

# PEER REVIEW

**LEMBAR**  
**HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW**  
**KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Sintesis Nanokomposit Polianilin/ZnO dengan Metode Polimerisasi Antarmuka dan Uji Aktivitas Fotodegradasinya terhadap Rhodamin B pada Cahaya Tampak

Penulis Jurnal Ilmiah\* : Muhammad Wisnu Nugroho, Anung Rapanitra, **Ponco Iswanto**

Jumlah Penulis : 3 Orang

Status Penulis : Penulis ke-3

Identitas Jurnal Ilmiah :

a. Nama Jurnal : Molekul

b. Nomor ISSN : 1907-9761 (Print); 2503-0310 (Online)

c. Edisi : Vol 10, No 2 (2015)

d. Penerbit : Jurusan Kimia FMIPA Unsoed

e. DOI artikel : -

f. Alamat web : <https://ojs.jmolekul.com/ojs/index.php/jm/issue/view/1>

g. Terindeks di : Scopus

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah :

Jurnal Ilmiah Internasional/Intenasional bereputasi

Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi

Jurnal Ilmiah Nasional/Nasional terindeks di ....\*

**Hasil Penilaian Peer Review**

Komponen yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional/Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional*	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)	10% x 30 = 3	2,5	...	2,5
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
<b>Total = 100%</b>	<b>30</b>	<b>25</b>		<b>25</b>
<b>Nilai Pengusul =</b>				<b>5</b>

**Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :**

- Jurnal Molekul (terindeks Scopus), terindeks 2019

- Similarity Index = 24%

- Terbitan tahun 2015 belum terindeks Scopus, masih sebagai jurnal nasional terakreditasi

Purwokerto,

Reviewer 1



Nama : Uyi Sulaeman, S.Si., M.Si., Ph.D  
 NIP : 197307052000031001  
 Jabatan : Lektor Kepala  
 Bidang Ilmu : Kimia  
 Unit Kerja : Fakultas MIPA

Reviewer 2



Nama : Dadan Hermawan, S.Si., M.Si., Ph.D  
 NIP : 197502212000031001  
 Jabatan : Lektor Kepala  
 Bidang Ilmu : Kimia  
 Unit Kerja : Fakultas MIPA

**LEMBAR**  
**HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW**  
**KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Sintesis Nanokomposit Polianilin/ZnO dengan Metode Polimerisasi Antarmuka dan Uji Aktivitas Fotodegradasinya terhadap Rhodamin B pada Cahaya Tampak  
 Penulis Jurnal Ilmiah\* : Muhammad Wisnu Nugroho, Anung Rapanitra, **Ponco Iswanto**  
 Jumlah Penulis : 3 Orang  
 Status Penulis : Penulis ke-3  
 Identitas Jurnal Ilmiah :  
 a. Nama Jurnal : Molekul  
 b. Nomor ISSN : 1907-9761 (Print); 2503-0310 (Online)  
 c. Edisi : Vol 10, No 2 (2015)  
 d. Penerbit : Jurusan Kimia FMIPA Unsoed  
 e. DOI artikel : -  
 f. Alamat web : <https://ojs.jmolekul.com/ojs/index.php/jm/issue/view/1>  
 g. Terindeks di : Scopus

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah :  
 Jurnal Ilmiah Internasional/Intenasional bereputasi  
 Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi  
 Jurnal Ilmiah Nasional/Nasional terindeks di ....\*

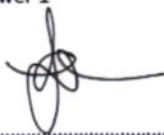
**Hasil Penilaian Peer Review**

Komponen yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional/Internasional bereputasi**	Nasional Terakreditasi	Nasional*	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)	10% x 30 =	3	2.5	2.5
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	30% x 30 =	9	7.5	7.5
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	30% x 30 =	9	7.5	7.5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	30% x 30 =	9	7.5	7.5
<b>Total = 100%</b>	<b>30</b>	<b>25</b>		<b>25</b>
Nilai Pengusul = $40\% \times 25 / 2$				<b>5.0</b>

**Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :**

- Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur : *lengkap*
- Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan : *sangat baik*
- Kecukupan dan kemutakhiran data serta metodologi : *sangat baik*
- Kelengkapan unsur kualitas penerbit : *lengkap*
- Indikasi plagiasi : *tidak ada indikasi plagiasi*
- Kesesuaian bidang ilmu : *Sesuai bidang ilmu*

Purwokerto,  
 Reviewer 1



Nama : Uyi Sulaeman, S.Si.,M.Si.,Ph.D  
 NIP : 197307052000031001  
 Jabatan : Lektor Kepala  
 Bidang Ilmu : Kimia  
 Unit Kerja : Fakultas MIPA

Mengetahui,  
 Dekan FMIPA



Drs. Sunardi, M.Si  
 NIP 19590715 199002 1 001

**LEMBAR  
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW  
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul Jurnal Ilmiah (Artikel) : Sintesis Nanokomposit Polianilin/ZnO dengan Metode Polimerisasi Antarmuka dan Uji Aktivitas Fotodegradasinya terhadap Rhodamin B pada Cahaya Tampak

Penulis Jurnal Ilmiah\* : Muhammad Wisnu Nugroho, Anung Rapanitra, **Ponco Iswanto**

Jumlah Penulis : 3 Orang

Status Penulis : Penulis ke-3

Identitas Jurnal Ilmiah :

a. Nama Jurnal : Molekul

b. Nomor ISSN : 1907-9761 (Print); 2503-0310 (Online)

c. Edisi : Vol 10, No 2 (2015)

d. Penerbit : Jurusan Kimia FMIPA Unsoed

e. DOI artikel : -

f. Alamat web : <https://ojs.jmolekul.com/ojs/index.php/jm/issue/view/1>

g. Terindeks di : Scopus (mulai 2019)

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah :

Jurnal Ilmiah Internasional/Intenasional bereputasi

Jurnal Ilmiah Nasional Terakreditasi

Jurnal Ilmiah Nasional/Nasional terindeks di ....\*

**Hasil Penilaian Peer Review**

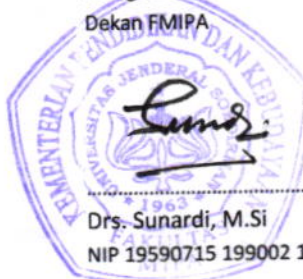
Komponen yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional/ Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional*	
	30	25	...	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)	10% x 30 = 3	2,5		2,5
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)	30% x 30 = 9	7,5		7,5
<b>Total = 100%</b>	<b>30</b>	<b>25</b>		<b>25</b>
<b>Nilai Pengusul = <math>(40\% \times 28,5) : 2 =</math></b>				<b>5,7</b>

**Catatan Penilaian artikel oleh Reviewer :**

- Tentang kelengkapan dan kesesuaian unsur : Lengkap dan sesuai
- Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan : cukup memadai
- Kecukupan dan kemutakhiran data serta metodologi : cukup mutakhir
- Kelengkapan unsur kualitas penerbit : Baik
- Indikasi plagiasi : Tidak ada (Similarity = 24%)
- Kesesuaian bidang ilmu : Sesuai

Purwokerto,  
Reviewer 2

Mengetahui,  
Dekan FMIPA



Nama : Dadan Hermawan, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP : 197502212000031001  
Jabatan : Lektor Kepala  
Bidang Ilmu : Kimia  
Unit Kerja : Fakultas MIPA

Drs. Sunardi, M.Si  
NIP 19590715 199002 1 001

# ARTIKEL



# MOLEKUL

Print ISSN: 1907-9761 e-ISSN:2503-0310

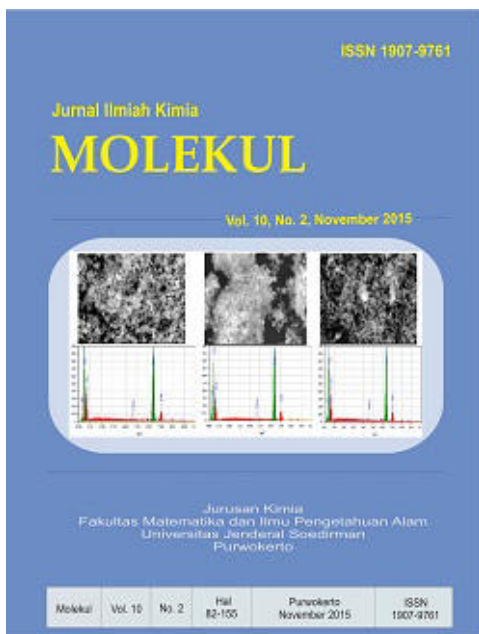
[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#)

[ARCHIVES](#)

Home > Archives > **Vol 10, No 2 (2015)**

## Vol 10, No 2 (2015)

TABLE OF CONTENTS



**Molekul**

**Jurnal Ilmiah Kimia**  
**Department of**  
**Chemistry, Faculty of**  
**Mathematics and**  
**Natural Sciences,**  
**Universitas Jenderal**  
**Soedirman,**  
**Purwokerto,**  
**Indonesia**



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

[Guide for Authors](#)

[View Articles](#)

[Submit your paper](#)

[Editorial Board](#)

[Focus and Scope](#)

[Publication Ethics](#)

[Peer Review Process](#)

[Plagiarism Policy](#)

**Indexing and Abstracting:**

**Scopus**<sup>®</sup>

INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

CAS<sup>®</sup>  
 A DIVISION OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

Google scholar



[Detail Statistic](#)

**Dokumen Akreditasi**

- [Sertifikat Akreditasi 2015](#)
- [SK Akreditasi 2018](#)
- [SK Akreditasi 2020](#)
- [Sertifikat Akreditasi 2020](#)

**USER**

Username

Password

Remember me

**FONT SIZE**

— — — —



[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#)

[ARCHIVES](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > **Editorial Team**

## Editorial Team

### Editor-in-Chief

[Dr. Amin Fatoni](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia, Indonesia

### Editorial Board

[Prof. Shin-ichiro Suye](#), Department of Applied Chemistry and Biotechnology, University of Fukui, Fukui, Japan

[Prof. Dr. Wan Aini Wan Ibrahim](#), Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

[Prof. Dr. Kristian H Sugijarto](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Yogyakarta State University, Indonesia

[Prof. Dr. drh. Maria Bintang](#), Department of Biochemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Pertanian Bogor,, Indonesia

[Prof. Dr. Hassan Y Aboul-Enein](#), National Research Centre, Cairo, Egypt

[Prof. Dr. Hadi Nur](#), Centre for Sustainable Nanomaterials, Ibnu Sina Institute for Scientific and Industrial, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

[Dr. Arief Cahyo Wibowo](#), King Fahd University of Petroleum & Minerals, Saudi Arabia

[Dr. Adi Darmawan](#), Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Indonesia

[Assist. Prof. Dr. Apon Numnuam](#), Department of Chemistry, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Thailand

[Dr. Dadan Hermawan](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

[Dr. Uyi Sulaeman](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia, Indonesia

[Dr. Jas Raj Subba](#), Royal University of Bhutan, Bhutan

[Dr. Hartiwi Diastuti](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

[Dr. Saluma Samanman](#), Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Naradhiwas, Thailand

[Mardiyah Kurniasih](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

[Zusfahair Zusfahair](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

### Layout Editor

[Ely Setiawan](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

[Irmanto Irmanto](#), Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia



**Molekul**

**Jurnal Ilmiah Kimia  
Department of  
Chemistry, Faculty of  
Mathematics and  
Natural Sciences,  
Universitas Jenderal**



This work is licensed  
under a [Creative  
Commons Attribution  
4.0 International  
License](#).

