian ini digunakan teknik RF *sputtering*. Sistem RF *sputtering* memiliki beberapa kelebihan seperti dapat mendeposisikan bahan isolator karena sistem ini memiliki laju deposisi yang besar, daya adhesif material yang ter-*sputter* lebih kuat dan dapat mendeposisikan lapisan tipis dengan lebih homogen (Maissel, 1970).

Dari pemikiran di atas maka perlu dilakukan kajian tentang lapisan tipis NiO/Ag sebagai fotokatalis degradasi *methylene blue*. Pembuatan lapisan tipis NiO/Ag dengan variasi tekanan oksigen menggunakan metode RF *sputtering* pada frekuensi radio 13,56 MHz. Kemudian hasil pendeposisian lapisan tipis dapat diuji sifat optiknya menggunakan spektrofotometri UV-Vis, pengujian *X-Ray Dispersive* (XRD) untuk mengetahui kristalinitas, pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi, *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) untuk mengetahui komposisi kimia suatu bahan. Kemudian lapisan tipis yang telah diuji tersebut digunakan sebagai fotokatalis degradasi zat warna *methylene blue* menggunakan bantuan radiasi UV selama 4 jam untuk setiap variasi tekanan oksigen.

1.2 Rumusan Penelitian

1. Bagaimana proses pembuatan lapisan tipis NiO/Ag yang dideposisi menggunakan metode RF *sputtering* pada frekuensi 13,56 Mhz.
2. Bagaimana karakteristik lapisan tipis NiO/Ag?
3. Bagaimana lapisan tipis NiO/Ag dapat mendegradasikan zat warna *methylene blue*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membuat lapisan tipis NiO/Ag yang dideposisi menggunakan metode RF *sputtering* pada frekuensi 13,56 Mhz.
2. Mengkaji karakterisasi kristalinitas, struktur morfologi, komposisi dan sifat optik lapisan tipis NiO/Ag.
3. Mengkaji lapisan tipis NiO/Ag pada degradasi zat warna *Methylene Blue*.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan preparasi lapisan tipis NiO/Ag dengan menggunakan metode RF *sputtering*. Penelitian ini dalam pengerjaan, pembahasan, dan penulisannya dibatasi oleh beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan sebagai material target nikel dengan diameter 7 cm, perak 4 cm × 1 cm dan substrat kaca dengan ukuran 2 cm × 1 cm.
2. Proses pendeposisian lapisan tipis menggunakan metode RF *sputtering* dibatasi oleh tekanan Argon $2,5 \times 10^{-2}$ mbar, variasi tekanan oksigen ($0,05 \times 10^{-2}$ mbar, $0,1 \times 10^{-2}$ mbar dan $0,15 \times 10^{-2}$ mbar).
3. Lama waktu *sputtering* 1 menit.
4. *Sputtering* dilakukan dengan DC bias sebesar ± 800 volt.

5. Proses pengujian dibatasi menggunakan UV-Vis, SEM-EDX, dan XRD.
6. Proses degradasi fotokatalis menggunakan zat warna berupa *Methylene Blue* dengan radiasi UV selama 4 jam setiap masing-masing tekanan oksigen.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat dan industri dalam melakukan deposisi lapisan tipis NiO/Ag.
2. Memberikan informasi dalam melakukan pendeposisian NiO/Ag untuk dikembangkan pada berbagai aplikasi.
3. Mengembangkan pemanfaatan lapisan tipis NiO/Ag untuk keperluan degradasi fotokatalis zat warna.
4. Memberikan referensi kepada akademisi penelitian yang lebih lanjut dalam rangka meningkatkan kualitas lapisan tipis NiO/Ag.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan kajian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lapisan tipis NiO/Ag telah berhasil ditumbuhkan di atas substrat kaca dengan metode RF *sputtering* variasi tekanan oksigen $(0,05; 0,1; 0,15) \times 10^{-2}$ mbar.
2. Analisis XRD menunjukkan bahwa intensitas tertinggi berada pada bidang (111) dan (200) yang berada pada puncak 2θ 37,66 dan 43,23 NiO/Ag memiliki struktur kristal FCC. Analisis SEM menunjukkan homogenitas permukaan lapisan tipis NiO/Ag dengan diameter rata-rata 50,8 nm. Analisis EDX menunjukkan persentase massa elemen unsur Ni 40,45%, Ag 13,01%, dan O 46,53%. Dari analisis UV-Vis menunjukkan hasil bahwa tekanan oksigen berpengaruh terhadap transmitansi optik dan celah pita energi dan celah pita energinya berturut-turut 2,8 eV, 3,1 eV dan 3,2 eV.
3. Lapisan tipis NiO/Ag dengan tekanan oksigen $0,15 \times 10^{-2}$ mbar merupakan persentase tertinggi yang mampu mendegradasikan *methylene blue* sebesar 91,956%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian dan kajian yang telah dilakukan, masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki ataupun dikembangkan, di antaranya adalah perlu dilakukan pengujian SEM-EDX dan XRD untuk semua variasi tekanan

oksigen. Sehingga dapat melihat perbedaan pengaruh tekanan oksigen pada lapisan tipis tersebut



