

**DEGRADASI ZAT WARNA *METHANIL YELLOW* MENGGUNAKAN
METODE FOTOSONOLISIS DENGAN BANTUAN KATALIS ZnO**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.Si)*



Oleh :

RESKA PUTRI

NIM. 19036183/2019

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

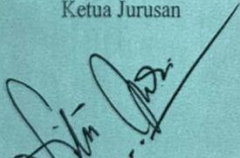
**Degradasi Zat Warna Methanil Yellow Menggunakan Metode
Fosonolisis dengan bantuan Katalis ZnO**

Nama : Reska Putri
NIM : 19036183
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2021

Mengetahui:

Ketua Jurusan



Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

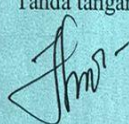
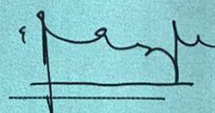
Nama : Reska Putri
NIM : 19036183
Program Studi : Kimia (NK)
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Degradasi Zat Warna Methanil Yellow Menggunakan Metode Fosonolisis dengan bantuan Katalis ZnO

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Hary Sanjaya, S.Si, M.Si	
Anggota	: Prof. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D	
Anggota	: Edi Nasra, S.Si, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Reska Putri
NIM : 19036183
Tempat/Tanggal lahir : Alang Rambah / 08 Februari 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Degradasi Zat Warna Methanil Yellow
menggunakan Metode Fotosonolisis dengan
bantuan Katalis ZnO

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya 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 kepustakaan.
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, Agustus 2021
Yang menyatakan



Reska Putri
NIM : 19036183

DEGRADASI ZAT WARNA *METHANIL YELLOW* MENGGUNAKAN METODA FOTOSONOLISIS DENGAN BANTUAN KATALIS ZnO

Reska Putri

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan untuk proses mendegradasi permodelan limbah zat warna Methanil Yellow menggunakan metode fotosonolisis dengan bantuan fotokatalis ZnO. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu optimum proses degradasi zat warna *Methanil Yellow* dengan katalis ZnO serta pengaruh penambahan katalis ZnO terhadap proses degradasi Methanil Yellow. Hasil persen degradasinya dilihat dari pengukuran absorban dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) Methanil Yellow 437 nm. Hasil penelitian didapatkan bahwa waktu optimum proses degradasi zat warna Methanil Yellow yaitu pada waktu 60 menit dengan persen degradasinya 76,11 % sedangkan pada variasi massa katalis ZnO pada waktu optimum didapatkan persen tertinggi pada penambahan massa 0,15 gram dengan persen degradasi 72,03 %.

Kata Kunci : Degradasi, Fotosonolisis, Fotokatalis ZnO, *Methanil Yellow*

***DEGRADATION OF METHANIL YELLOW DYES USING METHOD
PHOTOSONOLYSIS WITH ZnO CATALYST***

Reska Putri

ABSTRACT

This research was conducted for the process of degrading the modeling of Methanil Yellow dye waste using the photolysis method with the help of a ZnO photocatalyst. This study aims to determine the optimum time for the degradation process of Methanil Yellow dye with a ZnO catalyst and the effect of the addition of a ZnO catalyst on the degradation process of Methanil Yellow. The results of the percent degradation were seen from the absorbance measurement using a UV-Vis spectrophotometer at the maximum wavelength (λ_{max}) of Methanil Yellow 437 nm. The results showed that the optimum time for the degradation process of Methanil Yellow dye was 60 minutes with a degradation percentage of 76.11%, while for the variation of the ZnO catalyst mass at the optimum time, the highest percentage was obtained at 0.15 gram mass addition with a degradation percentage of 72.03%

Keywords : Degradation, Photosonolysis, ZnO Photocatalyst, Methanil Yellow.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Degradasi Zat Warna *Methanil Yellow* Menggunakan Metode Fotosonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO**. Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada:

1. Kedua Orang Tua dan seluruh keluarga tercinta atas doa dan dukungannya baik secara materil ataupun spritual.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si sebagai Dosen Pembimbing akademik
3. Bapak Prof.Dr Ali Amran, Ma., M.Pd., Ph.D Sebagai Dosen Penguji.
4. Bapak Edi Nasra., S.Si., M.Si Sebagai Dosen Penguji.
5. Ibu Fitri Amelia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia di Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Prodi Kimia di Fakultas MIPA Universitas Negeri Padang.
7. Semua pihak terkait yang turut berkontribusi dalam skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal 'Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan masukan dan saran dari pembaca agar skripsi ini bermanfaat dikemudian harinya.