[Guide for  
Authors](#)

[View  
Articles](#)

[Submit  
your  
paper](#)

[Editorial  
Board](#)

[Focus and  
Scope](#)

[Publication  
Ethics](#)

[Peer  
Review  
Process](#)

[Plagiarism  
Policy](#)

**Indexing and  
Abstracting:**

**Scopus<sup>®</sup>**

INDEX  COPERNICUS  
INTERNATIONAL

DOAJ  DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

 **CAS<sup>®</sup>**  
A DIVISION OF THE  
AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

 **Google**  
scholar

**Soedirman,  
Purwokerto,  
Indonesia**



[Detail Statistic](#)

**Dokumen  
Akreditasi**

- [Sertifikat Akreditasi 2015](#)
- [SK Akreditasi 2018](#)
- [SK Akreditasi 2020](#)
- [Sertifikat Akreditasi 2020](#)

**USER**

Username

Password

Remember me

**FONT SIZE**


[HOME](#)   [ABOUT](#)   [LOGIN](#)   [REGISTER](#)   [SEARCH](#)   [CURRENT](#)
[ARCHIVES](#)
[Home](#) > [Archives](#) > **Vol 10, No 2 (2015)**

## Vol 10, No 2 (2015)

### Table of Contents

#### Articles

[POTENSI BIOAKTIF EKSTRAK ALGA MERAH \(\*Gracillaria verrucosa\*\) TERHADAP KADAR MALONDIALDEHIDA \(MDA\) DAN GAMBARAN HISTOLOGI PARU TIKUS PUTIH \(\*Rattus novergicus\*\) PASCA INDUKSI FORMALIN](#)

[PDF](#)  
**82-87**

Anggun Tanduwinata, Helmi Auliyah Istiqomah, Jamilah Jamilah, Ni Luh Kemmy Caesaria, Rizki Rahmat Saputra, Aulanni'am Aulanni'am  
| **DOI** : [10.20884/1.jm.2015.10.2.8](#) | This article has been viewed: **745 times** |

[EKSTRAK DAUN PANDAN \(\*Pandanus amaryllifous\* Roxb\) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA SS-304 DALAM LARUTAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>](#)

[PDF](#)  
**88-96**

Victor Kayadoe, Muhamad Fadli, Rahman Hasim, Mitra Tomaso  
| **DOI** : [10.20884/1.jm.2015.10.2.9](#) | This article has been viewed: **2041 times** |

[PENENTUAN UREA DALAM SERUM DARAH DENGAN BIOSENSOR KONDUKTOMETRI Screen Printed Carbon Electrode \(SPCE\) – NATA DE COCO](#)

[PDF](#)  
**97-103**

Sendy Kurniawan, Dian Nur Fajariati, Helmi Auliyah Istiqomah, Oki Mandalia Antasari, Ani Mulyasuryani  
| **DOI** : [10.20884/1.jm.2015.10.2.10](#) | This article has been viewed: **1339 times** |

[SINTESIS DAN KARAKTERISASI FOTOKATALIS TiO<sub>2</sub>-Cu](#)

[PDF](#)  
**104-111**

Kapti Riyani, Tien Setyaningtyas, Dian Windy Dwiasi  
| **DOI** : [10.20884/1.jm.2015.10.2.178](#) | This article has been viewed: **609 times** |

[PEMURNIAN ASAP CAIR DARI KULIT DURIAN DENGAN MENGGUNAKAN ARANG AKTIF](#)

[PDF](#)  
**112-120**

Adhitya Rinaldi, Alimuddin Alimuddin, Aman Sentosa Panggabean  
| **DOI** : [10.20884/1.jm.2015.10.2.185](#) | This article has been viewed: **1157 times** |

[SINTESIS NANOKOMPOSIT POLIANILIN/ZnO DENGAN METODE POLIMERISASI ANTARMUKA DAN UJI AKTIVITAS FOTODEGRADASINYA TERHADAP RHODAMIN B PADA CAHAYA TAMPAK](#)

[PDF](#)  
**121-128**

[Guide for Authors](#)
[View Articles](#)
[Submit your paper](#)
[Editorial Board](#)
[Focus and Scope](#)
[Publication Ethics](#)
[Peer Review Process](#)
[Plagiarism Policy](#)

#### Indexing and Abstracting:

Muhamad Wisnu Nugroho, Anung Riapanitra,  
Ponco Iswanto  
| DOI : [10.20884/1.jm.2015.10.2.6](https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.2.6) | This article  
has been viewed: **637 times** |

[THE CHARACTERISTICS OF BIOACTIVE PEPTIDES AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF HONEY BEE \(\*Apis nigrocincta\*\) SMITH VENOM, ENDEMIC TO SULAWESI](#)

Mokosuli Yermia Samuel, Rudi Alexander Repi  
| DOI : [10.20884/1.jm.2015.10.2.4](https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.2.4) | This article  
has been viewed: **478 times** |

[SINTESIS DAN KARAKTERISASI PIGMEN WARNA HITAM, MERAH DAN KUNING BERBAHAN DASAR PASIR BES](#)

Bilalodin Bilalodin, Zarah Irayani, Sehad Sehad,  
Sugito Sugito  
| DOI : [10.20884/1.jm.2015.10.2.5](https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.2.5) | This article  
has been viewed: **753 times** |

[PEMANFAATAN LIMBAH Fe\(III\) DARI INDUSTRI PENGETSAAN SEBAGAI BAHAN PENAMBAH KUALITAS SINTESIS GENTENG KERAMIK](#)

Eva Vaulina Yulistia Delsy, Dwi Kartika, Wilma  
Aziza  
| DOI : [10.20884/1.jm.2015.10.2.3](https://doi.org/10.20884/1.jm.2015.10.2.3) | This article  
has been viewed: **674 times** |

## Molekul



**Jurnal Ilmiah Kimia**  
**Department of**  
**Chemistry, Faculty of**  
**Mathematics and**  
**Natural Sciences,**  
**Universitas Jenderal**  
**Soedirman,**  
**Purwokerto,**  
**Indonesia**



This work is licensed  
under a [Creative](#)  
[Commons Attribution](#)  
[4.0 International](#)  
[License](#).



[PDF](#)  
**129-134**



[Detail Statistic](#)

**Dokumen**  
**Akreditasi**

- [Sertifikat Akreditasi 2015](#)
- [SK Akreditasi 2018](#)
- [SK Akreditasi 2020](#)
- [Sertifikat Akreditasi 2020](#)

[PDF](#)  
**145-155**

## USER

Username

Password

Remember me

## FONT SIZE

**SINTESIS NANOKOMPOSIT POLIANILIN/ZnO DENGAN METODE  
POLIMERISASI ANTARMUKA DAN UJI AKTIVITAS FOTODEGRADASINYA  
TERHADAP RHODAMIN B PADA CAHAYA TAMPAK**

**SYNTHESIS OF POLYANILINE/ZNO (PANI/ZNO) NANOCOMPOSITE USING  
INTERFACE POLYMERIZATION METHOD AND ITS PHOTODEGRADATION  
TEST ON RHODAMINE B UNDER VISIBLE LIGHT IRRADIATION**

**Muhamad Wisnu Nugroho<sup>1</sup>, Anung Riapanitra, Ponco Iswanto**

Program Studi Kimia, Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED  
email: <sup>1</sup>m.wisnu28@gmail.com

**ABSTRAK**

Sintesis nanokomposit polianilin/ZnO (PANI/ZNO) secara polimerisasi antarmuka dan uji fotodegradasinya pada senyawa Rhodamin B telah dilakukan. Garam Emeraldine dari PANI dan nanokomposit PANI disintesis secara polimerisasi antarmuka menggunakan dua fase pelarut organik/air. Hasil sintesis dikarakterisasi transisi elektronnya secara spektroskopi UV-Vis dan gugus fungsi yang terbentuk secara spektrofotometri FT-IR. Karakterisasi menggunakan UV-Vis DRS menunjukkan bahwa PANI, PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10% memiliki nilai energi band gap sebesar 2,0 eV. Analisis secara SEM menunjukkan berkurangnya ukuran partikel seiring penambahan ZnO. Penentuan berat molekul PANI dilakukan menggunakan viskosimeter Ostwald menunjukkan berat molekul PANI sebesar 2835,03 g/mol. Uji fotodegradasi pada lampu tungsten selama 240 menit mendapatkan hasil penurunan konsentrasi Rhodamin B berturut-turut sebesar 67.9% 85.09% and 80.24% untuk PANI, PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10%.

**Kata Kunci:** fotokatalisis, nanokomposit polianilin/ZnO, rhodamin B

**ABSTRACT**

Synthesis of polyaniline/ZnO (PANI/ZNO) nanocomposite using interface polymerization method as well as its photodegradation test on Rhodamin B dye under visible light irradiation has been performed. Emeraldine salt of PANI and nanocomposite PANI/ZnO can be synthesized using interfacial polymerization method of organic/water biphasic. The characterization of electron transition and functional groups were performed using UV-Vis and FT-IR spectroscopy, respectively. DRS characterization showed that PANI, PANI/ZnO 5% and 10% has energy value of ~ 2.0 eV band gap. SEM analysis with image-J software showed a decrease particle size due to the increasing content of ZnO. Determination of molecular weight polymer using Ostwald viscosimeter showed that the molecular weight PANI is 2835.03 g/mol. The photodegradation test performed using tungsten lamp irradiation for 240 minutes gave result to rhodamine B concentration reduction of 67.9% 85.09% and 80.24% for polyaniline, polyaniline/ZnO 5% and polyaniline/ZnO 10%, respectively.

