PENINGKATAN KEMAMPUAN DEGRADASI ZnO TERHADAP *RHODAMINE B* DENGAN IMPREGNASI PADA KARBON AKTIF DARI SABUT KELAPA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh

RAHAYU HARDIANI

17036096/2017

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI SABUT KELAPA SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI RHODAMIN B

Nama	: Rahayu Hardiani
NIM/TM	: 17036096/2017
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 30 Juni 2022

Mengetahui:	Disetujui Oleh:
Ketua Jurusan Kimia	Pembimbing
Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D	Miftahul Khair, S.Si, M.Sc.,Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002	NIP. 19770912 200312 1 004

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama	: Rahayu Hardiani
NIM/TM	: 17036096/2017
Program Studi	: Kimia (NK)
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI SABUT KELAPA SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI RHODAMIN B

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

Padang, 30 Juni 2022

Tim penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Miftahul Khair, S.Si.,M.Sc.,Ph.D	1.
Anggota	: Prof Ali Amran, M.Pd, MA, Ph. D	2.
Anggota	: Dra. Syamsi Aini, M.Si,.Ph. D	3.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama	: Rahayu Hardiani
NIM	: 17036096
Tempat/Tanggal lahir	: Bangko/ 11 November 1999
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi	: ZnO Terdispersi Pada Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa Sebagai Fotokatalis Degradasi Rhodamin B

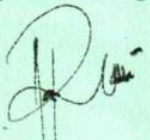
Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

   Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hokum yang berlaku.

Padang, 30 Juni 2022

Yang membuat pernyataan



Rahayu Hardiani

17036096

PENINGKATAN KEMAMPUAN DEGRADASI ZnO TERHADAP RHODAMIN B DENGAN IMPREGNASI PADA KARBON AKTIF DARI SABUT KELAPA *(Cocos nucifera L)*

Rahayu Hardiani

ABSTRAK

Penelitian tentang peningkatan kemampuan degradasi katalis AC-ZnO terhadap Rhodamin B dengan impregnasi pada karbon aktif dari sabut kelapa *(Cocos nucifera L)* telah dilakukan. Karbon aktif dikatalis dengan katalis semikonduktor ZnO dengan metode impregnasi. Impregnasi dilakukan dengan memvariasikan penambahan karbon aktif (AC) 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% massa ZnO. Katalis dikalsinasi pada suhu 300^{o}C selama 105 menit. Untuk hasil uji adsorpsi AC-ZnO terhadap Rhodamin B, katalis diuji pada degradasi larutan Rhodamin B (10 ppm) dengan penyinaran sinar UV, kemampuan AC-ZnO menyerap Rhodamin B paling optimum pada variasi 15% dengan massa katalis 75 mg yaitu dengan persen degradasi yang didapatkan 89,76%. Ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari sabut kelapa dapat mendukung untuk meningkatkan peran ZnO dalam mendegradsi Rhodamin B. Karakterisasi hasil % degradasi optimum dilakukan dengan FTIR. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa katalis ZnO berhasil terbentuk.

Kata kunci : Karbon aktif, Katalis, Impregnasi, Rhodamine B, ZnO

Increasing The Degradation Ability Of ZnO To Rhodamine B With Impregation In Active Carbon From Coconut

Rahayu Hardiani

ABSTRACT

Research on increasing the degradation ability of AC-ZnO catalyst against Rhodamine B by impregnation on activated carbon from coconut fiber (Cocos nucifera L) has been carried out. Activated carbon is catalyzed by ZnO semiconductor catalyst by impregnation method. Impregnation was carried out by varying the addition of activated carbon (AC) 5%, 10%, 15%, 20% and 25% ZnO mass for 6 hours. The catalyst was calcined at 300 C for 105 minutes. For the results of the AC-ZnO adsorption test on Rhodamine B, the catalyst was tested on the degradation of Rhodamine B solution (10 ppm) with UV irradiation. obtained 89.76%. This shows that activated carbon from coconut fiber can support to increase the role of ZnO in the degradation of Rhodamine B. Characterization of the optimum degradation yield was carried out by FTIR. The characterization results showed that the ZnO catalyst was successfully formed.

Keywords *— Activated carbon,Catalyst, Impregnasi, Rhodamine B,*ZnO

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas izin, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, yang berjudul " **Peningkatan Kemampuan Degradasi ZnO Terhadap Rhoamine B Dengan Impregnasi Pada Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa**" Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan arahan dari berbagai pihak . Untuk ini dengan senang hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing.
2. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Melindra Mulia, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Prof. Ali Amran, M.Pd, MA, Ph. D dan Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si. Ph.D Selaku dosen pembahas dan penguji.
6. Bapak dan ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik Jurusan Kimia FMIPA UNP.
7. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
8. Teman-teman Jurusan Kimia angkatan 2017 yang telah memberikan masukan, semangat dan dorongan dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam penyelesaian proposal ini.

Penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukkan dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Atas masukkan dan sarannya penulis mengucapakan terima kasih.

Padang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK : i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR LAMPIRAN viii
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 4
C. Batasan Masalah 4
D. Rumusan Masalah 5
E. Tujuan Penelitian 5
F. Manfaat Penelitian 5
BAB II 6
TINJAUAN PUSTAKA 6
A. Sabut Kelapa 6
B. Karbon Aktif ..... **Error! Bookmark not defined.**
C. Seng Oksida (ZnO) 11
D. Fotokatalis 14
E. Rhodamine B 17
F. Impregnasi 18
G. Instrumen 19
BAB III 25
METODE PENELITIAN 25
A. Waktu dan Tempat Penelitian 25
B. Objek Penelitian 25
C. Variabel Penelitian 26
D. Alat dan Bahan 26
1. Alat 26
2. Bahan 26
E. Prosedur Kerja 27
1. Pembuatan Katalis (AC-ZnO) ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. Karakterisasi Katalis AC-ZnO ..... **Error! Bookmark not defined.**
3. Uji adsorbsi AC-ZnO terhadap zat warna *Rhodamine B* **Error! Bookmark not defined.**