Padang, Agustus 2021

Reska Putri

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI i

DAFTAR LAMPIRANv

BAB I PENDAHULUAN1

A. Latar Belakang.....1

B. Identifikasi Masalah.....4

C. Rumusan Masalah.....4

D. Batasan Masalah.....5

E. Tujuan Penelitian.....5

F. Manfaat Penelitian.....5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....6

A. Methanil Yellow6

B. Zink Oksida (ZnO).....8

C. Fotokatalis10

D. Fotolisis12

E. Sonolisis13

F. Fotosonolisis14

G. Spektrofotometer UV-Vis16

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
A. Waktu dan Tempat.....	19
B. Objek Penelitian.....	19
C. Variabel Penelitian	19
D. Alat dan Bahan	20
E. Prosedur Kerja.....	20
1 Preparasi Model limbahMethanil Yellow	20
2. Degradasi model limbah Methanil Yellow dengan metode fotsonolisis	21
3. Teknik Analisa data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
A. Degradasi Pengaruh Variasi Waktu Katalis ZnO	23
B. Degradasi Pengaruh Variasi Massa Katalis ZnO	27
BAB V PENUTUP.....	31
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran.....	31
KEPUSTAKAAN	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gambar Methanil Yellow	6
Gambar 2 Struktur Kimia Methanil Yellow	7
Gambar 3. Ilustrasi skematis proses fotokatalitik	11
Gambar 4. Skema Alat Fotosonolisis	15
gambar 5. Ilustrasi hukum Lambert–Beer	18
Gambar 6. Kotak Reaktor Fotosonolisis yang telah dimodifikasi	19
Gambar 7. Kurva pengaruh waktu radiasi	25
Gambar 8. Kurva Pengaruh Massa Katalis ZnO	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Preparasi Larutan Model Limbah Methanil Yellow	36
Lampiran 2 . Skema Degradasi Variasi Waktu Radiasi	37
Lampiran 3. Skema Degradasi larutan Methanil Yellow variasi massa	38
Lampiran 4 . Skema Penelitian.....	39
Lampiran 5. Pengukuran Absorbansi waktu radiasi	40
Lampiran 6. Perhitungan persen degradasi variasi waktu radiasi	41
Lampiran 7. Hasil degradasi variasi waktu radiasi	42
Lampiran 8 :Pengukuran Absorbansi variasi massa katalis	43
Lampiran 9 : Perhitungan persen degradasi variasi massa katalis ZnO.....	44
Lampiran 10 : Hasil degradasi variasi Massa katalis ZnO.....	45
Lampiran 11 : Mekanisme Reaksi Degradasi <i>Methanil Yellow</i>	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan banyaknya kebutuhan sandang dan pangan masyarakat, Perkembangan industri tekstil di Indonesia mengalami peningkatan sangat pesat. Perkembangan pada industri tekstil ini juga berdampak buruk pada kualitas lingkungan hidup, dampak buruk dari industri tekstil tersebut yaitu dihasilkannya limbah cair. Limbah cair industri tekstil ini pada umumnya mengandung zat warna. Limbah zat warna merupakan senyawa organik non-biodegradable bersifat karsinogenik yang merupakan hasil dari limbah cair tersebut. Senyawa non-biodegradable mengakibatkan tercemarnya lingkungan hidup. Industri tekstil pada umumnya banyak menggunakan pewarna sintetis dalam proses produksinya, karena pewarna lebih mudah untuk diperoleh dan mudah dalam cara penggunaannya. Zat warna sintetis paling banyak digunakan adalah zat warna golongan azo ($-N=N-$), dimana senyawa ini bersifat karsinogenik dan mutagenik yang dapat menjadi sumber penyakit apabila lama berada di lingkungan.

Limbah zat warna yang terbuang dilingkungan tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu akan menimbulkan zat beracun dan sangat berbahaya. Seperti membuang limbah zat yang dibuang ke sungai dapat merusak kehidupan biota, dan dapat berpotensi mengurangi masuknya cahaya matahari dan mencegah terjadinya fotosintesis (Sanjaya, Hardeli, 2018).

Pencemaran zat warna pada umumnya terbuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzene, yaitu *methanil yellow* (Safni, 2009). Methanil Yellow adalah senyawa kimia azo aromatik amin yang bisa menimbulkan tumor dalam berbagai jaringan hati, kandungan kemih,

saluran pencernaan atau jaringan kulit. *Methanil yellow* terbuat dari asam metanilat dan difenilamin, dimana bahan ini bersifat toksik. Limbah dari zat warna Methanil Yellow apabila dialirkan pada perairan akan mengurangi kadar oksigen di perairan tersebut. Limbah dari hasil zat warna Methanil Yellow dapat mengganggu proses biologis yang ada di dalam perairan, hal ini disebabkan limbah yang dihasilkan dari zat warna merupakan senyawa organik, sehingga menghambat jalannya cahaya matahari di dalam air (Dianggoniet, al2017). Limbah zat warna Methanil Yellow harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Pada pengolahan limbah cair banyak metode yang telah digunakan diantaranya ada metode fisika (adsorpsi, pengendapan dan osmosis terbalik) dan metoda kimia (klorinasi, ozonasi, dan fotolisis) (Sanjaya, 2018). Diantara beberapa metode tersebut yang paling efektif digunakan untuk mendegradasi zat warna adalah dengan metode fotolisis. (Rashid, 2011)

Fotolisis adalah metode yang digunakan untuk mendegradasi zat warna pada limbah cair ini, yang merupakan kombinasi dari metode fotolisis dan sonolisis yang dianggap lebih efisien dan efektif dalam mendegradasi zat warna. Fotolisis merupakan bagian dari proses oksidasi lanjut (AOPs: Advanced Oxidation Process). Pada fotolisis terjadi interaksi antara molekul air dan radiasi sinar UV/Visible sedangkan pada sonolisis dihasilkan gelombang mekanik dengan mempengaruhi efek kavitas pada air (Sanjaya et al., 2018).

