

**DEGRADASI AMOKSISILIN PADA LIMBAH FARMASI SECARA
FOTOKATALITIK MENGGUNAKAN KOMPOSIT ZnO/rGO**

SKRIPSI



ILHAM PUJI DEWANTO

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**DEGRADASI AMOKSISILIN PADA LIMBAH FARMASI SECARA
FOTOKATALITIK MENGGUNAKAN KOMPOSIT ZnO/rGO**

SKRIPSI



ILHAM PUJI DEWANTO

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

2022

**DEGRADASI AMOKSISILIN PADA LIMBAH FARMASI SECARA
FOTOKATALITIK MENGGUNAKAN KOMPOSIT ZnO/rGO**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Kimia
pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Ilham Puji Dewanto

NIM. 081811533042

Tanggal Lulus : 27 Juli 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. rer. nat. Ganden Supriyanto, M.Sc.

NIP. 196812281993031001



Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si.

NIP. 198505192012122002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Degradasi Amoksisilin pada Limbah Farmasi secara
Fotokatalitik menggunakan Komposit ZnO/rGO
Penyusun : Ilham Puji Dewanto
NIM : 081811533042
Pembimbing I : Dr. rer. nat. Ganden Supriyanto, M.Sc.
Pembimbing II : Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si.
Tanggal Ujian : 27 Juli 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. rer. nat. Ganden Supriyanto, M.Sc.

NIP. 196812281993031001



Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si.

NIP. 198505192012122002

Mengetahui,
Ketua Departemen Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Mochammad Zakki Fahmi, M.Si., Ph.D.

NIP. 198307022009121005

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai dengan kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Ilham Puji Dewanto
NIM : 081811533042
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S-1)

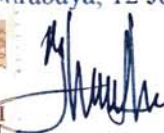
Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul:

Degradasi Amoksisilin pada Limbah Farmasi secara Fotokatalitik Menggunakan Komposit ZnO/rGO

Apabila suatu saat nanti melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juli 2022



Ilham Puji Dewanto
NIM. 081811533042

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Degradasi Amoksisilin pada Limbah Farmasi secara Fotokatalitik menggunakan Komposit ZnO/rGO”**. Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan akademik kelulusan menjadi sarjana sains di bidang kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Pada saat penyusunan skripsi, penulis menerima banyak sekali bantuan moriil dan materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat nama-nama sebagai berikut:

1. Bapak Dr. rer. nat Ganden Supriyanto, M.Sc., selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Harsasi Setyawati, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing II dan dosen wali yang telah memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan kepada penulis sejak awal perkuliahan hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Mochamad Zakki fahmi, S.Si, M.Si, Ph.D., selaku Ketua Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
4. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan staff administrasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, khususnya Program Studi S1 Kimia atas ilmu dan arahan yang membantu penulis dalam menempuh perkuliahan.
5. Orang tua, Ibu Misri serta kakak-kakak penulis, Joko Puji Atmoko dan Dianti Puji Rahayu yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh serta motivasi dalam menjalankan perkuliahan.
6. Teman-teman satu bimbingan yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
7. Saudari Novika Wulan Suci selaku orang terdekat dan spesial yang selalu memberikan saran, motivasi, semangat, dan dukungan penuh selama proses perkuliahan.
8. Seluruh teman mahasiswa Program Studi S1 Kimia angkatan 2018 yang telah

memberikan dukungan, semangat, dan saran selama proses perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih perlu disempurnakan. Oleh karena itu, besar harapan penulis untuk menerima kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan sarana pembelajaran bagi penulis dimasa yang akan datang supaya lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Surabaya, 12 Juli 2022

