

**ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI AMPAS
TEBU SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI RHODAMIN B**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

WINDA ANISA

17036150/2017

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

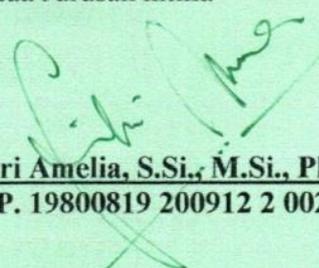
PERSETUJUAN SKRIPSI

**ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU
SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI RHODAMIN B**

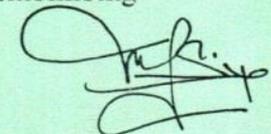
Nama : Winda Anisa
NIM : 17036150
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2022

Mengetahui:
Ketua Jurusan kimia


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

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 19770912 200312 1 004

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Winda Anisa
NIM : 17036150
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU 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

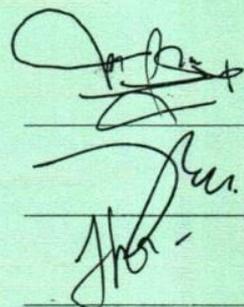
Padang, Februari 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

Nama

Ketua : Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D
Anggota : Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
Anggota : Hary Sanjaya, S.Si, M.Si



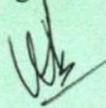
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “ZnO Terdispersi pada Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Fotokatalis Degradasi Rhodamin B” adalah asli karya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis 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. 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 hukum yang berlaku.

Padang, Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan



Winda Anisa

NIM. 17036150

ZnO TERDISPERSI PADA KARBON AKTIF DARI AMPAS TEBU SEBAGAI FOTOKATALIS DEGRADASI RHODAMIN B

Winda Anisa

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik karbon aktif yang terbuat dari limbah ampas tebu untuk digunakan sebagai pendukung katalis Seng Oksida (ZnO) menggunakan metode impregnasi serta kemampuan katalis mendegradasi zat warna Rhodamin B. Karbon aktif diimpregnasi dengan $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan variasi karbon aktif 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terhadap 15 gram massa $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. KA/ZnO yang telah diimpregnasi selanjutnya dikontak dengan zat warna Rhodamin B 10 ppm dengan waktu degradasi 120 menit. Massa KA/ZnO yang digunakan yaitu 25 mg, 50 mg, dan 75 mg. Hasil FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dari katalis KA/ZnO menunjukkan bahwa molekul Zn-O telah masuk kedalam pori-pori karbon aktif ditandai dengan munculnya puncak serapan pada panjang gelombang $426,28 \text{ cm}^{-1}$, $419,52 \text{ cm}^{-1}$, dan $437,85 \text{ cm}^{-1}$. Hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis diperoleh persen degradasi dari zat warna Rhodamin B tertinggi yaitu 87,98% pada KA/ZnO 10% dengan massa katalis 75 mg.

Kata kunci : Fotodegradasi, Impregnasi, Karbon Aktif, Rhodamin B, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “**ZnO Terdispersi Pada Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Fotokatalis Degradasi Rhodamin B**”. Hasil penelitian ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada progrsm studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan hasil penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, pentunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing sekaligus Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D. dan Bapak Hary Sanjaya, S.Si, M.Si. selaku Dosen Penguji.
3. Ibu Fitri Amelia S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Tenaga Administrasi di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Laboran Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

7. Rekan-rekan mahasiswa/i Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang angkatan 2017 yang telah memberi bantuan dan dukungan selama penulisan skripsi ini.
8. Teristimewa kepada kedua orang tua saya dan adik saya yang telah memberikan dukungan lahir dan bathin kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan pembuatan skripsi ini.
9. Tivoni Kembang Desa yang telah memberikan tumpangan kos kepada penulis disaat penulis melakukan seminar hingga akhirnya meraih gelar sarjana.
10. Laura CEO Jung yang selalu memberikan pengetahuan JU nya kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Bestieh PW cupu, Ity cupu, dan Ica cupu teman healing terbaik disaat penulis lelah mengerjakan penelitian.
12. Uci lamparo, Cipopoh, Embun Banu, Visca Iyak bestie sedari SMA yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
13. Abdul Malik *partner bucin since* November 2021 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi hingga penulis dapat menyelesaikan studi.
14. Seluruh pihak yang terkait dan ikut berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.
15. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all these hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.*

Penulisan skripsi ini telah dilakukan sebaik-baiknya, namun untuk kesempurnaan skripsi ini, diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis ucapkan terimakasih.