Metoda AOPS (*Advanced Oxidation Processes*) adalah suatu kombinasi dari beberapa proses seperti ozon, hidrogen peroksida, sinar UV, fotokatalis, sonolisis serta beberapa proses lainnya untuk menghasilkan radikal bebas $\cdot\text{OH}$. Radikal bebas

$\cdot\text{OH}$ adalah spesies aktif yang dikenal memiliki oksida potensial tinggi 2,8 V. Hal ini membuat radikal bebas $\cdot\text{OH}$ sangat mudah mengoksidasi senyawa-senyawa organik maupun non organik (Setijo, 2006).

Fotokatalis merupakan salah satu metoda AOPs dengan hasil akhir dari pengolahan limbah yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan karena menghasilkan CO_2 dan H_2O . Metode fotokatalisis adalah proses yang memerlukan bantuan cahaya dan katalis (semikonduktor) untuk melangsungkan atau mempercepat transformasi kimia, sumber cahaya yang digunakan berasal dari lampu UV atau sinar matahari. Pada proses ini digunakan katalis yang menyerap foton, dan umumnya dimiliki oleh bahan semikonduktor (*Liensebigler, et al, 1995*). Beberapa jenis semikonduktor yang sering dipakai pada proses fotokatalisis dari kelompok oksida misalnya ZnO , TiO_2 , Fe_2O_3 atau SnO . Sedangkan dari kelompok sulfida adalah CdS , ZnS , CuS , FeS dan lainnya (*Slamet et al, 2003*). Saat ini ZnO lebih sering digunakan dalam fotokatalisis khususnya dalam pengolahan limbah. Karena ZnO (Zink Oksida) merupakan semikonduktor yang memiliki celah pita (*band gap*) lebih tinggi dari semikonduktor lainnya yaitu 3.37 eV, dan energi ikat sebesar 60 meV. Fotokatalis ZnO termasuk bahan oksidasi yang baik digunakan sebagai fotokatalis, karena memiliki aktifitas katalitik yang jauh lebih baik dari bahan lainnya. ZnO dapat menyerap cahaya dalam spektrum yang lebih luas dibandingkan bahan semikonduktor lainnya (*Sistesya, 2013*).

Hal ini mendasari penulis untuk melakukan penelitian tentang **“Degradasi Zat Warna *Methanil Yellow* Menggunakan Metode Fotosonolisis Dengan Bantuan Katalis ZnO “**. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui degradasi *Methanil Yellow* yang dipengaruhi oleh lamanya waktu degradasi dan jumlah variasi katalis ZnO yang digunakan.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut.

1. *Methanil Yellow* adalah salah satu zat warna sintetik yang merupakan senyawa kimia golongan azo aromatik yang mengandung limbah berbahaya yang dapat merusak lingkungan dan gangguan terhadap tubuh manusia
2. Upaya memaksimalkan proses degradasi *Methanil Yellow* menggunakan Metode Fotosonolisis, yang menggabungkan antara metode Fotolisis dan metode Sonolisis dengan katalis ZnO

C. Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil yang diperoleh dari degradasi *Methanil Yellow* menggunakan metode fotosonolisis ?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu radiasi yang digunakan terhadap degradasi *Methanil Yellow* ?
3. Bagaimana pengaruh variasi massa katalis ZnO terhadap degradasi zat warna *Methanil Yellow*?

D. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pendegradasian *Methanil Yellow* dilakukan dengan metode Fotosonolisis. Yang merupakan gabungan dari metode Fotolisis dan metode Sonolisis.
2. Katalis ZnO digunakan untuk mempercepat proses degradasi *Methanil Yellow* menggunakan metode fotosonolisis
3. Variasi waktu radiasi pada proses degradasi *Methanil Yellow* yang digunakan adalah 30 , 60, 90, 120 dan 150 menit.
4. Variasi massa katalis ZnO yang digunakan adalah 0,05 gram, 0,1 gram, 0,15 gram, 0,2 gram dan 0,25 gram.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Untuk mengetahui waktu Optimum dari waktu radiasi terhadap degradasi *Methanil Yellow*.
- 2 Untuk mengetahui pengaruh penambahan Massa katalis ZnO terhadap degradasi *Methanil Yellow*

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sumbangsih ilmu pengetahuan terutama dibidang fotokatalisis dalam mendegradasi zat warna *Methanil Yellow* dengan cara yang efektif dan efisien serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Methanil Yellow