4. Teknik Analisa Data 28
BAB IV 30
HASIL DAN PEMBAHASAN 30
A. Pembuatan Katalis dengan Impregnasi ZnO terhadapat karbon aktif (AC-ZnO) 30
B. Karakterisasi Fotokatalis ZnO/KA dengan FTIR 31
C. Uji adsorbsi AC-ZnO terhadap zat warna Rhodamine B 35
BAB V 40
PENUTUP 40
A. Kesimpulan 40
B. Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 47
Lampiran 1. Skema penelitian 47
Lampiran 2. Data variasi karbonisasi pada penelitian sebelumnya 49
Lampiran 3. Data aktivasi menggunakan mikrowave 51
Lampiran 4. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Rhodamin B 52
Lampiran 5. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Rhodamin B 52
Lampiran 7. Kurva Standar Rhodamine B 53
Lampiran 8. Perhitungan pembuatan larutan 53
Lampiran 9. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 25 mg 56
Lampiran 10.Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 50 mg ..... **Error! Bookmark not defined.**
Lampiran 11. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 75 mg ..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Komposisi Kimia Serat Sabut Kelapa 7
2. Persyaratan mutu aktif menurut SNI No. 06-3720-1995..... 10
3. Sifat Material ZnO..... 12

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 1.Sabut kelapa 6

Gambar 2. (a) Struktur Lignin, (b) Struktur Hemiselulosa, (c) Struktur Pektin 8

B. Karbon Aktif ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. Struktur Kristal ZnO: (a) rocksalt, (b) zincblende, (c) Wurtzite 13

Gambar 5. Tahapan reaksi fotokalitik 14

Gambar 6. Struktur Rhodamin B 17

Gambar 7. Komponen Dasar FTIR 21

Gambar 8. Desain dasar penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak terhadap sampel uji 22

Gambar 10. Diagram persentase degradasi larutan Rhodamin B 10 ppm 25mg, 50mg, dan 75mg. 36

Gambar 11. Rhodamin B 10 PPM yang telah diradiasi UV 39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Skema penelitian 29
2. Data variasi karbonisasi pada penelitian sebelumnya 31
3. Data aktivasi menggunakan mikrowave 34
4. Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Rhodamin B 35
5. Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi Rhodamin B 35
6 Isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir 36
7. Kurva Standar Rhodamine B 37
8. Perhitungan pembuatan larutan 37
9. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 25 mg 38
10.Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 50 mg 40
11. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi AC-ZnO massa 50 mg 41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri pada saat sekarang ini semakin meningkat yang mana peningkatan tersebut didukung oleh kemajuan teknologi. Salah satunya adalah industri tekstil, namun perkembangan industri dapat menghasilkan limbah yang beracun yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan manusia (Setiyanto, Indah Riwayati, 2015).

Sebagai contoh limbah yang dihasilkan adalah limbah cair zat berwarna. Limbah tersebut berasal dari rangkaian proses yang dilakukan oleh industri tekstil seperti pencelupan dan pewarnan dengan zat warna. Air limbah yang dihasilkan dapat menimbulkan masalah serius terhadap lingkungan karena terbuat dari dari senyawa organik azo yang terikat dengan gugus benzene dan bersifat non-biodegradabel, beracun serta stabil sehingga sulit terdegradasi secara alami (Manurung et al., 2004).

Salah satu zat warna yang banyak digunakan adalah Rhodamine B. Rhodamine B adalah suatu zat warna sintesis yang bersifat karsinogenik, biasanya Rhodamine B digunakan untuk perwarnaan wol, sultra dan kain. Pada bidang industri, zat warna ini menjadi dasar yang penting bagi industri kertas dan tekstil, dikarnakan harganya yang relatif murah dan mudah diperoleh. Rhodamine B ini sangat berbahaya jika tertelan oleh manusia dan hewan. Karena paparan Rhodamine B dapat mengiritasi mata, saluran pernafasan, iritasi

kulit, reproduksi, neurotoksisitas, dan toksisitas kronis (Jain et al., 2007) dan bahaya serius dapat ditimbulkan bila terakumulasi dalam tubuh yaitu dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal, bahkan menimbulkan kanker hati (Rindi Nurlaila Sari, 2014).

Salah satu cara dalam mengatasi limbah Rhodamine B ini yaitu dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif mengacu pada karbon amorf yang terdiri dari pelat datar atom karbon. Atom karbon ini terikat secara kovalen pada sisi heksagonal datar. Terkait dengan struktur pori internal, sehingga memiliki karakteristik sebagai adsorben (Jamilatun & Setyawan, 2014). Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan karbon aktif yang telah dibuat oleh penelitian sebelumnya, dengan bahan dasar dari sabut kelapa yang telah preparasi dan di aktivasi menggunakan microwave, namun daya serapnya masih belum baik dalam mendegradasi zat warna Rhoamine B (Aulia, 2021). Oleh karena itu untuk meningkat daya serapnya maka karbon aktif dapat diemban dengan katalis semikonduktor. Karbon aktif dapat digunakan sebagai pengemban karena mempunyai luas area permukaan yang spesifik dengan struktur berpori sehingga diharapkan dapat meningkatkan daya adsorpsi. Pada beberepa tahun terakhir, penelitian menunjukkan bahwa beberapa produk samping industri dan pertanian seperti limbah kertas, limbah ban, sekam padi, tongkol jagung dan sabut kelapa berpotensi digunakan sebagai prekusor pembuatan karbon aktif untuk menetralkan zat warna yang berasal dari limbah tekstil (Abdessemed *et al.*, 2019).

Karbon Aktif diemban dengan katalis seminkonduktor, Pada penelitian ini semi konduktor yang digunakan adalah ZnO, karena memiliki energi celah

pita (*band gap)* sebesar 3,37 ev sehingga dapat digunakan sebagai fotokatalis. ZnO merupakan salah satu semikonduktor anorganik yang tidak bersifat toksik yang dapat memberikan mobilitas tinggi dan stabilitas termal yang baik. ZnO digunakan sebagai katalis karena sifatnya yang serbaguna, kemudahan dalam pembuatan, dan biaya yang relatif murah (Ris, 2014).

Pembuatan katalis ZnO dilakukan dengan metode impregnasi. Impregnasi adalah metode yang sederhana serta paling sering digunakan untuk membuat katalis . Tujuan dari metode impregnasi yaitu untuk mengisi pori-pori dengan larutan garam logam yang konsentrasinya cukup untuk memberikan hasil yang baik. Secara garis besar pembuatan katalis dilakukan melalui beberapa tahap seperti impregnasi, pengeringan dan kalsinasi (Ginting et al., 2017).

