

**DEGREDAASI ZAT WARNA MALACHITE GREEN
MENGUNAKAN METODE SONOLISIS DENGAN
BANTUAN KATALIS ZnO**



Oleh :

YOLLANDA BUNGA OSYA

NIM/TM. 18036025/2018

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

**DEGREDAASI ZAT WARNA MALACHITE GREEN
MENGUNAKAN METODE SONOLISIS DENGAN
BANTUAN KATALIS ZnO**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains



Oleh :

YOLLANDA BUNGA OSYA

NIM/TM. 18036025/2018

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

DEGREDAASI ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN
METODE SONOLISIS DENGAN BANTUAN KATALIS ZnO

Nama : Yollanda Bunga Osya
Nim : 18036025/2018
Program Studi : Kimia Non Kependidikan
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 06 Juni 2022

Mengetahui:

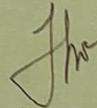
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Hary Sanjaya, S.Si, M.Si
NIP. 19830428 200912 1 007

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

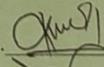
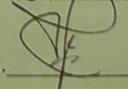
Nama : Yollanda Bunga Osya
TM/NIM : 2018/18036025
Program Studi : Kimia Non Kependidikan
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**DEGREDAASI ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGGUNAKAN
METODE SONOLISIS DENGAN BANTUAN KATALIS ZnO**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 06 Juni 2022

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	1. 
2	Anggota	Trisna Kumala Sari, M.Si., Ph.D	2. 
3	Anggota	Dr.Fajriah Azra, S.Pd., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yollanda Bunga Osya
TM/NIM : 2018/18036025
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi / 27 Juli 2000
Program Studi : Kimia Non Kependidikan
Departemen : Kimia
Fakultas : MIPA
Judul Skripsi : Degradasi Zat Warna *Malachite Green*
Menggunakan Metode Sonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 06 Juni 2022
Yang membuat pernyataan.



Yollanda Bunga Osya
NIM : 18036025

DEGREDAASI ZAT WARNA *MALACHITE GREEN* MENGUNAKAN METODE SONOLISIS DENGAN BANTUAN KATALIS ZnO

Yollanda Bunga Osya

ABSTRAK

Malachite green merupakan zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil. *Malachite green* memiliki sifat *toxic* yang dapat menimbulkan kanker, iritasi kulit dan mata, serta toksisitas pernafasan. *Malachite green* sulit terdegradasi dalam limbah sehingga memerlukan penanganan yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu optimum dan massa optimum katalis ZnO terhadap degradasi *malachite green* dengan metode sonolisis. Nilai absorbansi didapatkan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa larutan *malachite green* memiliki panjang gelombang maksimum 617,2 nm. Waktu optimum untuk mendegradasi *malachite green* dengan katalis ZnO diperoleh pada waktu 30 menit dengan %D 85,04% dan massa optimum katalis untuk mendegradasi *malachite green* dengan katalis ZnO diperoleh pada massa 0,1 gram dengan %D 83,31%.

Kata Kunci : *Malachite green*, Katalis, Degradasi, Sonolisis

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya kepada kita semua. Shalawat dan salam kita panjatkan kepada tauladan ummat Islam yakni Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah dengan nikmat dan hidayah-Nya, penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Degredasi Zat Warna Malachite Green Menggunakan Metode Sonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO”**.

Tugas Akhir ini ditulis dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulisan Tugas Akhir ini terlaksana berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik berupa moril maupun materil. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Hary Sanjaya, S.Si., M.Si., sebagai pembimbing sekaligus Penasihat Akademik.
2. Trisna Kumala Sari, M.Si., Ph.D., dan Dr. Fajriah Azra, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji I dan II.
3. Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D., sebagai Kepala Departemen Kimia sekaligus Ketua Program Studi Kimia Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh karyawan akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.