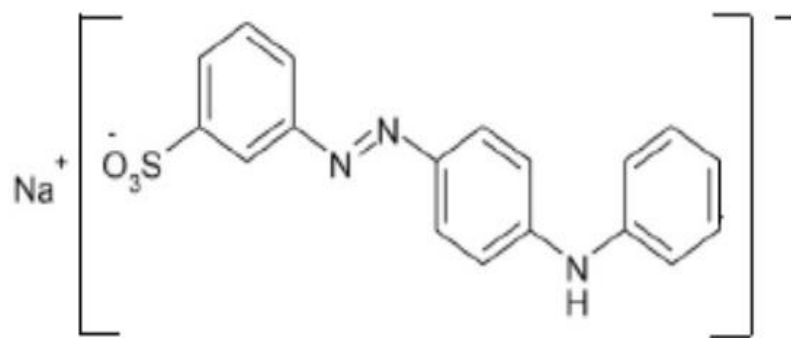
Gambar 1 : Gambar Methanil Yellow

Methanil yellow merupakan zat warna sintetis berbentuk serbuk, berwarna kuning kecoklatan, dapat larut dengan pelarut alkohol dan air, sedangkan pada aseton sedikit larut. *Methanil yellow* adalah senyawa kimia azo aromatik amin yang bisa menyebabkan tumor dalam berbagai saluran pencernaan, kandung kemih, jaringan hati dan jaringan kulit. *Methanil yellow* terbuat dari asam metanilat dan difenilamin yang bersifat toksik. *Methanil yellow* banyak dimanfaatkan pada industri tekstil sebagai pewarna wol, nilon, kayu, cat, alumunium, detergen, kertas dan kosmetik serta sebagai indikator reaksi netralisasi asam-basa (Togas et al, 2014).

Tabel 1 : Karakteristik Methanil Yellow

Sifat	Methanil Yellow
Rumus molekul	$C_{18}H_{14}N_3O_3SNa$
Berat molekul g/mol	375,38 g/mol
Nomor CAS	587-98-4
Sinonim	Aci Yellow 36 Tropacolin G 3-{(4-Phenylamino)pebil Azo}

Methanil Yellow [$C_{18}H_{14}N_3O_3SNa$] termasuk kedalam pewarna golongan azo yang pada strukturnya terdapat ikatan $N=N$ (Gambar 2). *Methanil yellow* dengan warna kuning dibuat dari asam metanilat dan difenilamin (Safni. 2009)



Gambar 2 Struktur Kimia *Methanil Yellow*

Kelebihan dari zat warna *Methanil Yellow* ini yaitu bisa memberikan warna yang lebih pekat dan stabil. Warna yang diperoleh tetap cerah walaupun sudah melalui proses pengolahan dan pemanasan. Selain itu, penggunaanya sangat efektif karena dengan pemakaian yang sedikit telah menghasilkan warna yang cukup intensif. Akan tetapi, limbah zat warna tersebut menjadi sangat berbahaya apabila dibiarkan lama dilingkungan dan terkontaminasi logam berat.

Limbah dari zat warna *methanil yellow* apabila dialirkan pada perairan akan mengurangi kadar oksigen di perairan tersebut. Karena pada oksigen tersebut digunakan sebagai pengoksidasi senyawa organik zat warna *Methanil Yellow*. Limbah dari hasil zat warna *Methanil Yellow* dapat mengganggu proses biologis yang ada di dalam perairan, hal ini disebabkan limbah yang dihasilkan dari zat warna merupakan senyawa organik, sehingga menghambat jalannya cahaya

matahari di dalam air (Dianggoniet, *al*2017).

B. Zink Oksida (ZnO)

ZnO adalah bahan semikonduktor fungsional yang digunakan untuk berbagai aplikasi karena memiliki banyak keuntungan seperti, ramah lingkungan, stabil secara kimiawi dan lebih murah dibandingkan dengan oksida logam lainnya. Sementara itu salah satu kelemahan terbesar ZnO adalah ia hanya menyerap di wilayah UV karena celah pita yang besar (3,2 eV)(Saravanan *et al.* 2013). ZnO merupakan bahan semikonduktor yang digunakan sebagai fotokatalis. ZnO termasuk semikonduktor anorganik yang tidak bersifat toksik yang bisa berperilaku sebagai semikonduktor efisien dan, karena itu bisa diterapkan di beberapa perangkat fungsional, seperti transistor film tipis, Light emitting diode (LED), UV/ ozon sensor, Biosensor, Perangkat piezoelektrik, serta aplikasi lainnya termasuk *electrophotography*, *Photoprinting*, kapasitor, lapisan pelindung, anti-mikroba, dan konduktif tipis-film di LCD, sel surya, dan laser biru diodes (Pimentel A *et al.* 2016; Hasnidawani J. N *et al.* 2016).

Zink oksida merupakan suatu semikonduktor yang sangat baik untuk proses fotokatalitik karena fotosensitifitas dan sifat pengoksidasiannya yang kuat dan tidak beracun. Aktivitas fotokatalitik terjadi saat ZnO menyerap foton dengan energi yang sama atau lebih besar dari celah pita material yang menghasilkan pasangan elektron yang kemudian bermigrasi ke permukaan ZnO. ZnO memiliki beberapa kelemahan seperti laju rekombinasi yang cepat dari pasangan elektron menyebabkan fotogenerasi dan hasil kuantum yang rendah dan menghambat proses degradasi fotokatalitik (Saleh and Djaja 2014).