Selanjutnya proses yang dilakukan untuk mendegradasi zat warna Rhodamine dengan fotodegradasi. Fotodegradasi zat warna merupakan suatu proses penguraian senyawa dengan adanya bantuan foton. Fotodegradasi merupakan metode yang banyak digunakan saat ini karena praktis dan ekonomis. Fotodegradasi berprinsip pada penggunaan fotokatalis berbahan semikonduktor. Fotokatalis semikonduktor telah menjadi sangat menarik karena kontribusinya yang potensial dalam bidang perbaikan lingkungan. Secara khusus, TiO2 telah banyak digunakan sebagai fotokatalis untuk menghilangkan polutan yang ada di air. Meskipun sebagian besar studi fotokatalitik menggunakan TiO2 sebagai fotokatalis yang efektif, ZnO juga mendapat perhatian karena sifat fotokatalitiknya yang menguntungkan. Untuk mendapatkan desain fotokatalis yang efektif, bahan fabrikasi yang memiliki fitur

karakteristik fisikokimia yang menguntungkan merupakan kuncinya. Contohnya yaitu bahan berpori yang memiliki sifat tekstur seperti luas permukaan yang tinggi serta diameter pori-pori yang besar. Berdasarkan karakteristiknya yang menguntungkan, karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan fotokatalis.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Peningkatan Kemampuan Degradasi ZnO Terhadap Rhodamin B Dengan Impregnasi Pada Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa".**

B. Identifikasi Masalah

Adapun Identifikasi Masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Diperlukannya alternatif penanganan limbah cair *Rhodamie B* seperti pembuatan fotokatalis semi konduktor AC-ZnO.
2. Diperlukannya cara pembuatan fotokatalis yang mudah, ekonomis, dan ramah lingkungan.
3. Masih banyak sumber adsorben yang belum dimanfaatkan secara maksimal salah satunya yaitu karbon aktif dari sabut kelapa.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini dari sabut kelapa hasil penelitian sebelumnya.
2. Konsentrasi karbon aktif terhadap $Zn(NO_3)_2.6H_2O$ untuk pembuatan katalis AC-ZnO yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

3. Pengkarakterisasi AC-ZnO menggunakan instrument FTIR dan XRD
4. Testing AC-ZnO dengan massa 25mg, 50mg dan 75 mg dilakukan untuk mendegradasi zat warna Rhodamine B.

D. Rumusan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Apakah karbon aktif sabut kelapa dapat digunakan dalam pembuatan katalis AC-ZnO ?
2. Bagaimana karakteristik AC-ZnO yang dihasilkan ?
3. Bagaimana efektivitas katalis dalam mendegradasi dari zat warna Rhodamine B dengan variasi massa AC-ZnO 25mg, 50 mg dan 75 mg?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui proses pembuatan katalis AC-ZnO.
2. Mengetahui pengujian karakteristik dari katalis AC-ZnO yang dihasilkan.
3. Mengetahui efektivitas katalis AC-ZnO dalam mendegradasi zat warna Rhodamine B.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi preparasi katalis AC-ZnO.
2. Memberikan informasi uji karakteristik katalis AC-ZnO yang dihasilkan.
3. Memberikan informasi efektivitas katalis AC-ZnO terhadap zat warna Rhodamine B.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sabut Kelapa

Sabut kelapa adalah limbah dari buah kelapa karena merupakan bagian dari buah kelapa yang tidak terpakai. Indonesia adalah negara penghasil kelapa yang terbesar di dunia. Sabut kelapa merupakan bagian penting dari buah kelapa, terhitung 35% dari total berat kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya (Zuhroh, 2015).

Sabut Kelapa adalah mesokarp kelapa yang terdiri dari 33-35% kulit. Saat ini, sabut kelapa banyak digunakan sebagai bahan bakar, sebagai bahan dasar untuk pembuatan tikar, tali atau kursi. Pengolahan limbah sabut kelapa menjadi karbon aktif memiliki beberapa tujuan, sabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai adsorben yang berguna dan bernilai ekonomis dan penggunaan limbah samping pertanian dapat menjadi solusi dalam penyelesaian sebagian masalah pengolahan air limbah (Tan et al., 2008).

Gambar 1.Sabut kelapa

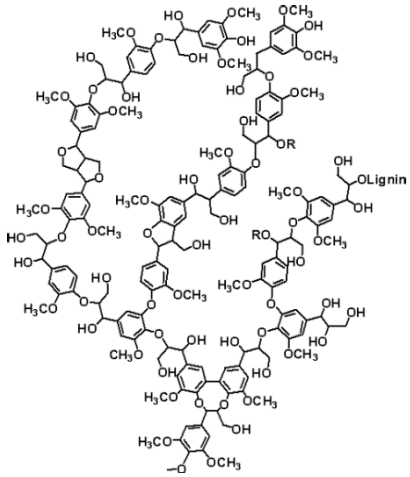
Sabut kelapa mengandung lignin, hemiselulosa, selulosa, potasium pyroligneous acid, gas, arang, dan tanin. Setiap butir kelapa mengandung serat 525gram serat (75% dari sabut), dan serbuk sabut kelapa 175 gram (25% dari sabut) (Hanum, 2015).

Tabel 1. Komposisi Kimia Serat Sabut Kelapa

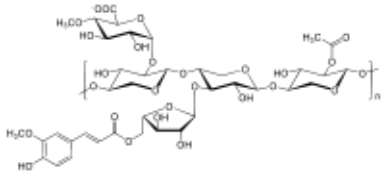
Parameter	**Kadar %**
Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Air	8
Komponen Ekstraktif	4,2
Unsur Anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Abu	0,5

Kelapa merupakan tanaman yang serba guna karena pada seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dan mempunyai nilai jual yang cukup tinggi. Buah kelapa adalah salah satu bagian terpenting yang terdapat pada tanaman kelapa dan sabut yang ada pada buah kelapa kurang dimanfaatkan dan dibuang begitu saja. Oleh sebab itu, perlu dilakukannya studi untuk mengenai pemanfaatan sabut kelapa agar memiiki manfaat dan juga dapat mengurangi jumlah sabut kelapa yang terdapat pada lingkungan. Salah satu contoh pemanfaatan sabut kelapa yaitu dibuat menjadi karbon aktif, hal ini di karenakan dalam sabut kelapa terkandung unsur karbon (C) (Pertiwi, 2012).