**Keywords:** photocatalyst, nanocomposite polyaniline/ZnO, rhodamine B

**PENDAHULUAN**

Perkembangan industri tekstil dapat mendatangkan masalah terhadap lingkungan, karena proses produksinya

menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar. Salah satu bahan pencemar yang dihasilkan adalah zat warna rhodamin B. Rhodamin B merupakan zat

kimia berbahaya yang banyak dikonsumsi baik di industri atau pun oleh masyarakat umum. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan metode fotokatalitik. Penggunaan material semikonduktor anorganik seperti TiO<sub>2</sub>, ZnO, CdS dan lain-lain sebagai fotokatalis untuk mendegradasi limbah dalam air sudah banyak diteliti. Namun, kebanyakan dari semikonduktor anorganik di atas memiliki celah pita yang lebar, sehingga hanya dapat menyerap energi dari sinar ultraviolet ( $\lambda < 400$  nm) untuk dapat melakukan fotoeksitasi (Paola *et al.*, 2012).

Salah satu alternatif senyawa yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah polianilin. Polianilin merupakan polimer konduktif yang bersifat stabil di lingkungan, murah dan mudah disintesis, dan dapat mengalami perubahan bilangan oksidasi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi maupun sifat konduktif menjadi isolatif karena reaksi asam-basa, oleh sebab itu polianilin banyak digunakan antara lain sebagai sensor, transistor, baterai, kapasitor, dan korosif inhibitor (Surwade, 2010).

Polianilin dilaporkan memiliki aktivitas fotokatalitik yang baik dalam mendegradasi zat warna (Haspulat *et al.* 2013). Aktivitas fotokatalitik polianilin juga telah banyak diteliti diantaranya dengan membuat senyawa *hybrid* anorganik seperti dengan TiO<sub>2</sub> (Wang, *et al.*, 2011; Radoicic, *et al.* 2013) dan ZnO (Eskizeybeket *et al.* 2012) agar aktivitas fotokatalitiknya menjadi lebih baik di pada irradiasi cahaya matahari. Pada penelitian ini, polianilin dibuat dengan metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa organik/air (Maddu *et al.*, 2008) dengan penambahan ZnO pada monomer anilin untuk membentuk nanokomposit polianilin/ZnO (PANI/ZnO). Karakterisasi komposit dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis (*Ultra Violet – Visible*) DRS, FT-IR (*Fourier Transform Infra-Red*) dan SEM-EDX (*Scanning*

*Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*). Bobot molekul rata-rata ditentukan dengan mengukur viskositas intrinsik menggunakan viskosimeter Ostwald. Uji aktivitas fotokatalitik nanokomposit polianilin/ZnO dilakukan dengan menguji penurunan kadar zat warna rhodamin B di bawah penyinaran lampu tungsten.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah anilin 1M, HCl 1,5 M, ammonium peroksodisulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) toluena, akuades, ZnO, dimetil sulfoksida (DMSO) dan rhodamin B. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas piala, labu ukur 100 mL, pipet ukur 10 mL, pipet ukur 1 mL, filler, kertas saring, corong Buchner, aluminium foil, oven, pengaduk magnet, substrat gelas preparat, viskosimeter ostwald, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800), UV-Vis DRS (Shimadzu 2450), FT-IR (PerkinElmer Spectrum 100) dan SEM-EDX.

### Sintesis Polianilin

Sintesis polianilin dilakukan dengan metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa larutan organik/air. Sebanyak 50 mL Toluena ditambah dengan 1 ml monomer anilin 1 M digunakan sebagai fasa organik, dan 50 mL larutan HCl 1 M yang ditambah dengan 0,6 gram (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> sebagai fasa air (aqueous). Kedua larutan dicampurkan ke dalam gelas piala tanpa diaduk. Proses ini dibiarkan se malam dengan ditutup aluminium foil agar reaksi polimerisasi berjalan sempurna. Produk berupa endapan polianilin dikumpulkan dan dimurnikan melalui filtrasi. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring menggunakan corong Buchner untuk mempercepat penyaringan, lalu dicuci dengan 100 ml HCl 0,2 M. Pencucian dilanjutkan dengan aseton 100 ml. Polianilin doping HCl (*emeraldine salt*

(ES)) dikeringkan dalam oven pada temperatur 50 °C selama 5 jam.

### Sintesis nanokomposit PANI/ZnO

Nanokomposit PANI-ZnO dibuat dari 101,98 gram ZnO yang dicampur dengan monomer anilin sebanyak 4 mL kemudian dilarutkan dalam 200 mL toluen. Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet pada suhu kamar selama 4 jam untuk membentuk suspensi dari komposit. Polimerisasi dilakukan lagi seperti cara sintesis polianilin murni di atas, sehingga didapatkan nanokomposit PANI/ZnO.

### Karakterisasi PANI dan PANI/ZnO

Karakterisasi dilakukan dengan spektrofotometer FT-IR untuk mengetahui serapan gugus fungsi hasil sintesis, spektrofotometer UV-Vis DRS untuk mengetahui energi celah pita, dan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi permukaan pada PANI murni dan PANI/ZnO, serta viskosimeter Ostwald untuk menentukan bobot molekul polimer.

### Uji aktivitas fotokatalitik

Uji aktivitas fotokatalis dilakukan untuk mengetahui degradasi zat warna rhodamin B oleh polianilin murni dan

nanokomposit polianilin/ZnO menggunakan lampu tungsten. Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Serbuk PANI dan PANI/ZnO sebanyak 0,1 g dimasukan ke dalam larutan Rhodamin B. Campuran tersebut kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnet di bawah lampu tungsten.

Selanjutnya setiap 1 jam selama 4 jam campuran larutan diambil sebanyak 2 mL untuk diukur penurunan kadar zat warna dengan spektrofotometer UV-Vis. Persen penurunan kadar rhodamin B ditentukan menggunakan persamaan:

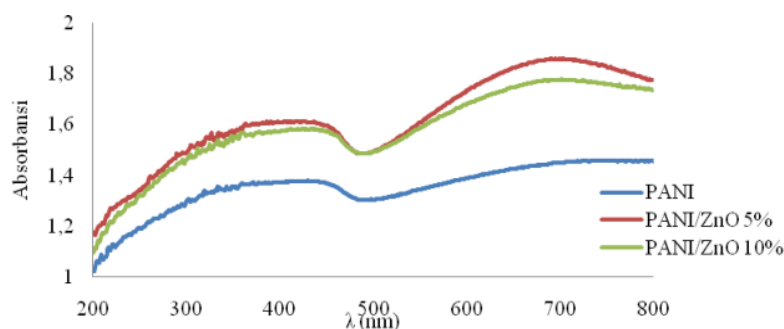
$$\text{Kadar (\%)} = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100 \%$$

$C_o$  adalah konsentrasi rhodamin B mula-mula, sedangkan  $C$  adalah konsentrasi rhodamin B setelah degradasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Nanokomposit PANI/ZnO

Hasil karakterisasi menggunakan spectrophotometer UV-Vis DRS nanokomposit PANI/ZnO dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Spektra serapan polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Spektra serapan polianilin menunjukkan tiga puncak serapan pada sekitar 370 nm, 450 nm, dan 700 nm. Absorpsi pada sekitar 370 nm bersesuaian dengan transisi  $\pi \rightarrow \pi^*$  dari struktur

benzenoid, absorpsi pada sekitar 450 nm bersesuaian dengan transisi polaron  $\rightarrow \pi^*$ , sedangkan transisi pada sekitar 700 nm bersesuaian dengan transisi pita  $\pi \rightarrow$  polaron. Tingkat energi polaron yang

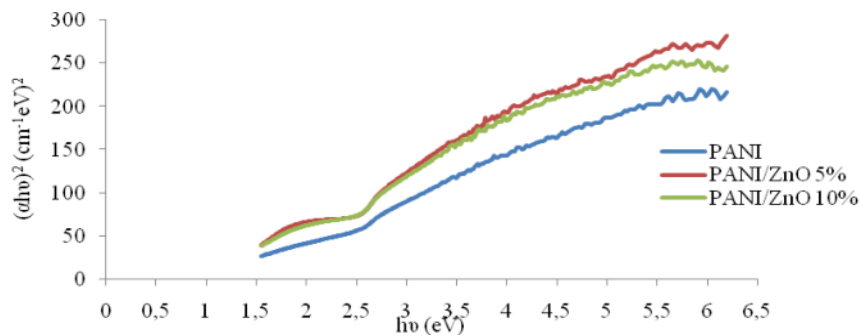
terlihat dari transisipolaron  $\rightarrow \pi^*$  dan  $\pi \rightarrow$  polaron menandakan bahwa polianilin yang dihasilkan merupakan polianilin dalam bentuk emeraldin terprotonasi (ES).

Nilai energi celah pita ditentukan dengan metode Tauc Plot menggunakan persamaan Tauc (Gopalakrishnan *et al.*, 2012).

$$(\alpha h\nu) = A (h\nu - E_g)^n$$

Hasil energi celah pita yang didapatkan pada polianilin, nanokomposit PANI/ZnO 5% dan 10% berturut-turut adalah 2,029 eV; 2,026 eV; dan 2,006 eV. Hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ZnO ke dalam PANI, maka energi celah pita semakin menurun. Menurut Shukla *et al.*

(2012), hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara PANI dan ZnO, dimana ZnO merupakan asam lewis dan anilin merupakan merupakan basa lewis. Hal ini akan membentuk rantai ionisasi polimerik dan menghasilkan efek pertukaran elektron yang efisien. Menurut Kant *et al.* (2013), interaksi antara PANI dan ZnO ini menyebabkan perubahan *electron density* (kepadatan elektron) dari rantai polianilin. Perubahan tersebut menyebabkan *red shift* (pergeseran merah). *Red shift* pada spektrum terjadi karena adanya interaksi selektif antara ZnO dan cincin quinoid pada ES, sehingga memudahkan pemindahan muatan dari setiap unit cincin quinoid lewat gugus -NH yang sangat reaktif (Kannusamy & Sivalingam, 2013).

