

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MnO_2 MELALUI
BIOREDUKSI KMnO_4 DENGAN EKSTRAK DAUN MENGKUDU
(*Morinda citrifolia*)**



PUTRI

H031201003



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MnO_2 MELALUI
BIOREDUKSI KMnO_4 DENGAN EKSTRAK DAUN MENKUDU
(*Morinda citrifolia*)**

**PUTRI
H031201003**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MnO_2 MELALUI
BIOREDUKSI KMnO_4 DENGAN EKSTRAK DAUN MENKUDU
(*Morinda citrifolia*)**

Disusun dan diajukan oleh:

PUTRI

H031201003

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2024**

SKRIPSI**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL MnO_2 MELALUI
BIOREDUKSI KMnO_4 DENGAN EKSTRAK DAUN MENKUDU
(*Morinda citrifolia*)****PUTRI
H031201003**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarajana Sains pada tanggal
15 Oktober 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Utama


Dr.Sci. Muhammad Zakir, M.Si
NIP 19701103 199903 1 001

Mengetahui:
Ketua Program Studi


Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP 19720202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel MnO_2 melalui Bioreduksi KMnO_4 Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Oktober 2024



Putri
H031201003

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan dapat atas bimbingan, diskusi dan arahan Bapak Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis penyelesaian skripsi ini. Bapak Dr. Syahrudin Kasim, M.Si, Bapak Dr. Fredryk Welliam Mandey, M.Sc, Ibu Dr. Rugaiyah Andi Arfah, M.Si dan Bapak Muhammad Al Mustawa, M.Si selaku dosen penguji, terimakasih atas saran dan masukan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Seluruh Dosen Kimia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dan Staf Departemen Kimia yang telah banyak membantu penulis. Seluruh Analis Laboratorium di Departemen Kimia, terkhusus Analis Laboratorium Kimia Fisika, Bapak Moh.Iqbal, STP yang banyak memberi saran, fasilitas, dan kemudahan semasa penelitian. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpnan Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh gelar sarjana.

Kepada Almarhum Bapak Ramlan, Bapak Syahrul, Ibu Harmawati, Ibu Salamang Dg.Tino, Bapak Idris, Ibu Syamsiah dan Bapak Darmo selaku orang tua dari penulis yang banyak berkorban tenaga, waktu dan biaya-biaya untuk membantu dalam penyelesaian skripsi ini serta mendukung keseharian penulis, menjadi tempat berkeluh kesah, sekaligus motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Teman-teman HIMACI yakni yakni Mude, Yasmin, Hani, Ute, Irnadia, Hikmah, Tesya, Gio, Firman, Ahul, Awin, dan Iskar yang menemani penulis dari awal hingga menyelesaikan studi serta membantu penulis menyelesaikan kesulitan dalam penyelesaian studi. Teman-teman SEPERDUA yakni Bitu, Syalom, Ridho, Yus, Muti, Tuti, Indra, Anca, Didi, Willy, Tasya, dan Selisa yang menjadi tempat penulis berkeluh kesah dan menghibur penulis. Sahabatku yakni Khusnul dan Riska yang selalu menemani penulis dan menyemangati penulis. Teman-teman ISOMER 2020 yang masih setia hingga akhir dalam menemani masa studi penulis. Akhirnya, kepada diri sendiri Putri, Terima kasih sudah bertahan dan menyelesaikan studi dengan baik meskipun seringkali ingin menyerah dan putus asa. Terima kasih masih percaya kepada diri sendiri tetap bertahan dan berjuang sekalipun keadaan sering kali tidak berpihak. Terima kasih Cantik.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, diharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca, Aamiin.

Makassar, 15 Oktober 2024

Penulis

ABSTRAK

PUTRI. **Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel MnO_2 melalui Bioreduksi KMnO_4 dengan Ekstrak Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia*)** (dibimbing oleh Muhammad Zakir).

