



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**SINTESIS NANOPARTIKEL SENG OKSIDA-PERAK (NANO ZnO-Ag) SEBAGAI
FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH CAIR BATIK**

***SYNTHESIS OF ZINC OXIDE-SILVER (NANO ZnO-Ag) NANOPARTICLES AS A
PHOTOCATALYST TO DEGRADE BATIK LIQUID WASTE DYES***

Oleh

Aris Supriyadi

190107009

Dosen Pembimbing

Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.

NIP. 199201032019032022

Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.

NIP. 198410252019032010

JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

POLITEKNIK NEGERI CILACAP

CILACAP

2023



**POLITEKNIK NEGERI
CILACAP**

TUGAS AKHIR

**SINTESIS NANOPARTIKEL SENG OKSIDA-PERAK (NANO ZnO-Ag)
SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA
LIMBAH CAIR BATIK**

***SYNTHESIS OF ZINC OXIDE-SILVER (NANO ZnO-Ag) NANOPARTICLES
AS A PHOTOCATALYST TO DEGRADE BATIK LIQUID WASTE DYES***

Oleh

Aris Supriyadi

190107009

Dosen Pembimbing

Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng., C.EIA.

NIP. 199201032019032022

Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.

NIP. 198410252019032010

**JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN
PROGRAM STUDI SARJA TERAPAN
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP**

CILACAP

2023

HALAMAN PENGESAHAN

SINTESIS NANOPARTIKEL SENG OKSIDA-PERAK (NANO ZnO-Ag) SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH CAIR BATIK

Telah disusun oleh
ARIS SUPRIYADI
NPM. 19.01.07.009

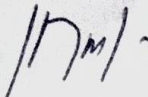
Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Terapan
di Politeknik Negeri Cilacap

Dosen Pembimbing I



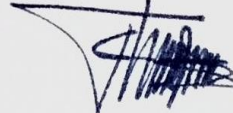
Ilma Fadlilah, S. Si., M. Eng., C.EIA.
NIP. 199201032019032022

Dosen Penguji I



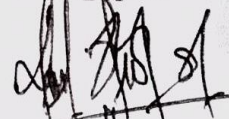
Kusdiharta, S.T., M.P
NIDK 8964850022

Dosen Pembimbing II



Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.
NIP. 198410252019032010

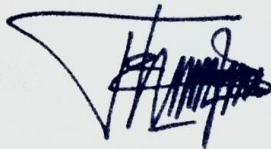
Dosen Penguji II



Dodi Satriawan, S. T., M. Eng
NIP 198805072019031009

Mengetahui

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Ketua Jurusan
Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian



Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.
NIP. 198410252019032010



Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T.
NIP. 197610152021211005

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul

“Sintesis Nanopartikel Seng Oksida-Perak (Nano ZnO-Ag) Sebagai Fotokatalis Untuk Mendegradasi Zat Warna Limbah Cair Batik”
yang ditulis oleh Aris Supriyadi NPM 190107009 ini telah diperiksa dan disetujui, serta layak diujikan di seminar akhir TA

Cilacap, 1 Agustus 2023

Dosen Pembimbing I



Ilma Fadlilah, S. Si., M. Eng., C.EIA.
NIP. 199201032019032022

Dosen Pembimbing II



Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.
NIP. 198410252019032010

Mengetahui

**Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan**



Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.
NIP. 198410252019032010

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Cilacap, 1 Agustus 2023



Aris Supriyadi

**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN
HAK BEBAS ROYALTI NONEKSKLUSIF**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aris Supriyadi
NPM : 190107009
Program Studi : D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan
Jenis Karya Ilmiah : Tugas Akhir


Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Sintesis Nanopartikel Seng Oksida-Perak (Nano ZnO-Ag) Sebagai Fotokatalis Untuk Mendegradasi Zat Warna Limbah Cair Batik”

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, alih media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) , merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