Padang, 10 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Ampas Tebu	6
B. Karbon Aktif	6
C. Impregnasi.....	9
D. ZnO	10
E. Rhodamin B	12
F. Fotokatalis	13
G. Fotodegradasi	14
H. Instrumentasi	15
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Objek Penelitian.....	16

C. Variabel Penelitian.....	16
D. Alat dan Bahan.....	17
E. Prosedur Kerja.....	17
BAB IV	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Pembuatan Katalis Berbasis Karbon Aktif yang di Impregnasi dengan Zn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	19
B. Karakterisasi dengan FTIR	21
C. Karakterisasi dengan XRD (X-Ray Diffraction).....	23
D. Uji aktifitas fotokatalitik Zn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O dan katalis KA/ZnO terhadap zat warna Rhodamin B	25
BAB V.....	20
PENUTUP.....	20
A. Kesimpulan	20
B. Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. (a) Struktur lignin (b) Struktur selulosa	6
Gambar 2. Karbon aktif.....	7
Gambar 3. (a) Karbon aktif disusun dari karbon grafit amorf, (b) Struktur heksagonal layer grafit, (c) Struktur gugus fungsional permukaan karbon aktif...	8
Gambar 4. Skema proses impregnasi	10
Gambar 5. Zink Oksida	11
Gambar 6. Struktur Kristal ZnO (a). rocksalt, (b). zincblende, (c). wurzite(hexagonal).....	12
Gambar 7. Struktur kimia Rhodamin B	13
Gambar 8. Skema kerja FTIR	16
Gambar 9. skema kerja UV-Vis	18
Gambar 10. Spektrum FTIR dari ZnO, Zinc Nitrat, Karbon Aktif, KA/ZnO 5%, KA/ZnO 10%, dan KA/ZnO 15%	22
Gambar 11. Pola XRD dari Karbon Aktif, ZnO, dan KA/ZnO	24
Gambar 12. Grafik %Degradasi KA/ZnO.....	26
Gambar 13. Reaksi pendegradasian zat warna.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat material ZnO.....	11
Tabel 2. Daftar Panjang Gelombang dan Warna Komplementer.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Katalis KA/ZnO	23
Lampiran 2. Uji Aktifitas Fotokatalitik Katalis KA/ZnO terhadap Zat Warna Rhodamin B	23
Lampiran 3. Pembuatan Larutan Induk Rhodamin B	24
Lampiran 4. Skema Penelitian	25
Lampiran 5. Kurva Standar Rhodamin B.....	26
Lampiran 6. Perhitungan Pembuatan Larutan Rhodamin B	26
Lampiran 7. Data Hasil FTIR.....	26
Lampiran 8. Hasil degradasi zat warna Rhodamin B.....	29
Lampiran 9. Data hasil XRD.....	32
Lampiran 10. Perhitungan persen degradasi Rhodamin B dengan variasi KA/ZnO 25mg, 50mg, dan 75mg.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan industri terus berkembang seiring dengan berjalannya waktu. Hal ini tentu memberikan dampak positif seperti meningkatnya lapangan pekerjaan bagi masyarakat Indonesia. Namun disamping itu terdapat dampak negatif yang dihasilkan oleh industri salah satunya pencemaran lingkungan (Wismayanti *et al.*, 2008). Industri memiliki pengaruh sangat besar terhadap lingkungan, karena dapat mengubah hasil alam menjadi produk baru yang berguna namun disamping itu juga dapat mencemari lingkungan seperti limbah cair, padat, maupun sludge yang dihasilkan diketahui berbahaya terhadap lingkungan jika tidak ditangani dengan benar sebelum dibuang ke lingkungan.

Salah satu industri yang saat ini berkembang pesat yaitu industri tekstil. Pada industri tekstil biasanya menggunakan zat warna sintesis untuk mewarnai produk yang akan di produksi. Dalam proses pewarnaan pada industri tekstil, sebagian besar zat warna yang digunakan akan dibuang menjadi limbah. Secara umum zat warna yang digunakan pada proses pewarnaan tekstil merupakan senyawa organik yang memiliki struktur aromatik dimana sangat sulit untuk terdegradasi secara alamiah dan dapat merusak lingkungan (Ayu *et al.*, 1907). Salah satu zat warna tekstil yang banyak digunakan yaitu Rhodamin B.

Rhodamine B adalah zat warna sintetis yang biasanya digunakan pada industry tekstil serta kertas. Pembuangan air limbah Rhodamine B secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan terganggunya mikroorganisme dan hewan yang hidup di perairan. Rhodamine B juga berdampak buruk terhadap

kesehatan tubuh manusia jika terkontaminasi, seperti iritasi pada kulit, mata, mengganggu sistem pernapasan serta beracun bagi sistem reproduksi dan saraf (Sonker *et al.*, 2020). Rhodamine B merupakan senyawa yang tidak mudah terurai oleh mikroorganisme secara alami (Purnamawati *et al.*, 2015).

Disebabkan oleh dampak buruk dan sulit terurainya zat warna ini maka diperlukan alternatif lain untuk menurunkan kadar Rhodamin B dalam air, salah satu alternatif tersebut yaitu memanfaatkan katalis yang berasal dari pencampuran ZnO dengan karbon aktif yang berasal dari ampas tebu melalui proses degradasi fotokatalitik ZnO yang berperan sebagai katalisator dalam degradasi senyawa limbah organik. Proses fotokatalitik dapat menguraikan berbagai senyawa organik menjadi CO₂, air serta garam mineral sebagai produk sampingnya (Poluakan *et al.*, 2015).

