

**FOTOTRANSFORMASI ASAM HUMAT MENGGUNAKAN  
PLAT TEMBAGA (II) OKSIDA (  $\text{CuO}$  ) SEBAGAI KATALIS**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



**Oleh:**

**YUNI AULIA PUTRI DJASLI**

**NIM.17036171/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKAN DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2019**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**FOTOTRANSFORMASI ASAM HUMAT MENGGUNAKAN PLAT  
TEMBAGA (II) OKSIDA (CuO) SEBAGAI KATALIS**

Nama : Yuni Aulia Putri Djasli  
NIM : 17036171  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2019

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Mawardi, M.Si.  
NIP. 19611123 198903 1 002

Disetujui oleh :  
Pembimbing



Dr. Bahadlan Z. S.Pd., M.Si.  
NIP. 19740121 200012 1 001

**PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

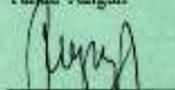
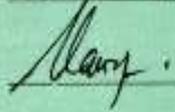
Nama : Yuni Aulia Putri Djasi  
NIM : 17036171  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**FOTOTRANSFORMASI ASAM HUMAT MENGGUNAKAN PLAT  
TEMBAGA (II) OKSIDA (CuO) SEBAGAI KATALIS**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2019

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Rahadian Z, S.Pd., M.Si.	
Anggota	: Ananda Putra, M.Si., Ph.D.	
Anggota	: Dr. Mawardi, M.Si.	

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil penelitian yang berjudul “Fototransformasi Asam Humat menggunakan Plat Tembaga (II) Oksida (CuO) sebagai Katalis “. Hasil penelitian ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan mata kuliah Ujian Skripsi di jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan hasil penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si selaku dosen pembimbing
2. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik
3. Bapak Ananda Putra, M.Si., Ph.D dan Bapak Dr. Mawardi, M.Si sebagai Dosen Pembahas.
4. Dr. Mawardi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
5. Bapak Hary Sanjaya, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
7. Orang tua dan Teman-teman kimia 2015 dan transfer kimia 2017.

Semoga bimbingan dan bantuan yang Bapak, Ibu dan teman-teman berikan dapat menjadi amal kebaikan dan memperoleh balasan yang lebih baik dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini masih belum sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2019

Penulis

## **Fototransformasi Asam Humat menggunakan Plat Tembaga (II) Oksida (CuO) sebagai Katalis**

**Yuni Aulia Putri Djasli**

### **ABSTRAK**

Asam humat adalah suatu molekul kompleks yang berasal dari air gambut terdiri atas kumpulan berbagai macam bahan organik yang berasal dari residu hasil dekomposisi tanaman dan hewan yang sulit untuk didegradasi yang apabila dikonsumsi oleh masyarakat akan menyebabkan berbagai penyakit, maka dari itu dipilih metode fototransformasi asam humat dengan plat tembaga (II) oksida (CuO) merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan, memiliki band gap yang rendah 1.2-1.6 eV dan ketersediaan yang melimpah.

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian XRD pada plat Cu sebelum dikalsinasi dan setelah dikalsinasi dengan suhu 400<sup>0</sup>C selama 1 jam. Setelah pengujian XRD dilakukan pengujian aktivitas fototransformasi asam humat pada plat Cu pada perputaran 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm, Plat CuO pada perputaran 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm dan tanpa perputaran dengan plat CuO selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam menggunakan UV-Vis dengan panjang gelombang maksimal yaitu 265 nm untuk mendapatkan konsentrasi ppm yang terdegradasi.

Dari hasil penelitian didapatkan pada pengujian XRD yaitu kristal pada plat Cu dan Plat CuO dengan ukuran kristal plat Cu dan plat CuO 28.40 nm dan 27.07 nm. Aktivitas fototransformasi didapatkan nilai konsentrasi degradasi (ppm) tertinggi pada plat Cu dengan perputaran lebih rendah yaitu 18.41 ppm atau berkisar 7% dibandingkan dengan konsentrasi degradasi (ppm) tertinggi pada Plat CuO dengan perputaran yaitu 8.55 ppm atau 57.23% dan tanpa perputaran dengan plat CuO yaitu 10.08 ppm atau 49.60% yang terdegradasi

Keyword : Plat Cu, Plat CuO, Asam humat, Fototransformasi dan konsentrasi ppm degradasi

# **Humic Acid Phototransformation uses Copper (II) Oxide (CuO) Plate as Catalyst**

**Yuni Aulia Putri Djasli**

## **ABSTRACT**

Humic acid is a complex molecule originating from peat water consisting of a collection of various types of organic material derived from residues resulting from decomposition of plants and animals that are difficult to degrade which if consumed by the community will cause various diseases, therefore the method of humic acid phototransformation is chosen. copper (II) oxide (CuO) plate is one method that is environmentally friendly, has a low band gap of 1.2-1.6 eV and abundant availability.