Penyusun,

Ilham Puji Dewanto

Dewanto, Ilham Puji, 2022, Degradasi Amoksisilin pada Limbah Farmasi secara Fotokatalitik menggunakan Komposit ZnO/rGO, Skripsi dibawah bimbingan Dr.rer.nat. Ganden Supriyanto, M.Sc. dan Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si., Program Studi S1 Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Salah satu bahan pencemar yang menyebabkan pencemaran air adalah berasal dari kegiatan industri farmasi. Limbah obat-obatan yang menjadi polutan berbahaya karena sulit terdegradasi secara alami oleh alam salah satunya adalah amoksisilin. Meskipun dalam konsentrasi rendah, antibiotik ini akan menyebabkan munculnya patogen resisten terhadap antibiotik dan ekotoksitas. Tujuan dari penelitian ini adalah sintesis komposit ZnO/rGO sebagai fotokatalis yang digunakan untuk mendegradasi limbah amoksisilin. Komposit ZnO/rGO yang telah disintesis dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan XRD. Hasil karakterisasi ZnO/rGO menunjukkan gugus fungsi O-H (3352 cm^{-1}), gugus epoksida (1041 cm^{-1}), beserta ikatan C-OH (1376 cm^{-1}) dan C=O (1727 cm^{-1}) dari gugus karboksil pada spektra IR hilang karena GO tereduksi. Pada bilangan gelombang 458 cm^{-1} merupakan serapan milik ikatan Zn-O. Pola puncak difraksi pada sudut 2θ yakni $31,6^\circ$; $34,3^\circ$; $36,1^\circ$; $47,4^\circ$; dan $56,5^\circ$ menunjukkan karakteristik dari *hexagonal wurtzite* ZnO. Degradasi amoksisilin telah dilakukan secara fotokatalitik menggunakan fotokatalis berupa komposit ZnO/rGO. Efek dari parameter degradasi meliputi pH, massa katalis, dan waktu dipelajari untuk menentukan kondisi optimum dalam proses degradasi. Proses fotokatalitik dilakukan di dalam reaktor fotokatalitik dengan lampu UV 20 Watt. Hasil degradasi diperiksa menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis ZnO/rGO dapat mendegradasi amoksisilin dengan optimum pada kondisi pH 7, massa katalis sebesar 0,1 gram, dan penyinaran selama 90 menit. Hasil degradasi amoksisilin dalam air sungai pada kondisi optimum adalah sebesar 14,97% dan kapasitas degradasi sebesar 3,61 mg analit/kg ZnO/rGO.Watt.menit.

Kata Kunci: amoksisilin, komposit ZnO/rGO, katalis, degradasi, fotokatalitik

Dewanto, Ilham Puji, 2022, Photocatalytic Degradation of Amoxicillin in Pharmaceutical Waste using ZnO/rGO Composite, Undergraduate Thesis under guidance of Dr.rer.nat. Ganden Supriyanto, M.Sc. and Harsasi Setyawati, S.Si, M.Si., Chemistry Bachelor Degree, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRACT

One of the pollutants that causes water pollution is derived from the activities of the pharmaceutical industry. Drug waste which is a dangerous pollutant because it is difficult to degrade naturally, one of them is amoxicillin. Even in low concentrations, these antibiotics will cause the emergence of antibiotic-resistant pathogens and ecotoxicity. The purpose of this research is the synthesis of ZnO/rGO composite as a photocatalyst used to degrade amoxicillin waste. The synthesized ZnO/rGO composite was characterized using FTIR and XRD instruments. The results of the ZnO/rGO characterization showed the functional group of O-H (3352 cm^{-1}), the epoxide group (1041 cm^{-1}), the C-OH (1376 cm^{-1}) and C=O (1727 cm^{-1}) bonds of the carboxyl group at IR spectra are disappear due to reduced GO. At the 458 cm^{-1} is the absorption of the Zn-O bond. The pattern of diffraction peaks at an angle of 2θ is 31.6° ; 34.3° ; 36.1° ; 47.4° ; and 56.5° shows the characteristics of hexagonal wurtzite ZnO. Degradation of amoxicillin has been carried out using photocatalytic method with ZnO/rGO as a photocatalyst. The effects of degradation parameters including pH, catalyst mass, and irradiation contact time were studied to determine the optimum conditions for the degradation process. The photocatalytic process was carried out in a photocatalytic reactor with a 20 Watt UV lamp. The degradation results were examined using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that the ZnO/rGO catalyst could degrade amoxicillin optimally at pH 7, catalyst mass of 0.1 grams, and irradiation for 90 minutes. The results of the degradation of amoxicillin in river water at optimum conditions were 14.97% and the degradation capacity was 3.61 mg analyte/kg ZnO/rGO.Watt.minute.