1. Ilma Fadlilah, S. Si., M. Eng., C.EIA.
NIP. 199201032019032022



2. Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.
NIP. 198410252019032010

Cilacap, 1 Agustus 2023
Yang Menyatakan,



Aris Supriyadi
NPM. 19.01.07.009

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aris Supriyadi
NPM : 190107009
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Pengendalian
Pencemaran Lingkungan
Jenis Karya Ilmiah : Laporan Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk melaksanakan kegiatan publikasi karya ilmiah sebagai luaran tugas akhir/skripsi ke dalam bentuk jurnal Nasional/Internasional maupun Paten/Paten sederhana maksimal sebelum pendaftaran wisuda. Apabila dalam waktu yang ditentukan, saya belum menghasilkan luaran minimal dalam status submit, maka sebagai konsekuensi saya tidak berhak mendapatkan nilai dari hasil tugas akhir saya.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Tim Pembimbing



1. Ilma Fadlilah, S. Si., M. Eng., C.EIA.

NIP. 199201032019032022



2. Theresia Evila P. S. R, S.T., M.Eng.

NIP. 198410252019032010

Cilacap, 1 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Aris Supriyadi

NPM. 19.01.07.009

ABSTRAK

Nanopartikel adalah partikel yang memiliki ukuran 1-100 nanometer. Seng oksida dikenal sebagai bahan yang ramah lingkungan dikarenakan kompatibel dengan organisme hidup. Salah satu, cara untuk membuat partikel berukuran nano adalah dengan menggunakan metode sol-gel. Pada penelitian ini, bertujuan untuk mensintesis nanopartikel seng oksida-perak (Nano ZnO-Ag), mengkaji pengaruh variasi suhu kalsinasi terhadap karakteristik Nano ZnO-Ag yang dihasilkan, mengetahui pengaruh penambahan katalis terhadap degradasi zat warna limbah cair batik dan pengaruh lama penyinaran terhadap degradasi zat warna limbah cair batik. Variabel yang digunakan yaitu variasi suhu kalsinasi yakni 400°C, 500°C dan 600°C serta lama penyinaran yakni (1,2,3,4 dan 5) jam. Nano ZnO-Ag yang dihasilkan dianalisis karakteristik morfologinya dan kandungan unsur menggunakan *Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX). Hasil dari penelitian ini yaitu ukuran partikel paling nano didapatkan pada variasi suhu kalsinasi 400°C dengan ukuran 92,17 nm. Selain itu, semakin meningkatnya suhu kalsinasi menyebabkan kandungan Ag yang terkandung semakin meningkat. Pada suhu kalsinasi tertinggi yaitu 600°C kandungan Ag mencapai 2,09%. Penambahan fotokatalis Nano ZnO-Ag 400 dapat meningkatkan persentase degradasi zat warna mencapai 68,34%-73,65% dibandingkan tanpa penambahan fotokatalis yaitu 13,23%-17,48%. Semakin lama waktu penyinaran, semakin meningkatkan persentase degradasi yang dihasilkan. Waktu optimum penyinaran untuk aktivitas fotokatalitik pada penelitian ini yaitu 2 jam.

Kata Kunci : Limbah Cair Batik, Seng Oksida-Perak, Sol-Gel

ABSTRACT

Nanoparticles are particles that have a size of 1-100 nanometers. Zinc oxide is known as an environmentally friendly material because it is compatible with living organisms. One way to make nano-sized particles is to use the sol-gel method. In this study, it aims to synthesize zinc oxide-silver nanoparticles (nano ZnO: Ag), examine the effect of calcining temperature variations on the characteristics of the resulting nano ZnO: Ag, determine the effect of adding catalysts on the degradation of batik liquid waste dyes and the effect of long irradiation on the degradation of batik liquid waste dyes. The variables used are variations in calcining temperature namely 400 °C, 500 °C and 600 °C and the duration of irradiation namely (1, 2, 3, 4 and 5) hours. The resulting Nano ZnO-Ag was analyzed for morphological characteristics and elemental content using Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX). The result of this study is that the nanoscale particle size is obtained at a calcining temperature variation of 400 °C With a size of 92.17 nm. In addition, the increasing calcination temperature causes the Ag content contained to increase. At the highest calcining temperature of 600°C, the Ag content reaches 2.09%. The addition of Nano ZnO-Ag 400 catalyst can increase the percentage of dye degradation by 68.34%-73.65% compared to without the addition of catalyst, which is 13.23%-17.48%. The longer the irradiation time, the more the percentage of degradation produced. The optimum irradiation time for photocatalytic activity in this study was 2 hours.