Ada tiga bentuk Struktur dari Kristal ZnO diantaranya yaitu berbentuk

rocksalt, *zinc blende*, dan *wurtzite*(heksagonal). Struktur *rocksalt* ZnO cukup langka ditemukan, karena disebabkan struktur ini dihasilkan dibawah tekanan tinggi. Struktur *zinc blende* bisa terbentuk ketika kristal tumbuh pada substrat kubik Sedangkan bentuk dominan struktur kristal ZnO adalah *wurtzite* hexagonal karena stuktur ini yang paling stabil pada suhu kamar dan tekanan.

ZnO merupakan senyawa anorganik yang umum digunakan sebagai katalis, karna memiliki efisiensi yang tinggi, serta tidak bersifat toksik. Selain digunakan sebagai katalis ZnO dapat digunakan sebagai kapasitor, Photoprintin, lapisan pelindung, anti mikroba (Pimentel A et al, 2016; Hasnidawani J. N et al, 2016).

ZnO memiliki sifat yang menguntungkan seperti memiliki transparansi yang tinggi, dan energy celah pita yang lebar. Dengan memiliki nilai celah pita yang lebar, maka ZnO dapat menyerap sinar matahari, pada panjang gelombang sinar tampak. Ketika proses absopsi sinar tampak, maka photon yang diserap digunakan sebagai energy yang dibutuhkan untuk perpindahan electron pita valensi ke pita konduksi, sehingga terbentuknya pasangan electron dan hole positif (Susanto dan singgih 2015)

ZnO memiliki bandgape yang tinggi (3,37). Karena memiliki nilai bandgap yang cukup tinggi inilah ZnO mampu menyerap energi matahari (foton) yang lebih banyak. Selain itu juga dapat dilihat nilai panjang gelombang cahaya matahari yang dapat diserap oleh semikonduktor untuk fotokatalisis limbah zat warna yang diinginkan. Panjang gelombang yang dibutuhkan hanya 390, artinya hanya dengan butuh sinar yang berenergi yang rendah maka semikonduktor ZnO mampu mengeksitasi elektron sehingga dihasilkan elektron dan hole. Jika semakin besar bandgap dari suatu senyawa semikonduktor, maka semakin sulit suatu

elektron untuk dapat tereksitasi, sehingga berkurang efek fotokatalisis yang diberikan terhadap suatu limbah.

Energi celah pita dari suatu konduktor dapat dilihat dari besarnya panjang gelombang yang dapat diserap untuk mengeksitasi elektron. Jika suatu semikonduktor memiliki energi pita yang cukup besar maka elektron sulit tereksitasi menuju pita konduksi, namun jika diberi foton dari luar, maka elektron akan tereksitasi membentuk lubang pita valensi akibatnya terbentuk hole dan electron.

C. Fotokatalis

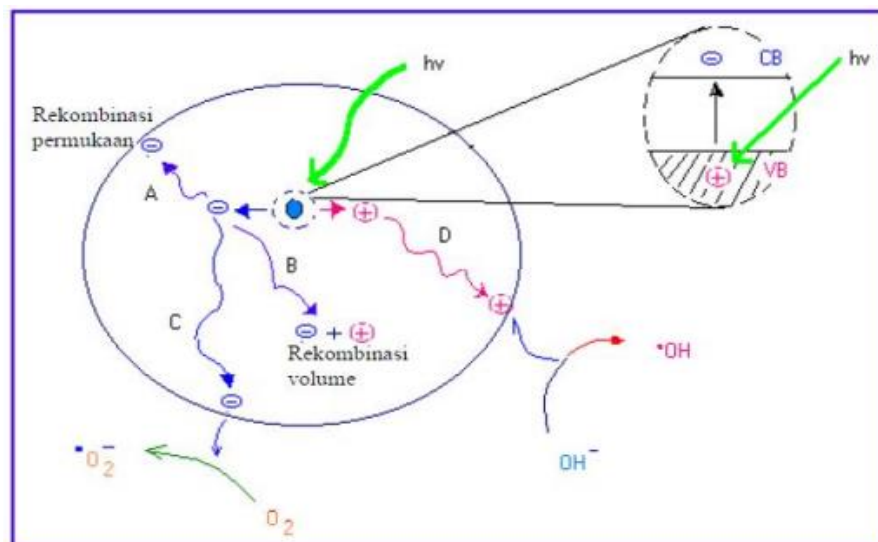
Fotokatalis merupakan kombinasi reaksi fotokimia yang membutuhkan bantuan cahaya dan katalis yang mempercepat terjadinya reaksi kimia. Fotokatalis juga dapat didefinisikan sebagai bahan yang mempercepat reaksi kimia dengan menyerap cahaya sehingga menghasilkan pasangan lubang elektron. Fotokatalisis adalah salah satu metode AOPs (Advanced Oxidation Processes) (Yahdiana, 2011)

Untuk fotokatalis semikonduktor menjadi efisien, proses antarmuka elektron yang berbeda melibatkan e^- dan h^+ harus bersaing secara efektif dengan proses deaktivasi besar yang melibatkan rekombinasi e^- dan h^+ , yang terjadi dalam jumlah besar atau di permukaan. Idealnya, fotokatalis semikonduktor harus kimia dan biologis inert, photocatalytically stabil, mudah untuk memproduksi dan menggunakan, efisien diaktifkan oleh sinar matahari, dapat efisien mengkatalisis reaksi, murah, dan tanpa risiko bagi lingkungan atau manusia.

