

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NaOH TERHADAP GUGUS
FUNGSI, MORFOLOGI DAN ENERGI CELAH PITA NANOPARTIKEL
ZnO DENGAN METODE SINTESIS HIJAU MENGGUNAKAN EKSTRAK
DAUN KELOR**

(Skripsi)

Oleh

SOFIYANA RAHAYU



**PROGRAM STUDI SARJANA FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NaOH TERHADAP GUGUS FUNGSI, MORFOLOGI DAN ENERGI CELAH PITA NANOPARTIKEL ZnO DENGAN METODE SINTESIS HIJAU MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELOR

Oleh

SOFIYANA RAHAYU

Telah dilakukan sintesis nano ZnO dengan metode sintesis hijau menggunakan ekstrak daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap gugus fungsi, morfologi dan energi celah pita nanopartikel ZnO yang terbentuk. Variasi NaOH yang digunakan adalah 0,1; 0,3; 0,5 dan 0,7 M. Karakterisasi yang digunakan ialah Fourier Transform Infra Red (FTIR), Difraksi Sinar-X (XRD), dan UV-Visible Spectroscopy (UV-Vis). Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa puncak-puncak difraksi sesuai dengan pangkalan data standar dan menunjukkan fasa *wurtzite* dengan struktur heksagonal, ukuran partikel sebesar 17 nm. Pada identifikasi gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi Zn-O terdapat pada bilangan gelombang 503 – 523 cm^{-1} . Hasil karakterisasi UV-Vis DRS menunjukkan bahwa keberadaan ZnO pada panjang gelombang 345 nm, berdasarkan Tauc Plot diperoleh energi celah pita sebesar 3,33 eV.

Kata kunci. ZnO, NaOH, Sintesis Hijau.

ABSTRACT

EFFECT OF NaOH CONCENTRATION VARIATION ON FUNCTIONAL GROUP, PARTICLE SIZE, MORPHOLOGY AND BAND GAP ENERGY OF ZnO NANOPARTICLES USING THE GREEN SYNTHESIS METHOD USING MORINGA LEAF EXTRACT

By

SOFIYANA RAHAYU

Nano ZnO synthesis has been carried out using the green synthesis method using Moringa leaf extract. This study aims to determine the effect of variations in NaOH concentration on the functional groups, morphology and band gap energy of the ZnO nanoparticles formed. The variation of NaOH used is 0.1; 0.3; 0.5 and 0.7 M. The characterizations used are Fourier Transform Infra Red (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), and UV-Visible Spectroscopy (UV-Vis). The results of the XRD characterization showed that the diffraction peaks matched the standard database and showed a wurtzite phase with a hexagonal structure, a particle size of 17 nm. The identification of functional groups with FTIR shows that the Zn-O functional group is present at wave numbers 503 – 523 cm⁻¹. The results of the DRS UV-Vis characterization showed that the presence of ZnO at a wavelength of 345 nm, based on the Tauc Plot, obtained a band gap energy of 3.33 eV.

Keywords. ZnO, NaOH, Green Synthesis.

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NaOH TERHADAP GUGUS FUNGSI,
MORFOLOGI DAN ENERGI CELAH PITA NANOPARTIKEL ZnO DENGAN
METODE SINTESIS HIJAU MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN KELOR**

Oleh

SOFIYANA RAHAYU

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH terhadap Gugus Fungsi, Morfologi dan Energi Celah Pita Nanopartikel ZnO dengan Metode Sintesis Hijau Menggunakan Ekstrak Daun Kelor.

Nama Mahasiswa : Sofiyana Rahayu

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917041085

Program Studi : FISIKA

KBK : Material

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Drs. Posman Manurung, Ph.D
NIP 195903081991031001

Sri Wahyu Suciati, S.Si, M.Si
NIP 197108291997032001

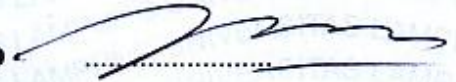
Ketua Program Studi

Gurum Ahmad Pauzi, S.Si, M.T
NIP 198010102005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Drs. Posman Manurung, M.Si., Ph.D



Sekretaris : Sri Wahyu Suciati, S.Si., M.Si



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001 200501 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Juli 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain. Sepanjang sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Juli 2023



Sofiyana Rahayu
NPM. 1917041085

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Wonogiri pada 7 Januari 2001, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Sunar dan Ibu Endang Budiningsih. Penulis memulai pendidikan pertama kali di Taman Kanak-kanak (TK) Citra dan tamat tahun 2007, Pendidikan dasar di SDN Kebon Pala 04 pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 275 Jakarta dan selesai pada tahun 2016. Selanjutnya penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA N 42 Jakarta pada tahun 2019. Tahun 2019 penulis tercatat sebagai mahasiswa Universitas Lampung pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang diterima melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Fisika. Pada tahun 2021 penulis melakukan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Badan Standardisasi Nasional. MH Thamrin Jakarta dengan judul “Peralihan sistem informasi manajemen KAN-MIS menjadi NEW KAN- MIS pada skema akreditasi Komite Akreditasi Nasional”. Kemudian penulis melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH terhadap Gugus Fungsi, Morfologi dan Energi Celah Pita Nanopartikel ZnO dengan Metode Sintesis Hijau Menggunakan Ekstrak Daun Kelor” Penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

MOTTO

**“ Jatuh untuk tumbuh, hidup ini seperti
menanam sebuah Bunga”**

**“Bersikaplah seperti langit yang selalu
memberikan Pelangi, walaupun ia diterjang badai
tetapi tetap memberikan keindahan”**

(Sofiyana Rahayu)

Aku Persembahkan Karya Kecilku Ini Kepada

Allah SWT.

“Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Sunar dan Ibu Endang Budiningsih yang selalu mendoakanku, memberiku kasih sayang, mendukungku, menyemangatiku, mendidikku hingga aku sampai di titik ini.

Terimakasih telah menjadi motivator dalam hidupku.”

“Kakakku (Fitri Wulandari) dan Adikku (Thalita Putri Fahriyah) yang selalu menyemangati dan menghiburku serta mendoakanku.”

“Teman-teman seperjuangan “FISIKA FMIPA UNILA 2019”

Almamater Tercinta

“Universitas Lampung”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kupanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya dan kesehatan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH terhadap Gugus Fungsi, Morfologi dan Energi Celah Pita Nanopartikel ZnO dengan Metode Sintesis Hijau Menggunakan Ekstrak Daun Kelor”**. Tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana dan untuk melatih mahasiswa dalam berfikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah. Penulis menyadari masih ada banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis meminta kritik dan saran yang dapat membangun dalam pembuatan skripsi ini.

Bandar Lampung, 20 Juli 2023

Penulis,

Sofiyana Rahayu

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya masih diberi kesempatan untuk dapat mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, dengan segala rasa hormat penulis ucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Posman Manurung, Ph.D., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta ilmunya.
2. Ibu Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan motivasi sehingga skripsi ini menjadi lebih baik sampai akhir penulisan.
3. Ibu Dr. Yanti Yulianti, M.Si., selaku penguji utama pada ujian skripsi, terimakasih telah mengoreksi kekurangan dan memberikan kritik serta saran selama penulisan skripsi ini.
4. Ibu Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si. selaku pembimbing akademik, yang telah memberikan bimbingan serta nasihat dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan tugas akhir ini. Bapak ibu dosen dan staf Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan pelajaran selama perkuliahan.
5. Bapak Sunar, Ibu Endang Budiningsih, Kakak Fitri Wulandari, dan Adikku Thalita Putri Fahriyah. Terimakasih atas segala do'a, dukungan, semangat serta kasih sayang yang telah kalian berikan kepada penulis.
6. Fitono Adi Putra yang selalu mendukung dan mampu memahami setiap proses kehidupan penulis.
7. Terimakasih kepada sahabat sahabatku, Aulia Anjelina dan Selfy Nur Syifa, yang selalu mendukung dan menyemangati.