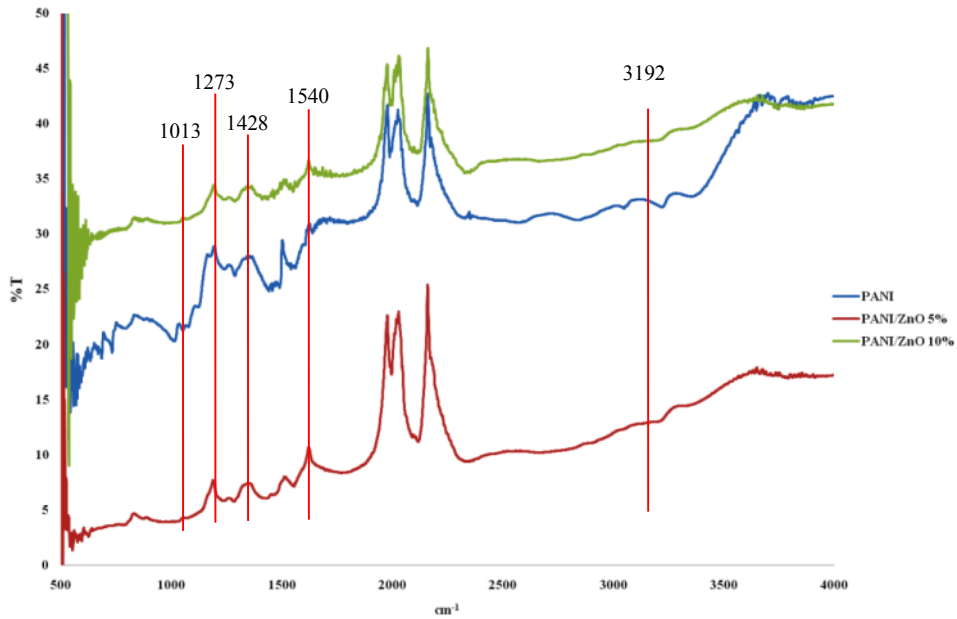


**Gambar 2.** Penentuan *band gap* menggunakan metode Tauc Plot

Hasil karakterisasi FT-IR dapat dilihat pada **Gambar 2**. **Gambar 2** menunjukkan Spektrum serapan FT-IR emeraldin terprotonasi dimana terdapat serapan pada sekitar 1540  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur C=C dari cincin quinoid. Puncak lain yang terlihat adalah puncak pada 1442  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur C=C dari cincin benzen. Puncak juga terlihat pada 1282  $\text{cm}^{-1}$  dan 1013  $\text{cm}^{-1}$  berturut-turut menunjukkan vibrasi ulur C-N cincin quinoid dan vibrasi ulur N=Q=N, dimana Q adalah cincin quinoid. Puncak pada 3192  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur gugus N-H amina sekunder.

**Gambar 3** memperlihatkan bahwa terjadi pergeseran pada spektrum PANI/ZnO 5% dan 10%, yang menyebabkan perbedaan puncak serapan

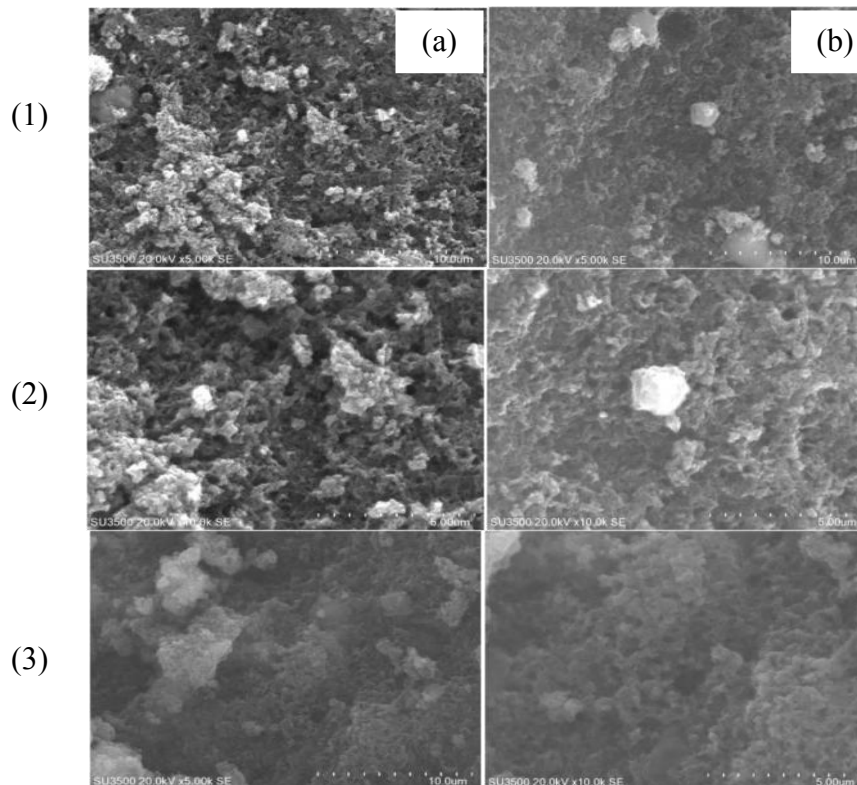
dengan puncak serapan polianilin. Menurut Eskizeybek *et al.* (2012), hal ini disebabkan adanya ikatan hidrogen antara ZnO dengan gugus-gugus N-H pada molekul rantai polianilin, sehingga mengubah energi ikatan dari polianilin. Ikatan hidrogen tersebut mengakibatkan ikatan antara N-H pada polianilin menjadi meregang dan melemah, sehingga puncak yang dihasilkan menjadi melemah dan melebar. Pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih rendah (*red shift*) ini juga disebabkan karena tingkat protonasi dari rantai polianilin sedikit lebih kecil (melemah), sehingga frekuensi yang diserap akibat vibrasi ulur antara C=N dan C=C pada cincin quinoid dan benzenoid menjadi menurun (Wang *et al.*, 2011; Radoicic *et al.*, 2013).



**Gambar 3.** Spektrum serapan FT-IR polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO

Morfologi permukaan PANI dan nanokomposit PANI/ZnO yang dihasilkan selanjutnya diamati dengan mikroskop

elektron (SEM). Morfologi permukaan PANI diambil dengan perbesaran 5.000 dan 10.000 kali, tersaji pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Morfologi Permukaan PANI (1) dan PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10% (2) perbesaran 5.000x (a) dan 10.000x (b)

**Gambar 4** menunjukkan bahwa polianilin yang dihasilkan menggunakan metode polimerisasi antarmuka berbentuk nanoserat. Interaksi antara polianilin dan

ZnO menyebabkan perbedaan ukuran polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO. Menurut Mostafaei & Zolriasatein (2012), perbedaan ukuran

PANI dan PANI/ZnO disebabkan adanya aglomerasi (penggumpalan) PANI dengan ZnO. Semakin banyak ZnO yang ditambahkan maka penggumpalan yang terjadi semakin banyak. Penggumpalan ini mungkin disebabkan adanya interaksi antara ZnO dan gugus N-H dengan membentuk ikatan hidrogen (Eskizeybek *et al.*, 2012) atau ikatan koordinasi (Shukla *et al.*, 2012). Karakterisasi menggunakan EDX dimaksudkan untuk mengetahui komposisi unsur yang terdapat dalam gambar SEM. Pada EDX dilakukan penembakan titik/spot yang diinginkan untuk mengetahui komposisi pada titik tersebut. Pengujian EDX dengan penembakan 5 spot, kemudian dapat diketahui spektrum unsurnya yang dapat dilihat pada **Tabel 1**. **Tabel 1** menunjukkan unsur terbanyak yaitu unsur

karbon (C). Unsur terbanyak kedua adalah nitrogen (N). Unsur karbon dan nitrogen berasal dari polianilin yang terbentuk dari satuan anilin dengan rumus molekul  $C_6H_5NH_2$ . Hasil analisis juga menunjukkan adanya unsur oksigen (O) dan unsur sulfur (S) yang diperkirakan berasal dari ammonium peroksodisulfat  $((NH_4)_2S_2O_8)$ . Kemudian adanya unsur klor (Cl) diperkirakan berasal dari asam klorida (HCl) yang merupakan bahan untuk menghasilkan emeraldin terprotonasi.

Penentuan bobot molekul polianilin dilakukan menggunakan viskosimeter Oswald dengan mengukur waktu alir pelarut dan polimer melewati viskosimeter Ostwald. Pelarut yang digunakan adalah DMSO (dimetil sulfoksida). Hasil pengukuran diketahui berat molekul relatif polianilin sebesar 2.835,03 g/mol.

