

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KEBERHASILAN CAMPURAN
NANOPARTIKEL ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
DAN NIKEL PERAK (Ni-Ag) SEBAGAI ADSORPSI
*METHYL ORANGE***

Disusun dan diajukan oleh

ATIKAH KHAERUNNISA

M021201011



PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**KARAKTERISTIK KEBERHASILAN CAMPURAN
NANOPARTIKEL ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
DAN NIKEL PERAK (Ni-Ag) SEBAGAI ADSORPSI
*METHYL ORANGE***

ATIKAH KHAERUNNISA

M021201011

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN

pada

PROGRAM STUDI REKAYASA KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

SKRIPSI

KARAKTERISTIK KEBERHASILAN CAMPURAN
NANOPARTIKEL ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
DAN NIKEL PERAK (Ni-Ag) SEBAGAI ADSORPSI
METHYL ORANGE

ATIKAH KHAERUNNISA

M021201011

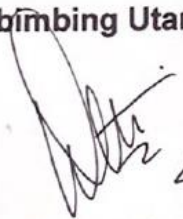
Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam
rangka penyelesaian Sarjana S-1 Rekayasa Kehutanan
pada 04 September 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

Program Studi Rekayasa Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Menyetujui,

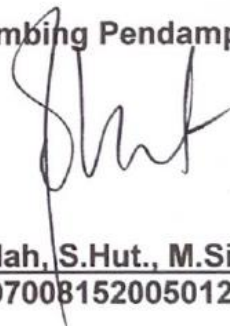
Pembimbing Utama,



4/9/24

Dr. Andi Detti Yunianti, S.Hut., M.P.
Nip. 197006061995122001

Pembimbing Pendamping,



Syahidah, S.Hut., M.Si., Ph.D.
Nip. 197008152005012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Rekayasa Kehutanan



Dr. Siti Halimah Larekeng, S.P., M.P.
Nip. 1982020920150442002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN KELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Karakteristik Keberhasilan Campuran Nanopartikel Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Nikel Perak (Ni-Ag) Sebagai Adsorpsi *Methyl Orange*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Ibu Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut., M.P. sebagai Pembimbing utama dan Ibu Syahidah, S.Hut., M.Si., Ph.D. sebagai Pembimbing pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan peraturan yang berlaku.

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

Makassar, 04 September 2024

Yang Menyatakan



Atikah Khaerunnisa

ABSTRAK

ATIKAH KHAERUNNISA. KARAKTERISTIK KEBERHASILAN CAMPURAN NANOPARTIKEL ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) DAN NIKEL PERAK (Ni-Ag) SEBAGAI ADSORPSI METHYL ORANGE di bawah bimbingan Andi Detti Yunianti dan Syahidah.

Industri tekstil menggunakan pewarna sintesis yang sulit terdegradasi. *Methyl orange* termasuk salah satu pewarna sintesis yang digunakan dan memiliki sifat karsinogenik dan mutagenic. Adsorpsi sebagai metode yang digunakan dalam pengolahan limbah cair. Nanopartikel logam umumnya digunakan sebagai bahan adsorben, tetapi memiliki kekurangan karena menghasilkan limbah kimia. *Green synthesis* dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan sebagai bahan adsorben. Eceng gondok merupakan tanaman yang mengalami pertumbuhan yang cepat dan mengandung gugus fungsional seperti COOH dan -OH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi dan keberhasilan sintesis nanopartikel campuran eceng gondok dan Ni-Ag sebagai adsorpsi limbah cair khususnya *methyl orange*. Metode penelitian dimulai dari tahapan ekstraksi sampel, sintesis Ni-AgNP, karakterisasi Ni-AgNPs untuk melihat morfologi dan gugus fungsinya dan uji keberhasilan adsorpsi *methyl orange*. Hasil penelitian menunjukkan Ni-AgNPs eceng gondok memiliki morfologi berbentuk heksagonal dan tidak beraturan dengan dimensi rata-rata panjang 0,220 μm dan lebar 0,151 μm . Gugus fungsi yang terbentuk antara lain O-H, C=O dan Ni-O hasil sintesis nanopartikel Ni-Ag eceng gondok. Ni-AgNPs eceng gondok memiliki kondisi optimum dalam menyerap larutan *methyl orange* yaitu pada pH 4, dosis 0,20 g, suhu 40°C dan durasi 30 menit.

Kata Kunci: Adsorpsi, *Eichornia crassipes*, *Methyl Orange*, Perak, Nikel.

ABSTRACT

ATIKAH KHAERUNNISA. CHARACTERISTICS OF THE SUCCESS OF A MIX OF NANOPARTICLES *Eichornia crassipes* AND NICKEL SILVER (Ni-Ag) AS METHYL ORANGE ADSORPTION di bawah bimbingan Andi Detti Yuniанти dan Syahidah.