8. Terimakasih kepada teman seperjuangan, Chairunissa Ananda, Miranti Adelia, Fegi Liani, Hikmah Nurcahayaniati, Andrean Johandra, Daffa Abdul Malik, dan Razka Wildan yang selalu mendukung dan menyemangati.
9. Terimakasih kepada Rahma Fauza yang telah membantu dan memberikan semangat.
10. Terimakasih kepada rekan-rekan Fisika 2019 yang telah memberikan semangat hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Bandar Lampung, 20 Juli 2023

Penulis

Sofiyana Rahayu

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nanopartikel ZnO.....	5
2.2 Daun Kelor	7
2.3 Metode Sintesis Hijau	8
2.4 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	10
2.5 <i>Transmission Electron Microscopy</i> (TEM)	11
2.6 <i>X Ray Diffraction</i> (XRD)	13
2.7 Spektrofotometer <i>UV-Vis</i>	15

III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Ekstraksi Daun Kelor	19
3.3.2 Sintesis Nanopartikel ZnO	19
3.3.3 Karakterisasi Nanopartikel ZnO	20
3.4 Diagram Alir	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Sintesis Nanopartikel ZnO	22
4.2 Hasil Analisis Spektrofotometer FTIR	23
4.3 Hasil Analisis Kualitatif XRD Nano ZnO	26
4.4 Hasil Analisis Kuantitatif XRD Nano ZnO	31
4.5 Hasil Analisis UV VIS DRS Nano ZnO	35
4.6 Hasil Analisis TEM Nano ZnO	39
4.6 Keterkaitan antara Hasil Analisis FTIR, XRD dan UV DRS	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	L1

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur hexagonal wurtzite ZnO	6
Gambar 2.2. Daun kelor	7
Gambar 2.3. Senyawa aktif daun kelor	8
Gambar 2.4. Skema alat spektroskopi FTIR.....	10
Gambar 2.5. Spektrum FTIR nanopartikel ZnO dari ekstrak daun kelor.....	11
Gambar 2.6. Skema alat TEM.....	12
Gambar 2.7. Mikrograf TEM nanopartikel ZnO.....	13
Gambar 2.8. Skema dasar XRD.....	14
Gambar 2.9. Skema XRD	14
Gambar 2.10. Pola XRD nanopartikel ZnO	15
Gambar 2.11. Skema Spektrofotometer UV-Vis berkas tunggal	16
Gambar 2.12. Skema Spektrofotometer UV-Vis berkas ganda.....	17
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4.1. Hasil sampel nanopartikel ZnO	23
Gambar 4.2. Spektrum FTIR nano ZnO	24
Gambar 4.3. Difraktogram XRD nano ZnO	26
Gambar 4.4. Hasil penghalusan XRD dengan variasi NaOH	32
Gambar 4.5. Sel Parameter $a = b, c$	34
Gambar 4.6. Spektrum UV-VIS DRS nano ZnO	35
Gambar 4.7. Diagram Energi celah pita nano ZnO	37
Gambar 4.8. Morfologi TEM nano ZnO	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat-alat penelitian.....	18
Tabel 3.2. Bahan-bahan penelitian.....	18
Tabel 3.3. Variasi sampel NaOH.....	20
Tabel 4.1. Hasil analisis FTIR nano ZnO.....	24
Tabel 4.2. Puncak tertinggi sudut 2θ dan ukuran partikel.....	27
Tabel 4.3. Selisih nilai Δd (Å) pada sampel A.....	29
Tabel 4.4. Selisih nilai Δd (Å) pada sampel B.....	29
Tabel 4.5. Selisih nilai Δd (Å) pada sampel C.....	30
Tabel 4.6. Selisih nilai Δd (Å) pada sampel D.....	30
Tabel 4.7. Parameter penghalusan data XRD ZnO.....	33
Tabel 4.8. Hasil analisis UV-VIS DRS nano ZnO.....	37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini penelitian nanoteknologi sangat berkembang pesat karena manfaatnya sangat besar. Nanoteknologi menghasilkan aplikasi inovatif di berbagai bidang seperti energi, pengobatan dan obat, nanobioteknologi, piranti nano, rekayasa optik, pertahanan dan keamanan, rekayasa bio, kosmetik, fabrikasi nano, dan lain-lain. Nanoteknologi mencakup kegiatan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi pada skala nanometer yang memiliki aplikasi di dunia nyata (Zhu *et al.*, 2004). Pengembangan nanoteknologi telah menjadi daya tarik bagi para ilmuwan dengan melakukan kegiatan penelitian, termasuk pembuatan atau sintesis material nano. Nanomaterial merupakan partikel organik, anorganik atau hibrida yang memiliki ukuran pada skala nano (<100 nm) berbeda dengan material lain yang berukuran besar (bulk) sekalipun bahan yang sama. Sebagai contoh saat ini, banyaknya jumlah studi penelitian menunjukkan keterkaitan terhadap ukuran partikel dalam berbagai aplikasi seperti elektronik, komunikasi dan sensor (Chikkanna *et al.*, 2019).

Pemanfaatan material berukuran nano menjanjikan peluang untuk menciptakan teknologi baru yang penerapannya diharapkan mampu membawa perubahan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. ZnO merupakan material semikonduktor dengan celah pita lebar sebesar 3,37 eV dan energi eksitasi yaitu 60 MeV (Zhang *et al.*, 2007), oleh karena itu ZnO memperlihatkan aktivitas fotokatalik yang baik (Zhong *et al.*, 2011). Nanomaterial dapat terjadi secara alamiah ataupun melalui proses sintesis oleh manusia. Sintesis nanomaterial bermakna pembuatan partikel dengan ukuran yang kurang dari 100 nm dan sekaligus mengubah sifat atau fungsinya. Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dalam fasa padat, cair, maupun gas. Proses sintesis pun dapat berlangsung secara fisika atau kimia.

Proses sintesis secara fisika tidak melibatkan reaksi kimia, hanya terjadi pemecahan material besar menjadi material berukuran nanometer, atau penggabungan material berukuran sangat kecil, seperti klaster, menjadi partikel berukuran nanometer tanpa mengubah sifat bahan. Dari berbagai metode yang pernah dilakukan dalam sintesis nanopartikel ZnO, metode sintesis hijau lebih menjanjikan karena ramah lingkungan, proses sederhana dan bahannya mudah didapat. Salah satu penggunaan metode sintesis hijau yaitu melibatkan bahan-bahan alami seperti ekstrak pada tumbuhan.

Ekstrak tumbuhan telah banyak digunakan pada pengembangan nanomaterial. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan pada pengembangan nanomaterial adalah tanaman kelor. Tanaman kelor mampu hidup di berbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif, tahan terhadap musim kemarau, dan mudah untuk dikembangbiakan. Beberapa ekstrak tanaman yang dapat digunakan dalam biosintesis nanopartikel ZnO adalah ekstrak batang kingkilaban (*Mussaenda frondosa*) (Jayappa *et al.*, 2020), ekstrak daun dafnah (*laurus nobilis*) (Chemingui *et al.*, 2019), ekstrak buah nanas dan ekstrak daun kelor (Ahmad *et al.*, 2019). Bagian-bagian tanaman seperti getah, batang, biji, buah, bunga, daun, dan akar pada tanaman tersebut kaya akan senyawa fitokimia yang dapat mereduksi garam logam menjadi oksida logam dengan ukuran nano (Singh *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan kandungan protein dan metabolit sekunder dalam ekstrak tanaman berperan sebagai agen pereduksi dan *stabilizer* sekaligus *capping agent* dalam biosintesis nanopartikel ZnO (Chatterjee *et al.*, 2020; Ovais *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Adam *et al.*, (2020) dengan menggunakan ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera*) mendapatkan nano ZnO dengan ukuran rata-rata 19,20 nm dan Rhamdiyah *et al.*, (2022) menggunakan daun kelor (*Moringa Oleifera*) mendapatkan nano ZnO dengan ukuran rata-rata 16,97 nm. Hal ini membuktikan keefektifan ekstrak daun tumbuhan sebagai agen pereduksi untuk pembentukan nanopartikel ZnO dan menghasilkan ukuran yang sangat sesuai dengan skala nano.

Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut maka peneliti akan melakukan penelitian sintesis nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kelor dengan metode sintesis hijau.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil karakterisasi Sintesis Nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kelor?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap gugus fungsi, morfologi dan energi celah pita nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kelor?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan memahami hasil karakterisasi Sintesis Nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kelor.
2. Mengetahui dan memahami pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap gugus fungsi, morfologi dan energi celah pita nanopartikel ZnO menggunakan ekstrak daun kelor.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu zinc nitrat heksahidrat $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, ekstrak daun kelor, aquabides dan etanol 96%.
2. Proses sintesis nanopartikel ZnO menggunakan metode sintesis hijau.
3. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan FTIR (Fourier Transform Infra Red), UV-Vis DRS (UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy), XRD (X-Ray Diffraction) dan TEM (Transmission Electron Microscopy).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai informasi ilmiah terkait pembuatan nanopartikel dari daun kelor (*Moringa Oleifera*) menggunakan metode sintesis hijau.
2. Sebagai literatur mengenai pemanfaatan daun kelor (*Moringa Oleifera*) untuk sintesis nanopartikel ZnO.