Metoda AOPs (Advanced Oxidation Processes) merupakan metoda yang menggunakan katalis untuk menghasilkan radikal hidroksil yang memiliki

efektivitas tinggi dalam proses oksidasi senyawa organik. Salah satu contoh metoda ini adalah Fotokatalis yang menghasilkan produk berupa pengolahan limbah yang tidak berbahaya bagi lingkungan yakni CO_2 dan H_2O . Sumber cahaya pada proses fotokatalis ini berupa sinar matahari dan lampu ultraviolet (uv). Katalis yang digunakan umumnya adalah bahan semikonduktor karena mampu menyerap foton (Linsebigler, Lu, & Yates, 1995).

Saat suatu semikonduktor dilewati cahaya (foton) sebesar $h\nu$, maka (e) pada pita valensi akan mengabsorpsi energi cahaya (foton) dan pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi yakni pita konduksi. Hal ini menyebabkan pita valensi memiliki lubang positif. Sebagian besar elektron dan hole berkombinasi kembali dalam semikonduktor dengan mengemisi kalor, sedangkan sebagian lagi bertahan pada permukaan semikonduktor (Chatterjee & Dasgupta, 2005).



Gambar 3 : Ilustrasi skematis proses Fotokatalitik (Linsebigler *et al*, 1995)

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa pita valensi menuju pita konduksi terjadi eksitasi elektron yang disebabkan karena adanya penyerapan oleh energi yang sama atau lebih besar dari *band gap* semikonduktor. Penyerapan sinar matahari (UV) oleh partikel fotokatalis membentuk 2 pasang elektron dan hole. Elektron tersebut akan bereaksi dengan oksigen membentuk anion (O_2^-) yang nantinya bisa mengoksidasi hidroksil radikal ($OH^\cdot$) secara kuat. Sedangkan hidroksil akan teroksidasi hole yang terlarut dan membuatnya menjadi radikal dengan energi yang besar. Hidroksil radikal mempunyai energi yang besar akan mengubah polutan organik menjadi zat yang tidak berbahaya.

Elektron pada pita konduksi ditangkap dengan senyawa akseptor elektron (oks) sedangkan *hole*/ h^+ pada elektron terisi oleh pita valensi dari senyawa donor elektron (red). Radikal hidroksil ($HO^\bullet$) akan bereaksi dengan $R^\bullet+$ sehingga terbentuk produk-produk mineralisasi seperti H_2O dan CO_2 , $^\bullet OH$ yang nantinya akan mendegradasi senyawa organik. Dalam mekanisme pembentukan gas hidrogen (H_2) e⁻ pita konduksi akan bereaksi dengan H^+ yang merupakan hasil dari proses fotolisis air (Bhernama *et al*, 2015).

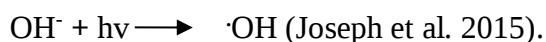
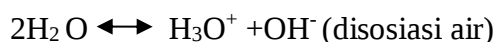
D. Fotolisis

Fotolisis adalah suatu proses degradasi suatu senyawa dengan menggunakan bantuan cahaya dengan suatu katalis. Ketika suatu material fotolisis disinari oleh suatu cahaya, maka material tersebut menyerap energi foton menyebabkan terjadinya reaksi kimia dan kompleks logam dan katalis. Sinar UV akan diserap oleh partikel fotokatalis membentuk 2 pasang elektron dan *hole* (Bhernama *et al*, 2015).

Reaksi fotolisis langsung dapat dituliskan sebagai berikut:



Reaksi fotolisis biasanya menghasilkan produk berupa ion atau radikal yang dapat digunakan lebih jauh untuk reaksi degradasi polutan dalam gas maupun media cair. Reaksi yang terjadi pada fotolisis yaitu :



Dalam peristiwa Fotolisis, suatu absorpsi foton pada suatu molekul digunakan untuk mendisosiasi molekul tersebut sehingga energi foton yang diabsorpsi harus lebih cepat dari energi yang diputuskan dalam hal ini bahwa panjang gelombang dari energi foton harus yang paling sesuai untuk reaksi fotolisis (Bismo, 2006).

E. Sonolisis

Sonolisis memiliki prinsip yang hampir sama dengan fotolisis yaitu metode yang dipakai buat mendegradasi zat warna pada bentuk media air yang menggunakan getaran ultrasonik yang kemudian akan dihasilkan radikal hidroksil dan efek kavitasi (Safni *et al*, 2008). Degradasi polutan organik akan membutuhkan energi yang besar dan waktu reaksi yang lama sehingga digunakan katalis untuk mempercepat reaksi (Elvinawati, 2009).