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. Pengembangan bahan untuk studi fotokatalitik yang efisien menjadi tantangan. Beberapa metode telah dilakukan untuk mempersiapkan fotokatalis seperti metode sol-gel, proses hidrotermal, presipitasi dan impregnasi (Abdessemed *et al.*, 2019).

Impregnasi adalah metode yang paling 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).

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.

Karbon aktif merupakan material hitam padat yang berpori dengan kandungan karbon 85-90% yang telah diaktivasi. Sumber bahan baku dari karbon aktif dapat diperoleh dari bahan seperti tempurung kelapa, sekam padi, kelapa sawit, serbuk gergaji, ampas tebu dan sebagainya. Karbon aktif memiliki struktur amorfus dan kristalin dan dapat dijadikan sumber adsorben untuk mengatasi pencemaran oleh limbah industri seperti limbah zat warna. Sintesis karbon aktif dapat dilakukan melalui tiga tahapan utama yaitu tahap dehidrasi, karbonisasi dan tahap aktivasi (Kundu *et al.*, 2015).

Namun di beberapa negara terutama negara berkembang, karbon aktif komersial masih tergolong mahal. Dengan demikian, biaya tinggi menjadi penghambat penerapannya di berbagai bidang. Hal ini kemudian mengarah kepada minat mengembangkan produksi karbon aktif yang bernilai ekonomis.

Pada beberapa tahun terakhir, penelitian menunjukkan bahwa beberapa produk sampingan industri dan pertanian seperti limbah kertas, limbah ban, sekam padi, tongkol jagung dan sabut kelapa berpotensi digunakan sebagai prekursor

pembuatan karbon aktif untuk menetralkan zat warna yang berasal dari limbah tekstil (Abdessemed *et al.*, 2019).

Ampas tebu adalah limbah yang dihasilkan oleh industry gula, serta limbah yang dihasilkan dari pembuatan minuman sari tebu. Ampas tebu mengandung berbagai macam komponen seperti selulosa yang jumlahnya 37%, lignin 21%, dan hemiselulosa 28% (Putri *et al.*, 2019). Ampas tebu yang mengandung selulosa dan lignin berpotensi untuk dijadikan karbon aktif.

Berdasarkan hasil survei didapatkan hasil bahwa sebagian besar pedagang minuman sari tebu hanya membuang ampas tebu begitu saja tanpa mendaur ulang limbah tersebut, sehingga limbah dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu ampas tebu perlu dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan karbon aktif yang nantinya akan digunakan sebagai adsorben (Kusmaningrum & Nurhayati, 2016).

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“ZnO Terdispersi Pada Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Fotokatalis Degradasi Rhodamin B”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Diperlukannya cara pembuatan fotokatalis yang mudah, ekonomis dan ramah lingkungan.
2. Diperlukannya alternatif penanganan limbah cair Rhodamine B seperti pembuatan fotokatalis semi konduktor KA/ZnO.
3. Banyaknya sumber adsorben untuk pembuatan karbon aktif seperti limbah ampas tebu yang kurang dimanfaatkan secara maksimal.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dari ampas tebu.
2. Variasi massa karbon aktif 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% terhadap 15 gram massa $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ dengan waktu impregnasi 5 jam.
3. Testing KA/ZnO dengan massa 25 mg, 50 mg, dan 75 mg dilakukan untuk mendegradasi zat warna Rhodamine B.
4. Pengujian aktifitas fotokatalitik katalis KA/ZnO dengan zat warna Rhodamine B menggunakan UV-Vis dan pengkarakterisasi KA/ZnO menggunakan FTIR dan XRD.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara impregnasi dapat membuat fotokatalis KA/ZnO untuk mendegradasi Rhodamin B?
2. Bagaimana karakteristik KA/ZnO yang dihasilkan ?
3. Bagaimana efektivitas katalis dalam mendegradasi zat warna Rhodamine B dengan variasi massa KA/ZnO 25 mg, 50 mg, dan 75 mg?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

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

F. Manfaat Penelitian

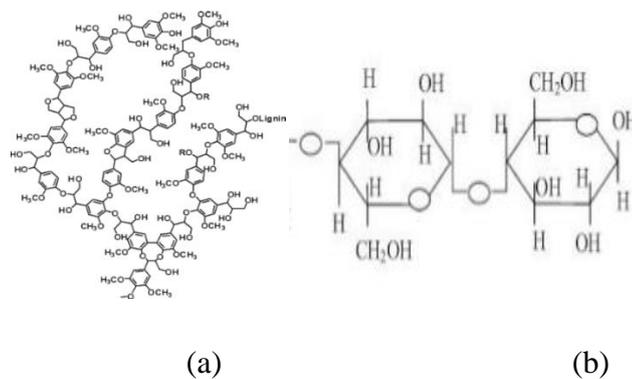
1. Memberikan informasi preparasi katalis KA/ZnO.
2. Memberikan informasi uji karakteristik katalis KA/ZnO yang dihasilkan.
3. Memberikan informasi efektivitas katalis KA/ZnO terhadap zat warna Rhodamine B.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan limbah yang cukup banyak dihasilkan, ampas tebu yang mengandung selulosa sebanyak 38-59%, hemiselulosa 18-26% dan lignin 16-25% telah banyak digunakan untuk aplikasi sintesis bahan bakar, dispersan, surfaktan, karbon aktif dan adsorben. Hal ini dikarenakan kandungan hemiselulosa yang tinggi pada ampas tebu. Dibandingkan dengan kayu, batang jagung dan jerami, ampas tebu terdiri dari unsur oksigen dan karbon yang melimpah dan kandungan abu yang lebih sedikit, yang merupakan potensial untuk pembuatan karbon (Zheng *et al.*, 2020).