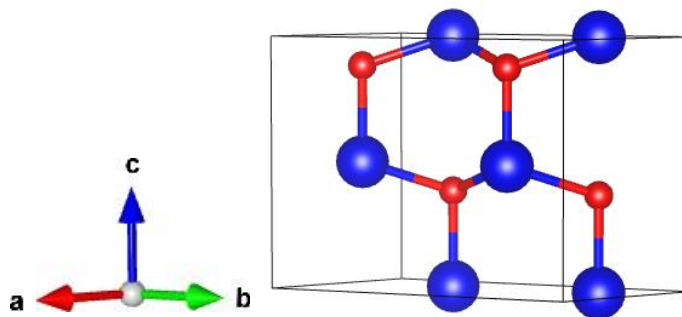
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanopartikel Zinc Oxide (ZnO)

Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran 1-100 nm. Seng oksida merupakan komponen anorganik dengan rumus kimia ZnO dan merupakan senyawa semikonduktor paduan golongan II dan VI yaitu antara logam dan oksida yang memiliki sifat elektronik dan fotonik yang baik karena memiliki stabilitas termal yang baik, energi celah pita (band gap) sebesar 3,37 eV dan excitation binding energy yang besar yaitu 60 eV. Berdasarkan bahan asalnya, nanopartikel dapat digolongkan dalam dua kelompok yaitu nanopartikel organik dan anorganik. Nanopartikel organik adalah nanopartikel karbon sedangkan nanopartikel anorganik diantaranya nanopartikel magnetik, nanopartikel logam mulia, dan nanopartikel semikonduktor (seperti titanium dioksida dan zink oksida) (Sirelkhatim *et al.*, 2015).

ZnO adalah suatu material semikonduktor yang paling menjanjikan karena telah berhasil disintesis dan menghasilkan partikel berukuran nano. Adanya efek ukuran yang dinamakan *quantum size effect* dapat memperluas aplikasi nanomaterial dimana dengan semakin kecilnya ukuran partikel akan memperbesar nilai energi celah pita sehingga dapat meningkatkan efisiensi sel surya organik. Bahan semikonduktor ZnO telah banyak diketahui secara alami mempunyai sifat pembawa muatan elektron atau sering disebut sebagai semikonduktor tipe-n. Selain itu, karena sifat sifatnya yang sangat berguna seperti blocking agent sinar ultraviolet, energi gap yang lebar, energi exciton yang tinggi membuat bahan ZnO banyak memasuki dunia industri (Panwar, 2009).

Menurut Nohavica dan Gladkov (2010), serbuk seng oksida dapat diaplikasikan terkait dengan berbagai sifat yang dimilikinya seperti sensitivitas gas yang baik, aktivitas fotokatalitik, antibakteri, kemampuan sebagai katalisator, dan sifat *non toxic* pada konsentrasi yang cukup rendah. Seng oksida mengkristal dalam dua jenis struktur yaitu struktur heksagonal dan kubik. Struktur heksagonal ZnO dikenal sebagai struktur wurtzite, sedangkan struktur kubik, terbagi menjadi dua yaitu struktur kubik *zinc blende* dan struktur kubik *rock salt*. Pada suhu rendah, umumnya berbentuk heksagonal *wurtzite* yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1** yang dibuat menggunakan perangkat lunak Vesta dengan menggunakan model struktur *ball and stick*.



Gambar 2.1 Struktur hexagonal wurtzite ZnO (Sawada *et al.*, 1996). Pemodelan kristal menggunakan Vesta, warna Merah atom O dan warna Biru atom Zn.

Fase *wurtzite* yang disajikan pada **Gambar 2.1** memiliki struktur kristal heksagonal dengan grup ruang P63mc (186), nilai parameter sel $a = b = 3,2524 \text{ \AA}$ dan $c = 5,2096 \text{ \AA}$ dengan $\alpha = \beta = 90^\circ$ dan $\gamma = 120^\circ$, kemudian volume sel sebesar $40,71 \text{ \AA}^3$ (Sawada *et al.*, 1996).

Meski ZnO terdapat pada kerak bumi dalam bentuk mineral yang dinamakan zincite, namun pada umumnya produksi ZnO secara komersial dilakukan secara sintesis (Xu *et al.*, 2016). Berdasarkan sintesis yang telah dilakukan, beberapa bentuk kristal ZnO yang berhasil ditemukan antara lain, berdimensi satu seperti rod, tube, wire; berdimensi dua yaitu sheet, hexagon, tower, dan comb; serta berdimensi tiga berupa flower (Zhang *et al.*, 2007).

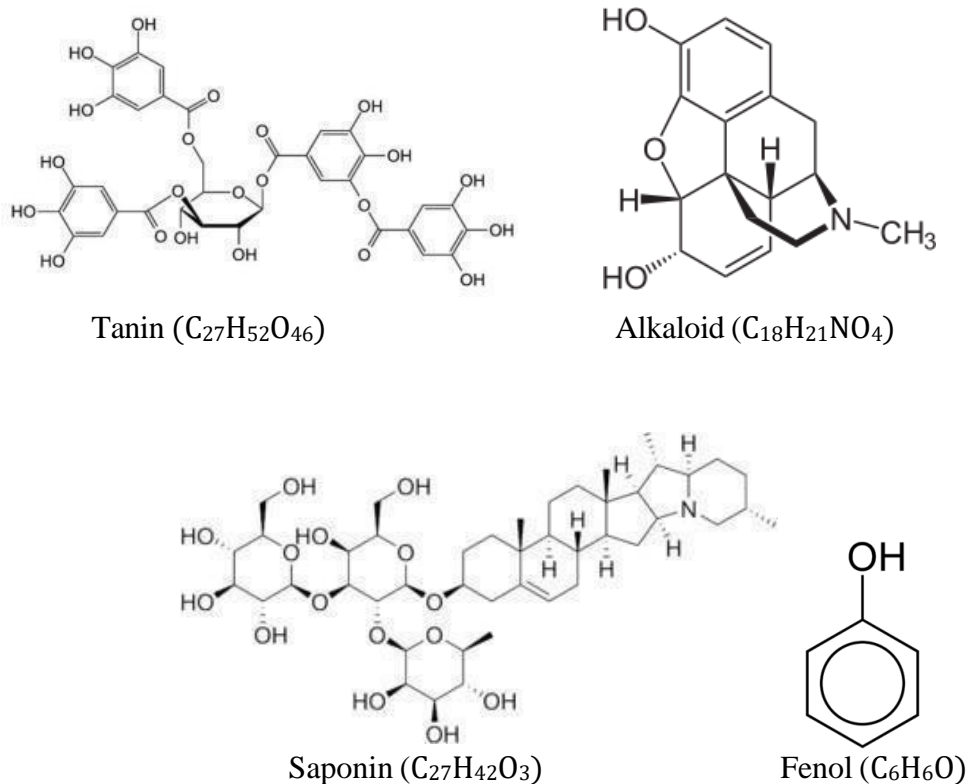
2.2 Daun Kelor

Daun kelor banyak tumbuh luas di negara tropis dan subtropis. Tanaman tersebut ditanam secara komersial di India, Afrika, Amerika Selatan dan Tengah, Meksiko, Hawaii, dan di seluruh Asia serta Asia Tenggara (Thurber dan Fahey, 2009). Tanaman kelor memiliki ketinggian 7-11 meter. Tanaman kelor memiliki buah yang berbentuk panjang dan segitiga dengan panjang sekitar 20-60 cm. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi daun rata dan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai. Daun kelor seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2**, merupakan tumbuhan yang tergolong aman, efektif, murah dan mudah ditemukan.



Gambar 2.2 Daun kelor.