Keywords : *Batik Liquid Waste, Zinc Oxide-Silver, Sol-Gel*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat dan para pengikut setianya. Amin. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

**“SINTESIS NANOPARTIKEL SENG OKSIDA-PERAK (NANO ZnO-Ag)
SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA
LIMBAH CAIR BATIK”**

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S. Tr) di Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaanya. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Cilacap, Agustus 2023

Penyusun

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Didalam penulisan proposal tugas akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.

Laporan Tugas Akhir ini, dengan judul SINTESIS NANOPARTIKEL SENG OKSIDA-PERAK (NANO ZnO-Ag) SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK MENDEGRADASI ZAT WARNA LIMBAH CAIR BATIK. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa ini tidak terlepas dari pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dua orang paling berjasa dalam hidup penulis. Kedua orang tua Bapak Achmad Munawar dan Ibunda Satinah yang selalu mendukung, memotivasi, memberi semangat dan memberi masukan kepada penulis dalam setiap aktivitas, kasih sayang dan doa untuk penulis setiap saat. Dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup saya, kalian sangat berarti. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan kemudahan *aamiin*.
2. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu S.T., M. Eng selaku Koordinator Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan
3. Ibu Ilma Fadlilah S. Si., M. Eng, C. EIA selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu, memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir
4. Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu S.T., M. Eng selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, memberikan bimbingan, pengarahan, saran dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir

5. Bapak Kusdiharta S.T., M.P dan Bapak Dodi Satriawan S.T., M. Eng selaku penguji Tugas Akhir yang telah memberikan motivasi dan perbaikan untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staff Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, atas segala arahan, bimbingan, ilmu selama menimba ilmu di Prodi TPPL.
7. Pemilik UMKM Batik Seloka Adipala yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian pada limbah cair batik yang dihasilkan.
8. Kepada cinta kasih ketiga saudara-saudari penulis. Kakanda Joni Priono, Kakanda Oki Susanto dan Ayunda Sevi Hadiati serta Ipar Ayunda Ika Wahyuni, terima kasih atas segala doa, semangat, arahan, bantuan moral maupun materil serta motivasi kepada adik terakhir kalian ini.
9. Kedua keponakan penulis tersayang, ananda Naufal dan Zakky yang senantiasa memberikan semangat dan menghibur penulis.
10. Teman – teman seperjuangan di Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan 2019 yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih bantuan dan motivasinya kepada penulis selama menimba ilmu di Prodi TPPL.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini secara langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Cilacap, Agustus 2023

Penyusun

Motto

Orang lain tidak akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories* nya. Berjuanglah untuk diri sendiri. Walaupun tidak ada yang tepuk tangan, kelak diri kita di masa depan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini. Tetap berjuang ya!

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebatkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu beralan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy Chandra)

Sungguh ada banyak hal di dunia ini yang bisa jadi kita susah payah menggapainya, memaksa ingin memilikinya, ternyata kuncinya dekat sekali; cukup dilepaskan, maka dia datang sendiri. Ada banyak masalah di dunia ini, bisa jadi kita mati-matian menyelesaikannya, susah sekali jalan keluarnya, ternyata cukup diselesaikan dengan ketulusan dan jalan keluar atas masalahmu akan hadir seketika.

(Tere Liye)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
SURAT PERNYATAAN HAK BEBAS ROYALTI NONEKSKLUSIF	vi
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi
Motto.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
DAFTAR SIMBOL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3

1.5	Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		5
2.1	Penelitian Terdahulu	5
2.2	Teori – teori yang Relevan	15
2.2.1	Limbah Cair Batik	15
2.2.2	Fotokatalis	16
2.2.3	Mekanisme Fotodegradasi	17
2.2.4	Faktor Pengaruh Efisiensi Fotodegradasi	19
2.2.5	Seng Oksida (ZnO).....	20
2.2.6	Perak (Ag)	22
2.2.7	Nanopartikel	22
2.2.8	Metode Sintesis Nanopartikel.....	23
2.2.9	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	25
2.2.10	Spektrofotometri <i>UV-Vis</i>	26
2.2.11	Kinetika Laju Reaksi	27
2.3	Hipotesis	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		30
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	30
3.2	Bahan dan Alat	30
3.3	Prosedur Penelitian	31
3.3.1	Desain Degradasi Zat Warna Menggunakan Nano ZnO-Ag.....	31
3.3.2	Sintesis Fotokatalis Nano ZnO-Ag.....	32