Gambar 1. (a) Struktur lignin (b) Struktur selulosa

B. Karbon Aktif

Karbon aktif didefinisikan sebagai suatu zat padat yang memiliki pori-pori yang didalamnya terkandung karbon atau arang, dimana karbon aktif didapatkan dari bahan-bahan yang kaya akan karbon yang diperlakukan 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 bara, limbah pertanian.

Dikarenakan luas permukaan serta volume pori-pori yang besar serta mudah mengalami regenerasi, karbon aktif banyak digunakan untuk adsorpsi zat warna dan bau (Maulinda *et al.*, 2015).



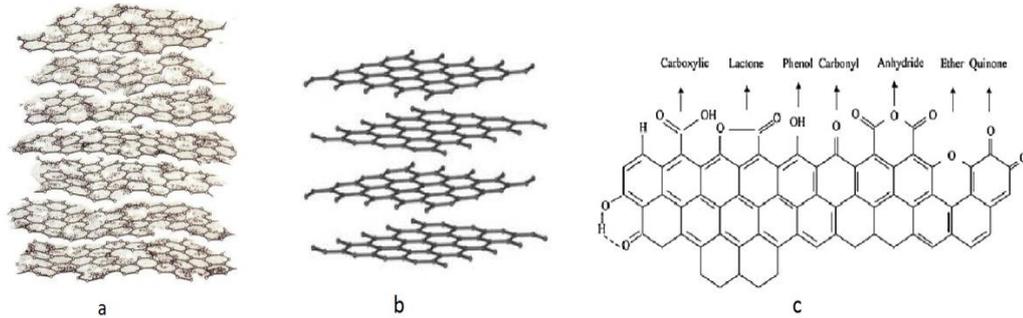
Gambar 2. Karbon aktif

Karbon aktif mengandung unsur hidrogen, karbon, oksigen dan banyak zat lainnya. Karbon aktif diperoleh setelah diaktivasi sehingga luas permukaan pori karbon bertambah dan daya serap tinggi. Hal ini dikarenakan sifat kevolatilan senyawa dan senyawa organik menutupi pori akan hilang pada saat proses aktivasi (Cao *et al.*, 2016).

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 $300\text{m}^2/\text{g}$ - $3500\text{ m}^2/\text{g}$ yang terhubung dengan struktur pori-pori internal sehingga memiliki sifat sebagai adsorben (Hartanto & Ratnawati, 2010).

Struktur grafit dari karbon aktif tersusun dari atom-atom C yang berikatan secara kovalen dalam suatu ruang yang berbentuk heksagonal. Daya adsorpsi karbon aktif ditentukan oleh ikatan π rangkap terkonjugasi yang menyebabkan

terbentuknya struktur amorf. Karbon aktif memiliki gaya Van Der Waals/gaya dispersi, karbon aktif akan memiliki luas permukaan yang tinggi dan mampu menyerap molekul-molekul yang masuk (Fung *et al.*, 1990).



Gambar 3. (a) Karbon aktif disusun dari karbon grafit amorf, (b) Struktur heksagonal layer grafit, (c) Struktur gugus fungsional permukaan karbon aktif

1. Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

a. Proses Dehidrasi

Proses dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan molekul air yang terdapat dalam sampel.

b. Proses Karbonisasi

Pada proses ini sampel diolah menjadi arang dengan proses pemanasan pada suhu tertentu yang biasanya dilakukan di dalam furnace.

c. Proses Aktivasi

Proses ini bertujuan menghilangkan zat yang menyumbat pori-pori pada permukaan karbon. Pada karbon hasil karbonisasi masih terdapat zat organik seperti tar dan mineral yang menutupi pori-pori permukaan

karbon sehingga pori-pori yang dihasilkan belum optimal. Dengan mengaktivasi karbon, karbon akan mengalami perubahan sifat fisik serta kimianya (Hatta Dahlan *et al.*, 2013).

Tahap aktivasi memiliki dua cara, yaitu dengan aktivasi kimia serta aktivasi fisika.