Keywords: *amoxicillin, ZnO/rGO composite, catalyst, degradation, photocatalytic*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Farmasi.....	5
2.2 Amoksisilin	6
2.3 Degradasi Fotokatalitik	7
2.4 Semikonduktor ZnO	8
2.5 <i>Reduced Graphene Oxide</i> (rGO).....	10
2.6 Komposit ZnO/rGO.....	11
2.7 Karakterisasi Komposit ZnO/rGO.....	13
2.7.1 <i>Fourier Transform Infrared Spectrophotometer</i> (FTIR)	13
2.7.2 <i>X-ray Diffraction</i> (XRD).....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16

3.2	Bahan dan Alat Penelitian	16
3.2.1	Bahan penelitian.....	16
3.2.2	Alat penelitian	16
3.3	Diagram Alir.....	17
3.4	Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1	Pembuatan larutan HCl 1 N	17
3.4.2	Pembuatan larutan NaOH 1 N.....	17
3.4.3	Pembuatan larutan induk amoksisilin 1000 ppm	17
3.4.4	Pembuatan larutan kerja amoksisilin 100 ppm	18
3.4.5	Penentuan panjang gelombang maksimum amoksisilin	18
3.4.6	Pembuatan kurva kalibrasi standar amoksisilin	18
3.5	Persiapan Komposit ZnO/rGO untuk Degradasi Amoksisilin	19
3.5.1	Sintesis rGO	19
3.5.2	Sintesis komposit ZnO/rGO.....	19
3.5.3	Karakterisasi komposit ZnO/rGO	19
3.6	Optimasi Parameter Degradasi	20
3.6.1	Optimasi pH	20
3.6.2	Optimasi massa komposit ZnO/rGO.....	20
3.6.3	Optimasi waktu	21
3.7	Degradasi Larutan Standar Amoksisilin pada Kondisi Optimum	22
3.8	Aplikasi Degradasi Amoksisilin dengan Metode Fotokatalitik pada Air Sungai.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Sintesis dan Karakterisasi Komposit ZnO/rGO	24
4.1.1	Sintesis rGO dari GO	24
4.1.2	Sintesis komposit ZnO/rGO.....	24
4.1.3	Karakterisasi GO, rGO, dan ZnO/rGO menggunakan FTIR	25
4.1.4	Karakterisasi GO, rGO, dan ZnO/ rGO menggunakan XRD.....	27
4.2	Kurva Standar Larutan Amoksisilin dengan Variasi pH.....	28
4.3	Optimasi Parameter Degradasi	29
4.3.1	Optimasi pH	29

4.3.2	Optimasi massa katalis	32
4.3.3	Optimasi waktu	34
4.4	Degradasi Amoksisilin	36
BAB V KESIMPULAN		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA		39
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Panjang gelombang maksimum larutan amoksisilin	28
4.2	Data hubungan antara pH dengan degradasi amoksisilin	30
4.3	Data hubungan antara massa katalis dengan degradasi amoksisilin	32
4.4	Data hubungan antara waktu dengan degradasi amoksisilin	34
4.5	Data degradasi amoksisilin pada kondisi optimum	36

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur Amoksisilin (Auguste & Ouattara, 2021)	6
2.2	Struktur kristal ZnO	9
2.3	Skema perubahan struktur GO menjadi rGO	11
2.4	Spektrum FTIR GO dan ZnO/rGO (Luo et al., 2012)	14
2.5	Difaktogram ZnO, GO, dan ZnO/rGO menggunakan XRD	15
3.1	Reaktor Fotokatalitik	16
4.1	Padatan GO (a), rGO (b), ZnO (c) Komposit ZnO/rGO (d)	25
4.2	Hasil karakterisasi GO, rGO, ZnO/rGO menggunakan FTIR	26
4.3	Karakterisasi GO, rGO, ZnO/rGO menggunakan XRD	27
4.4	Kurva baku larutan standar amoksisilin pada berbagai pH	29
4.5	Grafik hubungan antara pH dengan % degradasi amoksisilin	31
4.6	Struktur amoksisilin terprotonasi pada kondisi asam (a), Struktur amoksisilin terdeprotonasi pada kondisi basa (b)	32
4.7	Grafik hubungan antara massa katalis dengan % degradasi amoksisilin	34
4.8	Grafik hubungan antara waktu dengan % degradasi amoksisilin	35

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Pembuatan Larutan
2.	Pembuatan Kurva Baku Analisis Standar Amoksisilin
3.	Optimasi Larutan Standar Amoksisilin
4.	Hasil Karakterisasi