This research was carried out by XRD testing on Cu plate before calcining and after calcining at 4000C for 1 hour. After XRD testing, testing of humic acid phototransformation activity on Cu plate at 1000 rpm, 1500 rpm and 2000 rpm, CuO plate at 1000 rpm, 1500 rpm and 2000 rpm and without rotation with CuO plate for 1 hour, 2 hours, 3 hours , 4 hours and 5 hours using UV-Vis with a maximum wavelength of 265 nm to obtain degraded ppm concentration.

The results of the study found on XRD testing, namely crystals on Cu and CuO plates with the size of Cu and CuO plates 28.40 nm and 27.07 nm. Phototransformation activity obtained the highest degradation concentration (ppm) on the lower Cu plate with rotation is 18.41 ppm or around 7% compared to the highest degradation concentration (ppm) on the CuO Plate with rotation is 8.55 ppm or 57.23% and without rotation with CuO plate is 10.08 ppm or 49.60% degraded.

Keyword: Cu Plate, CuO Plate, Humic Acid, Phototransformation and ppm degradation concentration

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB IPENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah .....	3
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB I IKERANGKA TEORI.....	5
A. Air Gambut.....	5
B. Asam Humat .....	7
1. Klasifikasi Asam Humat.....	8
2. Fototransformasi Asam Humat.....	9
C. Fotokatalis .....	10
D. Semikonduktor .....	12
E. Plat CuO .....	13
F. <i>Spektrofotometer UV-Vis</i> .....	15
G. X-Ray Diffraction (XRD).....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
B. Objek Penelitian .....	18
C. Alat dan Bahan .....	18
D. Cara Kerja.....	19
1. Sintesis Oksida Tembaga Plat Cu.....	19
2. Pembuatan Desain Reaktor.....	19
3. Uji Fotokatalis Degradasi Asam Humat.....	20

4.	Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-VIS .....	20
5.	Karakterisasi menggunakan <i>Ray Diffraction</i> XRD .....	21
6.	Alur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		23
A.	Sintesis Plat CuO .....	23
B.	Karakteristik Plat CuO .....	24
C.	Uji Aktivitas Fototransformasi .....	26
BAB V PENUTUP .....		32
A.	Kesimpulan.....	32
B.	Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA .....		33
LAMPIRAN.....		37

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Beberapa semikonduktor beserta energi celahnya pada suhu 0 K.....	13
2. Karakteristik CuO.....	14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Model stuktur Asam Humat .....	7
2. Mekanisme Fotokatalis .....	11
3. Struktur Kristal CuO .....	14
4. Fotoreaktormobile .....	20
5. Difraktogram plat Cu sebelum dikalsinasi .....	24
6. Difraktogram plat Cu setelah dikalsinasi .....	25
7. Spektrum Absorbansi asam humat 20 ppm .....	26
8. Aktivitas fototransformasi asam humat menggunakan katalis plat Cu .....	27
9. Aktivitas fototransformasi asam humat menggunakan katalis plat CuO .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Sintesis Plat CuO .....	37
2. Penyiapan dan perancangan fotoreaktor .....	38
3. Pembuatan Asam Humat 20 ppm.....	39
4. Perhitungan Konsentrasi PPM Plat Cu Degradasi .....	40
5. Perhitungan Konsentrasi PPM Plat CuO Degradasi .....	44
6. Spektrum XRD.....	50
7. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	55

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Lahan gambut di Indonesia memiliki luas 20 juta hektar (Ha) atau menduduki peringkat keempat dalam kategori lahan gambut terluas di dunia setelah Kanada, Uni Soviet dan Amerika. Lahan gambut tersebut sebagian besar terdapat di empat Pulau besar yaitu Sumatera 35%, Kalimantan 32%, Sulawesi 3% dan Papua 30% (Wahyunto, Ritung et al. 2014).

Berdasarkan literatur *Pubmed* dengan menggunakan *EndNote* tentang lahan gambut didapatkan hasil penelitian di dunia sekitar 647 riset dan 7,8 % dari penelitian tersebut berasal dari Indonesia. Masyarakat yang tinggal di daerah bergambut kesulitan untuk mendapatkan air bersih. Hal ini dikarenakan sumber air yang ada hanya air gambut sehingga untuk keperluan sehari - hari masyarakat menggunakan air gambut yang sangat berbahaya bila digunakan.

Air gambut memiliki ciri-ciri berwarna coklat tua sampai kehitaman, berkadar organik tinggi yang beracun seperti asam humat, asam fulvat dan bersifat asam menurut(Wahyunto 2004), Asam humat adalah suatu molekul kompleks yang terdiri atas kumpulan berbagai macam bahan organik yang berasal dari residu hasil dekomposisi tanaman dan hewan yang sulit untuk didegradasi berdasarkan penelitian (Tan 2014). Asam humat dapat menyebabkan air gambut berwarna coklat kehitaman yang sulit dirombak mikroorganisme dan menyebabkan gangguan kesehatan yaitu diare, sakit kepala, asma, sakit gigi kulit gatal-gatal dan panu (Kihara, Yustiawati et al. 2014).