Latar Belakang. Tumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia*) merupakan salah satu bahan alam yang berpotensi digunakan dalam proses sintesis nanopartikel karena memiliki berbagai kandungan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen pereduksi. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk melihat adanya potensi ekstrak daun mengkudu dalam sintesis nanopartikel serta melihat pembentukan polimer dalam proses reduksinya. **Metode.** Penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yakni: optimasi konsentrasi, komposisi, dan pH larutan KMnO_4 menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, karakterisasi nanopartikel MnO_2 , dan penentuan pembentukan polimer menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. **Hasil.** Nanopartikel MnO_2 dengan bentuk bulat tidak beraturan yang memiliki ukuran lebih dari 100 nm serta dapat membentuk polimer Mn. **Kesimpulan.** Daun mengkudu dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel MnO_2

Kata kunci: biosintesis; daun mengkudu; nanopartikel MnO_2 ; polimer; UV-Vis

ABSTRACT

PUTRI. **Synthesis and Characterization of MnO₂ Nanoparticles via Bioreduction of KMnO₄ with Noni Leaf Extract (*Morinda citrifolia*)** (supervised by Muhammad Zakir).

Background. Noni (*Morinda citrifolia*) is a natural material with the potential for use in nanoparticle synthesis due to its various secondary metabolites that act as reducing agents. **Aims.** This study aims to investigate the potential of noni leaf extract in nanoparticle synthesis and to observe polymer formation during the reduction process. **Methods.** The research was divided into three stage: optimization of concentration, composition, and pH of the KMnO₄ solution using a UV-Vis Spectrophotometer, characterization of MnO₂ nanoparticles, and determination of polymer formation using a UV-Vis Spectrophotometer. **Results:** MnO₂ nanoparticles were formed in a spherical shape with a size greater than 100 nm and were able to form Mn polymers. **Conclusion:** Noni leaves can be used as a bioreductant in the synthesis of MnO₂ nanoparticles.

Keywords: biosynthesis; MnO₂ nanoparticles noni leaves; noni leaves; polymer; UV-Vis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II METODE PERCOBAAN	4
2.1 Bahan Penelitian.....	4
2.2 Alat Penelitian.....	4
2.3 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.4 Prosedur Penelitian.....	4
2.4.1 Preparasi Sampel	4
2.4.2 Uji Fitokimia.....	4
2.4.3 Pembuatan Larutan NaOH 0,5 N	5
2.4.4 Pembuatan Larutan HCl 0,5 N	5
2.4.5 Pembuatan Larutan KMnO ₄	5
2.4.6 Optimasi Konsentrasi.....	5
2.4.7 Optimasi Komposisi	6
2.4.8 Optimasi pH.....	6
2.4.9 Sintesis Nanopartikel MnO ₂	6
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
3.1 Preparasi Sampel Daun Mengkudu.....	7
3.2 Uji Fitokimia.....	7
3.3 Sintesis nanopartikel MnO ₂	8
3.3.1 Pengaruh Konsentrasi Terhadap Pembentukan Nanopartikel MnO ₂ ...	10
3.3.2 Pengaruh Komposisi Terhadap Pembentukan Nanopartikel MnO ₂	11
3.3.3 Pengaruh pH Terhadap Pembentukan nanopartikel MnO ₂	12
3.4 Karakterisasi Gugus Fungsi dengan FTIR	15
3.5 Karakterisasi dengan PSA	16
3.6 Karakterisasi dengan SEM-EDX.....	16
BAB IV KESIMPULAN.....	19
4.1 Kesimpulan.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil uji fitokimia pada ekstrak air daun mengkudu	7
2. Data UV-Vis hasil reduksi larutan KMnO_4 oleh EADM pada variasi konsentrasi	11
3. Data UV-Vis hasil reduksi larutan KMnO_4 oleh EADM pada variasi komposisi.....	12
4. Data UV-Vis hasil reduksi larutan KMnO_4 oleh EADM pada variasi pH	14
5. Bilangan gelombang pita serapan daun mengkudu dan nanopartikel MnO_2	16

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Hasil uji fitokimia pada ekstrak air daun mengkudu.....	8
2. Spektrum UV-Vis dari larutan KMnO_4 dan nanopartikel MnO_2	8
3. Uji efek Tyndall pada Larutan Akuades, KMnO_4 dan Nanopartikel MnO_2	9
4. Spektrum UV-Vis hasil reduksi KMnO_4 dengan EADM pada variasi konsentrasi.....	10
5. Spektrum UV-Vis hasil reduksi KMnO_4 dengan EADM pada variasi komposisi	11
6. Spektrum UV-Vis hasil reduksi KMnO_4 dengan EADM pada variasi pH	13
7. Produk Mn yang terbentuk pada pH asam dan basa.....	14
8. Hasil Spektrum UV-Vis $\text{Mn}(\text{acac})_3$	15
9. Spektrum FTIR daun mengkudu dan MnO_2	16
10. Grafik distribusi ukuran nanopartikel MnO_2	17
11. Morfologi nanopartikel MnO_2	18
12. Spektrum EDX nanopartikel MnO_2	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	23
2. Perhitungan Pembuatan Larutan	24
3. Hasil Karakterisasi FTIR Daun Mengkudu dan MnO_2	26
4. Hasil Karakterisasi UV-Vis	28
5. Hasil Karakterisasi PSA	34
6. Hasil Karakterisasi SEM	37
7. Dokumentasi Penelitian	39

DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
EADM	Esktrak air daun mengkudu
MnO ₂	Mangan dioksida
nm	Nanometer
UV-Vis	Ultraviolet-visible
Hacac	Asetilaseton
FTIR	Fourier transform infrared
SEM	Scanning electron microspcopy
PSA	Particle size analyzer
EDX	Energy Dispersive X-Ray

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang material semakin pesat, karena nanoteknologi dan nanosains saat ini terus dikembangkan oleh para ilmuwan di seluruh dunia. Aspek penting dari nanoteknologi adalah nanopartikel yang telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang seperti di bidang kedokteran, katalisis dan kosmetik (Aini dan Amaria, 2022). Nanopartikel merupakan partikel suatu dimensi yang ukurannya berkisar antara 1 sampai 100 nm. Nanopartikel memiliki sifat yang berbeda bergantung pada ukuran dan fungsi permukaannya (Najahi-Missaoui et al., 2020).

Nanopartikel dapat terjadi secara alamiah maupun melalui proses sintesis. Sintesis nanopartikel merupakan proses produksi dengan ukuran yang kurang dari 100nm dan mengubah sifat atau fungsi dari nanopartikel tersebut. Secara umum, nanopartikel logam dapat dibentuk dengan menggunakan metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Pada metode fisika dilakukan dengan cara padatan logam dipecah menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano tanpa mengubah sifat bahan. Pada metode kimia dilakukan dengan cara partikel-partikel nano ditumbuhkan mulai dari atom logam yang diperoleh dari prekursor molekular atau ioniknya (Fahmi, 2019).

Pada penerapannya, kedua metode di atas dianggap tidak efisien karena dapat menimbulkan risiko terhadap lingkungan serta memerlukan biaya yang cukup besar (Kasim et al., 2020). Metode alternatif telah dikembangkan untuk sintesis nanopartikel atau nanomaterial yang berdasar pada konsep *green chemistry*, metode ini disebut *green syntesis* (biosintesis) nanopartikel yang dalam penerapannya dinilai lebih ekonomis dan menimbulkan pencemaran lingkungan yang lebih rendah atau bahkan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan sama sekali. Hasil yang diperoleh lebih aman dan ramah lingkungan serta berpotensi digunakan pada bidang Kesehatan dan biomedis.

Biosintesis nanopartikel merupakan sintesis dengan menggunakan bahan alam yang berasal dari organisme seperti tumbuhan dan mikroorganisme, baik darat maupun laut untuk membentuk nanopartikel logam melalui proses bioreduksi (Taba et al., 2019). Metode ini semakin berkembang dan banyak digunakan saat ini karena adanya kekhawatiran bahwa reduksi kimia akan menghasilkan material dengan sifat toksik yang sangat tinggi jika diterapkan dalam bidang biomedis (Rohaeti, 2019).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hiroshi Taniguchi (2004), ditemukan bahwa koloid TcO_2 terbentuk ketika dilakukan radiasi bremsstrahlung pada larutan TcO_4^- . Pada proses reduksinya diperkirakan adanya spesi antara yang terbentuk sebelum terbentuknya nanopartikel TcO_2 sehingga dilakukan penambahan asetilaseton sebagai ligan bidentat untuk menjelaskan mekanisme pembentukan koloid. Hasil

yang ditemukan adalah pembentukan kompleks $Tc(acac)_2$ berwarna merah. Mn merupakan unsur yang berada digolongan yang sama dengan Tc sehingga memiliki karakteristik yang mirip dan memungkinkan adanya spesi antara pada saat pembentukan nanopartikel MnO_2 dengan penambahan asetilaseton.