The textile industry uses synthetic dyes that are difficult to degrade. Methyl orange is one of the synthetic dyes used and has carcinogenic and mutagenic properties. Adsorption as a method used in wastewater treatment. Metal nanoparticles are commonly used as adsorbent materials, but have the disadvantage of producing chemical waste. Green synthesis by utilizing plant extracts as adsorbent materials. *Eichornia crassipes* is a plant that experiences rapid growth and contains functional groups such as COOH and -OH. This study aims to determine the characterization and success of the synthesis of nanoparticles of *Eichornia crassipes* and Ni-Ag mixture as adsorption of liquid waste, especially methyl orange. The research method starts from the stages of sample extraction, synthesis of Ni-AgNPs, characterization of Ni-AgNPs to see their morphology and functional groups and the success test of methyl orange adsorption. The results showed that *Eichornia crassipes* Ni-AgNPs had a hexagonal and irregular morphology with an average dimension of 0.220 μm long and 0.151 μm wide. The functional groups formed include O-H, C=O and Ni-O from the synthesis of *Eichornia crassipes* Ni-Ag nanoparticles. Ni-AgNPs *Eichornia crassipes* has optimum conditions in adsorption methyl orange solution at pH 4, dose 0,20 g, temperature 40°C and duration 30 minutes.

Keywords: Adsorption, *Eichornia crassipes*, Methyl Orange, Nickel, Silver.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk dan rahmat-Nya sehingga penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “**Karakteristik Keberhasilan Campuran Nanopartikel Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Nikel Perak (Ni-Ag) Sebagai Adsorpsi *Methyl Orange***” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar kesarjanaan di Program Studi Rekayasa Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini, berbagai pihak telah banyak memberikan dorongan, bantuan, serta masukan sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Hj. St Saenab** selaku orang tua penulis, untuk beliaulah skripsi penulis ini persembahkan, terimakasih atas segala kasih sayang yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing penulis selama ini sehingga penulis dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita. Kesuksesan dan segala hal baik kedepannya akan penulis dapatkan adalah karena dan untuk mama tercinta.
2. Ibu **Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut., M.P.** selaku dosen pembimbing dan dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan bantuan yang luar biasa dalam bentuk saran dan diskusi yang mendukung perkuliahan penulis selama menempuh studi di Rekayasa Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Syahidah, S.Hut., M.Si., Ph.D.** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan inspirasi yang luar biasa dalam bentuk bimbingan maupun diskusi serta saran-saran yang mendukung pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak **Dr. Ir. Baharuddin, M.P.** dan Bapak **Dr. Kidung Tirtayasa Putra Pangestu, S.Hut., M.Si.** selaku penguji yang telah memberikan sanggahan dan saran yang mendukung penulisan skripsi ini.
5. Ibu **Zarlina Zainuddin, S.Si., M.Si.** dan Ibu **Ratna Surya Alwi, S.T., M.Si., Ph.D.** selaku pendamping yang membantu dalam proses pelaksanaan penelitian, serta telah memberikan fasilitas dan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Polimer, Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK), Badan Riset dan Inovasi Nasional, Serpong.
6. Kepada Bapak/ibu **Dosen Fakultas Kehutanan**, yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan serta **Staf Fakultas Kehutanan**, yang selalu memberikan pelayanan yang terbaik dalam pengurusan administrasi.
7. **Muh. Rabiul Makmur** selaku kakak kandung penulis, terimakasih selalu memberikan dukungan kepada penulis hingga saat ini dan selalu percaya pada mimpi serta cita-cita penulis.
8. **Besse Nur Aisyah HM, S.M.** selaku tante sekaligus sahabat penulis, terimakasih selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan penelitian penulis dengan baik serta selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama penelitian dan penulisan skripsi penulis.

9. **Silviah Maytasya** selaku partner selama perkuliahan serta pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi, terimakasih selalu menyemangati, mendengarkan, membantu dan bersabar menghadapi keluh kesah penulis, selalu menjadi teman yang setia dan selalu mendorong penulis agar percaya kalau penulis bisa menyelesaikan perkuliahan ini.
10. **Nurul Fatimah Az-Zahra** selaku sahabat penulis dari SMA, terimakasih selalu menyemangati dan mengapresiasi penulis untuk menyelesaikan penelitian penulis dengan baik serta selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama penelitian dan penulisan skripsi penulis.
11. **Chery Pratiwi Irwan, Fatin Salsabila Putri Yuki, Rahmah Dini Irhamna Paradita, Devi Syafirah, Tri Hardianesti, Mutiara, Anastasya Ramadhani, Nurul Intan, Hanastasya Rochbeind** selaku teman penulis, terimakasih telah membantu selama proses penulisan skripsi dan memberikan dukungan kepada penulis.
12. Keluarga besar **Rekayasa Kehutanan 2020** untuk segala bantuan dan motivasi selama perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan yang dilakukan oleh penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan bagi penulis sendiri. Serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang lebih baik. Semoga Allah SWT. senantiasa melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya kepada kita semua.