Senyawa aktif pada kelor banyak terdapat pada jaringan daunnya, sehingga untuk mendapatkan senyawa aktif tersebut perlu dilakukan ekstraksi. Proses ekstraksi disesuaikan dengan senyawa aktif yang terkandung dan aplikasinya (Xu *et al.*, 2021). Ekstrak dari air daun kelor seperti pada **Gambar 2.3** mengandung senyawa metabolit sekunder seperti, flavonoid, saponin, tanin, fenol (Okumu *et al.*, 2016; Rachmawati, 2019; Shawai & Singh, 2018). Kandungan yang terdapat dari ekstrak air daun kelor dapat dikembangkan untuk penelitian dibidang nanomaterial. Hal tersebut dikarenakan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak air daun kelor dapat membantu sebagai agen pereduksi yang akan mereduksi ion Zn^{2+} menjadi ZnO (Alamdari *et al.*, 2020).



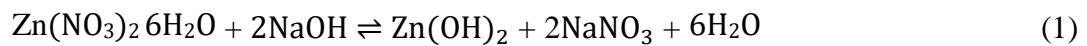
Gambar 2.3 Senyawa aktif daun kelor (Wikipedia, 2023).

2.3 Sintesis Hijau (*Green Synthesis*)

Metode sintesis hijau merupakan metode yang ramah lingkungan, tanpa penggunaan bahan kimia yang keras, beracun dan mahal. Dalam nanoteknologi, berbagai sintesis nanopartikel logam telah dilakukan menggunakan ekstrak tumbuhan. Penggunaan ekstrak tumbuhan dalam sintesis nanopartikel dapat mempengaruhi ukuran, bentuk, dan morfologi nanopartikel (Gingasu *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Elumalai *et al* (2015) sintesis hijau menggunakan daun mimba (*Azadirachta indica*) mendapatkan nano ZnO dengan ukuran rata-rata 40 nm. Adam *et al.*, (2020) menggunakan daun kelor (*Moringa Oleifera*) mendapatkan nano ZnO dengan ukuran rata-rata 19,20 nm dan Rhamdiyah dan Maharani (2022) menggunakan daun kelor (*Moringa Oleifera*), mendapatkan nano ZnO dengan ukuran rata-rata 16,97 nm. Hal ini membuktikan keefektifan ekstrak daun tumbuhan sebagai agen pereduksi untuk pembentukan nanopartikel ZnO dan menghasilkan ukuran yang sangat sesuai dengan skala nano.

Senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun akan mereduksi ion Zn^{2+} menjadi ZnO (Alamdari *et al.*, 2020). Protein dapat menjebak ion logam pada permukaannya dan mengubahnya menjadi molekul ZnO, selanjutnya molekul ZnO ini akan berkumpul dan membentuk nanopartikel ZnO (Marslin *et al.*, 2018). Kemudian menjadi stabil ketika senyawa metabolit sekunder bekerja dengan membungkus (*capping*) nanopartikel ZnO yang terbentuk agar tidak terjadi agregasi atau penggumpalan, sehingga nanopartikel yang dihasilkan stabil. Reaksi kimia yang terjadi pada pembentukan nanopartikel ZnO sebagai berikut

Reaksi larutan $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O + NaOH$



Reaksi hidrolisis asam dan basa



Reaksi larutan saat dicampur menggunakan stirrer



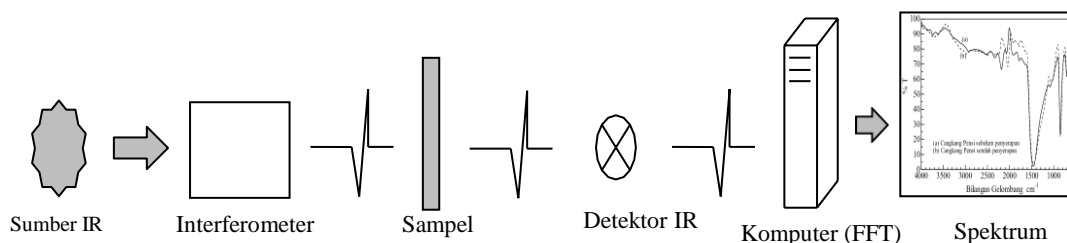
Reaksi larutan ketika sentrifugasi



Metode sintesis hijau dilakukan dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai agen pereduksi dan penstabil dalam sintesis nanopartikel (Mittal *et al.*, 2013). Metode ini memiliki keunggulan ramah lingkungan karena mampu meminimalisir penggunaan bahan anorganik yang berbahaya (Feldheim dan Foss, 2002) selain itu metode ini relatif mudah dan hemat biaya, cepat dalam pengerjaannya, reagen yang tidak toksik, aman untuk manusia dan lingkungan (Mittal *et al.*, 2013).

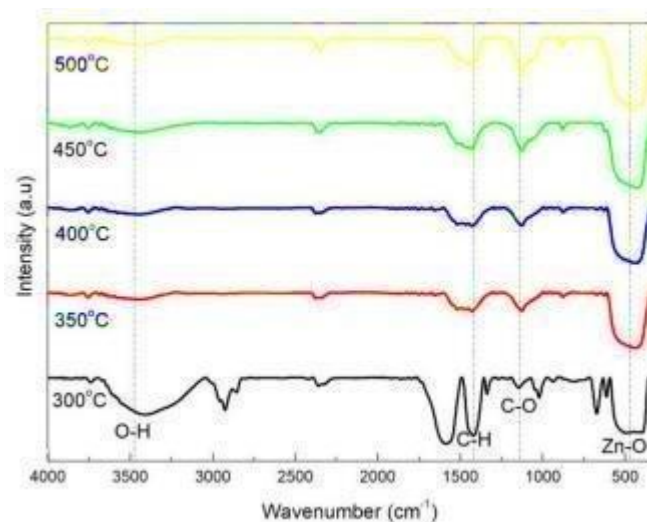
2.4 Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Fourier Transform Infra Red (FTIR) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Hasil analisis spektrum dapat berupa komposisi kimia dari senyawa organik, polimer, coating atau pelapisan, material semikonduktor, sampel biologi, senyawa-senyawa anorganik, dan mineral. FTIR memiliki berbagai keunggulan khusus, diantaranya adalah dapat mendeteksi sinyal yang lemah, dapat menganalisis sampel pada konsentrasi yang sangat rendah. FTIR mampu menganalisis suatu material baik secara keseluruhan, lapisan tipis, cairan, padatan, pasta, serbuk, serat, dan bentuk yang lainnya dari suatu material.



Gambar 2.4 Skema spektroskopi FTIR

Salah satu contoh hasil karakterisasi FTIR pada penelitian yang dilakukan oleh (Adam *et al.*, 2021) yang disajikan pada **Gambar 2.5** menunjukkan perolehan spektrum FTIR dengan pita lebar pada 3417 cm^{-1} berkorelasi dengan vibrasi OH pada molekul air (H_2O). Penyusutan puncak OH menunjukkan penghilangan molekul air yang lebih baik dari struktur nano. Pita lebar pada 1419 cm^{-1} sesuai dengan ikatan CH dalam senyawa alkena. Pada 1118 cm^{-1} sesuai dengan ikatan CO yang mengindikasikan adanya alkohol atau molekul heterosiklik. Molekul heterosiklik terbentuk dari molekul alkaloid atau flavonoid dan ikatan amida dari protein dan enzim yang berasal dari ekstrak atau serbuk daun.

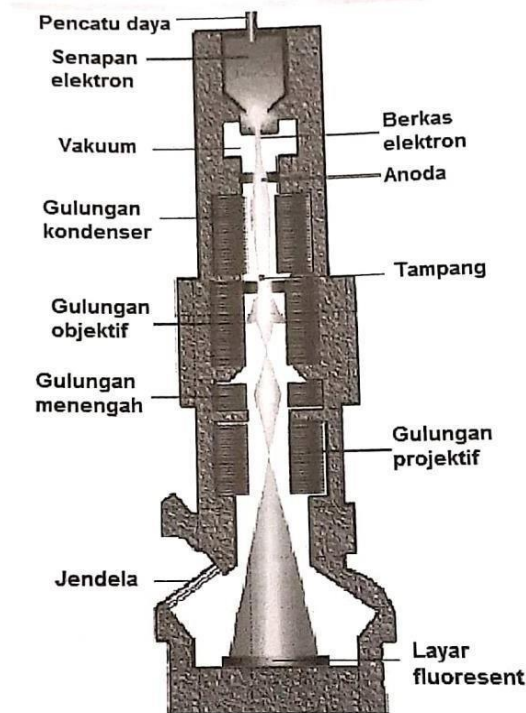


Gambar 2.5 Spektrum FTIR Nano ZnO Ekstrak Daun Kelor (Adam *et al.*, 2021)