Salah satu nanopartikel yang dapat disintesis dengan metode biosintesis, yaitu nanopartikel MnO_2 (Dewi dan Yulizar, 2018). Sifat fisika dan kimia yang unik membuat mangan dioksida (MnO_2) menjadi salah satu bahan anorganik yang paling menarik untuk diaplikasikan dalam bidang kedokteran, katalisis, pertukaran ion, adsorpsi molekul, biosensor dan penyimpanan energi (Moon et al., 2015). Pada umumnya sintesis nanopartikel MnO_2 dilakukan dengan metode fisika dan kimia. Namun, sintesis nanopartikel MnO_2 dengan metode *green syntesis* masih jarang diteliti. Tumbuhan merupakan sumber bahan kimia bioaktif yang kaya dengan berbagai aktivitas biologis. Sintesis nanopartikel dengan bantuan tanaman telah menarik minat yang cukup besar dalam bidang ilmu nanoteknologi (Moon et al., 2015). Dessie, et al (2020) mensintesis nanopartikel MnO_2 dari ekstrak daun *Vernonia amigdalina*. David dan Kumar, (2022) mensintesis nanopartikel MnO_2 dari ekstrak daun *Momordica charantia*. Penelitian tersebut mendukung bahwa nanopartikel MnO_2 dapat disintesis menggunakan ekstrak tumbuhan dan memiliki kemampuan dalam aktivitas antioksidan, antimikroba dan lain sebagainya.

Indonesia sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah memiliki potensi dalam pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan pereduksi biosintesis nanopartikel (Lembang, 2013). Tumbuhan mengkudu (*Morinda citrifolia*) merupakan salah satu tumbuhan tropis yang memiliki manfaat pada akar, batang dan daun sebagai obat sejak 2000 tahun yang lalu (Suman et al., 2014). Tumbuhan mengkudu menjadi salah satu tanaman yang berpotensi sebagai bioreduktor karena memiliki berbagai kandungan metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, dan tanin (Morales-Lozoya et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas, akan dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi nanopartikel MnO_2 melalui bioreduksi $KMnO_4$ dengan ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) untuk mengetahui potensi ekstrak daun mengkudu sebagai agen pereduksi dan mengidentifikasi pembentukan spesi antara pada sintesis nanopartikel MnO_2 . Karakterisasi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah FTIR, SEM, PSA dan UV-Vis untuk mengetahui keberadaan MnO_2 yang kemungkinan besar terdispersi dalam larutan membentuk sistem koloid.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana potensi daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap pembentukan nanopartikel MnO_2
2. bagaimana karakteristik nanopartikel MnO_2 hasil reduksi dari $KMnO_4$ oleh ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*).
3. apakah ada spesi lain yang terbentuk selama proses reduksi $KMnO_4$ menjadi nanopartikel MnO_2 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini sebagai berikut:

1. menentukan potensi ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai bioreduksi sintesis nanopartikel MnO_2 ,
2. menghasilkan data karakter nanopartikel MnO_2 hasil reduksi dari KMnO_4 dengan ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*),
3. membuktikan adanya pembentukan spesi lain selama proses reduksi KMnO_4 menjadi nanopartikel MnO_2

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai sintesis dan karakterisasi nanopartikel MnO_2 dan potensi ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia*) sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel MnO_2 serta diharapkan dapat menjadi alternatif produksi nanopartikel MnO_2 yang ramah lingkungan karena mampu meminimalisir bahan-bahan kimia sekaligus limbahnya.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun mengkudu (diambil di Jl. A. P. Pettarani 3, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar), KMnO_4 (Merck), etanol (Merck), NaOH (Merck), HCl (Merck), akuades, akuabides, FeCl_3 (Merck), serbuk Mg , H_2SO_4 (Merck), CHCl_3 (Merck), anhidrida asetat (Merck), reagen Mayer, reagen Dragendorff, asetilaseton (Merck), pH universal, *tissue*, kertas label, dan kertas saring *Whatman* no. 42.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, alat gelas umum yang digunakan di laboratorium, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *magnetic bar*, oven, statif, klem, buret, *hotplate*, *centrifuge*, Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), FTIR (*Fourier Transform Infrared*) (Shimadzu), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret sampai Juli 2024. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisika, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

2.4 Posedur Penelitian

2.4.1 Preparasi Sampel

Sampel daun mengkudu dicuci hingga bersih dengan akuabides kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Sampel kering dihaluskan hingga menjadi serbuk. Serbuk kering daun mengkudu ditimbang sebanyak 10 g, serbuk kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia 250 mL kemudian ditambahkan 100 mL akuabides dan direbus hingga mendidih lalu didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no.42. Kemudian ekstrak yang diperoleh disimpan di lemari pendingin untuk digunakan lebih lanjut (Dessie dkk., 2020).