5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan motivasi kepada penulis baik materil dan moril dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Rekan - rekan angkatan 2018 Program Studi Kimia yang telah banyak memberikan motivasi dan masukan yang sangat berharga dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan insya Allah dibalas oleh Allah *Subhanahu Wata'ala*. Mudah - mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis sendiri, dan Jurusan Kimia serta pembaca pada umumnya. Penulis telah berupaya dengan maksimal untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, namun penulis menyadari baik isi maupun penulisan masih belum sempurna. Untuk itu kepada pembaca, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang sifatnya membangun demi kesempurnaan dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 06 Juni 2022

Yollanda Bunga Osya

18036025

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Zat Warna Malachite green.....	6
B. Katalis <i>Zinc Oxide</i> (ZnO).....	7
C. Sonolisis.....	9
D. Spektrofotometri uv - visible.....	11
E. FTIR (<i>Frourier Transform Infrared</i>).....	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	15
B. Objek penelitian.....	15
C. Variabel Penelitian.....	15
D. Alat dan Bahan.....	15
E. Prosedur Kerja.....	16
F. Teknik Analisa Data.....	18
G. Skema Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20

A. Degradasi malachite green menggunakan variasi waktu dengan sonolisis	20
B. Degradasi malachite green menggunakan variasi massa katalis ZnO dengan sonolisis.....	22
C. Karakterisasi FTIR.....	25
BAB V PENUTUP	27
A. Kesimpulan.....	27
B. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur zat warna Malachite Green.....	6
Gambar 2. Model struktur ZnO.....	9
Gambar 3. Alat Sonofikasi.....	10
Gambar 4. Kurva pengaruh waktu degradasi <i>malachite green</i> menggunakan katalis ZnO.....	21
Gambar 5. Kurva degradasi <i>malachite green</i> dengan variasi massa katalis ZnO pada waktu 30 menit.....	23
Gambar 6. Perbandingan % degradasi tanpa katalis dan katalis ZnO.....	24
Gambar 7. Kurva FTIR Perbandingan Sebelum Dan Sesudah Degradasi.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisika ZnO	8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan zat warna <i>malachite green</i> 10 ppm.....	30
Lampiran 2. Pembuatan Larutan <i>malachite green</i>	31
Lampiran 3. Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) larutan <i>malachite green</i> 10 ppm dengan spektrofotometer UV-VIS	32
Lampiran 4. Degradasi Zat warna <i>Malachite green</i> menggunakan variasi waktu dengan metode sonolisis	33
Lampiran 5. Degradasi zat warna <i>Malachite green</i> menggunakan variasi katalis dengan metode sonolisis	34
Lampiran 6. Panjang gelombang maksimum zat warna <i>malachite green</i> dengan spektrofotometer UV-Vis	35
Lampiran 7. Absorbansi <i>malachite green</i> setelah didegradasi dengan variasi waktu sonolisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.....	35
Lampiran 8. Perhitungan persen degradasi <i>malachite green</i> dengan variasi waktu sonolisis menggunakan katalis ZnO	36
Lampiran 9. Dokumentasi perubahan zat warna menggunakan variasi waktu dengan katalis ZnO	37
Lampiran 10. Absorbansi <i>malachite green</i> setelah didegradasi dengan variasi massa katalis ZnO sonolisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.....	38
Lampiran 11. Perhitungan persen degradasi <i>malachite green</i> dengan variasi massa katalis ZnO menggunakan metoda sonolisis	38
Lampiran 12. Dokumentasi perubahan zat warna menggunakan variasi massa dengan katalis ZnO	39

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan yang tinggi dibidang ilmu pengetahuan seperti pembangunan dibidang industri dan teknologi dapat memicu manusia untuk memenuhi seluruh kebutuhan hidup. Dampak aktivitas menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan akibat kegiatan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Salah satu permasalahan yang timbul adalah pencemaran zat warna organik pada limbah cair. Sebagian besar zat warna organik yang ada dalam limbah cair akan menyebabkan permasalahan lingkungan yang serius (Yeti, 2011).