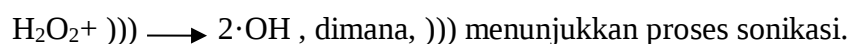
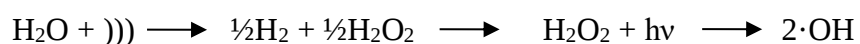
Sonolisis adalah metode yang dipakai untuk mendegradasi suatu senyawa organik pada media air dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Metoda ini menggunakan iradiasi ultrasonik pada frekuensi 20-500 kHz (Destailats, W. Alderson, and R. Hoffmann 2001)

Pada proses sonolisis melibatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan oksidasi radikal ($\bullet\text{OH}$) yang dihasilkan melalui fenomena kavitasi. Reaksi antara radikal OH dan molekul polutan dapat terjadi di dalam gelembung (*pyrolysis*) atau antarmuka gelembung-cair atau di bulk tergantung pada sifat dari polutan (Elvinawati, 2009; Madhavana, J. *et al*, 2010).

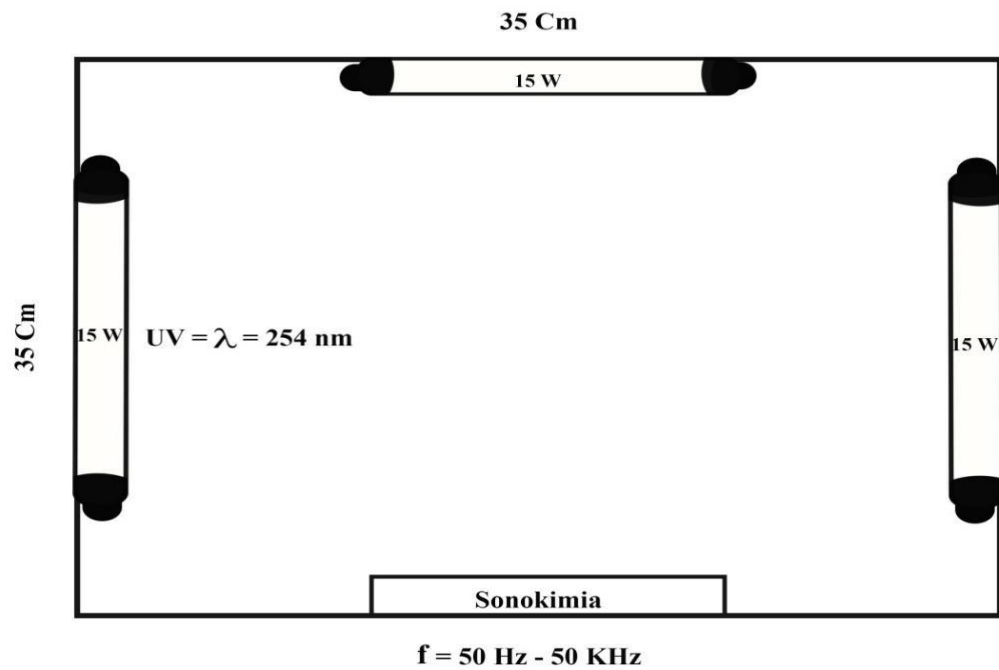
F. Fotosonolisis

Fotosonolisis merupakan suatu reaksi yang disebabkan oleh penggabungan dari sinar ultraviolet (Uv) dan *ultrasonication* (AS) dengan menggunakan katalis (Rashid, 2011). Fotosonolisis merupakan gabungan dari metode fotolisis dan sonolisis. Metoda ini merupakan metoda proses oksidasi lanjut (*AOPs: Advanced Oxydation Process*). Dimana Sonolisis dan fotolisis merupakan bagian dari proses tersebut. Pada sonolisis menggunakan gelombang ultrasonik untuk mendegradasi zat warna sedangkan fotolisis menggunakan radiasi sinar UV. Pada proses sonolisis menghasilkan gelombang mekanik yang dipengaruhi oleh efek kavitasi pada air dan pada fotolisis terjadi inetraksi antara molekul air dan radiasi sinar matahari (UV) (Safni *et al*, 2008).

Persamaan reaksi dari proses fotosonolisis menurut (Joseph *et al*, 2015):



Skema alat fotosonolisis secara sederhana dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 : Skema Alat Fotosonolisis

G. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-VIS bekerja berdasarkan interaksi antara radiasi sinar elektromagnetik dengan molekul zat yang di analisis. Prinsip dasar spektrofotometer UV-Vis adalah terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron dari orbital yang kosong. Spektrofotometri UV-Vis adalah suatu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrument Spektrofotometer UV-Vis.

Spektrofotometer terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Khopkar, 2003).

Spektrofotometri UV-Vis adalah gabungan antara spektrofotometri UV dan Visible. Dimana spektro UV-VIS ini menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visible. Larutan yang dianalisis diukur menggunakan serapan sinar ultra violet (sinar tampaknya). Dengan konsentrasi larutan yang dianalisis akan sebanding dengan jumlah sinar yang diserap oleh zat yang terdapat dalam larutan tersebut.

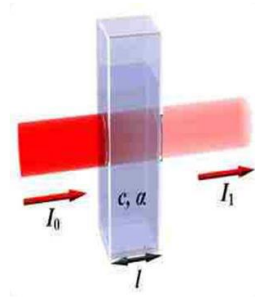
Penyerapan pada UV-Vis dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kromofor, Pemilihan pelarut, suhu dan ion organik. Komponen-komponen dari

Spektrofotometri UV-Vis terdiri dari sumber sinar, monokromator, kuvet dan detektor. Cahaya dari sumber sinar akan melewati suatu monokromator dan menyebabkan sinar yang dilewatkan memiliki panjang gelombang. Radiasi yang terjadi akan difokuskan pada detektor sehingga menjadi sinar listrik (Helwandi, 2016).