2.5 *Transmission Electron Microscopy (TEM)*

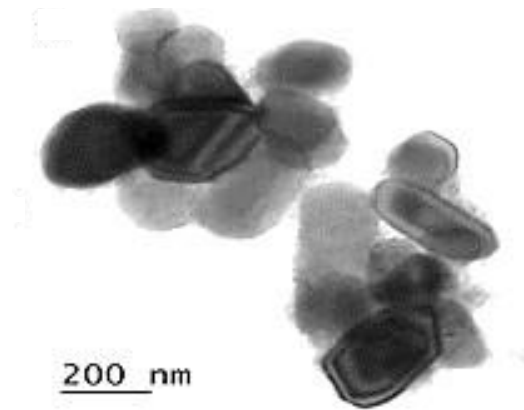
Transmission Electron Microscopy (TEM) adalah Jenis mikroskop elektron yang digunakan untuk mempelajari struktur nano. TEM memberikan informasi tentang struktur, morfologi dan kristalinitas nanopartikel. TEM juga berfungsi untuk mengetahui distribusi ukuran nanopartikel dan mekanisme pertumbuhan nanopartikel. TEM terbuat dari beberapa sistem yang berbeda, sistem pencahayaan terdiri dari senapan electron, lensa-lensa kondensor sebagai pengontrol jumlah radiasi ke sampel. Sistem manipulasi sampel terdiri dari pantaran sampel, pemegang sampel, dan perangkat keras untuk mengorientasikan sampel tipis diluar dan didalam mikroskop. Sistem pencitraan meliputi lensa objektif, pertengahan dan projector. Semua sistem tersebut berfungsi dengan membentuk fokus dan membesarkan gambar pada layar monitor. Pada **Gambar 2.6** menampilkan TEM secara skematik, Prinsip kerja TEM adalah Sejumlah elektron ditransmisikan melalui spesimen tipis kemudian menembus melewati sampel. Berkas elektron dihimpun oleh dua lensa kondensor dan menyinari sampel yang ditempatkan di lubang lensa objektif. Lensa objektif berfungsi membentuk bayangan yang diperbesar di bidang objektif lensa proyektor pertama. Saat interaksi berlangsung, elektron mengalami hamburan secara elastis dan disebut sebagai berkas transmisi.

Elektron yang melewati sampel ini selanjutnya membentuk Citra TEM. Skema komponen komponen peralatan dalam TEM ditampilkan pada **Gambar 2.6**



Gambar 2.6 Skematik komponen komponen peralatan TEM.

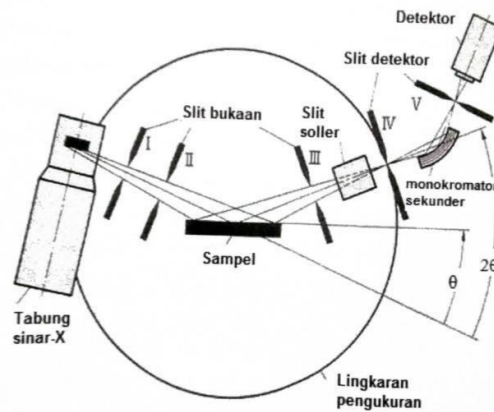
Mikroskop transmisi elektron adalah sejenis mikroskop elektron yang memiliki kemampuan dapat menyediakan gambar secara langsung dan informasi kimia nano material dengan resolusi hingga tingkat dimensi atom < 1 nm. TEM memiliki resolusi lebih baik dalam hal mengukur ukuran, heterogenitas bentuk, derajat agregasi, dan juga derajat dispersi pada nanomaterial. Sifat morfologi nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak daun ditunjukkan pada **Gambar 2.7** Mikrograf nanopartikel ZnO terlihat berbentuk bulat, oval, dan heksagonal dalam kisaran ukuran 200 nm.



Gambar 2.7 Mikrograf TEM dari nanopartikel ZnO yang disintesis seng nitrat dan ekstrak daun *Andrographis paniculata* (Rajakumar *et al.*, 2017).

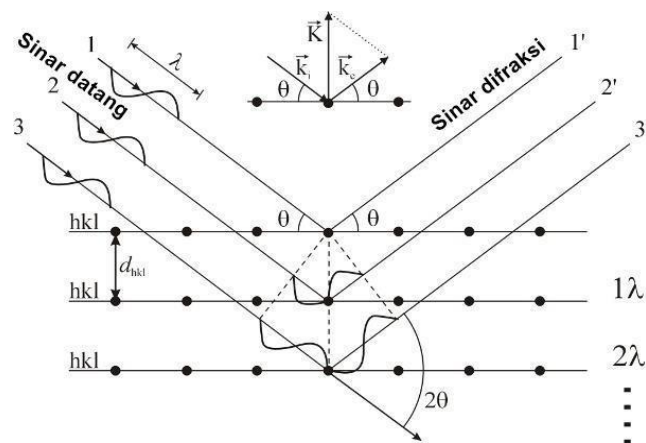
2.6 X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) merupakan metode karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui senyawa kristal yang terbentuk. Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari tumbukan elektron berkecepatan tinggi dengan logam sebagai sasarannya. Panjang gelombang dari sinar-X hampir sama dengan jarak antara atom dalam kristal, hal tersebut menyebabkan sinar-X menjadi salah satu teknik dalam analisis mineral. Pada **Gambar 2.8**, alat XRD dilengkapi dengan beberapa komponen seperti tabung sinar-X, detektor, celah dan sampel. Sinar-X yang menembak sampel, kemudian didifraksikan ke segala arah dengan memenuhi Hukum Bragg. Detektor bergerak dengan kecepatan sudut yang konstan untuk mendeteksi berkas sinar-X. Sampel serbuk atau padatan kristalin memiliki bidang kisi yang tersusun secara acak dengan berbagai kemungkinan orientasi, begitu pula partikel-partikel kristal yang terdapat didalamnya (Cullity, 1978).



Gambar 2.8 Skema Dasar XRD (Ksanalitical, 2020).

Dari **Gambar 2.9** terlihat bahwa jika seberkas sinar-X ditembakkan pada sampel padatan kristalin, maka bidang kristal ini akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang yang sama dengan jarak kisi dalam kristal (memenuhi hukum Bragg). Kemudian sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor, selanjutnya detektor akan mencatat puncak intensitas yang akan bersesuaian dengan orde pembiasan (orde- n) yang digunakan, yang kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik yaitu grafik difraktogram yang merupakan grafik hubungan antara intensitas (cps) dengan 2θ .



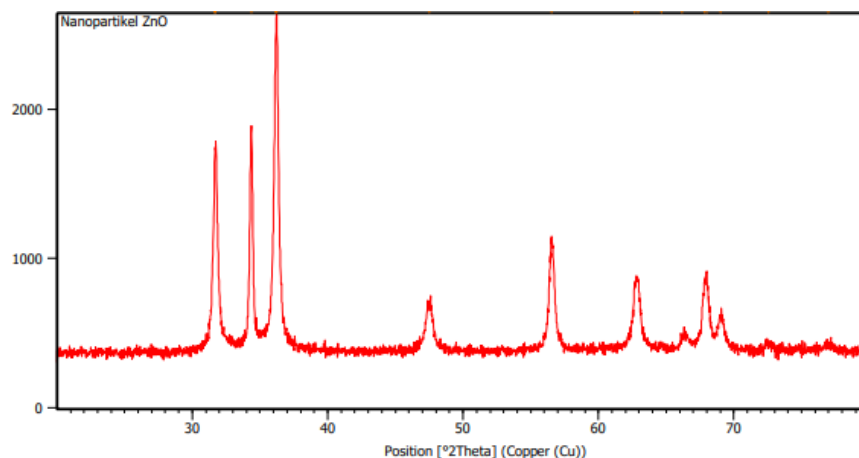
Gambar 2.9 Skema Difraksi Sinar-X (Cullity, 1978).

Pada XRD, pola difraksi dinyatakan dengan besar sudut-sudut yang terbentuk sebagai hasil dari difraksi berkas cahaya oleh kristal pada material. Nilai sudut tersebut dinyatakan dalam 2θ , dimana θ mempresentasikan sudut datang cahaya. Sedangkan nilai 2θ merupakan besar sudut datang dengan sudut difraksi yang terdeteksi oleh detektor. Berdasarkan hukum Bragg, panjang gelombang (λ) dan sudut difraksi merupakan dua variabel yang dapat divariasikan untuk menghasilkan pola difraksi.