Limbah zat warna yang dibuang langsung ke lingkungan akan menghasilkan zat beracun yang sangat beresiko. Salah satu contohnya yaitu mengganggu kehidupan biota air, serta dapat membatasi masuknya sinar matahari sehingga fotosintesis jadi terhambat (Hary dkk, 2018). Tidak hanya itu, limbah zat warna ini dapat menimbulkan kanker, iritasi kulit dan mata, serta mengganggu saluran pencernaan bila tertelan ataupun terhirup oleh manusia (Safni *et al.*, 2007). Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah *Malachite green*, dimana zat warna ini umum digunakan dalam industry sutra, kapas, wol dan kertas (Berberidou *et al.*, 2007).

Malachite green merupakan pewarna yang termasuk trifenilmetana kationik. *Malachite green* dapat larut dalam air dimana larutan zat warna ini dapat mengganggu kehidupan biota laut seperti dapat menimbulkan resiko kesehatan pada ikan dan juga pada manusia bersifat beracun. *Malachite green* diketahui memiliki banyak efek buruk seperti karsinogenesis, mutagenesis, fraktur kromosom, teratogenisitas dan toksisitas pernapasan (Berberidou *et al.*, 2007).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi limbah zat warna antara lain metode ozonolisis, fotolisis serta sonolisis. Dari beberapa solusi diatas yang memiliki keefektifan yang tinggi untuk degradasi zat warna adalah tata cara sonolisis karena termasuk salah satu tata cara Advanced oxidation processes (AOPs). Metode ini efektif dalam penanganan polutan dan ramah lingkungan (Safni *et al.*, 2007).

Sonolisis merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendegradasi warna alami di media berair dan dengan bantuan ultrasonik (Safni *et al.*, 2007). Pada proses ini akan menghasilkan radikal hidroksil dan efek kavitasi yang dapat menyebabkan perubahan senyawa lebih sederhana. Degradasi dengan metode ini juga sangat tergantung pada sifat fisik dan kimia dari zat warna tersebut (Bejarano-Pérez dan Suárez-Herrera, 2008).

Zat warna *Malachite green* dapat didegradasi menggunakan metoda sonolisis dengan katalis ZnO. Pada penggunaan katalis ZnO bertujuan mendegradasi limbah zat warna tersebut yang merupakan katalis semi konduktor. Keunggulan dari penggunaan ZnO merupakan

katalis dengan keaktifan paling tinggi dibawah energi foton sekitar 300 nm < λ < 390 nm dan ZnO sebagai katalis sangat efisien untuk mendegradasi zat warna, serta tidak beracun dan dapat menyerap spektrum lebih banyak (Fitriana, 2020).

Menurut (Sari,2007) menyatakan penggunaan katalis ZnO efektif dalam mendegradasi limbah cair yang mengandung perwarna. Hal ini dibuktikan ilama penyinaran maksimum untuk mendegradasi salah satu zat warna azo yaitu senyawa naphtol blue black yang terdegradasi 100% selama 60 menit serta senyawa alizarin yang terdegradasi 100% sesudah diradiasi sepanjang 30 menit keduanya dengan memakai metoda fotolisis.

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian mengenai **“Degradasi Zat Warna Malachite green Menggunakan Metode Sonolisis dengan bantuan Katalis ZnO “**. Degradasi Malachite green dipengaruhi oleh lamanya waktu terdegradasi dan jumlah persentase katalis ZnO yang digunakan. Hasil degradasi akan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan edukasi dan solusi untuk mengurangi dampak limbah zat warna yang dihasilkan industri khususnya untuk industri tekstil itu sendiri agar tidak melakukan pembuangan limbah tidak pada tempatnya yang berakibatkan negatif terhadap lingkungan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas ditemukan beberapa maslaah :