Pengukuran dengan Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak digunakan untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Metoda ini sangat sensitif dan dengan demikian sangat cocok untuk tujuan analisis. Spektrofotometri UV-Vis sangat kuantitatif dan jumlah sinar yang diserap oleh sampel dikemukakan dalam hukum *Lambert-Beer*.

Semua molekul dapat mengadsorpsi radiasi dalam daerah UV-Vis karena mengandung elektron yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Panjang gelombang dimana absorpsi terjadi, tergantung pada seberapa kuat elektron terikat dalam molekul. Kebanyakan penyerapan spektrofotometri UV-Vis didasarkan pada transisi $n-\pi^*$ ataupun $\pi-\pi^*$ dan memerlukan hadirnya gugus kromofor dalam molekul. Transisi ini terjadi dalam daerah spektrum 200-700 nm yang praktis digunakan dalam eksperimen (Undorwood *et al.*, 2002).

Dijelaskan dalam hukum Lambert-Beer, yang menghubungkan antara absorbansi cahaya dengan konsentrasi pada suatu bahan yang mengadsorpsi, dengan persamaan berikut :



Gambar 5 : Ilustrasi hukum Lambert–Beer (Sabrina 2012)

Absorpsi sinar oleh larutan mengikuti hukum Lambert–Beer, yaitu:

$$A = \log (I_0 / I_t) = a b c$$

Keterangan :

I_0 = intensitas sinar datang

I_t = intensitas dari sinar yang diteruskan,

a = absorptivitas,

b = panjang sel atau kuvet,

c = konsentrasi (g/l),

A = absorbans

(Sabrina 2012).

Tujuan penggunaan spektrometri UV-Vis dalam mendegradasi *Methanil Yellow* adalah untuk melihat penurunan absorbansi. Semakin rendah absorbansi berarti semakin banyak *methanil yellow* yang terdegradasi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dari *Methanil Yellow* adalah 437 nm
2. Waktu optimum untuk degradasi zat warna *Methanil Yellow* 10 ppm sebanyak 80 mL secara fotosonolisis dengan bantuan katalis ZnO sebanyak 0,1 gram yaitu pada waktu 60 menit dengan persen degradasinya 76,11%
3. Pengaruh massa katalis ZnO pada proses degradasi *Methanil Yellow* secara Fotosonolisis pada waktu optimum didapatkan persen degradasi pada massa ZnO 0,15 gram dengan persen degradasinya sebanyak 72,03%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut :

1. Mempelajari penggunaan jumlah katalis yang digunakan untuk mendegradasi zat warna.
2. Mempelajari degradasi *Methanil Yellow* dengan metoda fotosonolisis menggunakan katalis yang berbeda.

KEPUSTAKAAN

- Bhermana, B. G., Safni, & Syukri. (2015). Degradasi Zat Warna Methanil Yellow Secara Fotolisis Dan Penyinaran Matahari Dengan Penambahan Katalis Tio₂-Anatase Dan Sno₂. *Journal of Islamic Science and Technology*.
- Bismo, S. (2006). *Teknologi Radiasi Sinar Ultra-Ungu (UV) dalam Rancang Bangun Proses Oksidasi Lanjut untuk Pencegahan Pencemaran Air dan Fasa Gas*. (Fakultas Teknik, Universitas Indonesia).
- Chatterjee, D., & Dasgupta, S. (2005). Visible light induced photocatalytic degradation of organic pollutants. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2005.09.001>
- Day, R. A., & Underwood, A. L. (1972). Quantitative Analysis (6th Edition). In *Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/ac60318a843>
- Destailats, H., Alderson, T. W., & Hoffmann, M. R. (2001). Applications of ultrasound in NAPL remediation: Sonochemical degradation of TCE in aqueous surfactant solutions. *Environmental Science and Technology*.
<https://doi.org/10.1021/es0018926>
- Destailats, Hugo, Thomas W. Alderson, and Michael R. Hoffmann. 2001. *Applications of Ultrasound in NAPL Remediation: Sonochemical Degradation of TCE in Aqueous Surfactant Solutions*. *Environmental Science & Technology* 35 (14): 3019–24.
- Dianggoni, I., Edy S., & Jhon, A. P. (2017). Pengolahan Zat Warna Tekstil (Rhodamine B) dengan Teknologi AOP (Advance Oxidation Processes) menggunakan Katalis Carbon Sphere dan Oksidan Peroxymonosulfate. *Journal of Engineering Science and Technology*, 4(2). 1-7
- Elvinawati. (2009). Degradasi Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) dalam Pestisida Santamin 865 SL Secara Fotolisis dan Sonolisis dengan Penambahan Katalis TiO₂ Anatase. *Jurnal Exacta*, VII. No. 2(2), 63–68.
- Hasnidawani J, N H.N. Azlina, H. Norita¹, N.N. Bonnia, S. Ratim and E.S. Ali. 2016. *Synthesis of ZnO Nanostructures Using Sol-Gel Method*. *Procedia*