3.3.3 Karakterisasi nanopartikel ZnO:Ag.....	33
3.3.4 Pengaplikasian Nano ZnO-Ag sebagai Fotokatalis pada Limbah Cair Batik	34
3.4 Metode Analisis Data	35
3.4.1. Analisis Kuantitatif.....	35
3.5 Variabel Penelitian.....	36
3.6 Jadwal Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengaruh Suhu terhadap Karakteristik Nano ZnO-Ag	40
4.1.1 Sintesis Fotokatalis Nanopartikel ZnO:Ag.....	40
4.2 Pengaruh Penambahan Fotokatalis Nano ZnO-Ag terbaik terhadap Degradasi Zat Warna Limbah Cair Batik	44
4.3 Pengaruh Lama Penyinaran Lampu UV terhadap Hasil Degradasi Warna Limbah Cair Batik	47
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
Lampiran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Proses Reaksi Fotokatalis.....	18
Gambar 2. 3 Struktur Kristal Seng Oksida (ZnO)	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3. 2 Desain Degradasi Zat Warna Menggunakan Nano ZnO: Ag.....	31
Gambar 4. 1 (a) Larutan ZnO setelah <i>aging</i> 24 jam (b) Serbuk ZnO sebelum kalsinasi(c)Nano ZnO setelah kalsinasi.....	39
Gambar 4. 2 Hasil Sintesis Nano ZnOAg dengan variasi suhu kalsinasi (a) suhu kalsinasi 400°C, (b) suhu kalsinasi 500°C dan (c) suhu kalsinasi 600°C	41
Gambar 4. 3 Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) (a) Nano ZnO-Ag Kalsinasi 400°C; (b) Nano ZnO-Ag Kalsinasi 500°C dan (c) Nano ZnO-Ag Kalsinasi 600°C.....	42
Gambar 4. 4 Diagram Ukuran rata-rata partikel hasil sintesis nanopartikel	43
Gambar 4. 5 Persen Degradasi Limbah Batik.....	45
Gambar 4. 6 Hubungan antara penambahan Nano ZnO-Ag 400 terhadap waktu kontak dengan Nilai COD	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Baku Mutu Limbah Cair Batik.....	16
Tabel 3.1JadwalPenelitian.....	37
Tabel4.1PersentaseKandunganUnsur.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Uji COD berdasarkan waktu kontak Nano ZnO-Ag 400	51

DAFTAR ISTILAH

- Degradasi : Pengurangan senyawa secara bertahap dengan produk antara yang terdefinisi
- Dispersi : Suatu sistem dimana partikel terdistribusi darisebuah bahan yang tersebar dalam sebuah fase berkelanjutan dari bahan lain.
- Doping : Zat pengotor yang ditambahkan ke dalam senyawa kimia untuk meningkatkan aktivasisenyawa
- Fotokatalis : Proses fotokatalitik yang dibantu dengan adanyacahaya untuk mengurangi molekul organik dan pendegradasi zat warna.
- Furnace* : Alat yang digunakan untuk menghasilkan panas melalui pembakaran dari sumber bahan bakar.
- Karakterisasi : Perwatakan yang bersifat khas
- Limbah : Sisa proses produksi yang tidak memiliki nilai atau tidak berharga
- Nanopartikel : Partikel dengan ukuran 1-100 nm
- Prekursor : Senyawa yang berpartisipasi dalam reaksi kimia yang menghasilkan senyawa lain
- Radikal : Spesies kimia yang dicirikan oleh memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan dan sangat tidak stabil sehingga menjadikannya sangat reaktif.
- Reaktor : Alat proses tempat dimana terjadinya suatu reaksi berlangsung.
- Rendemen : Prosentase perbandingan antara nilai kering (*output*) terhadap nilai basah yang dinyatakandengan persen (%).
- Sintesis : Menyatukan dua atau lebih bagian menjadi satu kesatuan melalui proses alami

DAFTAR SIMBOL

E_g	:	Energi eksitasi
v_b	:	Pita valensi terisi
$h\nu$:	Energi fotonik
e^-/h^+	:	Elektron lubang
*OH	:	Radikal hidroksil
$^*O_2^-$:	Superoksida anion radikal
OH^-	:	Hidroksida