Upaya pengolahan asam humat pada air gambut telah banyak dilakukan salah satu dengan metode koagulasi dan absorpsi, pada metode koagulasi mengurangi tingkat kekeruhan tetapi air gambut yang dihasilkan masih berbau dan pengolahan air gambut dengan proses koagulasi menyebabkan masalah kesehatan seperti diare, alergi kulit bahkan karsinogen menurut (Ritson, Bell et al. 2016), sedangkan pada riset terdahulu (Imawan and Nopriza 2012) pengolahan air gambut dengan metode absorpsi didapatkan bahwa penghilangan zat humat terbatas karena berat molekul yang tinggi. Hal ini disebabkan hanya sebagian material benda uji yang berinteraksi dengan asam humat sehingga asam humat yang lain tidak dapat bereaksi dengan material benda uji menurut (Jayadi, Destiarti et al. 2014). Banyaknya kelemahan metode yang dilakukan dalam pengolahan asam humat pada air gambut, maka diperlukan alternatif pengolahan yang relatif murah dan mudah dengan mengembangkan metoda transformasi (degradasi) menggunakan semikonduktor yang ramah lingkungan.

Penelitian tentang proses transformasi asam humat dengan fotokatalis telah banyak dilakukan dan terus berkembang dengan berbagai teknik. Riset terdahulu (Zainul 2018) menjelaskan mengenai proses degradasi asam humat menggunakan fotokatalis ZnO menggunakan bantuan cahaya UV. Hal yang sama juga dilakukan pada penelitian titania  $\text{TiO}_2$  (Xing, Shi et al. 2016). Transformasi asam humat juga diteliti oleh N.C birben, C.M et all (Abdalla, Hastings et al.) setelah disinari dengan UV 254 nm sampai 365 nm. Sifat optik dan elektrokimia asam humat dilaporkan akan mengalami perubahan, sebagai fungsi spesi-spesi dan sifat aromatik setelah mengalami degradasi atau transformasi (Birben, Paganini et al. 2017).

Fototransformasi dengan menggunakan plat CuO telah dikembangkan menjadi salah satu fotokatalis yang baik terhadap lingkungan. Plat CuO memiliki kelebihan yaitu tidak beracun, bahan semikonduktor tipe-p karena memiliki band gap sekitar 1.2 - 1.6 eV, mampu berkerja pada sinar tampak atau cahaya matahari langsung, dapat meningkatkan aktivitas fotokatalis, biaya pembuatan yang rendah dan ketersediaannya yang melimpah, CuO dapat secara efektif mendegradasi molekul warna, dan banyak di aplikasi kan didunia industri seperti sensor gas dan sel surya (Rao, Wu et al. 2017).

Oleh sebab itu, peneliti ingin meneliti proses fototransformasi asam humat pada air gambut dengan menggunakan teknik fotokatalis. Dalam penelitian ini, peneliti mengajukan riset yakni “Bagaimanakah Fototransformasi Asam Humat menggunakan Plat Tembaga (II) Oksida (CuO) sebagai katalis.

### **B. Batasan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Mengkarakteristik Plat Cu dan Plat CuO menggunakan XRD
2. Fotokatalis semikonduktor yang digunakan adalah plat CuO
3. Waktu degradasi asam humat pada aplikasi air gambut dimulai dari 1 jam sampai dengan 5 jam
4. Membandingkan fototransformasi pada kecepatan perputaran stirrer 1000, 1500, 2000 rpm menggunakan plat Cu dan plat CuO dan tanpa perputaran dengan plat CuO
5. Mengkarakterisasi Konsentrasi ppm pada Asam Humat menggunakan UV-Vis

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah sintesis plat CuO dengan metoda kalsinasi ?
2. Bagaimanakah mendesain reaktor untuk penjernihan asam humat dengan fotokatalis semikonduktor plat CuO pada cahaya tampak ?
3. Bagaimanakah pengaruh fototransformasi dari plat CuO dalam aktivitas asam humat?

#### **D. Tujuan Penelitian**

- 1 Menentukan kemampuan fotokatalis hasil kecepatan perputaran stirrer 1000, 1500, 2000 rpm menggunakan plat Cu dalam fototransformasi asam humat
- 2 Menentukan kemampuan fotokatalis hasil kecepatan perputaran stirrer 1000, 1500, 2000 rpm menggunakan plat CuO dalam fototransformasi asam humat
- 3 Menentukan kemampuan fotokatalis tanpa perputaran menggunakan plat CuO dalam fototransformasi asam humat

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai desain reaktor asam humat pada air gambut dengan menggunakan fotokatalis semikonduktor plat CuO
2. Memberikan informasi tentang fototransformasi asam humat menggunakan plat Cu, plat Tembaga (II) Oksida (CuO) sebagai katalis dengan perputaran 1000, 1500 dan 2000 rpm dan tanpa perputaran menggunakan plat CuO

## **BAB II KERANGKA TEORI**

### **A. Air Gambut**

Air gambut adalah air permukaan dari tanah yang bergambut dengan ciri sangat mencolok karena memiliki kandungan organik tinggi serta zat besi yang cukup tinggi, memiliki rasa asam, pH 3-5, warnanya merah kecoklatan, mengandung zat partikel tersuspensi yang rendah dengan kandungan partikel yang rendah (Suwanto, Sudarno et al. 2017).Warna coklat kemerahan pada air gambut diakibat dari tingginya kandungan zat organik terlarut terutama dalam bentuk asam humus dan turunannya. Warna asam humus akan semakin tinggi karena adanya logam besi yang terikat oleh asam–asam organik dan terlarut dalam air tersebut.