1. *Malachite green* merupakan jenis perwarna sintetik yang digunakan oleh industri tekstil mengandung limbah berbahaya dan dapat merusak lingkungan dan gangguan terhadap tubuh manusia.
2. Faktor penyebab yang mempengaruhi proses degradasi *Malachite green* adalah penambahan katalis dengan metode sonolisis.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Pendegradasian *Malachite green* dilaksanakan dengan metode sonolisis.
2. Variasi waktu sonofikasi pada proses degradasi *Malachite green* yang digunakan yaitu (15 ; 30 ; 45 ; 60 ; 75) menit.
3. Massa katalis ZnO yang divariasikan yaitu (0,05 ; 0,1 ; 0,15 ; 0,2 ; 0,25) gram.
4. Konsentrasi *Malachite green* yang digunakan yaitu 10 ppm.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa waktu optimum untuk degradasi warna *Malachite green* ?
2. Berapa massa optimum katalis ZnO terhadap degradasi zat *Malachite green* ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah , tujuan penelitian adalah

1. Menentukan waktu optimum dalam degradasi zat warna *Malachite green* dengan metode sonolisis menggunakan katalis ZnO
2. Menentukan massa optimum katalis ZnO terhadap degradasi zat warna *Malachite green* dengan metode sonolisis

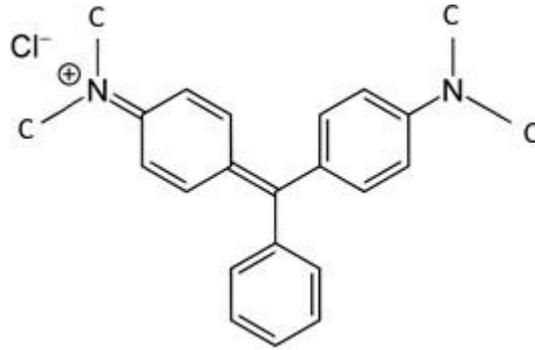
F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mengedukasi dan memberi informasi ilmu pengetahuan terutama dalam bidang sonolisis untuk mendegradasi zat warna *Malachite green* dengan cara yang tepat dan efisien serta juga sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya agar dapat dipakai dalam dunia perindustrian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Zat Warna Malachite green



Gambar 1. Struktur zat warna Malachite Green (Bhernama et al., 2017).

Malachite green oxalate adalah zat warna *triphenylmethane* ($C_{23}H_{26}N_2O, Cl$) berwarna hijau kusam dan dapat tembus cahaya, zat warna ini berasal dari benzaldehida dengan dua buah diemethylaniline yang bersifat korosif. *Malachite green oxalate* sering digunakan dalam pembuatan keramik dan bahan biosida dalam bisnis hidroponik, juga sebagai obat penyakit parasite dan bakteri pada kulit ikan, dikarenakan sterilisasinya sangat produktif (Bhernama et al., 2017).

Malachite green oxalate dapat dimanfaatkan sebagai bahan pewarna makanan, bahan tambahan pada makanan, pembersih klinik dan obat cacang. Serta pewarna pada bisnis sutra, bulu domba, kulit sapi, kapas, kertas dan akrilik. Tetapi jika kelebihan pemakaian zat warna *malachite green* dapat menyebabkan kanker. Tetapi, beberapa data menunjukkan

bahwa pewarna ini sangat beracun dan berbahaya, pewarna ini masih digunakan dalam industri-industri besar. (Bejarano-Pérez dan Suárez-Herrera, 2008).

Zat warna *malachite green oxalate* dapat menyebabkan efek berbahaya bila dicampur dalam air. Limbah cair ini dapat mengganggu ekosistem perairan dan tidak baik untuk air minum juga kebutuhan sehari-hari, seperti halnya sebagai pembersih pada tubuh ikan, dikarenakan jika tubuh ikan terkontaminasi zat warna ini maka ikan tersebut tidak baik dikonsumsi karena warna ini memiliki struktur kompleks yang aromatic (stabil dan sulit hancur). (Bhernama *et al.*, 2017).