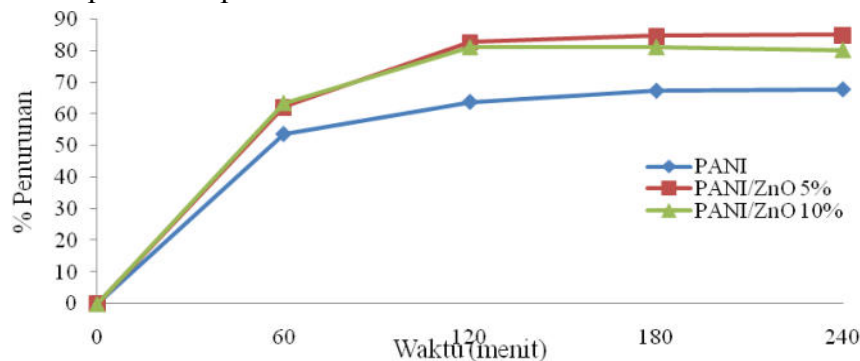
**Tabel 1.** Berat rata-rata (%) unsur pada pengujian EDX

Unsur	Berat Rata-rata (%)		
	Polianilin	PANI/ZnO 5%	PANI/ZnO 10%
C	73,808	79,694	69,004
N	13,044	5,456	14,014
O	7,866	7,892	10,18
S	0,718	2,082	2,174
Cl	4,564	4,83	4,402
Zn	-	0,046	0,226

**Aktivitas Fotokatalitik Nanokomposit Polianilin/ZnO**

Uji aktivitas dari fotokatalis polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO

dilakukan menggunakan lampu tungsten ( $\lambda=445$  nm) sebagai sumber sinar. Persen penurunan konsentrasi rhodamin B dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Persen penurunan konsentrasi rhodamin B

Hasil penelitian menunjukkan, nanokomposit PANI/ZnO dapat menurunkan konsentrasi rhodamin B lebih

besar daripada polianilin tanpa penambahan ZnO. Nanokomposit polianilin/ZnO 5% dan 10% mampu

menurunkan konsentrasi rhodamin B berturut-turut sampai 85,09% dan 80,24% pada penyinaran lampu tungsten selama 240 menit. Sedangkan polianilin mampu menurunkan konsentrasi rhodamin B sampai 67,9%. **Gambar 5** menunjukkan bahwa PANI/ZnO 5% lebih baik dalam mendegradasi zat warna daripada PANI/ZnO 10%. Menurut Radoicic, *et al.* (2013) hal ini disebabkan karena adanya *structural defect* (kerusakan struktur) pada rantai polianilin dalam jumlah yang cukup signifikan akibat penambahan ZnO secara berlebihan. Kerusakan struktur rantai polianilin ini ditandai dengan adanya unit rantai seperti *phenazine* dan terbentuknya cabang rantai. *Structural defect* dapat meningkatkan rantai yang berliku-liku pada cincin aromatik, sehingga menyebabkan perubahan struktur elektronik, meningkatkan lokalisasi polaron, dan mengurangi sistem konjugasi pada rantai polianilin. Kerusakan juga terlihat pada karakterisasi SEM dimana terlihat adanya penggumpalan (aglomerasi) hal ini menyebabkan aktivitas PANI/ZnO sebagai fotokatalis juga menjadi menurun.

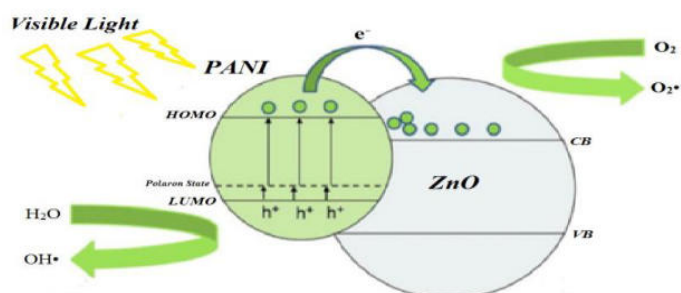
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran, maka penyerapan sinar semakin banyak dan penurunan konsentrasi rhodamin B semakin besar. Hal ini disebabkan semakin banyaknya elektron pada pita valensi yang tereksitasi ke pita konduksi sehingga lubang positif ( $h^+$ ) yang terbentuk juga semakin banyak. Lubang positif tersebut akan bereaksi dengan  $H_2O$  atau ion

hidroksil membentuk radikal hidroksil ( $OH\cdot$ ) yang kemudian digunakan untuk menguraikan senyawa organik rhodamin B (Hoffman, 1995).

Menurut Zhang *et al.* (2009), polianilin akan menyerap energi cahaya tampak yang dapat mengeksitasi elektron dari HOMO ke LUMO pada PANI dan menghasilkan pasangan elektron-hole. Elektron yang tereksitasi tersebut dapat masuk ke pita konduksi dari ZnO, hal ini disebabkan karena posisi pita konduksi pada ZnO lebih rendah daripada LUMO pada PANI. Elektron tersebut kemudian akan berpindah menuju permukaan untuk bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan radikal superoksida ( $O_2\cdot^-$ ).

Di sisi lain, *hole* yang berada pada HOMO dari PANI akan dengan mudah menuju ke permukaan dan bereaksi dengan air menghasilkan radikal hidroksil ( $OH\cdot$ ). Radikal  $OH\cdot$  ini dapat mengoksidasi polutan karena kapasitas oksidasi yang sangat tinggi.

Dugaan mekanisme aktivitas fotokatalitik pada nanokomposit polianilin/ZnO disajikan pada Gambar 6. Elektron pada ZnO bergerak menuju permukaan berlawanan arah dengan *hole* pada PANI, hal ini mencegah rekombinasi pada fotogenerasi elektron dan *hole*, sehingga pemisahan muatan lebih efisien. Setelah rekombinasi elektron dan *hole* pada PANI/ZnO dihambat, aktivitas fotokatalitik menjadi lebih tinggi (Zhang, *et al.*, 2009).



**Gambar 6.** Dugaan mekanisme fotokatalitik nanokomposit PANI-ZnO di bawah penyinaran cahaya tampak

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa nanokomposit PANI/ZnO dapat dihasilkan melalui metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa organik/air. Berat molekul polianilin yang diperoleh sebesar 2.835,03 g/mol. Uji aktivitas fotokatalitik menunjukkan nanokomposit PANI/ZnO dapat menurunkan konsentrasi zat warna rhodamin B dengan cahaya lampu tungsten. Penurunan konsentrasi rhodamin B pada penyinaran lampu tungsten mencapai 67,9% dengan penambahan polianilin, 85,09% dengan polianilin/ZnO 5% dan 80,24% dengan polianilin/ZnO 10%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eskizeybek, V, Fahriye S., Handan G., & Ahmet A. (2012). Preparation of the new polyaniline/ZnO nanocomposite and its photocatalytic activity for degradation of methylene blue and malachite green dyes under UV and natural sun lights irradiations. *Applied Catalysis B: Environmental* 119–120, hal. 197–206.
- Gopalakrishnan, K., M. Elango, & M. Thamilselvan. (2012). Optical Studies on Nano-structured Conducting Polyaniline Prepared by Chemical Oxidation Method. *Archives of Physics Research*. 3 (4): 315-319.
- Haspulat, B., Ahmet G., & Handan G. (2013). Efficient photocatalytic decolorization of some textile dyes using Fe ions doped polyaniline film on ITO coated glass substrate. *Journal of Hazardous Materials* 260: 518–526.
- Hoffmann, M.R, S. T. Martin, W. Choi, & D. W. Bahnemann. (1995). Environmental Applications of Semikonduktor Photocatalysis. *Chemical Reviews*; 95 (1). 69-96.
- Kant, S., S. Kalia, & A. Kumar. (2013). A novel nanocomposite of polyaniline and  $\text{Fe}_{0.01}\text{Ni}_{0.01}\text{Zn}_{0.98}\text{O}$ : Photocatalytic, electrical and antibacterial properties. *Journal of Alloys and Compounds*, 578 : 249-256.
- Kannusamy, P. & T. Sivalingam. (2013). Chitosane-ZnO/polyaniline hybrid composites: Polymerization of aniline with chitosane-ZnO for better thermal and electrical property. *Polymer Degradation and Stability*, 98: 988-996.
- Maddu, A., Wahyudi, S., & Kurniati, M. (2008). Sintesis dan Karakterisasi Nanoserat Polianilin. Bogor: Bagian Biofisika, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 1(2): 74-78
- Paola, A. Di., E. García-López, G. Marci, & L. Palmisano. (2012). A survey of photocatalytic materials for environmental remediation. *J. Hazard. Mater.* 211/212. : 3–29.
- Radoicic, M., Z. Saponjic, I.A. Jankovic, G.Ciric-Marjanovic, S.P. Ahrenkiel, & M.I. Comor. (2013). Improvements to the photocatalytic efficiency of polyaniline modified  $\text{TiO}_2$  Nanoparticles. *Applied Catalysis B: Environmental* 136-137: 133–139.
- Shukla, S. K., Vamakshi, Minakshi, A. Bharadavaja, A. Shekhar, & A. Tiwari. (2012). Fabrication of Electro-chemical Humidity Sensor Based on ZnO/Polianiline Nanocomposite. *Adv. Mat. Lett*, 3(5), 421-425.
- Surwade, S. P. (2010). *Synthesis of Nanostructured Polyaniline*. Texas University Institute Of Chemical Technology.
- Wang Y., J. Xu, W. Zong, & Y. Zhu. (2011). Enhancement of photoelectric catalytic activity of  $\text{TiO}_2$  film via Polyaniline hybridization. *Journal of Solid State Chemistry*, 184: 1433–1438.



**TURNITIN**

# Molekul\_November2015

*by* Ponco Iswanto

---

**Submission date:** 16-Oct-2020 09:42AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1416686832

**File name:** Molekul\_November\_Th2015\_6-19-2-PB.pdf (626.92K)

**Word count:** 2895

**Character count:** 17864

**SINTESIS NANOKOMPOSIT POLIANILIN/ZnO DENGAN METODE POLIMERISASI ANTARMUKA DAN UJI AKTIVITAS FOTODEGRADASINYA TERHADAP RHODAMIN B PADA CAHAYA TAMPAK**

**SYNTHESIS OF POLYANILINE/ZNO (PANI/ZNO) NANOCOMPOSITE USING INTERFACE POLYMERIZATION METHOD AND ITS PHOTODEGRADATION TEST ON RHODAMINE B UNDER VISIBLE LIGHT IRRADIATION**

**Muhamad Wisnu Nugroho<sup>1</sup>, Anung Riapanitra, Ponco Iswanto**

Program Studi Kimia, Jurusan MIPA, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED  
email: <sup>1</sup>m.wisnu28@gmail.com

**ABSTRAK**

Sintesis nanokomposit polianilin/ZnO (PANI/ZNO) secara polimerisasi antarmuka dan uji fotodegradasinya pada senyawa Rhodamin B telah dilakukan. Garam Emeraldine dari PANI dan nanokomposit PANI disintesis secara polimerisasi antarmuka menggunakan dua fase pelarut organik/air. Hasil sintesis dikarakterisasi transisi elektronnya secara spektroskopi UV-Vis dan gugus fungsi yang terbentuk secara spektrofotometri FT-IR. Karakterisasi menggunakan UV-Vis DRS menunjukkan bahwa PANI, PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10% memiliki nilai energi band gap sebesar 2,0 eV. Analisis secara SEM menunjukkan berkurangnya ukuran partikel seiring penambahan ZnO. Penentuan berat molekul PANI dilakukan menggunakan viskosimeter Ostwald menunjukkan berat molekul PANI sebesar 2835,03 g/mol. Uji fotodegradasi pada lampu tungsten selama 240 menit mendapatkan hasil penurunan konsentrasi Rhodamin B berturut-turut sebesar 67.9% 85.09% and 80.24% untuk PANI, PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10%.