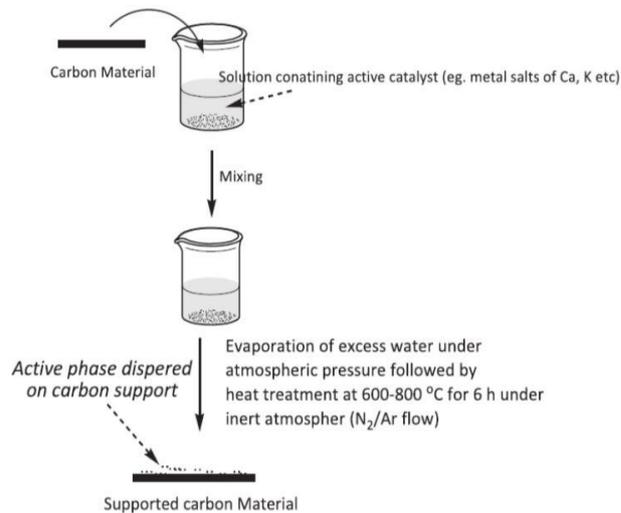
- a. Aktivasi kimia: pengaktifan karbon menggunakan zat kimia dimana zat kimia akan memutus rantai karbon dari senyawa organik. Senyawa yang bertindak sebagai reagen yang akan mengaktifkan atom karbon menyebabkan daya serap karbon aktif menjadi lebih baik disebut dengan aktivator.
- b. Aktivasi fisika: rantai karbon akan putus dari senyawa organik dengan cara pemanasan. Pada umumnya karbon di furnace dalam suhu antara 800-900°C (Udyani *et al.*, 2019).

C. Impregnasi

Impregnasi adalah metode yang sederhana serta sering digunakan untuk membuat katalis. Tujuan dari metode impregnasi yaitu untuk mengisi pori-pori dengan larutan garam logam dengan konsentrasi yang cukup untuk memberikan hasil yang lebih baik. Secara garis besar pembuatan katalis dilakukan melalui beberapa tahap seperti impregnasi, pengeringan dan kalsinasi.

Setelah proses impregnasi, katalis dikeringkan untuk menguapkan air dan membentuk kristal garam pada permukaan pori-pori. Pembentukan kristal garam dipengaruhi oleh kecepatan pengeringan. Kecepatan pengeringan yang tinggi akan menyebabkan gradien suhu meningkat dan kristal garam akan terbawa keluar pori.

Selanjutnya proses kalsinasi dilakukan setelah proses pengeringan selesai (Ginting *et al.*, 2017).



Gambar 4. Skema proses impregnasi

Karbon aktif diimpregnasi dengan berbagai mineral serta unsur organik yang berbeda. Karbon aktif yang di impregnasi dengan unsur organik yang mengandung gugus aktif seperti $-SH$, $-NH$ dapat memberikan adsorpsi serta eliminasi logam berat yang lebih efektif pada limbah (Khalkhali & Omidvari, 2005).

D. ZnO

ZnO merupakan senyawa anorganik non toksik yang bersifat semikonduktor dan reaksi berbasis fotokatalitik. ZnO mempunyai jarak pita 3,37 eV dan energi ikatan 60 meV pada suhu ruang sehingga memberikan stabilitas termal yang baik. ZnO merupakan material transparan pada cahaya tampak (visible) dan menunjukkan panjang gelombang berwarna biru pada sinar UV. ZnO digunakan sebagai fotokatalis sebagai pengonversi energi matahari, pengurangan

polutan organik dan pewarnaan karena toksisitas rendah, kelimpahan tinggi, stabilitas fotokatalitik, dan efisiensi fotokatalitik.



Gambar 5. Zink Oksida

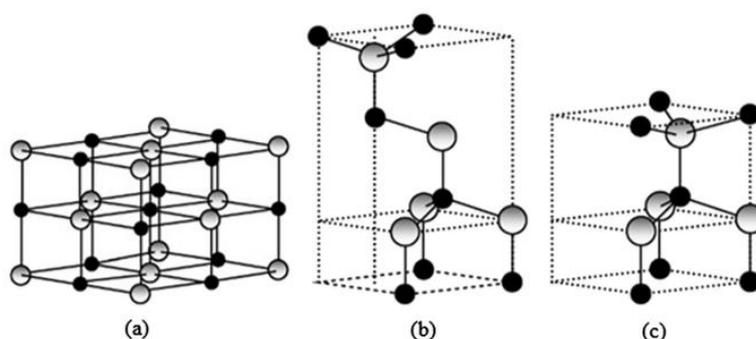
Dalam menyerap fraksi spektrum UV, ZnO menunjukkan kinerja fotokatalitik lebih besar dibandingkan TiO₂ pada proses fotodegradasi polutan organik dikarenakan elektron mobilitas ($200\text{-}300\text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$) ZnO jauh lebih besar dibandingkan TiO₂ ($0.1\text{-}4.0\text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$), yang mempercepat transfer elektron dan dengan demikian berkontribusi pada efisiensi kuantum yang tinggi. Senyawa ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku di industry keramik, kosmetik, tekstil serta kaca (Khan *et al.*, 2020). Senyawa ini efisien dalam menghasilkan H₂O₂ (radikal) yang menjadi pentransformasi senyawa-senyawa kontaminan bahkan ZnO lebih ramah terhadap lingkungan daripada TiO₂ sehingga ZnO dapat diaplikasikan sebagai sumber H₂O₂ dalam fototransformasi senyawa-senyawa kontaminan (Yu *et al.*, 2013).