B. Katalis Zinc Oxide (ZnO)

Zinc Oxide merupakan bahan semikonduktor dimana dalam keadaan dingin berbentuk bubuk putih, sedangkan dalam keadaan panas akan berwarna kuning, memiliki rasa pahit dan tidak berbau. Penggunaan ZnO disukai karena memiliki sifat elektronik dan fotonik yang unik. ZnO termasuk golongan semikonduktor golongan II-IV yang memiliki celah pita lebar (3,37 eV) juga energi ikat eksiton (60 meV) yang menjadikannya bahan nano serbaguna (Guha Ray *et al.*, 2020).

Zinc oxide termasuk semikonduktor yang sangat baik untuk proses fotokatalitik karena fotosensitifitas dan sifat pengoksidasiannya yang kuat dan tidak beracun. Aktivitas fotokatalitik ZnO akan terjadi jika ZnO menyerap foton dengan energi yang sama ataupun lebih besar dari

material yang menghasilkan pasangan elektron yang kemudian bermigrasi ke permukaan ZnO (Saleh dan Djaja, 2014).

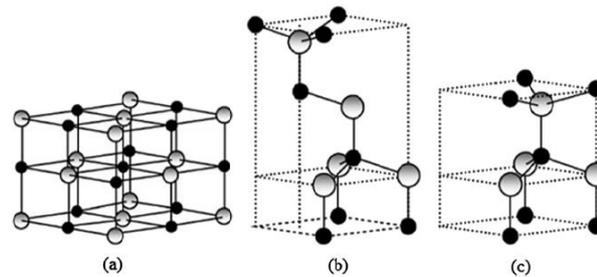
Tabel 1. Sifat Fisika ZnO (Bechambi *et al.*, 2015)

Sifat	Nilai
Struktur kristal	Wurtzite (stabil pada 300 K), Zinc blende dan Rocksalt
Energi gap	3,37 Ev
Energi ikat eksitasi	60 meV
Kerapatan	5,606 g/Cm ³
Titik lebur	1975 ⁰ C
Parameter kisi (a ₀)	0,32495 nm
C ₀	0,52069 nm
C ₀ /a ₀	1,60
Konduktivitas termal	0,6, 1-12
Koefisien linear ekspansi (⁰ C)	a ₀ : 6,5x10 ⁻⁶ , c ₀ : 3,0x10 ⁻⁶
Konstanta dielektrik relatif	8.656
Indeks bias	2,008 2,029

Zinc Oxide (ZnO) merupakan salah satu bahan semikonduktor yang umumnya digunakan sebagai fotokatalis dalam pendegredasian limbah. Menurut (Bechambi *et al.*, 2015), ZnO banyak digunakan sebagai fotokatalis karena tingkat aktivitasnya yang tinggi, biaya rendah dan ramah lingkungan. Semikonduktor ZnO juga secara signifikan meningkatkan efisiensi fotokatalik.

Struktur Kristal ZnO terdiri dari tiga bentuk yaitu *rocksalt*, *zinc blende* dan *wurtzite* (heksagonal) yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Pada struktur *rocksalt* ZnO cukup langka ditemukan, karena struktur ini terbentuk dihasilkan dibawah tekanan yang tinggi (Lee *et al.*, 2016).

Menurut (Sutanto dan Wibowo, 2015) struktur *zinc blende* dapat ditingkatkan ketika permata berkembang di atas substrat kubik. Jenis struktur permata ZnO yang umum adalah wurtzite karena desain pada dasarnya paling stabil pada suhu dan tegangan kamar. Struktur tersebut yaitu hexagonal dikarenakan terdapat 12 ion oksigen (O^{2-}) yang ada di sudut bawah serta atas membentuk prisma heksagonal.