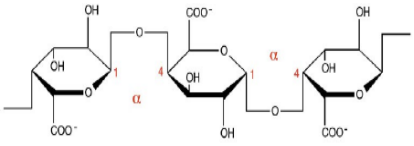
Pengolahan kelapa dapat dilakukan secara fisik atau secara kimia dengan menambahkan berbagai macam reagen sehingga dapat membentuk material baru. Banyak produk yang dihasilkan dari penggunaan material sabut kelapa seperti jaring-jaring, keset, media tanam dan lain-lain, tetapi pengolahan tersebut belum memberikan dampak yang signifikan dikarenakan kurangnya SDM masyarakat dan kurang informasi yang diterima sehingga banyak peneliti yang mencoba berbagai terobosan baru mengenai pemanfaatan atau bahkan pengolahan sabut kelapa menjadi produk atau material baru bernilai ekonomis sehingga bertujuan mengurai jumlah sabut kelapa yang belum dapat dimanfaatkan atau diolah secara maksimal (Hanum, 2015).



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. (a) Struktur Lignin, (b) Struktur Hemiselulosa, (c) Struktur Pektin

B. Karbon Aktif

Karbon aktif didefinsikan sebagai suatu zat yang memiliki pori-pori yang didalamnya terkandung karbon atau arang, dimana karbon aktif didapatkan dari bahan-bahan yang kaya akan karbon yang diperlukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat diperoleh dari bahan baku yang mengandung karbon dengan syarat seperti memiliki struktur yang berpori contohnya seperti kayu,tempurung kelapa, limbah pengolahan kayu, limbah batu bata, dan limbah pertanian.

Karbon aktif merupakan zat yang berbentuk amorf dari pelat-pelat datar yang terdiri dari atom C yang berikatan secara kovalen dalam kisi heksagonal datar yang pada tiap sudutnya terdapat satu atom C dengan luas permukaan antara 300m^2/g-3500 m^2/g yang terhubung dengan struktur pori-pori internal sehingga memiliki sifat sebagai adsorben (Hartanto & Ratnawati, 2010).

Penyusun utama karbon aktif adalah karbon. Kandungan komponen lain pada karbon adalah seperti oksigen, hidrogen, belerang (sulfur) dan nitrogen. Komponen ini berasal dari bahan mentah atau proses yang berhubungan dengan karbon selama aktivasi dan prosedur preparasi komposisi karbon aktif pada umumnya adalah 88% C, 6-7% O, 0,5% H, 0,5% N dan 1% S (Kaiser, 1970).

Gambar 3. Karbon aktif **(Utomo, 2014).**

Kualitas karbon aktif ditentukan dari beberapa uji yaitu kadar abu, kadar air, kadar menguap maksimal, kadar karbon terikat minimal dan daya serap iodin.

Tabel 2. Persyaratan mutu aktif menurut SNI No. 06-3720-1995 (LIPI, 1997)

Jenis uji	Persyaratan	
	Butiran	Serbuk
Kadar air	Mak. 4,5 %	Mak. 15%
Kadar abu	Mak. 2,5 %	Mak. 10%
Kadar Zat menguap	Mak. 15%	Mak, 25%
Kadar karbon terikat minimal	Min. 80%	Min. 65%
Daya serap Iod	Min. 750 mg//g	Min. 750 mg/g

Pembuatan karbon aktif terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Proses Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk mengurangi air yang terdapat dalam bahan baku.Caranya adalah menjemur di bawah sinar matahari atau dipanaskan dalam oven hingga diperoleh berat yang konstan. Melalui dehidrasi ini, didapatkan bahan baku yang kering. Ini disebabkan oleh kandungan air didalam bahan baku sudah berkurang (Kristianto, 2017).

2. Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi dilakukan untuk memperkaya kandungan karbon dengan menghilangkan unsur-unsur non karbon. Kualitas karbon dapat

dipengaruhi oleh suhu karbonisasi. Suhu karbonisasi yang tinggi mengakibatkan penurunan hasil karbon sekaligus meningkatkan laju pelepasan cairan dan gas. Temperatur yang tinggi juga akan meningkatkan kadar abu dan kadungan karbon serta mengurangi bahan yang mudah menguap (Mohamad Nor et al., 2013).

3. Proses Aktivasi

Aktivasi dilakukan untuk mengilangkan pengotor yang menutupi pori-pori karbon. Secara kimiawi, ia memecah ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul, sedangkan secara fisik dan kimianya, yaitu meningkatkan luas permukaannya, meningkatkan jumlah pori-pori serta juga meningkatkan daya adsorpsinya (Arnelli et al., 2018).

C. Seng Oksida (ZnO)

Seng Okisda merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia ZnO, yang merupakan zat padat berupa serbuk heksagon/amorf yang mempunyai warna yang berbeda pada temperatur yang bervariasi. Sebuk ZnO akan berwarna putih jika dingin (di bawah temperatur ruang) dan akan berwarna kuning jika dipanaskan (pada temperatur tinggi). Selain itu, serbuk ZnO berasa pahit dan tidak berbau (Zhafirah, 2019).