Air gambut memiliki pH rendah yaitu 3-5 yang mengakibatkan air gambut memiliki rasa asam karena banyak mengandung asam humus . Air gambut apabila di konsumsi akan menyebabkan diare (gangguan metabolisme), iritasi kulit, bahkan karsinogen akibat kandungan zat organik yang tinggi dan apabila terurai secara biologis dan dilakukan proses desinfeksi terhadap larutan khlor membentuk senyawa organokhlorine (Suhendra, Marsaulina et al. 2013)

Kandungan dalam air gambut berpotensi dapat membentuk senyawa karsinogenik yang akan berbahaya bagi tubuh yaitu THM (Trihalomethane) proses desinfeksi dengan khlor yang membentuk organoklorin (Zouboulis, Chai et al. 2004).Komposisi zat organik pada air gambut didominasi oleh senyawa humat yang memiliki gugus fungsional seperti –COOH, -OH fenolat maupun –

OH alkohol dan memiliki ikatan aromatik kompleks. Sifat ini juga menyebabkan sebagian besar organik pada air gambut sulit untuk terurai secara alamiah.

Air gambut adalah air permukaan yang banyak terdapat di daerah berawa maupun dataran rendah terutama di Sumatera dan Kalimantan yang mempunyaiciri-ciri sebagai berikut (Kusnaedi 2010):

1. kandungan zat organik yang tinggi,
2. kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah,
3. kandungan kation yang rendah,
4. intensitas warna yang tinggi (berwarna merah kecokelatan),
5. pH yang rendah,

Kelima ciri diatas ternyata mempunyai hubungan satu dengan lainnya. Derajat keasaman yang rendah disebabkan oleh kandungan kation yang rendah, sedikitnya kation dan partikel tersuspensi, dan adanya zat organik dalam bentuk asam. Hal ini menyebabkan berkurangnya proses koagulasi secara alami.

Struktur gambut yang lembut dan memiliki pori-pori menyebabkan mudahnya untuk menahan air dan air pada lahan gambut tersebut dikenal dengan air gambut. Berdasarkan sumber airnya, lahan gambut dibedakan menjadi dua yaitu (Trckova, Matlova et al. 2005) :

### *1. Bog*

Merupakan jenis lahan gambut yang sumber airnya berasal dari air hujan dan air permukaan, air hujan memiliki pH yang agak asam maka setelah bercampur dengan gambut akan bersifat asam dan warnanya coklat karena kandungan organi dari air gambut.

## 2. Fen

Fen merupakan lahan gambut yang sumber airnya berasal dari air tanah yang dikontaminasi salah satu oleh mineral sehingga pH air gambut tersebut memiliki pH netral dan basa.

### B. Asam Humat

Asam humat merupakan senyawa organik heterogen yang memiliki berat molekul tinggi dan sulit untuk mengalami degradasi serta secara umum berwarna kuning hingga hitam. Warna ini akan semakin meningkat intensitasnya apabila terdapat logam besi yang terikat pada asam organik tersebut (Klučáková 2018).

Zat humat terutama asam humat dan asam fulvat adalah senyawa organik yang sering ditemukan di lingkungan. Asam humat adalah konstituen terbesar yang ditemukan dari bahan organik tanah (60-80%) serta asam humat banyak terlibat dalam proses biologis ditanah seperti nutrisi tanaman, degradasi dan transformasi bahan kimia organik hidrofobik (Kim, Park et al. 2018).

Struktur asam humat merupakan polimer yang terdiri dari beberapa gugus COOH, jembatan -O-, -CH<sub>2</sub>- dan -NH= (Stevenson 1994).



Gambar 1. Model struktur Asam Humat (Stevenson 1994)

## 1. Klasifikasi Asam Humat

Berdasarkan kelarutannya dalam alkali dan asam, asam humat dibagi dalam tiga fraksi utama yaitu (Kusnaedi 2010) :

### 1. Asam Humat

Asam humat atau humus merupakan hasil akhir dekomposisi bahan organik oleh organisme secara aerobik. Ciri-ciri dari asam humat ini antara lain:

1. Asam humat memiliki berat molekul 10.000 - 100.000 g/mol
2. Merupakan bagian dari humus yang bersifat tidak larut dengan air pada kondisi  $\text{pH} < 2$  tetapi larut pada pH yang lebih tinggi.
3. Dapat diekstraksi dari tanah dengan bermacam reagen dan tidak larut dalam larutan asam.
4. Merupakan makromolekul aromatik yang kompleks dengan asam amino, gula amino, peptide, serta komponen alifatik yang posisinya didapatkan antara kelompok aromatik.
5. Mempunyai warna yang bervariasi dari coklat pekat sampai abu-abu pekat.
6. Humus pada tanah gambut mengandung lebih banyak asam humat.
7. Asam humus merupakan senyawa organik yang sangat kompleks, secara umum asam humus memiliki ikatan aromatik yang panjang.