Gambar 2. Model struktur ZnO (Lee *et al.*, 2016)

C. Sonolisis

Sonolisis adalah teknik yang bergantung pada dampak sonokimia, khususnya pemanfaatan gelombang ultrasonik untuk siklus dan respons sintesis. Dampak sonokimia dalam cairan terjadi karena keajaiban penerapan akustik. Dalam cakupan frekuensi 20-100 kHz, dampak kavitasasi akustik dihasilkan. Energi kavitasasi akustik adalah energi mekanik yang tidak dikonsumsi oleh partikel yang berbeda. Siklus ini terdiri dari pembentukan, pengembangan, dan pertumbuhan untuk meruntuhkan gelembung di larutan. Dalam kondisi tertentu, suhu dan regangan pada permukaan internal gelombang menjadi sangat tinggi, dengan tujuan dapat memisahkan atom air H dan OH (ARFI, 2015).



Gambar 3. Alat Sonofikasi

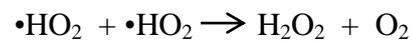
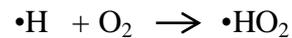
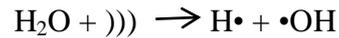
Metode sonolisis mampu merubah polutan organik menjadi karbon dioksida dan air. Kemudian juga dapat mengubah polutan tersebut menjadi senyawa yang kurang berbahaya dibandingkan polutan awal. Metode sonolisis menggunakan alat sonofikasi. Sonofikasi menghasilkan reaksi kimia dengan adanya radikal OH pada gelembung kavitasi dengan cairan dalam jumlah besar (Adityosulindro *et al.*, 2017).

Sonolisis melibatkan penggunaan gelombang ultrasound untuk menghasilkan *oxidizing radikal* ($\bullet\text{OH}$) yang dihasilkan melalui fenomena kavitasi. Fenomena kavitasi terjadi pada kondisi tekanan rendah karena adanya zat terlarut dan molekul gas bertindak sebagai inti untuk kavitasi. Ketika fenomena kavitasi terbentuk gelembung dan ukuran gelembung semakin membesar. Pada kondisi tersebut molekul air terdisosiasi menjadi hidrogen dan radikal hidroksil ($\text{H}\bullet$ dan $\bullet\text{OH}$) (Moumeni *et al.*, 2012).

Spesies reaktif seperti $\bullet\text{OH}$, $\text{H}\bullet$ dan $\text{HO}_2\bullet$ dilepaskan dari siklus sonolisis. Sonolisis itu sendiri dapat memecah air menjadi $\bullet\text{OH}$ juga $\text{H}\bullet$ yang dapat merusak campuran organik dalam larutan. Rusaknya senyawa organik tersebut akan menghasilkan senyawa-senyawa organik intermediet dan jika sonolisis terus menerus berlangsung maka pada

akhirnya akan terjadi mineralisasi tersebut menjadi CO₂, H₂O, HNO₃ dan sebagainya (Safni *et al.*, 2007).

Degradasi oleh sonolisis pada oksidasi molekul oleh radikal hidroksil dihasilkan selama proses sonication (sonolysis atau sonodecomposition air) menurut persamaan :



))) Menunjukkan sonication

(C. G. Joseph, 2015).

Molekul zat terlarut yang berdifusi kedalam gelembung mampu mendegradasi senyawa berbahaya karena bersifat sangat reaktif. Radikal OH adalah radikal bebas utama yang mempunyai peran dalam reaksi degradasi namun radikal OH yang tercipta tetap bisa kembali bergabung satu sama lain dalam air menjadi H₂O₂. Terbentuknya senyawa H₂O₂ ini akan mengurangi efisiensi sonolisis. Efisiensi degradasi sonolisis dapat ditingkatkan dengan menambahkan katalis, dimana dapat meningkatkan jumlah radikal OH yang nantinya proses degradasi senyawa organik menjadi cepat (Stock dan Peller, 2000).