**Kata Kunci:** fotokatalisis, nanokomposit polyanilin/ZnO, rhodamin B

**ABSTRACT**

Synthesis of polyaniline/ZnO (PANI/ZNO) nanocomposite using interface polymerization method as well as its photodegradation test on Rhodamin B dye under visible light irradiation has been performed. Emeraldine salt of PANI and nanocomposite PANI/ZnO can be synthesized using interfacial polymerization method of organic/water biphasic. The characterization of electron transition and functional groups were performed using UV-Vis and FT-IR spectroscopy, respectively. DRS characterization showed that PANI, PANI/ZnO 5% and 10% has energy value of ~ 2.0 eV band gap. SEM analysis with image-J software showed a decrease particle size due to the increasing content of ZnO. Determination of molecular weight polymer using Ostwald viscosimeter showed that the molecular weight PANI is 2835.03 g/mol. The photodegradation test performed using tungsten lamp irradiation for 240 minutes gave result to rhodamine B concentration reduction of 67.9% 85.09% and 80.24% for polyaniline, polyaniline/ZnO 5% and polyaniline/ZnO 10%, respectively.

**Keywords:** photocatalyst, nanocomposite polyaniline/ZnO, rhodamine B

**PENDAHULUAN**

Perkembangan industri tekstil dapat mendatangkan masalah terhadap lingkungan, karena proses produksinya

menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar. Salah satu bahan pencemar yang dihasilkan adalah zat warna rhodamin B. Rhodamin B merupakan zat

kimia berbahaya yang banyak dikonsumsi baik di [28]ustri atau pun oleh masyarakat umum. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan metode fotokatalitik. Penggunaan material semikonduktor anorganik seperti TiO<sub>2</sub>, ZnO, CdS dan lain-lain sebagai fotokatalis untuk mendegradasi limbah dalam air sudah banyak diteliti. Namun, kebanyakan dari semikonduktor anorganik di atas memiliki celah pita yang lebar, sehingga hanya dapat menyerap energi dari sinar ultraviolet ( $\lambda < 400$  nm) untuk dapat melakukan fotoeksitasi (Paola *et al.*, 2012).

Salah satu alternatif senyawa yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah polianilin. Polianilin merupakan polimer konduktif yang bersifat stabil di lingkungan, murah dan mudah disintesis, dan dapat mengalami perubahan bilangan oksidasi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi maupun sifat konduktif menjadi isolatif karena reaksi asam-basa, oleh sebab itu polianilin banyak digunakan antara lain sebagai sensor, transistor, baterai, kapasitor, dan korosif inhibitor (Surwade, 2010).

Polianilin dilaporkan memiliki aktivitas fotokatalitik yang baik dalam mendegradasi zat warna (Haspulat *et al.* 2013). Aktivitas fotokatalitik polianilin juga telah banyak diteliti diantaranya dengan membuat senyawa [7] hybrid anorganik seperti dengan TiO<sub>2</sub> (Wang, *et al.*, 2011; Radoicic, *et al.* 2013) dan ZnO (Eskizeybeket *et al.* 2012) agar aktivitas fotokatalitiknya menjadi lebih baik di pada irradiasi cahaya matahari. Pada penelitian ini, polianilin dibuat dengan metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa organik/air (Maddu *et al.*, 2008) dengan penambahan ZnO pada monomer anilin untuk membentuk nanokomposit polianilin/ZnO (PANI/ZnO). Karakterisasi komposit dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis [25] (Ultra Violet – Visible) DRS, FT-IR (Fourier Transform Infra-Red) dan SEM-EDX (Scanning

Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy). Bobot molekul rata-rata ditentukan dengan mengukur viskositas intrinsik menggunakan viskosimeter Ostwald. Uji aktivitas fotokatalitik nanokomposit polianilin/ZnO dilakukan dengan menguji penurunan kadar zat warna rhodamin B di bawah penyinaran lampu tungsten.

## [26] METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah anilin 1M, HCl 1,5 M, ammonium peroksodisulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) toluena, akuades, ZnO, dimetil [22] sulfoksida (DMSO) dan rhodamin B. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas piala, labu ukur 100 mL, pipet ukur 10 mL, pipet ukur 1 mL, filler, kertas saring, corong Buchner, aluminium foil, oven, pengaduk magnet, substrat gelas preparat, viskosimeter ostwald, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800), UV-Vis DRS (Shimadzu 2450), FT-IR (PerkinElmer Spectrum 100) dan SEM-EDX.

### Sintesis Polianilin

Sintesis polianilin dilakukan dengan metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa larutan organik/air. Sebanyak 50 mL Toluena ditambah dengan 1 ml monomer anilin 1 M digunakan sebagai fasa organik, dan 50 mL larutan HCl 1 M ya [16] ditambah dengan 0,6 gram (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> sebagai fasa air (aqueous). Kedua larutan dicampurkan ke dalam gelas piala tanpa diaduk. Proses ini dibiarkan se malam dengan ditutup aluminium foil agar rea [16] polimerisasi berjalan sempurna. Produk berupa endapan polianilin dikumpulkan dan dimurnikan melalui filtrasi. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring menggunakan corong Buchner untuk memper [1] pat penyaringan, lalu dicuci dengan 100 ml HCl 0,2 M. Pencucian [24] lanjutkan dengan aseton 100 ml. Polianilin doping HCl (emeraldine salt

(ES) dikeringkan dalam oven pada temperatur 50 °C selama 5 jam.

### Sintesis nanokomposit PANI/ZnO

Nanokomposit PANI-ZnO dibuat dari 101,98 gram ZnO yang dicampur dengan monomer anilin sebanyak 4 mL kemudian dilarutkan dalam 20 mL toluen. Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet pada suhu kamar selama 4 jam untuk membentuk suspensi dari komposit. Polimerisasi dilakukan lagi seperti cara sintesis polianilin murni di atas, sehingga didapatkan nanokomposit PANI/ZnO.

### Karakterisasi PANI dan PANI/ZnO

Karakterisasi dilakukan dengan spektrofotometer FT-IR untuk mengetahui serapan gugus hasil sintesis, spektrofotometer UV-Vis DRS untuk mengetahui energi celah pita, dan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi permukaan pada PANI murni dan PANI/ZnO, serta viskosimeter Ostwald untuk menentukan bobot molekul polimer.

### Uji aktivitas fotokatalitik

Uji aktivitas fotokatalis dilakukan untuk mengetahui degradasi zat warna rhodamin B oleh polianilin murni dan

nanokomposit polianilin/ZnO menggunakan lampu tungsten. Rhodamin B dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Serbuk PANI dan PANI/ZnO sebanyak 0,1 g dimasukan ke dalam larutan Rhodamin B. Campuran tersebut kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnet di bawah lampu tungsten.

Selanjutnya setiap 1 jam selama 4 jam campuran larutan diambil sebanyak 2 mL untuk diukur penurunan kadar zat warna dengan spektrofotometer UV-Vis. Persen penurunan kadar rhodamin B ditentukan menggunakan persamaan:

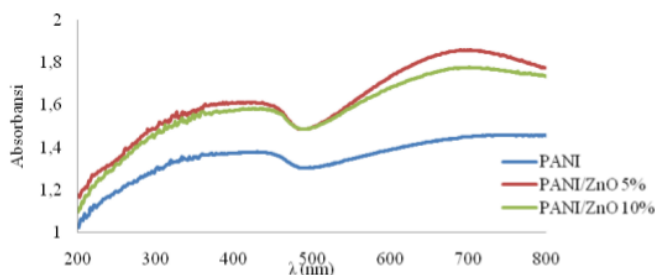
$$\text{Kadar (\%)} = \frac{C_o - C}{C_o} \times 100 \%$$

$C_o$  adalah konsentrasi rhodamin B mula-mula, sedangkan  $C$  adalah konsentrasi rhodamin B setelah degradasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Nanokomposit PANI/ZnO

Hasil karakterisasi menggunakan spectrophotometer UV-Vis DRS nanokomposit PANI/ZnO dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Spektra serapan polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Spektra serapan polianilin menunjukkan tiga puncak serapan pada sekitar 370 nm, 450 nm, dan 700 nm. Absorpsi pada sekitar 370 nm bersesuaian dengan transisi  $\pi \rightarrow \pi^*$  dari struktur

benzenoid, absorpsi pada sekitar 450 nm bersesuaian dengan transisi polaron  $\rightarrow \pi^*$ , sedangkan transisi pada sekitar 700 nm bersesuaian dengan transisi pita  $\pi \rightarrow$  polaron. Tingkat energi polaron yang

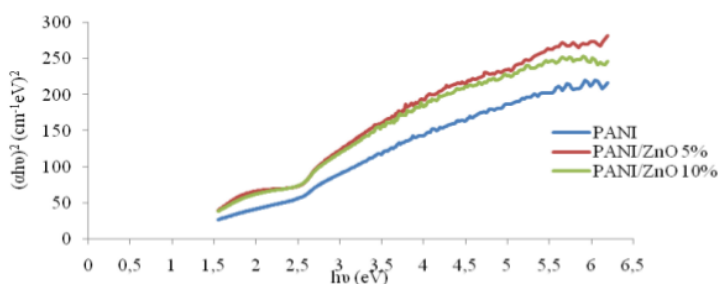
terlihat dari transisi polaron  $\rightarrow \pi^*$  dan  $\pi \rightarrow$  polaron menandakan bahwa polianilin yang dihasilkan merupakan polianilin dalam bentuk emeraldin terprotonasi (ES).

Nilai energi celah pita ditentukan dengan metode Tauc Plot menggunakan persamaan Tauc (Gopalakrishnan *et al.*, 2012).

$$(\alpha h\nu) = A (h\nu - E_g)^n$$

Hasil energi celah pita yang didapatkan pada polianilin, nanokomposit PANI/ZnO 5% dan 10% berturut-turut adalah 2,029 eV; 2,026 eV; dan 2,006 eV. Hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan ZnO ke dalam PANI, maka energi celah pita semakin menurun. Menurut Shukla *et al.*

(2012), hal ini disebabkan karena adanya interaksi antara PANI dan ZnO, dimana ZnO merupakan asam lewis dan anilin merupakan basa lewis. Hal ini akan membentuk rantai ionisasi polimerik dan menghasilkan efek pertukaran elektron yang efisien. Menurut Kant *et al.* (2013), interaksi antara PANI dan ZnO ini menyebabkan perubahan *electron density* (kepadatan elektron) dari rantai polianilin. Perubahan tersebut menyebabkan *red shift* (pergeseran merah). *Red shift* pada spektrum terjadi karena adanya interaksi selektif antara ZnO dan cincin quinoid pada ES, sehingga memudahkan pemindahan muatan dari setiap unit cincin quinoid lewat gugus -NH yang sangat reaktif (Kannusamy & Sivalingam, 2013).