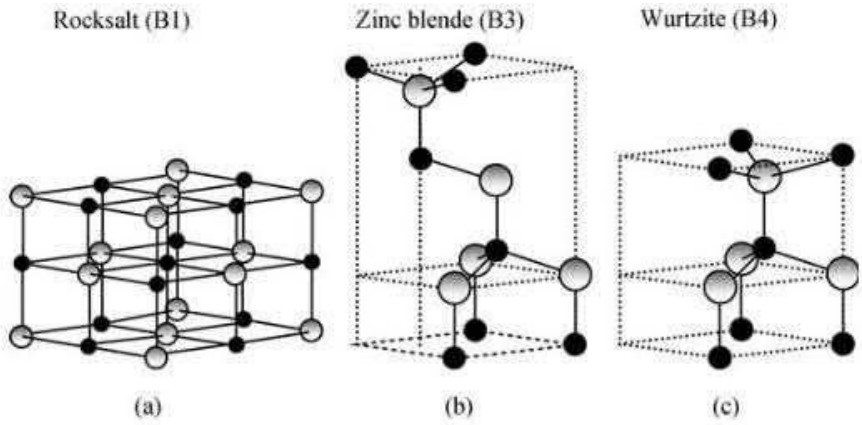
Gambar 4. Zinc Oksida

Seng oksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia ZnO. ZnO ini berbentuk bubuk putih jika dalam keadaan dingin, kuning jika panas dan tidak berbau bau. ZnO sangat sulit larut dalam air atau alkohol, namun larut dalam ammonium asam atau basa dan tidak beracun. Seng oksida (ZnO) merupakan material semi konduktor yang banyak digunakan dalam aplikasi katalitik elektronik dan optoelektronik. Celah energi material ZnO 3,37 eV. Emisi ultra-violet (UV) yang kuat disebabkan oleh energi ikatan eksitasi yang tinggi sebesar 60 meV pada suhu kamar.

Tabel 3. Sifat Material ZnO

Karakteristik	Nilai
Berat Molekul	81,4 g/mol
Berat Jenis	5,6 g/mol
Titik Didih	2,360°C
Titik Leleh	1,975°C

Terdapat tiga bentuk struktur seng oksida untuk mengkristal yaitu hexagonal wurtzite, zincblende cubic dan cubic rocksalt. Struktur Kristal yang paling umum dari seng oksida adalah jenis wurtzie, kisi heksagonal dengan ion seng dikelilingi tetragonal (Habbie, 2014).



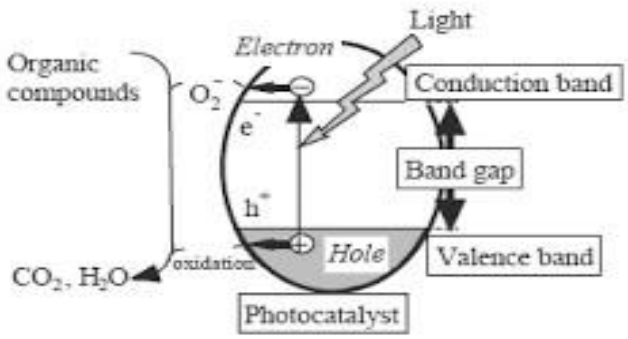
Gambar 5. Struktur Kristal ZnO: (a) rocksalt, (b) zincblende, (c) Wurtzite (Zhafirah, 2019).

Fotokatalisis semikonduktor telah menjadi sangat menarik karena kontribusinya yang potensial dalam bidang perbaikan lingkungan. Secara khusus, TiO2 telah banyak digunakan sebagai fotokatalis untuk menghilangkan polutan berair. Meskipun sebagian besar studi fotokatalitik menggunakan TiO2 sebagai fotokatalis yang efektif, ZnO juga mendapat perhatian karena sifat fotokatalitiknya yang menguntungkan (Abdessemed et al., 2019). Seng oksida (ZnO) merupakan salah satu katalisator dengan band gap 3,37 eV yang dapat digunakan dalam fotografi. Seng oksida, memiliki kapasitas adsorpsi yang rendah sebagai fotokatalis, sehingga untuk mengatasi kekurangan tersebut

digunakan arang aktif yang dikombinasikan dengan fotokatalis ZnO dan bahan adsorben (seperti karbon aktif) (Wismayanti et al., 2015).

D. Fotokatalis

Fotokatalis terdiri dari dua kata, yaitu *foto* adalah cahaya dan *katalis* adalah zat yang mempercepat suatu reaksi tetapi tidak terlibat dalam reaksi tersebut. Fotokatalis merupakan suatu kombinasi antara proses fotokimia dan katalis. Cahaya dan katalis dibutuhkan agar dapat melangsungkan suatu transformasi atau reaksi kimia. Transformasi kimia yang diinduksikan oleh sinar tersebut terjadi pada permukaan suatu katalis. Metode fotokatalitik adalah proses yang memerlukan bantuan cahaya dan katalis (cotohnya semikonduktor) untuk melangsungkan atau mempercepat transformsi kimia, dengan sumber cahaya yang berasal dari matahari atau lampu UV (Sofiyanti, 2011). Ketika semikonduktor menyerap sinar dari celah pitanya, mengakibatkan terjadinya pemisahan muatan dalam semikonduktor dan kemudian elektron tereksitasi dari pita valensi menuju pita konduksi. Proses ini menghasilkan *hole* (lubang positif) yang akan berinteraksi dengan molekul air dengan menghasilkan radikal hidroksil (Pratiwi et al., 2020).



Gambar 6. Tahapan reaksi fotokalitik

Secara umum proses fotokatalis diawali oleh adanya penyerapan foton oleh suatu semikonduktor yang menyebabkan terjadinya pemisahan muatan atau fotoeksitasi dalam suatu semikonduktor. Elektron mengalami eksitasi kepita konduksi dengan meninggalkan lubang positif pada pita valensi. Elektron yang ada pada pita konduksi bereaksi dengan akseptor elektron dan lubang positif pada pita valensi akan bereaksi dengan donor elektron (Rao, 2009).

Fotokalis berdasarkan kelebihan dari metode degradasi fotokatalitik, antara lain kontaminan organik dapat terdekomposisi secara keseluruhan dengan cepat, sifat toksik dari logam berat dapat berkurang, matahari dapat digunakan sebagai sumber sinar, dan bersifat *soft,* yaitu dapat dilakukan pada temperatur dan tekanan rendah (Chandra et al., 2012).

Fotokatalis berdasarkan fasanya, reaksi fotokatalis terbagi menjadi dua, yaitu:

A. Fotokatalis homogen, merupakan suatu proses fotokkatalis satu fasa antara substrat dengan katalis. Pada uumnya katalis berupa oksidator seperti ozon (O_3) dan hidrogen peroksida (H_2O_2).
B. Fotokatalis heterogen, merupakan suatu proses fotokatalisis dua fasa yang dapat dilakukan dengan bantuan semikonduktor. Semikonduktor yang dipakai adalah titanium dioksida (TiO_2), seng oksida (ZnO) dan cadmium sulfide (Otmer-Kirk, 1994).