D. Spektrofotometri uv - vis

Spektrofotometer adalah metode analisis yang bergantung pada perkiraan retensi cahaya monokromatik sebagai jawaban dengan menggunakan monomer kerangka kristal atau penampang melintang dan

indikator fotosel. Spektrofotometer terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer akan mengirimkan cahaya dari jangkauan dengan frekuensi tertentu dan fotometer adalah instrument untuk memperkirakan kekuatan cahaya yang dikomunikasikan atau dikonsumsi (Yeti, 2011).

Spektrofotometri UV-VIS bekerja berdasarkan interaksi antara radiasi sinar elektromagnetik dengan molekul zat yang di analisis. Spektrofotometri UV-Vis mempunyai prinsip dasar yaitu jika transisi elektronik terjadi yang diakibatkan sinar UV akan membuat elektron tereksitasi dari orbital kosong (Khopkar, 2003).

Radiasi elektromagnetik UV-Vis memiliki frekuensi panjang gelombang dari 200 hingga 800 nm. Sinar UV pergi dari 200-400 nm dan cahaya tampak 400-800 nm. Retensi radiasi akan menyebabkan eksitasi elektron. Pemanfaatan spektrofotometri UV-Vis pada senyawa organik adalah atom dan molekul akan tetap berada di daerah frekuensi yang energinya berkaitan dengan perbedaan energi antara keadaan dasar dan kondisi energi atom dan molekul. Nilai panjang gelombang diserap berdasarkan konsumsi tertentu untuk setiap senyawa (Yeti, 2011).

Pada pengukuran memakai spektrofotometri UV-Vis molekul yang akan dianalisis membutuhkan energi elektronik yang cukup besar, spektrofotometri UV-Vis tidak terlalu sering digunakan pada analisis kualitatif namun sering digunakan pada analisa kuantitatif. Metoda ini sesuai untuk tujuan analisis. Jumlah sinar yang sering diserap oleh sampel dikemukakan dalam hukum *Lambert-Beer*.

Hukum *Lambert* menyatakan penyerapan cahaya oleh medium bukan tergantung terhadap intensitas cahaya yang masuk. Hukum tersebut berlaku ketika tidak terjadi proses fisis ataupun reaksi yang bisa dipengaruhi oleh cahaya yang masuk.

$$A = \varepsilon b c$$

Keterangan :

A = Absorbansi

ε = Absorbansi molar (dalam $\text{L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

c = Konsentrasi molar (mol L^{-1})

b = panjang ketebalan dari bahan medium yang dilintasi oleh cahaya (cm) (Day, R. dan Underwood, 2002).

E. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) pada dasarnya seperti spektrofotometer IR, perbedaan utamanya adalah pengembangannya memperluas kerangka optik sebelum pilar inframerah melewati senyawa. Spektrofotometri IR menggunakan kristal (*grating*) sebagai isolator radiasi, sedangkan spektrofotometer FTIR menggunakan interferometer yang dikontrol secara konsuen sendiri (Suseno dan Firdausi, 2008).

Spektroskopi inframerah merupakan metode yang mencakup teknik penyerapan, emisi dan fluoresensi. Komponen medan listrik biasanya berperan dalam keadaan transmisi, seperti banyak spektroskopi hanya menggunakan fenomena pemantulan dan pembiasan. Penyerapan

gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan tingkat energi dalam molekul menjadi tereksitasi, dalam bentuk rotasi dan penyerapan. Eksitasi elektron vibrasi didapatkan dari pembagian spektrum elektromagnetik di atas. Gelombang yang digunakan dalam spektroskopi infra merah berada pada daerah infra merah yang berukuran sedang, dengan panjang gelombang 2,5 m sampai dengan 50 m, atau 4.000 cm^{-1} sampai dengan 2.000 cm^{-1} . Daerah ini cocok untuk perubahan energi getaran molekul senyawa organik. Sedangkan, daerah inframerah jauh (2000 cm^{-1} sampai 400 cm^{-1}) berguna untuk molekul yang mengandung atom berat seperti senyawa anorganik (Suseno dan Firdausi, 2008).