### 2. Asam Fulvat

Asam fulvat berasal dari kata *fulvus* yaitu berarti kuning, warna dari asam fulvat adalah kuning terang hingga kecokelatan dengan ciri-ciri:

1. Asam fulvat merupakan senyawa asam organik alami yang berasal dari humus, larut dalam air dan sering ditemukan dalam air permukaan

dengan berat molekular yang rendah yaitu antara rentang 1000 hingga 10.000.

2. Asam fulvat larut dalam air pada berbagai kondisi pH dan sangat rentan terhadap serangan mikroba. Asam fulvat mengandung atom oksigen dua kali lebih besardibandingkan asam humat, karena banyaknya gugus karboksil (-COOH) dan hidroksil (COH) sehingga menyebabkan secara kimia asam fulvat lebih reaktif dibandingkan senyawa-senyawa humus lainnya.

### 3. Humin

Humin dianggap sebagai molekul yang paling besar dari senyawa humus karena rentang berat molekulnya mencapai 100.000 - 10.000.000 g/mol. Sedangkan sifat fisika dan kimia humin belum banyak diketahui (Stevenson 1994).

Ketiga jenis fraksi asam humus tersebut mempunyai struktur yang hampir sama antara satu sama lain, hanya berbeda berat molekul dan kandungan gugus fungsionalnya. Asam fulvat dengan berat molekul yang rendah memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi dan kandungan karbon yang rendah jika dibandingkan dengan asam humat dengan berat molekul yang tinggi. Warna dari asam humus akan semakin tinggi dengan semakin tingginya berat molekul.

## 2. Fototransformasi Asam Humat

Air gambut merupakan air permukaan atau air tanah yang banyak terdapat di daerah berawa dengan ciri berwarna merah sampai coklat, berbau kurang sedap serta berasa asam. Air jenis ini jelas tidak memenuhi persyaratan air bersih yang

ditentukan oleh Depkes RI, maka air rawa gambut tergolong air terpolusi karena mengandung material baik organik maupun anorganik (dalam kasus ini material organik) yang menyebabkan air tak lagi layak pakai.

Seperti yang diterangkan sebelumnya, komponen utama air gambut adalah senyawa-senyawa humat. Salah satu fraksi utama senyawa humat adalah asam humat yang menyebabkan air gambut berwarna coklat, sehingga perlu diterapkan suatu metoda guna mentransformasi asam humat dari air gambut tersebut.

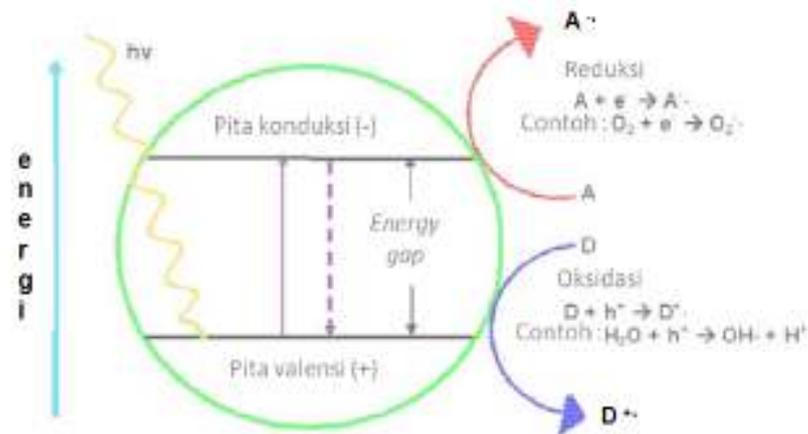
Berlandaskan fakta teoritis yang dikemukakan (Stevenson 1994) bahwa asam humat terdiri dari gugus-gugus kaya elektron (seperti jembatan -O-, -N-, -S- dan gugus fungsional -COOH dan -OH), maka dapat diprediksi bahwa asam humat dapat bertindak selaku donor elektron dalam proses fototransformasi yang dikatalisis oleh semikonduktor dalam suatu sel.

### **C. Fotokatalis**

Fotokatalis merupakan suatu gabungan antara proses fotokimia dan katalis. Proses fotokimia merupakan suatu proses transformasi kimia dengan bantuan cahaya sebagai pemicunya. Sedangkan katalis merupakan suatu substansi yang dapat mempercepat laju reaksi. Reaksi kimia yang melibatkan material fotokatalis disebut dengan reaksi fotokatalis.

Fotokatalis merupakan suatu proses yang di bantu dengan cahaya dan katalis untuk menurunkan energi aktivasi sehingga mempercepat proses reaksi. Kemampuan fotokatalisis dalam suatu material semikonduktor sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satu nya yaitu ukuran partikel zat. Ukuran dari partikel semikonduktor memegang peran penting dalam menentukan aktivitas katalitik dari senyawa semikonduktor. Umumnya, senyawa dengan ukuran partikel lebih

kecil memiliki aktivitas fotokatalitik lebih baik karena proses transfer muatan ke sisi aktif dari permukaan semikonduktor akan lebih cepat (Ismail and Bahnemann 2014).