Penghapusan cairan pewarna limbah dari industri tekstil telah menjadi masalah perdebatan dan regulasi global. Fotokatalisis menawarkan solusi terbaik untuk masalah ini. Proses fotokalisis memiliki keunggulan dibandingkan proses

oksidasi maupun proses biologi. Fotokalisis yang digunakan dalam metode fotodegradasi dengan katalis semikonduktor `seperti TiO_2 , Fe_2O_3, SnO_2, ZnO, ZnS, CuS dan CeO_2. Kebanyakan studi tentang degradasi warna sintesis menggunakan fotokatalis TiO_2 , tetapi beberapa studi terbaru menggunakan semikonduktor ZnO. Banyak semikonduktor yang memiliki celah pita yang cukup untuk fotokatalitik, seperti TiO_2 (energi celah = 3,2 eV) ; ZnO (energi celah = 3,4 eV) ; CdS (energi celah = 2,25 eV) dan lain-lain. Besarnya energi celah pada ZnO lebih besar diabandingkan TiO_2, sifat inilah yang menjadi dasar penggunaan ZnO dalam penelitian ini. Fotokatalis ZnO sangat baik digunakan untuk manggantikan TiO_2, karena keduanya memiliki persamaan mekanisme fotodegradasi dengan harga yang cukup terjangkau (Sibarani et al., 2016).

E. Fotodegradasi

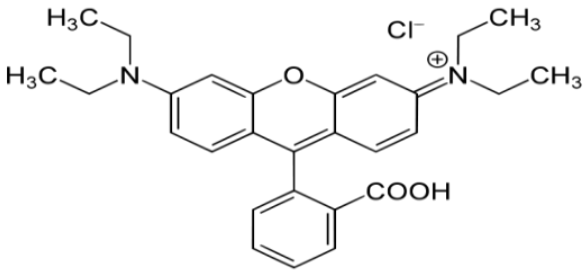
Fotodegradasi adalah proses pemecahan senyawa dengan adanya bantuan energi foton. Pada proses fotodegradasi membutuhkan katalis yang biasanya bersifat semikonduktor. Prinsip dari fotodegradasi adalah lompatan elektron dari pita valensi akan ke pita konduksi. Lompatan elektron ini akan membentuk lubang (*hole)* yang dapat berinteraksi dengan pelarut (air) membentuk radikal OH. Radikal ini besifat aktif sehingga dapat mengurai senyawa organik (Fatimah & Wijaya, 2005).

Degradasi merupakan pengurain suatu senyawa kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana. Degradasi dapat menyebabkan perubahan sifat dari senyawa sebelumnya seperti warna dan struktur. Degradasi dimanfaatkan dalam proses pengolahan limbah terutama dalam perairan seperti yang disebabkan oleh

Rhodamin B. Degradasi dalam hal ini lebih dikenal dengan fotodegradasi. Melalui metode fotodegradsi ini, pewarna akan dipecah mejadi komponen sederhana yang lebih aman bagi lingkungan (Sibarani et al., 2016)

F. Rhodamine B

Rhodamine B adalah pewarna sintesis yang digunakan dalam industri tekstil. *Rhodamine B* termasuk pewarna sintesis kationik golongan *xanthene* bersifat toksik, karsinogenik, reaktif dan dapat terurai menjadi senyawa yang lebih berbahaya. Bila terakumulasi dalam tubuh dapat menimbulkan bahaya yang serius yaitu dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, ginjal, bahkan dapat menimbulkan kanker hati (Bemis et al., 2019). Rhodamin B digunakan sebagian besar dalam pencetakan kertas, pencelupan tekstil, dan Industri (Khan et al., 2011).



Gambar 7. Struktur Rhodamin B (Afriyeni & Utari, 2016)

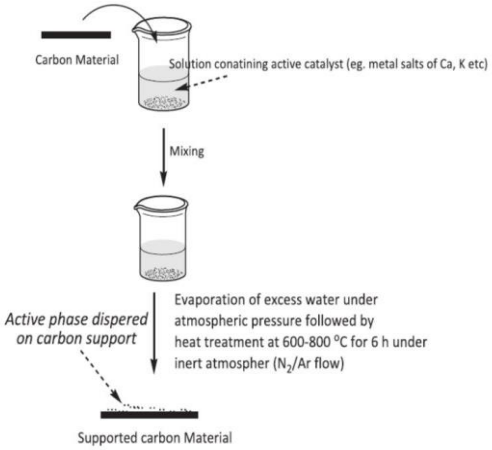
Rhodamine B adalah garam klorida organik yang memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$, berat molekul sejumlah 479.02 gram/mol, titik didih 165.0°C, serta mempunyai nilai pH 3-4 (10 g/L, H_2O, 20°C). Pewarna *Rhodamine* B memiliki sifat fisika berwujud bubuk ungu kemerahan ataupun kristal hijau, tidak memiliki bau serta berwarna merah terang pada bentuk larutan. *Rhodamine B* sangat larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam HCl

dan NaOH, serta larut dalam benzena. Kelarutan *Rhodamine B* dalam air sebesar 50 g/L, dan dalam asam asetat sebanyak 400 g/L. *Rhodamine B* memiliki panjang gelombang sebesar 554,0 nm. Rhodamin B adalah pewarna, yang biasanya digunakan sebagai pewarna tekstil, kertas atau tinta yang dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan serta menyebabkan kanker dan terjadinya kerusakan hati dalam tubuh (Sidabutar, 2019).

Pewarna *Rhodamine B* saat ini banyak digunakan dalam indusri tekstil, Karena harganya yang relatif murah dan mudah didapatkan. Senyawa ini mengandung gugus amino yang bersifat basa dan inti benzene, sehingga *Rhodamine B* merupakan senyawa yang sulit didegradasi oleh mikro organisme secara alami. Jika zat warna *Rhodamine B* ini masuk ke dalam lingkunan perairan akan menyebabkan permasalahan lingkungan yang serius. Molekul *Rhodamine B* juga sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh manusia, karena dapat menimbulkan berbagai penyakit yang berbahaya seperti kanker hati (Setiyanto, Indah Riwayati, 2015).