Nilai jarak antar bidang (d) tidak dapat divariasikan karena merupakan rusuk yang menghubungkan antara bidang kristal dan bernilai tetap bagi suatu sistem kristal tertentu kecuali jika struktur kristalnya mengalami perubahan (misalnya karena proses interstisi atau penyusupan pada material komposit).

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (1)$$

Berdasarkan pada persamaan Bragg diatas, jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material (Cullity, 1978). Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.10**, salah satu pola difraksi XRD nano ZnO.



Gambar 2.10 Pola Difraksi XRD Nano ZnO (Rhamdiyah dan Maharani, 2022)

Menurut penelitian oleh Rhamdiyah dan Maharani (2022), sintesis nanopartikel dari ekstrak daun kelor menunjukkan perolehan puncak difraksi yang tajam dan sempit pada sudut hamburan (2θ) adalah $31,75; 34,37; 36,24; 47,48; 56,56; 62,95; 66,19; 67,83; 68,99^\circ$ yang mewakili fase heksagonal wurtzite dari ZnO dan mengonfirmasi terbentuknya nanopartikel ZnO dengan kristalinitas yang tinggi.

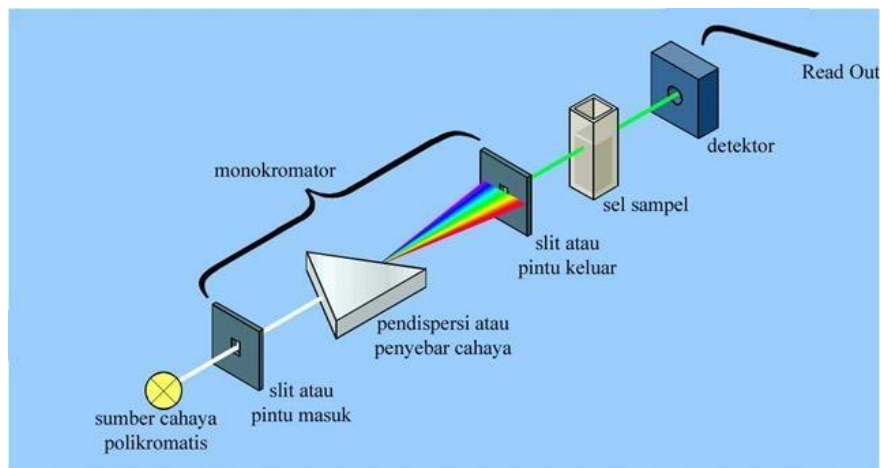
Penentuan ukuran partikel dapat dihitung menggunakan persamaan Debye Scherer seperti pada Persamaan (2):

$$L = \frac{k \lambda}{B \cos \theta} \quad (2)$$

dengan L adalah ukuran partikel, k adalah konstanta, $k = 0,9$, λ adalah panjang gelombang sinar X, $\lambda = 1,5406\text{\AA}$, B adalah nilai dari *Full Width at Half Maximum* (FWHM), dan θ adalah sudut Bragg.

2.7 Spektrofotometer UV-Visible

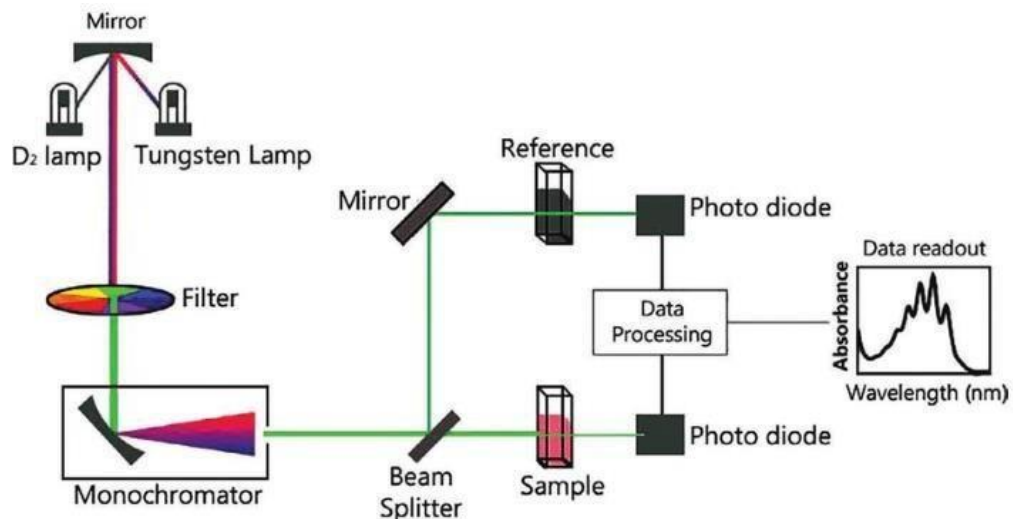
Spektrofotometer *UV-Visible* adalah Alat untuk menghasilkan spektra *UV-Vis* dan mengukur absorbansi di daerah *UV-Vis*. Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak mempunyai panjang gelombang 400-750 nm.



Gambar 2.11 Skema Spektrofotometer *UV-Vis* berkas tunggal

Suatu diagram sederhana spektrofotometer *UV-Vis* dengan komponen-komponennya meliputi sumber-sumber sinar, monokromator, kuvet, dan sistem optik. Terdapat dua penataan pada spektrofotometer *UV-Vis*, yaitu spektrofotometer berkas tunggal (*single beam*) dan spektrofotometer berkas ganda (*double beam*).

Pada **Gambar 2.11** Sumber sinar polikromatis, untuk sinar UV adalah lampu deuterium, sedangkan sinar tampak adalah lampu wolfram. Monokromator pada spektrometer *UV-Vis* digunakan lensa prisma dan filter optik. Sel sampel berupa kuvet yang terbuat dari kuarsa atau gelas dengan lebar yang bervariasi. Detektor berupa detektor foto atau detektor panas atau detektor dioda foto, berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.



Gambar 2.12 Skema Spektrofotometer *UV-Vis* berkas ganda

Spektrofotometer berkas tunggal digunakan di hampir semua sistem emisi spektroskopi, sementara berkas spektrofotometer ganda digunakan pada hampir semua sistem absorpsi. Kebanyakan instrumen komersial untuk metode serapan spektrofotometri adalah sistem berkas ganda. Pada **Gambar 2.12** spektrofotometer *UV-Vis* berkas ganda, instrumen menghasilkan suatu berkas sinar radiasi *UV-Vis*, yang mana dengan adanya cermin, berkas sinar ini akan terbagi menjadi dua berkas sinar yang paralel, dengan intensitas radiasi yang setara. Sampel ditempatkan dalam salah satu berkas sinar, dan berkas sinar yang lain digunakan sebagai tempat referen (blangko berupa pelarut atau lainnya). Berkas sinar selanjutnya dilewatkan ke dalam monokromator yang terdiri atas bagian yang berputar secara cepat yang melewatkan dua berkas sinar secara bergantian ke prisma atau kisi difraksi. Kisi difraksi atau prisma yang bergerak secara lambat akan melakukan variasi panjang gelombang radiasi yang sampai ke detektor. Detektor selanjutnya akan merekam perbedaan antara berkas sinar dari sampel dan dari referen dalam suatu pencatat.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 di Laboratorium Fisika Material Universitas Lampung, karakterisasi FTIR di Departemen Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, karakterisasi XRD di Green Labs Bandung, karakterisasi TEM di Laboratorium Universitas Gadjah Mada, dan karakterisasi UV-Visible di Laboratorium Universitas Negeri Padang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Alat-alat penelitian

Nama Alat	Fungsi
Gelas beker	Menampung larutan
Spatula	Mengaduk campuran prekursor
Gelas ukur	Mengukur volume larutan
Kompor listrik	Memanaskan NaOH dan daun kelor
<i>Magnetic stirrer</i>	Mengaduk larutan
Kertas pH	Mengukur pH larutan
Kertas saring Whatman	Menyaring larutan ekstrak daun kelor
<i>Oven</i>	Mengeringkan endapan
<i>Mortar dan pestle</i>	Menghaluskan seng oksida kering
Timbangan digital	Menimbang massa material

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Bahan-bahan penelitian

Nama Bahan	Fungsi
Daun kelor	Sumber seng oksida
NaOH	Melarutkan prekursor
Akuades	Melarutkan prekursor
Etanol	Melarutkan prekursor
Seng nitrat heksahidrat	Prekursor

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini yaitu pembuatan larutan ekstrak daun kelor, sintesis nanopartikel ZnO dan karakterisasi nanopartikel ZnO.