Gambar 2. Mekanisme Fotokatalis

Ketika fotokatalis terkena sinar atau cahaya, sejumlah energi berupa foton akan diserap. Penyerapan energi foton tersebut mengakibatkan eksitasi elektron pada pita valensi ke pita konduksi (Umar and Aziz 2013). Sumber foton untuk aktivasi fotokatalis dapat berasal dari lampu maupun sumber cahaya alami seperti cahaya matahari. Pemanfaatan cahaya matahari sebagai aktivator fotokatalis menjadi suatu hal yang menjanjikan, mengingat matahari merupakan sumber energi terbesar di alam dan dapat diperoleh dengan gratis (Lin, Li et al. 2017).

Berbagai metode telah dilakukan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik dari material semikonduktor, salah satunya menggunakan metode pendopongan ion (kation maupun anion) pada material semikonduktor. Fotokatalis menunjukkan potensi dalam mengatasi air gambut. Penambahan katalis dalam proses fotokatalis dapat meningkatkan penguraian air gambut menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses tersebut dinamai dengan fotokatalis (Stiadi 2013).

Secara umum fotokatalis dapat terbagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Fotokatalis homogen yang melibatkan katalis, medium, reaktan berada dalam satu fasa, umumnya katalis berupa suatu oksidator seperti ozon dan hidrogen peroksida
2. Fotokatalis heterogen dimana proses ini melibatkan katalis yang tidak satu fase dengan medium dan reaktan, umumnya katalis berupa semikonduktor seperti tembaga oksida (CuO), titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) dan (ZnO<sub>2</sub>) sebagai katalis

#### **D. Semikonduktor**

Semikonduktor merupakan bahan konduktivitas yang berada diantara konduktor dan isolator. Semikonduktor merupakan material yang memiliki pita, kedua pita tersebut dipisahkan oleh energi ambang atau energi celah pita (*gap energy* atau *band gap*). band merupakan celah energi yang berada diantara pita valensi dan pita konduksi, sementara energi maksimum yang dibutuhkan elektron untuk mengalami eksitasi dari pita valensi ke pita konduksi disebut energi band gap. Elektron yang tereksitasi pada permukaan material fotokatalis akan memicu suatu reaksi kimia (Madjene, Aoudjit et al. 2013).

Berdasarkan jumlah mayoritas partikel pembawa muatan semikonduktor dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor tipe-p merupakan semikonduktor yang mengalami kekurangan elektron sehingga semikonduktor ini bermuatan positif dengan lubang sebagai pembawa muatan mayoritas. Sedangkan semikonduktor tipe-n mengalami kelebihan elektron, yang menyebabkan semikonduktor ini bermuatan negatif dengan elektron sebagai pembawa muatan mayoritas.

Semikonduktor dapat berperan sebagai fotokatalis dalam reaksi oksidasi dan reduksi bergantung pada besarnya energi celah pita dan jenis celah pita yang akan dioksidasi dan direduksi. Semikonduktor yang berbeda memiliki level pita energi konduktivitas dan potensial redoks yang berbeda, semakin tinggi potensial pita valensi semakin tinggi daya oksidasi yang dimiliki oleh lubang. Semikonduktor memiliki energi celah pita yang cukup kecil, rentang energi celah pita untuk semikonduktor adalah 1-5 eV, isolator  $> 5$  eV, sedangkan konduktor tidak memiliki energi celah pita (Palupi 2006).

Tabel 1. Beberapa semikonduktor beserta energi celahnya pada suhu 0 K

Semikonduktor	Eg(eV)	Semikonduktor	Eg (eV)
InSb	0,20	Se	1,80
PbTe	0,20	Cu <sub>2</sub> O	2,20
Te	0,30	CdS	2,60
PbS	0,30	WO <sub>3</sub>	2,80
InAs	0,40	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,10
ZnSb	0,60	TiO <sub>2</sub>	3,23
Ge	0,70	ZnO	3,40
GaSb	0,80	SrTiO <sub>3</sub>	3,40
Si	1,10	ZnS	3,90
CdTe	1,60	AlN	4,60

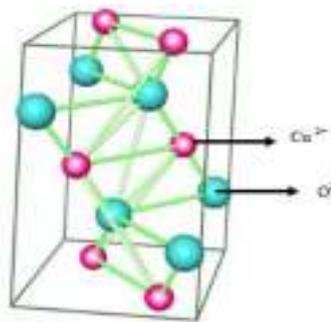
(Sumber : (Chen, Wang et al. 2018))

### E. Plat CuO

Oksida tembaga memiliki dua fasa kristal yaitu Cu<sub>2</sub>O dan CuO. Oksida logam CuO merupakan padatan ionik dengan titik leleh di atas 1300 °C. CuO adalah oksida basa sehingga mudah larut dalam asam dan mineral. CuO murni memiliki koefisien absorpsi yang tinggi sehingga sebagian besar cahaya dapat diabsorpsi oleh CuO dalam bentuk lapisan tipis. CuO memiliki parameter kisi  $a = 4.68 \text{ \AA}$ ,  $b = 3.42 \text{ \AA}$ ,  $c = 5.13 \text{ \AA}$ , serta memiliki massa jenis  $6.315 \text{ g/cm}^3$ . Sebagai material semikonduktor CuO memiliki keuntungan selain biaya pembuatan yang rendah juga ketersediaannya yang melimpah. *Copper Oxide* (CuO) juga

merupakan semikonduktor tipe-p yang memiliki celah pita 1,2 - 1,6 eV dan struktur kristal kubik(Papadimitropoulos, Vourdas et al. 2006).