G. Impregnasi

Impregnasi memiliki pengertian proses penjenuhan zat tertentu secata total. Metode ini sering digunakan untuk mensintesis katalis. Tujuan dari metode ini adalah mengisi pori-pori penyangga dengan larutan logam aktif melalui adsorpsi logam, yaitu dengan merendam penyangga dalam larutan yang mengandung logam aktif (Hengki Putra, 2012).



Gambar 8. Skema proses impregnasi

Proses impregnasi katalis terhadap karbon aktif dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai dengan pelarutan katalis menggunakan aseton untuk melarutkan garam dan mineralnya kemudian dicampurkan dengan sejumlah karbon aktif dihomogenkan dengan cara disonofikasi atau diaduk selama beberapa saat yang kemudian dikeringkan pada suhu diatas 100°C agar pelarut dapat hilang (garam dan mineral teruapkan) kemudian tahap selanjutnya membuat inti aktif di dalam karbon aktif dengan proses kalsinasi (Ginting et al., 2017).

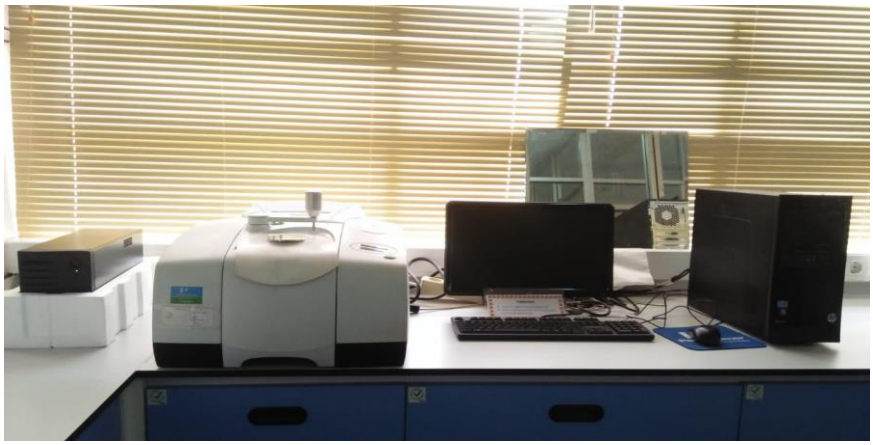
H. Instrumen

1. FTIR (Fourier Transform Infra Red)

Spektroskopi FTIR adalah salah satu alat instrumen yang paling kuat untuk menentukan gugus fungsi. Penggunaan spektroskopi FTIR untuk menentukan bahan kimia komponen dengan mengidentifikasi berbagai kelompok fungsional (Mohamed et al., 2017). Metode spektroskopi FTIR dapat digunakan untuk identifikasi senyawa, khususnya senyawa organik dengan

melihat puncak-puncak spesifik pada spektrum yang menunjukkan jenis gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa. Analisa FTIR dapat dilakukan pada bahan dalam wujud cairan, padatan, lapis tipis, serbuk, serat dan lainnya (Coates, 2006). Pengukuran dengan FTIR bergantung pada kemurnian sampel karena jika sampel mengandung pengotor (senyawa lain) makan puncak spektrum yang dihasilkan akan melebar ini disebabkan oleh gugus fungsi- gugus fungsi lain yang masih terkandung didalam senyawa tersebut (King Daniel, 2012).

Spektroskopi FTIR merupakan alat semi-kuantitatif yang menggunakan radiasi infra merah untuk menentukan fraksi cahaya dating yang diserap pada panjang gelombang tertentu. Ini menghasilkan spektrum yang mencirikan vibrasi ikatan didalam molekul untuk menganalisis struktur berbagai bahan. FTIR menggunakan algoritma matematika dan Transformasi Fourier (FT) untuk mengubah data panjang gelombang merah yang dikumpulkan oleh detektor menjadi spektrum (Beasley et al., 2014). Prinsip kerja FTIR ini berdasarkan sampel yang dilewati celah oleh sinar IR atau infra merah dimana gugus fungsi di dalam sampel akan menyerap radiasi IR dan akan bergetar dengan salah satu cara yaitu peregangan, pembengkokan/perubahan bentuk dan betaran kombinasi. Laju getaran atau penyerapan ini langsung dikorelasikan dengan jenis (bio)kimia. Selanjutnya spektum penyerapan inframerah yang diperoleh digambarkan sebagai karakteristik sidik jari dari IR dari unsur kimia maupun biokimia (Siqueira & Lima, 2016).

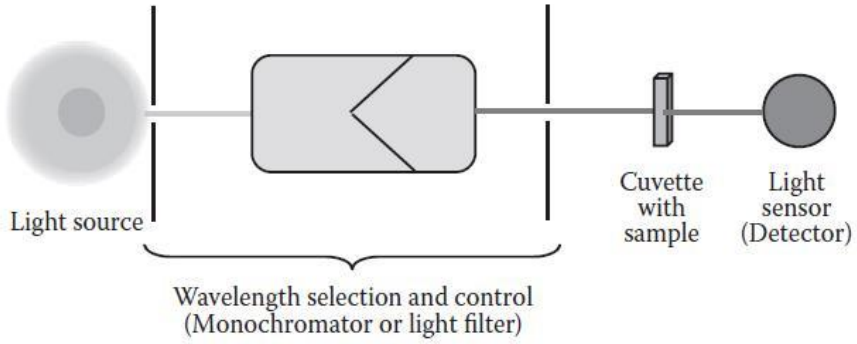


Gambar 9. FTIR(Fourier Transform Infra Red)

2. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan analisis fisikokimia untuk mengamati interkasi antara atom atau molekul yang berasal dari bahan kimia dalam radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang (ʎmaks) dan cahaya tampak. Ini merupakan teknik yang digunakan dalam spektrofotometer (Bernadeta miramayanti, 2007). Prinsip dari Spektrofotometer UV-Vis menurut hukum Lambert-Beer adalah apabila sebuah sinar (monokromatis atau bukan) melewati sebuah media cair (homogen) maka sinar tersebut akan dipantulkan, sebagiannya diserap dan sisanya akan diteruskan (Ris, 2014).