Tabel 1. Sifat material ZnO

Karakteristik	Nilai
Berat Molekul	81,4 g/mol
Berat Jenis	5,6 g/mol
Indeks Bias	2.0041

Titik Didih	2,360 °C
Titik Leleh	1,975 °C

Terdapat tiga bentuk struktur seng oksida untuk megkristal yaitu hexagonal wurtzite, zincblende cubic, dan cubic rocksalt . Struktur kristal yang paling umum dari seng oksida adalah jenis wurtzite, kisi heksagonal dengan ion seng dikelilingi oleh koordinasi tetragonal (Habibi & Shojaee, 2014).



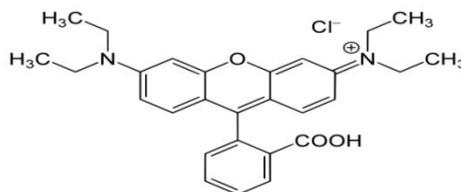
Gambar 6. Struktur Kristal ZnO (a). rocksalt, (b). zincblende, (c). wurzite(hexagonal) (Mun et al., 2016).

E. Rhodamin B

Rhodamin B merupakan salah satu zat pewarna sintetis yang biasa digunakan pada industri tekstil serta kertas. Zat warna Rhodamine B memiliki ciri seperti berwarna hijau atau merah keunguan, berwarna merah terang yang berfluorensi dalam bentuk material serbuk, tidak memiliki bau dan memiliki rumus molekul $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan massa molekul 476,02 g/mol serta panjang gelombang 554 nm. Zat warna ini didalam air akan sangat larut dan menghasilkan warna merah kebiruan.

Pada struktur Rhodamin B terdapat ikatan dengan senyawa klor, dimana klor tergolong kedalam senyawa halogen. Adapun sifat halogen dalam senyawa

organik yaitu sangat berbahaya serta memiliki reaktivitas yang tinggi untuk menstabilkan tubuh dengan cara mengikat senyawa yang ada dalam tubuh yang akan menimbulkan efek toksik serta menyebabkan kanker pada manusia.



Gambar 7. Struktur kimia Rhodamin B

Rhodamin B bersifat basa terdapat gugus amino dan inti benzen, menyebabkan Rhodamine B tidak mudah terurai terhadap mikroorganism (Purnamawati *et al.*, 2015). Rhodamine B terbuat dari meta diethyl amine phenol dan phthalic anhydride, yang beracun bagi manusia. Saat kandungan Rhodamine B mencapai 479,02 mg/mol, Rhodamine B dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan dengan gejala batuk, sakit tenggorokan, serta nyeri dada (Wardanita *et al.*, 2013).

F. Fotokatalis

Fotokatalis merupakan kombinasi reaksi kimia dimana proses tersebut dibantu oleh cahaya dan suatu katalis untuk mempercepat terjadinya reaksi. Fotokatalis juga diartikan sebagai bahan yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia dengan cara menyerap cahaya sehingga menghasilkan elektron dan hole (e^- dan h^+). Elektron akan bereaksi didalam air dengan oksigen membentuk anion (O_2^-) yang selanjutnya akan mengoksidasi hidroksil radikal ($\bullet OH$) dengan kuat. Sedangkan hole akan mengoksidasi hidroksil yang terlarut dan mengubahnya menjadi radikal dengan energi yang besar. Hidroksil radikal dengan energi yang

besar nantinya akan mendekomposisi polutan organik yang terdapat dalam zat cair kemudian diubah menjadi gas dan menguap atau menjadi zat lain yang tidak berbahaya..

Proses fotokatalitik ini kurang efektif untuk mengolah limbah dalam konsentrasi yang tinggi dikarenakan kemampuan adsorpsi fotokatalis terbatas, sehingga menyebabkan menurunnya laju reaksi fotokatalitik. Dalam penelitian ini digunakan katalis karbon aktif sehingga diharapkan dapat menambah kemampuan adsorpsi dari fotokatalis (Wahyu & Dini, 2014).

G. Fotodegradasi

Degradasi merupakan penguraian suatu senyawa kimia menjadi senyawa yang lebih sederhana. Degradasi dapat menyebabkan perubahan sifat dari senyawa sebelumnya seperti warna dan struktur. Degradasi dapat dimanfaatkan dalam proses pengolahan limbah terutama dalam perairan seperti pencemaran yang disebabkan oleh Rhodamine B. Degradasi dalam hal ini lebih dikenal dengan fotodegradasi.