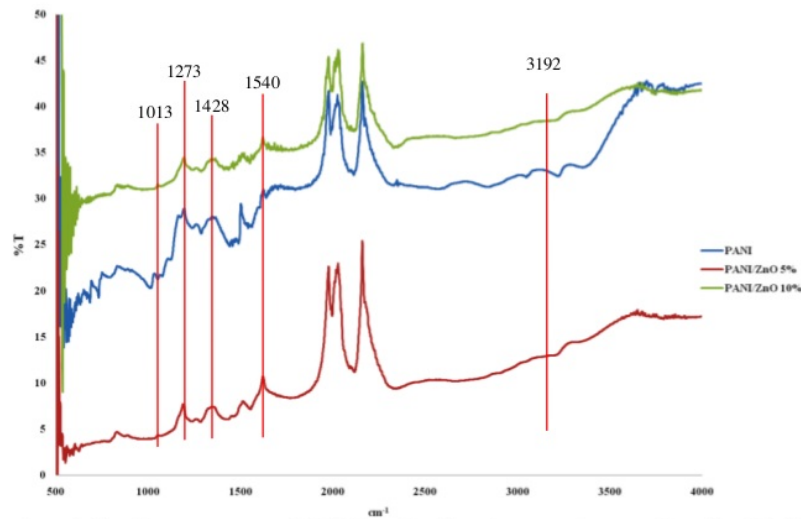


**Gambar 2.** Penentuan *band gap* menggunakan metode Tauc Plot

Hasil karakterisasi FT-IR dapat dilihat pada **Gambar 2**. **Gambar 2** menunjukkan Spektrum serapan FT-IR emeraldin terprotonasi dimana terdapat serapan pada sekitar  $1540 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur C=C dari cincin quinoid. Puncak lain yang terlihat adalah puncak pada  $1442 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur C=C dari cincin benzen. Puncak juga terlihat pada  $1282 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1013 \text{ cm}^{-1}$  berturut-turut menunjukkan vibrasi ulur C-N cincin quinoid dan vibrasi ulur N-Q=N, dimana Q adalah cincin quinoid. Puncak pada  $3192 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi ulur gugus N-H amina sekunder.

**Gambar 3** memperlihatkan bahwa terjadi pergeseran pada spektrum PANI/ZnO 5% dan 10%, yang menyebabkan perbedaan puncak serapan

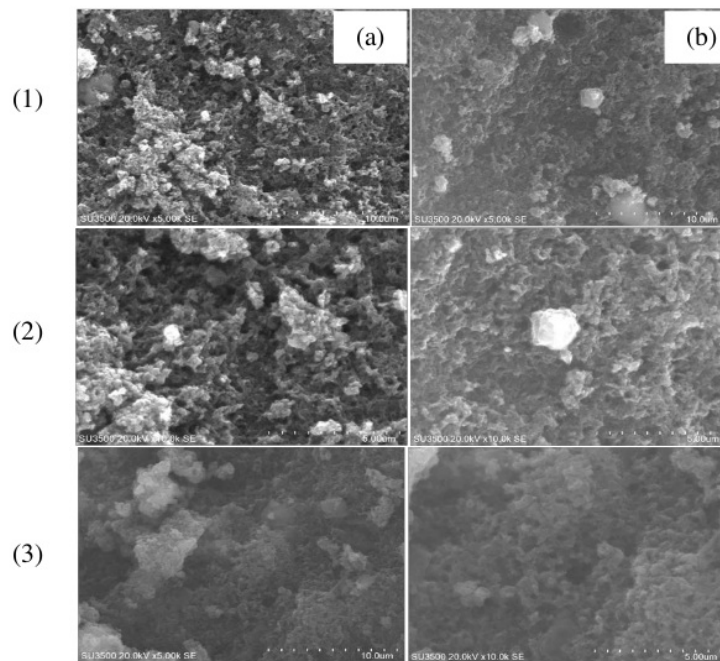
dengan puncak serapan polianilin. Menurut Eskizeybek *et al.* (2012), hal ini disebabkan adanya ikatan hidrogen antara ZnO dengan gugus-gugus N-H pada molekul rantai polianilin, sehingga mengubah energi ikatan dari polianilin. Ikatan hidrogen tersebut mengakibatkan ikatan antara N-H pada polianilin menjadi meregang dan melemah, sehingga puncak yang dihasilkan menjadi melemah dan melebar. Pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih rendah (*red shift*) ini juga disebabkan karena tingkat protonasi dari rantai polianilin sedikit lebih kecil (melemah), sehingga frekuensi yang diserap akibat vibrasi ulur antara C=N dan C=C pada cincin quinoid dan benzenoid menjadi menurun (Wang *et al.*, 2011; Radoicic *et al.*, 2013).



**Gambar 3.** Spektrum serapan FT-IR polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO

Morfologi permukaan PANI dan nanokomposit PANI/ZnO yang dihasilkan selanjutnya diamati dengan mikroskop

elektron (SEM). Morfologi permukaan PANI diambil dengan perbesaran 5.000 dan 10.000 kali, tersaji pada **Gambar 4.**



**Gambar 4.** Morfologi Permukaan PANI (1) dan PANI/ZnO 5% dan PANI/ZnO 10% (2) perbesaran 5.000x (a) dan 10.000x (b)

**Gambar 4** menunjukkan bahwa polianilin yang dihasilkan menggunakan metode polimerisasi antarmuka berbentuk nanoserat. Interaksi antara polianilin dan

ZnO menyebabkan perbedaan ukuran polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO. Menurut Mostafaei & Zolriasatein (2012), perbedaan ukuran

PANI dan PANI/ZnO disebabkan adanya aglomerasi (penggumpalan) PANI dengan ZnO. Semakin banyak ZnO yang ditambahkan maka penggumpalan yang terjadi semakin banyak. Penggumpalan ini mungkin disebabkan adanya interaksi antara ZnO dan gugus N-H dengan membentuk ikatan hidrogen (Eskizeybek *et al.*, 2012) atau ikatan koordinasi (Shukla *et al.*, 2012). Karakterisasi menggunakan EDX dimaksudkan untuk mengetahui komposisi unsur yang terdapat dalam gambar SEM. Pada EDX dilakukan penembakan titik/spot yang diinginkan untuk mengetahui komposisi pada titik tersebut. Pengujian EDX dengan penembakan 5 spot, kemudian dapat diketahui spektrum unsurnya yang dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan unsur terbanyak yaitu unsur

karbon (C). Unsur terbanyak kedua adalah nitrogen (N). Unsur karbon dan nitrogen berasal dari polianilin yang terbentuk dari satuan anilin dengan rumus molekul  $C_6H_5NH_2$ . Hasil analisis juga menunjukkan adanya unsur oksigen (O) dan unsur sulfur (S) yang diperkirakan berasal dari ammonium peroksodisulfat  $((NH_4)_2S_2O_8)$ . Kemudian adanya unsur klor (Cl) diperkirakan berasal dari asam klorida (HCl) yang merupakan bahan untuk menghasilkan emeraldin terprotonasi.

Penentuan bobot molekul polianilin dilakukan menggunakan viskosimeter Oswald dengan mengukur waktu alir pelarut dan polimer melewati viskosimeter Ostwald. Pelarut yang digunakan adalah DMSO (dimetil sulfoksida). Hasil pengukuran diketahui berat molekul relatif polianilin sebesar 2.835,03 g/mol.

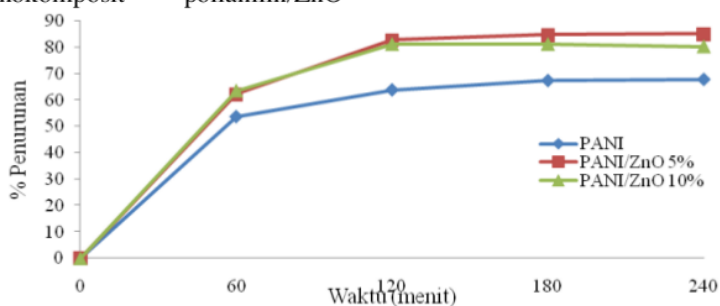
**Tabel 1.** Berat rata-rata (%) unsur pada pengujian EDX

Unsur	Berat Rata-rata (%)		
	Polianilin	PANI/ZnO 5%	PANI/ZnO 10%
C	73,808	79,694	69,004
N	13,044	5,456	14,014
O	7,866	7,892	10,18
S	0,718	2,082	2,174
Cl	4,564	4,83	4,402
Zn	-	0,046	0,226

#### Aktivitas Fotokatalitik Nanokomposit Polianilin/ZnO

Uji aktivitas dari fotokatalis polianilin dan nanokomposit polianilin/ZnO

dilakukan menggunakan lampu tungsten ( $\lambda=445$  nm) sebagai sumber sinar. Persen penurunan konsentrasi rhodamin B dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Persen penurunan konsentrasi rhodamin B

Hasil penelitian menunjukkan, nanokomposit PANI/ZnO dapat menurunkan konsentrasi rhodamin B lebih

besar daripada polianilin tanpa penambahan ZnO. Nanokomposit polianilin/ZnO 5% dan 10% mampu

menurunkan konsentrasi rhodamin B berturut-turut sampai 85,09% dan 80,24% pada penyinaran lampu tungsten selama 240 menit. Sedangkan polianilin mampu menurunkan konsentrasi rhodamin B sampai 67,9%. **Gambar 5** menunjukkan bahwa PANI/ZnO 5% lebih baik dalam mendegradasi zat warna daripada PANI/ZnO 10%. Menurut Radoicic, *et al.* (2013) hal ini disebabkan karena adanya *structural defect* (kerusakan struktur) pada rantai polianilin dalam jumlah yang cukup signifikan akibat penambahan ZnO secara berlebihan. Kerusakan struktur rantai polianilin ini ditandai dengan adanya unit rantai seperti *phenazine* dan terbentuknya cabang rantai. *Structural defect* dapat meningkatkan rantai yang berliku-liku pada cincin aromatik, sehingga menyebabkan perubahan struktur elektronik, meningkatkan lokalisasi polaron, dan mengurangi sistem konjugasi pada rantai polianilin. Kerusakan juga terlihat pada karakterisasi SEM dimana terlihat adanya penggumpalan (aglomerasi) hal ini menyebabkan aktivitas PANI/ZnO sebagai fotokatalis juga menjadi menurun.