3.3.1 Pembuatan larutan ekstrak daun kelor

Pembuatan larutan ekstrak daun kelor dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Jenis sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun kelor yang diambil dari daerah Jl. Bumi Manti IV, Kp Baru, Kec Kedaton, Kota Bandarlampung, Lampung pada $5^{\circ}21'0''\text{LS}$, $105^{\circ}14'1''\text{BE}$.
2. Sampel daun kelor berwarna hijau tua sebanyak 1000 gr dikeringkan selama 10 hari untuk menghilangkan kandungan air.
3. Sampel yang telah kering dihaluskan dengan blender.
4. Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi, yaitu dengan memasukan daun kelor yang telah dihaluskan kedalam gelas beker berisi etanol 96% selama 24 jam.
5. Hasil perendaman disaring menggunakan kertas saring whatman no.42 hingga diperoleh filtrat.
6. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan alat penguap putar vakum (*vacuum rotary evaporator*) dengan kecepatan 120 rpm dan suhu 40°C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

3.3.2 Sintesis Nanopartikel ZnO

Sintesis nanopartikel ZnO dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Mengambil ekstrak daun kelor 30 ml, kemudian mereaksikan dengan 30 ml larutan prekursor $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 0,2 M pada gelas ukur 500 ml.
2. Memanaskan dan mengaduk campuran pada suhu 70°C dan *Magnetic stirrer* dengan 700 rpm selama 10 menit.
3. Membiarkan campuran dingin pada suhu ruangan.
4. Menambahkan NaOH dengan variasi molaritas 0,1 M, 0,3 M, 0,5M

dan 0,7 M pada pH 12, disertai pengadukan kontinyu tanpa panas selama 1 jam, variasi NaOH yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 3.3**.

5. Membiarkan larutan semalam sampai terbentuk endapan.
6. Mensentrifugasi larutan pada 1000 rpm selama 5 menit tiga kali diikuti pencucian berulang dengan etanol dan akuades.
7. Mengumpulkan endapan yang diperoleh menggunakan cawan keramik dan membiarkan kering dalam oven pada suhu 190°C selama 45 menit.
8. Menghaluskan endapan kering dengan mortar akik menjadi bubuk halus.

Tabel 3.3. Variasi Sampel NaOH.

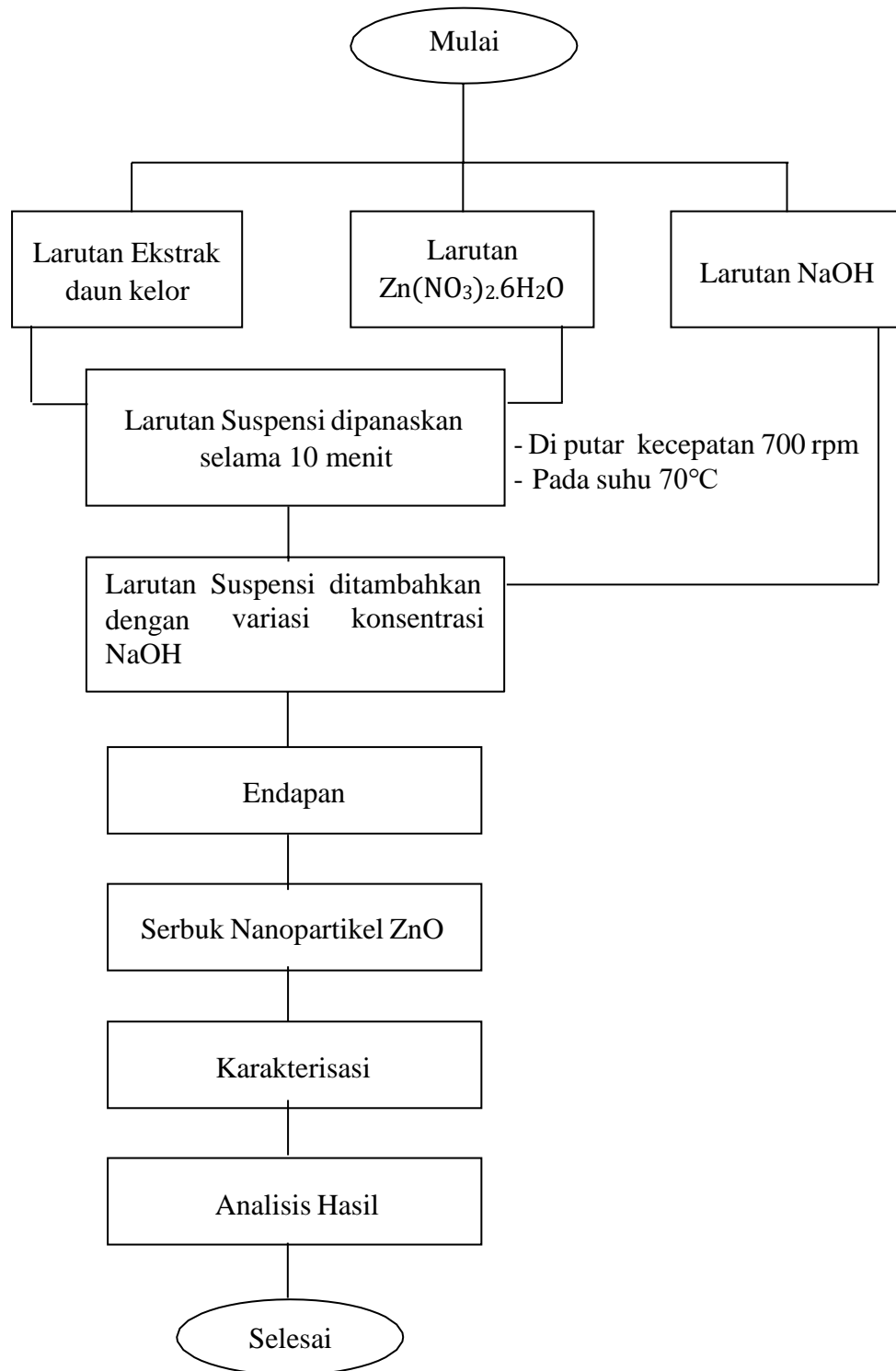
Sampel	Zn(NO ₃) ₂ .6H ₂ O (M)	NaOH (M)
A	0,2	0,1
B	0,2	0,3
C	0,2	0,5
D	0,2	0,7

3.3.3 Karakterisasi Nanopartikel ZnO

Pada tahap ini sampel akan di karakterisasi menggunakan FTIR yang bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi nanopartikel ZnO, karakterisasi XRD yang bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dan SEM untuk mengetahui struktur dan morfologi nanopartikel ZnO.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan pemaparan pada prosedur penelitian diatas, maka diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Diagram alir sintesis nanopartikel ZnO.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah berhasil terbentuk Nano *Zinc Oxide* (ZnO) hasil sintesis dengan metode sistesis hijau menggunakan ekstrak daun kelor dengan variasi NaOH dan struktur yang dihasilkan adalah heksagonal. Fasa yang terbentuk ialah fasa *Wurtzite*, dengan ukuran partikel sebesar 17 nm, puncak berada pada 2θ sebesar $36,24^\circ$. Pada identifikasi gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi dalam kandungan daun kelor berperan dalam pembentukan nanopartikel ZnO. Hasil karakterisasi UV-Vis DRS menunjukkan pada panjang gelombang 345 nm dihasilkan energi celah pita sebesar 3,33 eV.
2. Pada uji karakterisasi FTIR, XRD dan UV-Vis variasi NaOH mempengaruhi hasil yang didapat. Namun pada uji karakterisasi TEM tidak dapat dilihat karena hanya menggunakan satu sampel saat pengujian.