Metode spektrofotometer UV-VIS memanfaatkan cahaya didaerah ultraviolet dan cahaya tampak dari spektrum elektromagnetik untuk menganalisis sampel laboratorium untuk senyawa molekul dan ion kompleks.



Gambar 10. Desain dasar penyerapan sinar ultraviolet atau cahaya tampak terhadap sampel uji

Spektrofotometer UV-VIS adalah pengkuran energi cahaya menggunakan sistem kimia dengan panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang Sinar UV (Ultra Violet) antara 200-400 nm, dan panjang sinar tampak (visible) antara 40-750 nm (Yildiz et al., 2019).

3. XRD (X-Ray Diffraction)

Difraksi sinar-X (XRD) adalah teknik nondestruktif karakteristik suatu material. Difraksi sinar-X memberikan informasi mengenai stuktur, fase, orientasi kristal (tekstur) dan parameter structural lainnya, seperti ukuran butiran rata-rata, kristalintas, regangan dan defek kristal. Difraktometer sinar-X terdiri atas tiga elemen dasar yaitu tabung sinar-X, sample holder dan detektor sinar-X.

Difraksi sinar-X merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya fasa krristalin di dalam material-material benda dan serbuk, serta untuk menganalisis sifat-sifat struktur (seperti tegangan, ukuran butiran, fasa komposisi orientasi kristal dan cacat kristal) dari tiap fasa. Metode ini menggunakan sebuah sinar-X yang terdifraksi seperti sinar yang direflesikan dari setiap bidang, dibentuk berturut-turut oleh atom-atom kristal dari material tersebut (Palloan et al., 2016).

Prinsip kerja dari X-Ray Diffaction adalah sinar-X yang dihasilkan pada tabung sinar X ditembakkan ke specimen melewati rangkaian celah logam dengan nomor atom tinggi, seperti molybdenum atau tantalum. Celah logam ini digunakan sebagai penyejajar berkas sinar-X. Setelah terdifraksi oleh specimen, berkas ini digunakan sebagai penyejajar berkas sinar-X. Setelah terdifraksi oleh specimen, berkas ini akan melewati rangakain celah yang lain. Celah anti-hambur mengurangi radiasi latar dan meningkatkan rasio puncak dengan latar dengan cara memastikan bahwa detektor hanya dapat menerima sinar-X hanya dari area specimen. Berkas yang telah melewati celah penerima akan menjadi konvergen. Konvergensi berkas menentukan lebar berkas yang sampai detektor. Peningkatan lebar celah akan meningkatkan intensitas refleksi maksimum pada pola difraksi namun, sebaliknya akan menurutkan resolusi. Puncak difraksi atau refleksi pada pola difraksi sesai dengan sinar-X yang didifraksikan dari bidang Kristal tertentu. Setiap puncak memiliki intensitas atau ketinggian yang berbeda, dimana intensitas ini sebanding dengan jumlah foton sinar-X atau energi tertentu yang terhitung oleh detektor pada setiap sudut 2θ. Posisi puncak difraksi tergantung pada struktur Kristal, khususnya bentuk dan ukuran sel satuan, pada material specimen. Posisi ini dapat pula dipenagruhi oleh pajang gelombang sinar-X yang digunakam. Jumlah puncak difraksi suatu material akan bertambah seiring dengan menurunnya tingkat simetri struktur kristal material tersebut.

Teknik karakteristik XRD telah dilakukan oleh banyak peneliti untuk memperoleh informasi terkait :

1. Informasi struktur kristal zat padat termasuk geometri dan konstanta kisinya.

2. Ukuran kristal.
3. Orientasi kristal tunggal maupun poli kristal.
4. Fase yang terbentuk baik dari sintesis material maupun rekasi kimia.
5. Identifikasi material yang belum diketahui (Christyaningsih & Diponegoro, 2020).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah digunakan dapat disimpulkan :

1. Pembuatan katalis AC-ZnO dari limbah sabut kelapa telah berhasilkan dilakukan.
2. Karakteristik katalis AC-ZnO memiliki guugus fungsi O-H, C=C, C-O dan Zn-O.
3. Katalis AC-ZnO mampu mendegradasi zat warna *Rhodamine B* dengan persentase sebesar 89,76.

B. Saran

Penelitian ini diperlukan lebih lanjut mengenai :

1. Penambahan variasi waktu impregnasi

DAFTAR PUSTAKA

Abdessemed, A., Rasalingam, S., Abdessemed, S., Djebbar, K. E. Z., & Koodali, R. (2019). Impregnation of ZnO onto a vegetal activated carbon from algerian olive waste: A sustainable photocatalyst for degradation of ethyl violet dye. *International Journal of Photoenergy*, *2019*. https://doi.org/10.1155/2019/4714107

Afriyeni, H., & Utari, N. W. (2016). Identifikasi zat warna rhodamin b pada lipstik berwarna merah yang beredar di pasar raya padang. *Jurnal Farmasi Higea*, *8*(1), 59–64.

Arnelli, Aditama, W. P., Fikriani, Z., & Astuti, Y. (2018). Adsorption kinetics of surfactants on activated carbon. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *349*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/349/1/012001

Aulia, N. (2021). *Preparasi Karbon Aktif dari Sabut Kelapa dengan Aktivator Gelombang Mikro untuk Adsorpsi Rhodamin B*.

Beasley, M. M., Bartelink, E. J., Taylor, L., & Miller, R. M. (2014). Comparison of transmission FTIR, ATR, and DRIFT spectra: Implications for assessment of bone bioapatite diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, *46*(1), 16–22. https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.03.008

Bemis, R., Nelson, Ngatijo, Nurjanah, S., & Maghviroh, N. (2019). Sintesis dan karakterisasi fotokatalis ZnO/karbon aktif dan aplikasinya pada degradasi rhodamin B. *Chempublish Journal*, *4*(2), 101–113. https://doi.org/10.22437/chp.v4i2.7936

Bernadeta miramayanti. (2007). *Validasi Metode Spektrofotometri Visibel Untuk Penetapan Kadar Sefadroksil Menggunakan Pereaksi Asetilaseton Dan Formalin*.

Chandra, D. A. P., Syah, Y., & Widati, A. A. (2012). Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Zeolit Terimpregnasi TiO2.