Metode spektroskopi inframerah ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi senyawa organik yang belum diketahui karena spektrum FTIR yang diperoleh bersifat spesifik untuk gugus fungsi senyawa organik tersebut. Cara ini banyak digunakan karena cepat dan relatif murah juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam molekul. Teknik yang digunakan pada metode ini adalah teknik non-destruktif dengan penentuan kualitatif dan kuantitatif gugus fungsi senyawa organik dalam suatu bahan (Fessenden, R.J dan Fessenden, 1999).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Waktu optimum yang didapat dalam mendegradasi *malachite green* 10 ppm menggunakan katalis ZnO dengan menggunakan metode sonolisis yaitu pada variasi waktu 30 menit dengan persentase degradasi 85,04 %.
2. Pengaruh variasi massa katalis pada proses degradasi *malachite green* pada waktu optimum diperoleh pada variasi massa katalis ZnO 0,1 gram dengan persentase degradasi 83,31 %

B. Saran

Mempelajari degradasi zat warna *malachite green* dengan metode sonolisis menggunakan katalis yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityosulindro, S., Barthe, L., González-Labrada, K., Jáuregui Haza, U. J., Delmas, H., & Julcour, C. 2017. *Sonolysis and sono-Fenton oxidation for removal of ibuprofen in (waste)water*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 39, 889–896. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.06.008>
- ARFI, F. 2015. *Degradasi Senyawa Paraquat dalam Pestisida Gramxone Secara Sonolisis dengan Penambahan ZnO*. *Lantanida Journal*, 3(1).
- Ayu, P., Putra, A., Sanjaya, H., & Dewata, I. 2021. *Degradasi Zat Warna Metil Merah Dengan Katalis ZnO Menggunakan Metode Fotosonolisis*. *Chemistry Journal of State University of Padang*, 10(2), 56–58.
- Bechambi, O., Chalbi, M., Najjar, W., & Sayadi, S. 2015. *Photocatalytic activity of ZnO doped with Ag on the degradation of endocrine disrupting under UV irradiation and the investigation of its antibacterial activity In Applied Surface Science*. Elsevier B.V, 347 <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.03.049>
- Bejarano-Pérez, N. J., & Suárez-Herrera, M. F. 2008. *Sonochemical and sonophotocatalytic degradation of malachite green: The effect of carbon tetrachloride on reaction rates*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(4), 612–617. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2007.09.009>
- Berberidou, C., Poullos, I., Xekoukoulotakis, N. P., & Mantzavinos, D. 2007. *Sonolytic, photocatalytic and sonophotocatalytic degradation of malachite green in aqueous solutions*. *Applied Catalysis B: Environmental*, 74(1–2), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2007.01.013>
- Bhayu gita bhernama, S. 2014. *Degradasi Malachite Green Oxalate secara Fotolisis dan Ozonolisis dengan Penambahan ZnO-SnO₂*. UNAND : PADANG, 7(2), 125–133.
- Bhernama, B. G., Kimia, P. S., & Aceh, B. 2017. *Degradasi Zat Warna Malachite Green secara Ozonolisis dengan Penambahan Katalis TiO₂ – anatase dan ZnO*. *Journal of Islamic Science and Technology*, 3(1), 1–10.
- C. G. Joseph. 2015. *Sonolysis, Photolysis and Sequential Sonophotolysis For The Drgredatin Of 2,4,6-Trichlorophenol: Thr Effect Of Solution Concentration*. *Sonophotochemistry*, 1061–1068.
- Day, R. dan Underwood, A. L. 2002. *Analisa Kuantitatif Kimia (Terjemahan Sopyan, I.)*. Penerbit Erlangga : Jakarta
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J. 1999. *Kimia Orgaik jilid 2*. Gramedia : Jakarta.
- Fitriana, F. U. 2020. *Pengolahan Air Dengan Fotokatalisis Menggunakan Katalis Titanium*. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*.