2.4.2 Uji Fitokimia

Uji Tanin. Ekstrak daun mengkudu dipipet sebanyak 2 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ekstrak tersebut ditambahkan beberapa tetes FeCl_3 10%. Uji positif tanin ditandai dengan terbentuknya warna hitam kehijauan atau biru kehitaman (Sulistiyoningdyah dan Ramayani, 2017).

Uji Flavonoid Ekstrak daun mengkudu dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan beberapa tetes NaOH 10%. Uji positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning kecoklatan (Kurnianto et al., 2023).

Saponin Ekstrak daun mengkudu dipipet sebanyak 2 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ekstrak tersebut ditambahkan beberapa tetes akuades dan dikocok hingga terbentuk buih stabil (Sulistyoningdyah dan Ramayani, 2017).

Steroid Ekstrak daun mengkudu dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,1 mL reagen Lieberman-Burchard. Uji positif ditandai dengan perubahan warna menjadi hijau biru (Abriyani et al., 2021).

Terpenoid Ekstrak daun mengkudu dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 0,1 mL reagen Lieberman-Burchard. Uji positif ditandai dengan perubahan warna menjadi merah ungu (Abriyani et al., 2021).

Alkaloid Ekstrak daun mengkudu Ekstrak air daun ketapang dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 3 tetes reagen Dragendorff. Uji positif ditandai dengan pembentukan endapan merah kecoklatan (Erlidawati dan Zahrina 2023).

2.4.3 Pembuatan Larutan NaOH 0,5 N

Padatan NaOH ditimbang sebanyak 1 g ke dalam gelas kimia 50 mL, kemudian dilarutkan dengan sedikit akuades. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4 Pembuatan Larutan HCl 0,5 N

Larutan HCl 37% dipipet sebanyak 2,07 mL ke dalam labu ukur 50 mL yang telah diisi akuades. Larutan ditambahkan akaudes hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.5 Pembuatan Larutan KMnO_4

Padatan KMnO_4 ditimbang sebanyak 0,0395 g kedalam gelas kimia 50 mL, kemudian dilarutkan dengan sedikit akuabides. Larutan tersebut dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL, lalu dihipitkan dan dihomogenkan untuk membuat larutan KMnO_4 1 mM. Larutan dipipet sebanyak 12,5; 25; dan 37,5 mL dari larutan KMnO_4 1 mM kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuabides hingga tanda batas untuk membuat larutan KMnO_4 dengan konsentrasi 0,25; 0,5; dan 0,75mM.

2.4.6 Optimasi Konsentrasi

Larutan KMnO_4 0,25; 0,5; 0,75 mM dan 1 mM masing-masing dipipet sebanyak 40 mL kedalam empat gelas kimia, kemudian ditambahkan 1 mL ekstrak air daun mengkudu. Campuran dihomogenkan lalu dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

2.4.7 Optimasi Komposisi

Ekstrak air daun mengkudu dipipet sebanyak 1 mL kedalam 4 gelas kimia, kemudian ditambahkan dengan larutan KMnO_4 (konsentrasi optimum) sebanyak

10; 20;30; dan 40 mL. Campuran dihomogenkan lalu dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

2.4.8 Optimasi pH

Ekstrak air daun mengkudu sebanyak 1 mL dimasukkan kedalam lima gelas kimia yang berbeda. Masing-masing gelas kimia ditambahkan larutan KMnO_4 (konsentrasi dan komposisi optimum) dan diatur pada pH 8, 9, 10, dan 12 (dengan penambahan NaOH 0,5 N atau HCl 0,5 N). Campuran dihomogenkan lalu dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

2.4.9 Sintesis Nanopartikel MnO_2

Ekstrak air daun mengkudu sebanyak 1 mL ditambahkan dengan larutan KMnO_4 (konsentrasi dan komposisi optimum) kedalam Erlenmeyer 250 mL. pH larutan dikontrol dengan penambahan NaOH 0,5 N atau HCl 0,5 N hingga mencapai pH optimum. Campuran dihomogenkan lalu disentrifugasi pada kecepatan 10000 rpm selama 20 menit. Endapan yang dihasilkan dicuci menggunakan etanol dan akuabides. Endapan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 90 °C selama 4 jam. Nanopartikel MnO_2 dikalsinasi selama 3 jam pada suhu 300 °C (Joshi et al., 2020). Endapan dikarakterisasi dengan FTIR, SEM dan PSA.