Fotodegradasi merupakan proses penguraian suatu senyawa organik dengan bantuan foton. Fotodegradasi membutuhkan katalis yang bersifat semikonduktor yang baik (Fauzi *et al.*, 2019) dalam hal ini fotokatalis. Fotokatalis merupakan suatu proses reaksi kimia dimana reaksi tersebut melibatkan energi cahaya dan katalis. Cahaya tersebut nantinya akan membentuk elektron dan *hole* (e^- dan h^+) (Wahyu & Dini, 2014).

Prinsip fotodegradasi ialah adanya loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi terhadap logam semi konduktor jika dikenai suatu energi foton.

Loncatan elektron tersebut menyebabkan timbulnya hole/lubang pada elektron yang dapat berinteraksi dengan pelarut air yang membentuk radikal OH (\bullet OH). Radikal bersifat aktif dan dapat berlanjut untuk menguraikan senyawa organik yang ditargetkan (Ranjit *et al.*, 1998).

H. Instrumentasi

1. Fourier Transform Infra Red (FTIR)

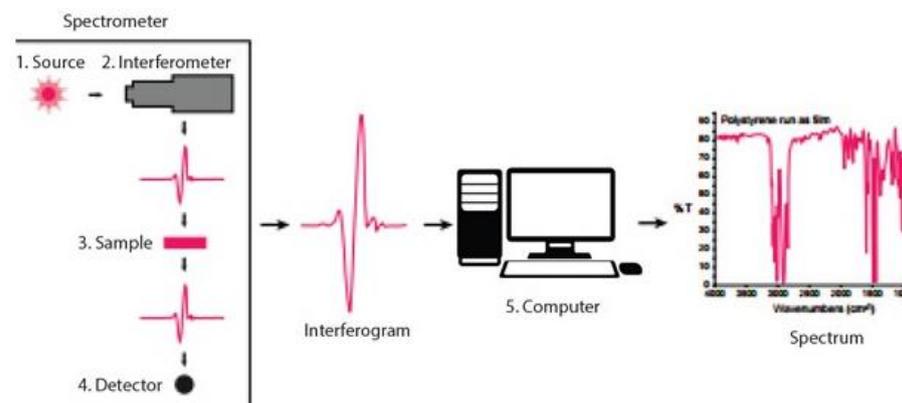
FTIR merupakan metode spektroskopi infrared modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi fourier guna mendeteksi serta menganalisa hasil spektrumnya. Metode spektroskopi FTIR dapat digunakan untuk identifikasi senyawa, khususnya senyawa organik dengan melihat puncak-puncak spesifik pada spektrum 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).

Metode yang digunakan dalam FTIR yaitu metode spektroskopi adsorpsi yang didasarkan pada perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul suatu materi. FTIR banyak digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia. Sinar inframerah yang dihasilkan dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu : sinar inframerah dekat (0,75-0,25 μ m), daerah inframerah pertengahan (2,5-50 μ m) dan daerah sinar inframerah (50-1000 μ m) (Chaber *et al.*, 2017).

FTIR memiliki prinsip kerja yaitu saat sampel bereaksi dengan sinar (radiasi elektromagnetik), ikatan kimia akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu kemudian akan membentuk vibrasi. Vibrasi yang terbentuk

nantinya dapat berupa vibrasi tekuk atau vibrasi ulur. Vibrasi yang terbentuk akan dihubungkan dengan ikatan tunggal atau gugus fungsi molekul yang dibentuk sehingga kita dapat menentukan senyawa yang belum diketahui dari sampel yang terbentuk. Pada saat pengujian sinar inframerah, sinar yang diberikan sebagian dipantulkan pada sampel dan sebagiannya lagi diteruskan atau dilewatkan (ditransmisikan).

Pengukuran dengan FT-IR bergantung pada kemurnian sampel karena jika sampel mengandung pengotor (senyawa lain) maka puncak spektrum yang dihasilkan akan melebar yang disebabkan oleh gugus fungsi-gugus fungsi lain yang masih terkandung dalam beberapa senyawa tersebut (King *et al.*, 2012).



Gambar 8. Skema kerja FTIR

2. X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi Sinar-X merupakan metode yang mempelajari urutan atom atau molekul dalam struktur tertentu. Jika struktur atom atau molekul disusun secara teratur membentuk kisi, radiasi elektromagnetik akan meningkat pada kondisi percobaan tertentu. Pengetahuan tentang kondisi eksperimental ini dapat

memberikan informasi berharga tentang susunan atom atau molekul dalam struktur.