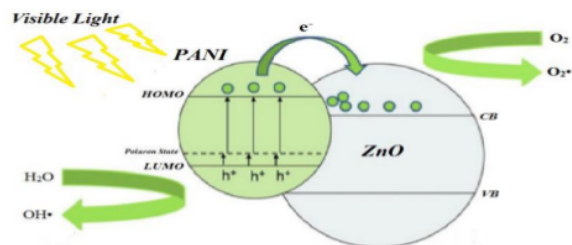
Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyinaran, maka penyerapan sinar semakin banyak dan penurunan konsentrasi rhodamin B semakin besar. Hal ini disebabkan semakin banyaknya elektron pada pita valensi yang tereksitasi ke pita konduksi sehingga lubang positif ( $h^+$ ) yang terbentuk juga semakin banyak. Lubang positif tersebut akan bereaksi dengan  $H_2O$  atau ion

hidroksil membentuk radikal hidroksil ( $OH\cdot$ ) yang kemudian digunakan untuk menguraikan senyawa organik rhodamin B (Hoffman, 1995).

Menurut Zhang *et al.* (2009), polianilin akan menyerap energi cahaya tampak yang dapat mengeksitasi elektron dari HOMO ke LUMO pada PANI dan menghasilkan pasangan elektron-hole. Elektron yang tereksitasi tersebut dapat masuk ke pita konduksi dari ZnO, hal ini disebabkan karena posisi pita konduksi pada ZnO lebih rendah daripada LUMO pada PANI. Elektron tersebut kemudian akan berpindah menuju permukaan untuk bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan radikal superoksida ( $O_2\cdot^-$ ).

Di sisi lain, *hole* yang berada pada HOMO dari PANI akan dengan mudah menuju ke permukaan dan bereaksi dengan air menghasilkan radikal hidroksil ( $OH\cdot$ ). Radikal  $OH\cdot$  ini dapat mengoksidasi polutan karena kapasitas oksidasi yang sangat tinggi.

Dugaan mekanisme aktivitas fotokatalitik pada nanokomposit polianilin/ZnO disajikan pada Gambar 6. Elektron pada ZnO bergerak menuju permukaan berlawanan arah dengan *hole* pada PANI, hal ini mencegah rekombinasi pada fotogenerasi elektron dan *hole*, sehingga pemisahan muatan lebih efisien. Setelah rekombinasi elektron dan *hole* pada PANI/ZnO dihambat, aktivitas fotokatalitik menjadi lebih tinggi (Zhang, *et al.*, 2009).



**Gambar 6.** Dugaan mekanisme fotokatalitik nanokomposit PANI-ZnO di bawah penyinaran cahaya tampak

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa nanokomposit PANI/ZnO dapat dihasilkan melalui metode polimerisasi antarmuka sistem dua fasa organik/air. Berat molekul polianilin yang diperoleh sebesar 2.835,03 g/mol. Uji aktivitas fotokatalitik menunjukkan nanokomposit PANI/ZnO dapat menurunkan konsentrasi zat warna rhodamin B dengan cahaya lampu tungsten. Penurunan konsentrasi rhodamin B pada penyinaran lampu tungsten mencapai 67,9% dengan penambahan polianilin, 85,09% dengan polianilin/ZnO 5% dan 80,24% dengan polianilin/ZnO 10%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eskizeybek, <sup>5</sup> Fahriye S., Handan G., & Ahmet A. (2012). Preparation of the new polyaniline/ZnO nanocomposite and its photocatalytic activity for degradation of methylene blue and malachite green dyes under UV and natural sun lights irradiations. *Applied Catalysis B: Environmental* 119–120, hal. 197–206.
- <sup>7</sup> Gopalakrishnan, K., M. Elango, & M. Thamilselvan. (2012). Optical Studies on Nano-structured Conducting Polyaniline Prepared by Chemical Oxidation Method. *Archives of Physics Research*. 3 (4): 315-319.
- Haspu <sup>10</sup> B., Ahmet G., & Handan G. (2013). Efficient photocatalytic decolorization of some textile dyes using Fe ions doped polyaniline film on ITO coated glass substrate. *Journal of Hazardous Materials* 260: 518–526.
- <sup>14</sup> Hoffmann, M.R, S. T. Martin, W. Choi, & D. W. Bahnemann. (1995). Environmental Applications of Semikonduktor Photocatalysis. *Chemical Reviews*; 95 (1). 69-96.

- <sup>11</sup> Kant, S., S. Kalia, & A. Kumar. (2013). A novel nanocomposite of polyaniline and Fe<sub>0.01</sub>Ni<sub>0.01</sub>Zn<sub>0.98</sub>O: Photocatalytic, electrical and antibacterial properties. *Journal of Alloys and Compounds*, 578 : 249-256.
- <sup>13</sup> Kannusamy, P. & T. Sivalingam. (2013). Chitosane-ZnO/polyaniline hybrid composites: Polymerization of aniline with chitosane-ZnO for better thermal and electrical property. *Polymer Degradation and Stability*, 98: 988-996.
- <sup>21</sup> Maddu, A., Wahyudi, S., & Kurniati, M. (2008). Sintesis dan Karakterisasi Nanoserat Polianilin. Bogor: Bagian Biofisika, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 1(2): 74-78
- <sup>12</sup> Paola, A. Di., E. García-López, G. Marcì, & L. Palmisano. (2012). A survey of photocatalytic materials for environmental remediation. *J. Hazard. Mater.* 211/212. : 3–29.
- Radoicic, M., Z. Saponjic, I.A. Jankovic, G.Ciric-Marjanovic, S.P. Ahrenkiel, & M.I. Comor. (2013). Improvements to the photocatalytic efficiency of polyaniline modified TiO<sub>2</sub> Nanoparticles. *Applied Catalysis B: Environmental* 136-137: 133–139.
- <sup>17</sup> Shukla, S. K., Vamakshi, Minakshi, A. Bharadavaja, A. Shekhar, & A. Tiwari. (2012). Fabrication of Electro-chemical Humidity Sensor Based on ZnO/Polianiline Nanocomposite. *Adv. Mat. Lett*, 3(5), 421-425.
- <sup>4</sup> Surwade, S. P. (2010). *Synthesis of Nanostructured Polyaniline*. Texas University Institute Of Chemical Technology.
- <sup>15</sup> Wang Y., J. Xu, W. Zong, & Y. Zhu. (2011). Enhancement of photoelectric catalytic activity of TiO<sub>2</sub> film via Polyaniline hybridization. *Journal of Solid State Chemistry*, 184: 1433–1438.



# Molekul\_November2015

---

## ORIGINALITY REPORT

---

**24%**

SIMILARITY INDEX

**23%**

INTERNET SOURCES

**10%**

PUBLICATIONS

**9%**

STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

**1**

**lib.ui.ac.id**

Internet Source

**2%**

**2**

**biblioteca.universia.net**

Internet Source

**2%**

**3**

**jmolekul.com**

Internet Source

**2%**

**4**

**adoc.tips**

Internet Source

**1%**

**5**

**Submitted to Vaal University of Technology**

Student Paper

**1%**

**6**

**jcc.undip.ac.id**

Internet Source

**1%**

**7**

**creativecommons.org**

Internet Source

**1%**

**8**

**onlinelibrary.wiley.com**

Internet Source

**1%**

**9**

**search.crossref.org**

Internet Source

**1%**

---

10

[ikm.org.my](http://ikm.org.my)

Internet Source

1%

11

Amit Kumar, Gaurav Sharma, Mu. Naushad, Ala'a H. Al-Muhtaseb et al. "Bio-inspired and biomaterials-based hybrid photocatalysts for environmental detoxification: A review", Chemical Engineering Journal, 2020

Publication

1%

12

Submitted to National Institute Of Technology, Tiruchirappalli

Student Paper

1%

13

[repositorio.ufpe.br](http://repositorio.ufpe.br)

Internet Source

1%

14

Enas M. Alrobayi, Abrar M. Algubili, Aseel M. Aljeboree, Ayad F. Alkaim, Falah H. Hussein. " Investigation of photocatalytic removal and photonic efficiency of maxilon blue dye GRL in the presence of TiO nanoparticles ", Particulate Science and Technology, 2015

Publication

1%

15

Huirong Li, Jie Zhou, Xiong Lu, Jianxin Wang, Shuxin Qu, Jie Weng, Bo Feng. "Camphorsulfonic acid-doped polyaniline/TiO<sub>2</sub> nanotube hybrids: synthesis strategy and enhanced visible photocatalytic activity", Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2015

1%

---

16	<a href="http://ukmpenalaran.files.wordpress.com">ukmpenalaran.files.wordpress.com</a> Internet Source	1%
17	Omar Alhartomy. "Humidity sensing properties of surface modified polyaniline ZnO nanocomposites", <i>Sensor Review</i> , 2015 Publication	1%
18	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	1%
19	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet Source	1%
20	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Internet Source	1%
21	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	1%
22	Submitted to Universitas Pertamina Student Paper	1%
23	<a href="http://biosmart.mipa.uns.ac.id">biosmart.mipa.uns.ac.id</a> Internet Source	1%
24	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	<1%
25	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	<1%

---

26 [online-journal.unja.ac.id](http://online-journal.unja.ac.id) <1%

Internet Source

27 [www.neliti.com](http://www.neliti.com) <1%

Internet Source

28 [juti.if.its.ac.id](http://juti.if.its.ac.id) <1%

Internet Source

29 [jurnal.untan.ac.id](http://jurnal.untan.ac.id) <1%

Internet Source

30 [mickhunter.blogspot.com](http://mickhunter.blogspot.com) <1%

Internet Source

31 [journal.unair.ac.id](http://journal.unair.ac.id) <1%

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On