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, dkk. 2012. Pengaruh Temperatur dan Waktu pada Pengolahan Pewarna Sintesis Procion menggunakan Reagen Fenton. *Jurnal Teknik Kimia*, **Vol. 18, No. 3**, Agustus 1012.
- Ai, dkk. 2008. Influence of Substrate Temperature on Electrical and Optical Properties of P-Type Semitransparent Conductive Nickel Oxide Thin Films Deposited by Radio Frequency Sputtering. *Applied Surface Science* **Vol. 254**: 2401-2405.
- Al-Ghamdi, 2016. Structural, Optical, and Photo-Catalytic Activity of Nanocrystalline NiO. *Materials Research Bulletin*, **Vol.75**: 71-77.
- Atmono, Tri Mardji., dkk. 1999. Konstruksi dan Uji Karakterisasi Sistem RF Sputtering untuk Preparasi Lapisan Tipis. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*, (14-15 Juli 1999). Yogyakarta: P3TM BATAN.
- Atmono, Tri Mardji, dkk. 2000. Pengaruh Metode Preparasi DC dan RF Sputtering Terhadap Sifat Lapisan Tipis. *Prosiding Pertemuan Ilmiah*, (25-26 Juli 2000). Yogyakarta: P3TM BATAN.
- Atmono, Tri Mardji. 2003. *Lapisan Tipis dan Aplikasi untuk Sensor Magnet dan Sensor Gas*. Yogyakarta: BATAN
- Atmono, Tri Mardji, dkk. 2003. *Workshop Sputtering untuk Rekayasa Permukaan Bahan*. Yogyakarta: P3TM BATAN.
- BPS, 2016. *Direktori Industri Besar dan Sedang/Daerah Istimewa Yogyakarta*. Bidang Statistik Produksi: Yogyakarta.
- Callister, dkk. 2012. *Fundamental of Material Science and Engineering an Integrated Approach 4th edition*. New York, United States: John Wiley & Sons Inc.
- Chen, dkk. 2015. Preparation and characterization of surface photocatalytic activity with NiO/TiO₂ Nanocomposite structure. *Materials 2015*, **Vol.8**: 4273-4286.
- Christian, dkk. 2007. Kemampuan Pengolahan Warna Limbah Tekstil oleh Berbagai Jenis Fungsi dalam Suatu Bioreaktor. *Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya*, (15 November 2007)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

- Deraz, N. M. 2004. Physicochemical Properties and Catalytic Behavior of Magnesia Supported Manganese Oxide Catalysts. *Thermochimica Acta*, **Vol. 421**: 171-177.
- Divisi Kimia Analitik. 2016. Spektroskopi Sinar X. pdf, diakses 16 Juni 2019
- Falahiyah, 2015. *Adsorpsi Methylene Blue menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*. (Tugas Akhir), Jurusan Kimia, Fakultas SAINTEK, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Faisal, dkk. 2018. Novel Mesoporous NiO/TiO nanocomposite with Enhanced Photocatalytic Activity Under Visible Light Illumination. *Ceramics International*, (17 Januari 2018).
- Fogler, H., Scott. 1999. Elements of Chemical Reaction Engineering, 3d Edition, Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Series.
- Gowthami, dkk. 2014. Optical Dispersi Characterization of NiO Thin Films Prepared by Nebulized Spray Technique. *International Journal of Cheltenham Research*.
- Hassan, dkk. 2016. Dopping and Thickness Variation influence on the Structural and Sensing of NiO film prepared by RF-Magnetron-Sputtering. *Journal Matter Electron*, **Vol. 27**: 1270-1277.
- Havancsak, dkk. 2016. High Resulution Scanning Electron Microscopy. *Archeometriai Muhely 2013/X.2*.
- Hwang, dkk. 2017. Effects of Oxygen Content on The Structural, Optical, and Electrical Properties of NiO Films Fabricated by Radio Frequency Sputtering. *Materials Science in Semiconductor Processing*, **Vol. 71**: 396-400.
- Hashem, dkk. 2016. Fabrication and Characterization Nickel Oxide (NiO) nanoparticle Manufactured using a Facile Thermal Treatment. *Result in Physics*, **Vol. 6**: 1024-1030.
- Halliday, dkk. 1990. Fisika Modern. Jakarta: Erlangga.
- Ima, Anastasia. 2007. *Deposisi Lapisan Tipis SnO₂ menggunakan Teknik DC Sputtering dan Karakterisasinya*. (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, Fakultas SAINTEK, USD, Yogyakarta.

- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis, dan Sifat-sifatnya*. Bandung: ITB.
- Jana, dkk. 2014. Nickel Oxide Thin Film from Electrodeposited Nickel Sulfide Thin Film: Peroxide Sensing and Photodecomposition of Phenol. *Journal RSC Advance*, **Vol. 43**: 13096-13104.
- Jayakumar, dkk. 2017. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue by Nickel Oxide Nanoparticles. *Materials Today: Proceedings*, **Vol. 4, No. 11**: 11690-11695.
- Kemendagri. 2016. *Tekstil: Tekstil dan Produksi Kreatif Indonesia*. pdf
- Kudo, dkk. 2004. Strategies for the Development of Visible Light-Driven Photocatalysts for Water Splitting. *Chemistry Letter*, **Vol. 33, No. 12 (18 Agustus 2004)**: 1534-1539.
- Licciulli, A, dkk. 2002. *Self-Cleaning Glass*. Universitas Degli Studio Di Lecce.
- Liu, Guolei. 2003. *Exchange interaction of Fe Films on NiO (001) Single Crystals*. (Disertasi) Mathematicsh-Naturwissenschaftlicher-Technischen Fakultat der Martin-Luther-Universitat Helle-Wittenberg.
- Luo, dkk. 2014. Preparation of Porous Micro–Nano-Structure NiO/ZnO Heterojunction and its Photocatalytic Property. *Journal of RSC Advances*, **Vol. 4**: 3090-3095.
- Maissel, dkk. 1970. *Handbook of Thin Film Technology* New York McGraw-Hill. Inc.
- Miclescu, dkk. 2010. Methylene blue, and old drug with indications?. *Jurnalul Roman de Anestezie Terapie intensiva*, **Vol. 17**: 35-41.
- Nogueira, dkk. 1993. Photodegradation of Methylene Blue Using Solar Light and Semiconductor (TiO₂), *J. Chem. Ed.*, **Vol. 70, No. 10**: 861-862.
- Noua, dkk. 2019. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue by NiO Thin Films Under Solar Light Irradiation. *Journal of Nano Research*, **Vol. 56**: 152-157.
- Nur, Muhammad. 2011. *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Oliver. 1993. Computer Simulation of the Crystal Morphology of NiO. *Modelling Simul, Matter*, **Vol. 2**: 775-760.
- Preciado, dkk. 2016. Nickel titanate (NiTiO₃) thin films: RF sputtering syntesis and investigation of the related features for photocatalysis. *Journal RSC*, **Vol. 18, No.18**.

- Predanocy, dkk. 2016. Structural, optical and electrical properties of sputtered NiO thin films for gas detection. *Applied Surface Science*.
- Reddy, dkk. 2011. Efferct of Oxygen Partial on the Structural, Optical, and Electrical Properties of Sputtered NiO Films.
- Reddy, dkk. 2014. Effect of Oxygen Partial Pressure on the Properties of NiO–Ag Composite Films Grown by DC Reactive Magnetron Sputtering. *Journal of Alloys and Compounds*, **Vol. 583**: 396–403.
- Retno, Nugraheni. 2014. *Efek GMR pada Lapisan Tipis Multilateral Fe/Cu*. (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, FMIPA, UNY, Yogyakarta.
- Shihab, M. Q. 2003. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Smallman, R.E & Bishop, J.R. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Soltani, dkk. Visible Light-Induced Degradation of Methylene Blue in the Presence of Photocatalytic ZnS and CdS Nanoparticle. *Journal of Molecular Sciences*, **Vol. 13**: 12252-12258.
- Soofivand, dkk. 2017. Step syntesis and photocatalytic activity of NiO/graphene nanocomposite under UV and Visible light as an effective photocatalyst. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **Vol 337**: 44-53.
- Stuart V. R. 1983. *Vacuum Technology Thin Film and Sputtering*. New York: Academic Press.
- Suhartati, Tati. 2017. *Dasar-Dasar Spektroskopi UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Senyawa Organik*. Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Sujatno, dkk. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirconium. *Jurnal Forum Nuklir*, **Vol. 9 (November, 2015)**: 44-50.
- Susanto, H. 2012. *Teknologi Lapisan Tipis dan Aplikasi*. Semarang: UPT UNDIP.
- Visinescu, dkk. 2015. Photocatalytic Degradation of Acton by Ni-doped Titania Thin Films by DC Sputtering. *Applied Catalyst B: Environmental*, **Vol. 60**: 155-162.

- Wang, dkk. 2016. Synthesis of NiO/Ag Nanocomposites by Micro-Emulsion Method and The Capacitance Performance as Electrode. *Matter Electron*, **Vol. 27**: 4752-4759.
- Wang, Zongping, dkk. 2011. *Advances in Treating Textile Effluent*. Book: InTech China.
- Wang, dkk. Synthesis of NiO/Ag nanocomposites by micro-emulsion method and the capacitance performance as electrodes. *Journal Mater Sci: Mater Electron*, **Vol. 27**: 4752-4759
- Widodo, Slamet. 2012. Teknologi Pendeposisian Film Tipis Metal dengan Metode DC-Sputtering. *Seminar Nasional Fisika 2012*: 76-81.
- Wu, dkk. 2016. Preparation of Au nanoparticle-decorated ZnO/NiO heterostucture via nonsolvent method for high-performance photocatalysis. *J Mater Sci*, **Vol. 52**, No. 3.
- Xia, dkk. 2008. Electrochromic Properties of Porous NiO Thin Films Prepared by a Chemical Bath Deposition. *Solar energy materials & solar cells*: 628-633.
- Zalenska, dkk. 2018. *Metal Oxide-Based Photocatalysis*. Book: Elsvier