Sebagaimana bahan semikonduktor dari senyawa-senyawa oksida yang lain, senyawa CuO memiliki sifat optik dan listrik yang cocok untuk piranti sel surya dan baterai lithium sebagai elektroda aktif. Disamping itu senyawa CuO memiliki sifat kimia yang cocok untuk aplikasi katalis dan sensor gas.



Gambar 3. Struktur Kristal CuO (Zeffry 2015)

Tabel 2. Karakteristik CuO

Karakteristik CuO	
Rumus molekul	CuO
Massa molar (berat molekul)SU	79.545 g/mol
Warna	Hitam kecoklatan
Kerapatan	6.315 g/cm <sup>3</sup>
Titik Leleh	1326 °C
Titih Didih	2000 °C
Energi <i>Band gap</i>	1.2 - 1.6 eV

(sumber : (Duan, Zhang et al. 2018)

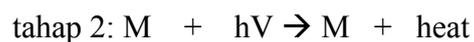
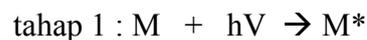
CuO memiliki kelebihan yaitu temperatur superkonduktivitas yang tinggi,. CuO diaplikasikan di berbagai bidang antara lain sebagai katalis, baterai, sensor gas, penghantar panas, dan untuk energi surya. Struktur kristal CuO memiliki band gap yang kecil sehingga sifat fotokatalisis dan fotovoltaik sangat berguna. Dalam penelitian yang sudah dilakukan, tembaga dapat bereaksi dengan oksigen pada temperatur 400 °C sehingga terbentuk senyawa CuO.

## F. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat ukur yang mengukur respon yang dihasilkan dari interaksi kimia suatu zat dengan sinar atau cahaya daerah UV-Vis yang melewati. Apabila sinar atau cahaya jatuh pada suatu medium homogen sebagian dari sinar yang masuk akan dipantulkan dan sebagian lagi akan diserap oleh medium, sisanya akan diteruskan (Parveen and Rohan 2011).

Penyerapan sinar tampak atau ultraviolet oleh molekul dapat menyebabkan terjadinya eksitasi molekul tersebut dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi.

Proses ini melalui dua tahap :



Umur molekul yang tereksitasi  $M^*$  ini sangat pendek ( $10^{-8}$ - $10^{-9}$  detik) dan molekul kembali ke tingkat dasar lagi  $M$ . Proses di atas disebut proses fotokimia.

Pengabsorbsian sinar ultra violet atau sinar tampak oleh suatu molekul umumnya menghasilkan eksitasi elektron bonding akibatnya panjang gelombang absorbs maksimum dapat dikorelasikan dengan jenis ikatan yang ada didalam molekul yang sedang diselidiki. Oleh karena itu, spektroskopi serapan molekul sangat berguna untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang ada dalam suatu molekul. Akan tetapi yang paling penting adalah penggunaan spektroskopi serapan ultra violet dan sinar tampak untuk penentuan kuantitatif senyawa-senyawa yang mengandung gugus pengabsorpsi (Hendayana, Kadarohman et al. 1994)

Sinar tampak merupakan energi, yang bila mengenai elektron-elektron tersebut, maka elektron akan tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang

lebih tinggi, eksitasi elektron-elektron ini, direkam dalam bentuk spektrum yang dinyatakan sebagai panjang gelombang dan absorbansi, sesuai dengan jenis elektron-elektron yang terdapat dalam molekul yang dianalisis. Makin mudah elektron-elektron bereksitasi makin besar panjang gelombang yang diabsorpsi, makin banyak elektron yang bereksitasi makin tinggi absorbansi. Pada spektrofotometri UV-Vis ada beberapa istilah yang digunakan terkait dengan molekul, yaitu kromofor, auksokrom, efek batokromik atau pergeseran merah, efek hipokromik atau pergeseran biru, hipsokromik, dan hipokromik. Kromofor adalah molekul atau bagian molekul yang mengabsorpsi sinar dengan kuat di daerah UV-Vis, misalnya heksana, aseton, asetilen, benzena, karbonil, karbondioksida, karbonmonoksida, gas nitrogen. Auksokrom adalah gugus fungsi yang mengandung pasangan elektron bebas berikatan kovalen tunggal, yang terikat pada kromofor yang mengintensifkan absorpsi sinar UV-Vis pada kromofor tersebut, baik panjang gelombang maupun intensitasnya, misalnya gugus hidroksi, amina, halida, alkoksi.