B. Saran

Penelitian lebih lanjut supaya lebih berhati hati saat proses sintesis karena larutan atau cairan mudah tercemar yang mempengaruhi hasil akhir nanopartikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam F, Himawan A, Aswad M dan Tahir D. 2019. Sintesis Hijau Nanopartikel Seng Oksida Menggunakan Moringa Oleifera l. Ekstrak Air dan Evaluasi Fotokatalitiknya. *Journal of Physics. Conf. Seri 1317*
- Ahmad, R. A. R., Harun, Z., Othman, M. H. D., Basri, H., Yunos, M. Z., Ahmad, A., Mohd Akhair, S. H., Abd Rashid, A. Q., Azhar, F. H., Alias, S. S., dan Ainuddin, A. R. 2019. Biosynthesis of Zinc Oxide Nanoparticles by Using Fruits Extracts of Ananas Comosus and Its Antibacterial Activity. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, Vol 15. No 2. Pp. 268–273.
- Albertsson, J., Abrahams, S.C., Kwick, A. 1989. Sec. B: Structural Science. *Acta Crystallogr.* Pp. 34.
- Alamdari, S., Ghamsari, M. S., Lee, C., Han, W., Park, H. H., Tafreshi, M. J., Afarideh, H., dan Ara., M. H. M. 2020. Preparation and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles Using Leaf Extract of Sambucus ebulus. *Applied Sciences*. Vol. 10. No. 10. Pp. 1-19.
- Chatterjee, A., Kwatra, N., dan Abraham, J. 2020. Chapter 8 Nanoparticles Fabrication by Plant Extracts. *Phytonanotechnology Challenges and Prospects Micro and Nano Technologies*. Pp. 143-157.
- Chemingui, H., Missaoui, T., Mzali, J. C., Yildiz, T., Konyar, M., Smiri, M., Saidi, N., Hafiane, A., dan Yatmaz, H. C. 2019. Facile Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles (ZnO NPs): Antibacterial and Photocatalytic Activities. *Material Research Express*. Pp. 1–33.
- Chikkana, M.M., Neelagund, S. E., Rajashekarappa, K. 2018. Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles (ZnO NPs) and Their Biological Activity. *Springer Nature Journal*.
- Cullity, B. D. 1978. *Elements of X-Rays Diffraction Second edition*. USA: Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Feldheim, D.L., dan Foss, C.A Jr. 2002. *Metal nanoparticles; Synthesis, characterization and Applications*. Marcel Dekker Inc. Switzerland.

- Gingasu, D., Mindru, I., Patron, L., Calderon-Moreno, J.M., Mocioiu, O.C., Preda, S., Stanica, N., Nita, S., Dobre, N., Popa, M. and Gradisteanu, G. 2016. Green synthesis methods of CoFe₂O₄ and Ag-CoFe₂O₄ nanoparticles using hibiscus extracts and their antimicrobial potential. *Journal of Nanomaterials*. Vol 20. Pp 1-12
- Jayappa, M. D., Ramaiah, C. K., Kumar, M. A. P., Suresh, D., Prabhu, A., Devasya, R. P., dan Sheikh, S. 2020. Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles from The Leaf, Stem and In Vitro Grown Callus of *Mussaenda frondosa* L. Characterization and Their Applications. *Applied Nanoscience (Switzerland)*. Vol 10. No 8. Pp 3057–3074.
- Ksanalitycal. <http://ksanalytical.com/images/I-XRD-Diagram.gif>. Diakses Pada Tanggal 04 Juni 2023.
- Marslin, G., Siram, K., Maqbool, Q., Selvakesavan, R. K., Kruszka, D., Kachlicki, P., dan Franklin, G. 2018. Secondary Metabolites in The Green Synthesis of Metallic Nanoparticles. *Materials*. Vol 11. No 6. Pp. 1–25.
- Mittal, A.K., Chisti, Y., dan Banerjee, U.C. 2013, Synthesis of Mettalic Nanoparticles Using Plant Extracts. *Biotechnology Advance*. Vol 31. Pp. 346-356.
- Mydeen, S. S., Kumar, R. R., Kottaisamy, M., dan Vasantha, V. S. 2020. Biosynthesis of ZnO Nanoparticles Through Extract from *Prosopis juliflora* Plant Leaf: Antibacterial Activities and A New Approach by Rust-Induced Photocatalysis. *Journal of Saudi Chemical Society*. Vol 24. No 5. Pp 393–406.
- Nurbayasari, R., Saridewi, N. dan Sofwatunnisa. 2017. Biosintesis dan karakterisasi nanopartikel ZnO dengan ekstrak Rumput Laut Hijau *Caulerpa* sp. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. Vol. 19. No. 1. Pp. 17-28.
- Nohavica, D. dan Gladkov, P. 2010. *ZnO nanoparticles and their applications- new achievements*. Olomouc Czech Republic. Pp.12-14.
- Okumu, M. O., Mucunu, M. J., Wakonyu, L. K., Waweru, G. D., Gitahi, K. S., dan Okumu, O. F. 2016. Phytochemical Profile and Antioxidant Capacity of Leaves of *Moringa oleifera* (Lam) Extracted Using Different Solvent Systems. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry JPP*. Vol 5. No 4. Pp. 302– 308.
- Peletiri, C., B.M. Matur, J.C. Ihongbe dan M. Okoye. 2012. The effect of *Azadirachta indica* (Neem Tree) on human plasmodiasis: the laboratory perspective. *Global Research Journal of Medical Sciences*. Pp 013-017.

- Rajakumar, G., Thiruvengadam, M., Mydhili, G., Gomathi, T., dan Chung, I. M. 2018. Green Approach for Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles from *Andrographis paniculata* Leaf Extract and Evaluation of Their Antioxidant, Anti-Diabetic, and Anti-Inflammatory Activities. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. Vol 41. No 1. Pp 21–30.
- Rhamdiyah, F. K., dan Maharani, D. K. 2022. Biosynthesis of ZnO Nanoparticles from Aqueous Extract of *Moringa Oleifera* L.: Its Application as Antibacterial and Photocatalyst. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 11. No. 2. Pp. 91-102.
- Saputra, I. S., Suhartati, S., Yulizar, Y., dan Sudirman. 2020. Green Synthesis Nanopartikel ZnO Menggunakan Media Ekstrak Daun Tin (*Ficus carica* Linn). *Jurnal Kimia dan Kemasan*. Vol. 42. No.1. Pp. 1-6.
- Sawada, H., Wang, R., Sleight, A. W. 1996. An Electron Density Residual Study of Zinc Oxide. *Journal Of Solid State Chemistry*. Vol. 122 No. 1. Pp. 148- 150.
- Shawai, R. S., dan Singh, R. 2018. Phytochemical Screening, Anti-Oxidant and Antimicrobial Activity of Ethanolic Extracts of Medicinal Plants. *World Journal of Pharmaceutical Research*. Vol 7. No 3. Pp 617–630.
- Singh, P., Kim, Y. J., Zhang, D., dan Yang, D. C. (2016). Biological Synthesis of Nanoparticles from Plants and Microorganisms. *Trends in Biotechnology*. Vol 34. No 7. Pp 588–599.
- Sirelkhatim, A., Shahrom, M dan Sceni, A. 2015. Review on Zinc Oxide Nanoparticles Antibacterial Activity and Toxicity Mechanism. *Nano Micro Letters*. Vol. 7. Pp 219-242.
- Smallman, R. E. dan Bishop, R. J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Material Engineering*. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Vijayakumar, S., Mahadevan, S., Arulmozhi, P., Sriram, S., dan Praseetha, P. K. 2018. Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles using *Atalantia monophylla* Leaf Extracts: Characterization and Antimicrobial Analysis. *Materials Science in Semiconductor Processing*. Pp 39–45.
- Thurber, M. D., dan Fahey, J.W. 2009. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations” theory. *Published in Ecol Food Nutr*. Vol 48. No 3. Pp 212-225.
- Yadav, R. S., Priya, M., dan Avinash, C. P. 2008. Growth Mechanisme and Optical Property of ZnO Nanoparticles Synthesized by Sonochemical Method. *Ultrasonics Sconochemistry*. Vol. 15. Pp. 863-868.

- Yedurkar, S., Maurya, C. dan Mahanwar, P. 2016 Biosynthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using *Ixora Coccinea* Leaf Extract A Green Approach. *Journal of Synthesis Theory and Applications*. Vol 5. Pp 1-14.
- Zhang, Q., Yu, K., Bai, W., Wang, Q., Xu, F., Zhu, Z., Dai, N dan Sun, Y. 2007. Synthesis, Optical and Field Emission Properties of Three Different ZnO Nanostructures. *Materials Letters*. Vol. 61. Pp 3890-3892.
- Zhong, J. B., Xu, B., Feng, F. M., He, X. Y., Li, J. Z dan Hu, Wei. 2011. Fabrication and Photocatalytic Activity of ZnO Prepared by Different Precipitants Using Paralled Flaw Precepitation Method. *Materials Letters*. Vol. 65. Pp 1995-1997.