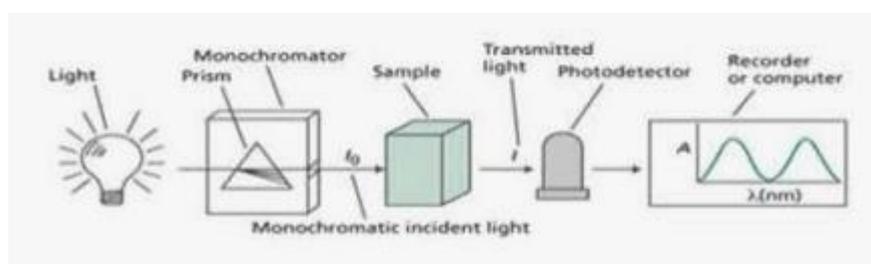
Difraksi Sinar-X memberikan informasi tentang struktur polimer, kristal polimer dan keadaan amorf. Polimer dapat mencakup daerah kristal yang dicampur secara acak dengan daerah amorf. Pola difraksi sinar-X pada polimer kristalin menghasilkan puncak yang tajam, sedangkan pada polimer amorf terdapat puncak yang lebar. Pola hamburan sinar-X dapat juga memberikan informasi tentang konfigurasi rantai tengah kristal, perkiraan ukuran kristal, dan rasio luas kristal terhadap luas amorf (kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti, 2009).

3. Spektrofotometer UV-Vis (Ultraviolet Visible)

Spektrofotometer UV-Vis singkatan dari spektrofotometri ultraviolet dan visible. Spektrofotometri merupakan pengukuran energi cahaya oleh zat kimia pada panjang gelombang maksimum. Sinar ultraviolet mempunyai panjang gelombang 200-400 nm dan sinar tampak (visible) panjang gelombang 400-750 nm. (Iskandar, 2017).

Spektrofotometer UV-Vis merupakan suatu instrumen yang digunakan untuk menganalisa unsur-unsur yang terkandung didalam sampel yang berkadar rendah secara kualitatif dan kuantitatif. Adapun penentuan secara kualitatif dapat dilihat dari hasil puncak-puncak pada spektrum dari unsur tertentu dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan penentuan secara kuantitatif dilihat dari nilai absorbansi yang dihasilkan.

Prinsip spektrofotometer UV-Vis ini didasarkan oleh hukum Lambert-Beer, dimana jika suatu cahaya monokromatis dilewatkan melalui media yang transparan, maka naik-turunnya intensitas cahaya yang ditransmisikan akan sebanding dengan tebal dan kepekaan media yang digunakan (Yanlinastuti, 2011).



Gambar 9. skema kerja UV-Vis

Apabila radiasi dilewatkan melalui larutan yang berwarna maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap secara selektif dan radiasi sinar lainnya akan diteruskan. Absorbansi maksimum dari larutan berwarna terjadi pada daerah warna yang berlawanan dengan warna yang diamati, misalnya larutan berwarna merah akan menyerap radiasi maksimum pada daerah maksimum warna hijau. Dengan kata lain warna yang diserap adalah warna komplementer dari warna yang diamati. Berikut daftar panjang gelombang dan warna komplementer dapat dilihat pada tabel

Tabel 2. Daftar Panjang Gelombang dan Warna Komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400-435	Violet	Kuning-Hijau
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-Biru	Orange
490-500	Biru-Hijau	Merah

500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-Hijau	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-610	Orange	Hijau-Biru
610-750	Merah	Biru-Hijau

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Katalis dibuat dengan metode impregnasi karbon aktif dengan larutan $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ kemudian melalui proses pengeringan dan kalsinasi.
2. Katalis KA/ZnO yang dibuat dengan metode impregnasi telah berhasil dibuat ditandai dengan adanya gugus Zn-O pada spektrum FTIR dan XRD.
3. Efektivitas katalis KA/ZnO dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B optimum pada variasi 10% dengan massa KA/ZnO 75 mg yaitu 87,98%.

B. Saran

1. Melakukan penelitian selanjutnya menggunakan bahan fotokatalis ZnO murni dibandingkan dengan Zinc Nitrat.
2. Melakukan penelitian selanjutnya dengan variasi karbon lebih besar dibandingkan dengan variasi Zinc Nitrat.
3. Melakukan karakterisasi SEM untuk melihat struktur permukaan KA/ZnO.
4. Melakukan penambahan variasi durasi penyinaran, massa, durasi pengadukan KA/ZnO, dan lain-lain untuk mendapatkan 100% degradasi Rhodamin B.

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>
- Ayu, I. G., Saraswati, A., Diantariani, N. P., & Suarya, P. (1907). *Issn 1907-9850*. 175–182.
- Bemis, R., Nurjanah, S., & Maghviroh, N. A. (2019). *Sintesis dan karakterisasi fotokatalis ZnO / Karbon Aktif (KA) dan aplikasinya pada degradasi rhodamin B*. 4(2), 101–113.
- Cao, Y., Gu, Y., Wang, K., Wang, X., Gu, Z., Ambrico, T., Castro, M. A., Lee, J., Gibbons, W., & Rice, J. A. (2016). Adsorption of creatinine on active carbons with nitric acid hydrothermal modification. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 66, 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.06.008>
- Chaber, R., Łach, K., Depciuch, J., & Szmuc, K. (2017). Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy of paraffin and deparaffinized bone tissue samples as a diagnostic tool for Ewing sarcoma of bones . *Infrared Physics and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2017.07.017>
- Coates, J. (2006). Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, 10815–10837. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a5606>