Prinsip kerja dari spektrofotometer ini adalah cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat polikromatis di teruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer. Kemudian monokromator akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang gelombang tertentu akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian di terima oleh detektor. Detektor kemudian akan menghitung cahaya yang diterima dan

mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif.

### **G. X-Ray Diffraction (XRD)**

XRD atau X-Ray Diffraction digunakan untuk menentukan karakteristik di tinjau dari struktur dan ukuran kristal pada suatu sampel. Komponen utama XRD terdiri dari tabung katoda (tempat terbentuknya sinar-X), sampel *holder* dan detektor. XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data dari XRD berupa intensitas sinar-X yang terdifraksi dan sudut  $2\theta$ . Tiap pola yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang Kristal dan memiliki orientasi tertentu (Widyawati 2012).

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik akan menunjukkan gejala difraksi bila sinar tersebut jatuh pada jarak antar atomnya kira-kira sama dengan panjang gelombang sinar tersebut. Bila berkas elektron menjatuhkan suatu kristal, maka sinar-X yang terbentuk akan di hamburkan. Panjang gelombang hamburan ini keluar dari seluruh atom dalam sampel dan interferensinya dari radiasi hamburan yang berasal dari atom-atom yang berbeda yang menyebabkan intensitas berbeda (Sibilia 1996).

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kemampuan fotokatalis asam humat dengan menggunakan plat Cu didapat nilai terbaik konsentrasi degradasi (ppm) pada 1500 rpm selama 3 jam yaitu 18.41 ppm atau 7.93%
2. Kemampuan fotokatalis asam humat dengan menggunakan plat CuO didapat nilai terbaik konsentrasi degradasi (ppm) pada 1000 rpm selama 4 jam yaitu 8.55 ppm atau 57.23%
3. Kemampuan fotokatalis asam humat dengan tanpa perputaran menggunakan plat CuO didapat nilai terbaik konsentrasi degradasi (ppm) pada selama 2 jam yaitu 10.08 ppm atau 49.60%

### **B. Saran**

1. Melakukan penelitian tentang semikonduktor plat CuO dengan air gambut perputaran 1000 rpm, 1500 rpm dan 2000 rpm
2. Melakukan modifikasi alat reaktor oktagonal sehingga perputaran menjadi lebih merata keseluruhan semikonduktor plat CuO dengan sampel

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, M., A. Hastings, J. Truu, M. Espenberg, U. Mander and P. Smith (2016). "Emissions of methane from northern peatlands: a review of management impacts and implications for future management options." *Ecol Evol***6**(19): 7080-7102.
- Birben, N., M. Paganini, P. Calza and M. Bekbolet (2017). "Photocatalytic degradation of humic acid using a novel photocatalyst: Ce-doped ZnO." *Photochemical & Photobiological Sciences***16**(1): 24-30.
- Chen, C., M. Wang, J. Wu, H. Fu, H. Yang, Z. Tian, T. Tu, H. Peng, Y. Sun, X. Xu, J. Jiang, N. B. M. Schroter, Y. Li, D. Pei, S. Liu, S. A. Ekahana, H. Yuan, J. Xue, G. Li, J. Jia, Z. Liu, B. Yan, H. Peng and Y. Chen (2018). "Electronic structures and unusually robust bandgap in an ultrahigh-mobility layered oxide semiconductor, Bi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>Se." *Sci Adv***4**(9): eaat8355.
- Duan, S. F., Z. X. Zhang, Y. Y. Geng, X. Q. Yao, M. Kan, Y. X. Zhao, X. B. Pan, X. W. Kang, C. L. Tao and D. D. Qin (2018). "Brand new 1D branched CuO nanowire arrays for efficient photoelectrochemical water reduction." *Dalton Trans***47**(41): 14566-14572.
- Gulkaya, I., G. A. Surucu and F. B. Dilek (2006). "Importance of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> ratio in Fenton's treatment of a carpet dyeing wastewater." *Journal of Hazardous Materials***136**(3): 763-769.
- Hendayana, S., A. Kadarohman, A. Sumarna and A. Supriatna (1994). "Kimia analitik instrumen." *Edisi***1**: 157-160.
- Imawan, B. and F. Nopriza (2012). "Pengolahan AIR Dengan Menggunakan Adsorben Tanah Gambut." *Jurnal Teknobiologi***3**(01).
- Ismail, A. A. and D. W. Bahnemann (2014). "Photochemical splitting of water for hydrogen production by photocatalysis: a review." *Solar Energy Materials and Solar Cells***128**: 85-101.
- Jayadi, S. F., L. Destiarti and B. Sitorus (2014). "Pembuatan Reaktor Fotokatlis dan Aplikasinya Untuk Degradasi Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Katalis TiO<sub>2</sub>." *Jurnal Kimia Khatulistiwa***3**(3).
- Kihara, Y., Yustiawati, M. Tanaka, S. Gumiri, Ardianor, T. Hosokawa, S. Tanaka, T. Saito and M. Kurasaki (2014). "Mechanism of the toxicity induced by natural humic acid on human vascular endothelial cells." *Environ Toxicol***29**(8): 916-925.