Makassar, 04 September 2024
Yang Menyatakan

Atikah Khaerunnisa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAM PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Landasan Teori.....	2
BAB II METODE PENELITIAN	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat Penelitian.....	5
2.3 Bahan Penelitian	5
2.4 Alur Penelitian	5
2.5 Prosedur Penelitian	6
2.5.1 Ekstraksi Sampel.....	6
2.5.2 Sintesis Ni-AgNP	6
2.5.3 Karakterisasi Ni-AgNPs	6
2.5.4 Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> dengan Variasi	6
2.5.4.1 Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Variasi pH.....	6
2.5.4.2 Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Variasi Dosis.....	7
2.5.4.3 Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Variasi Suhu	7
2.5.4.4 Adsorpsi <i>Methyl Orange</i> Variasi Durasi	7
2.5.5 Analisis Data.....	7
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Sintesis Ni-Ag Eceng Gondok	8
3.2 Karakterisasi Ni-AgNPs Eceng Gondok	9
3.2.1 Morfologi dan Dimensi Ni-AgNPs Eceng Gondok.....	9
3.2.2 Gugus Fungsi Ni-AgNPs Eceng Gondok.....	9
3.3 Keberhasilan Adsorpsi <i>Methyl Orange</i>	10
3.3.1 Variasi pH.....	10
3.3.2 Variasi Dosis.....	12
3.3.3 Variasi Suhu	13
3.3.4 Variasi Durasi	15
BAB IV KESIMPULAN.....	17
4.1 Kesimpulan.....	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN.....	22

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Alur penelitian	5
2. (a) Larutan ekstrak eceng gondok dengan Ni-Ag dan (b) larutan setelah penambahan NaOH dengan pH 12.....	8
3. Endapan (a) sebelum di oven dan (b) setelah di oven	8
4. Karakterisasi morfologi dan dimensi partikel Ni-AgNps eceng gondok pada pembesaran (a) 25.000 kali dan (b) 75.000 kali	9
5. Analisis FTIR pada Ni-AgNPs eceng gondok.....	10
6. (a) Larutan MO dan (b) larutan MO dengan penambahan adsorben	11
7. Grafik pengaruh pH pada adsorpsi larutan MO.....	11
8. (a) Larutan MO dan (b) larutan MO dengan penambahan adsorben	12
9. Grafik pengaruh dosis pada adsorpsi larutan MO	13
10. (a) Larutan MO dan (b) larutan MO dengan penambahan adsorben.....	14
11. Grafik pengaruh suhu pada adsorpsi larutan MO	14
12. (a) Larutan MO dan (b) larutan MO dengan penambahan adsorben.....	15
13. Grafik pengaruh durasi pada adsorpsi larutan MO	16

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Analisis Data Pengukuran Adsorpsi MO	23
2. Pengukuran Partikel Ni-AgNPs Eceng Gondok.....	23
3. Indikator Warna Hasil Adsorpsi	24
4. Dokumentasi Kegiatan Proses Sintesis Ni-AgNPs Eceng Gondok	25
5. Dokumentasi Kegiatan Proses Adsorpsi MO	25

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar industri tekstil saat ini menggunakan pewarna sintetis dengan alasan murah, tahan lama, mudah diperoleh, dan mudah dalam penggunaan. Penggunaan pewarna tekstil sintetis menimbulkan masalah, yakni limbah yang dihasilkan yaitu pewarna azo seperti *methyl blue*, *methyl orange* dan *methyl red* masih berwarna dan sulit terdegradasi. Sebelum limbah pewarna tekstil dibuang terlebih dahulu harus diolah, karena selama proses pewarnaan 10% hingga 15% dari zat warna tekstil yang digunakan akan terbuang bersama limbah (Naimah et al., 2014).

Zat warna termasuk salah satu pencemar yang sulit terdegradasi karena mudah larut dalam air. Zat warna terdiri dari senyawa yang mengandung gugus benzena seperti senyawa azo dan turunannya. Senyawa azo memiliki sifat karsinogenik dan mutagenik yang dapat menyebabkan penyakit. *Methyl orange* (MO) adalah senyawa azo yang populer di industri tekstil. Kehadiran MO dalam perairan dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman karena berkurangnya serapan cahaya matahari, oleh karena itu jumlah MO dalam perairan harus dikurangi (Pratiwi et al., 2020).

Adsorpsi merupakan metode yang cukup efektif untuk pengolahan limbah cair karena metode ini lebih umum dipakai dan memiliki konsep yang sederhana, dapat diregenerasi dan ekonomis. Proses adsorpsi secara umum diartikan sebagai suatu proses dimana suatu partikel pada larutan melekat pada permukaan material adsorpsi (adsorben). Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben (Tudjuka et al., 2017). Proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya dosis adsorben, pH, waktu kontak dan suhu (Pratiwi et al., 2020). Semakin tinggi dosis adsorben, maka persentase adsorpsi akan meningkat (Alqadami et al., 2017). Perubahan pH dapat mengubah sifat adsorben sehingga mempengaruhi proses adsorpsi (Raditya dan Hendiyanto, 2016). Peningkatan waktu kontak dapat meningkatkan persentase adsorpsi, tetapi jika waktu kontak melebihi batas optimum, maka persentase adsorpsi dapat menurun (Salmariza et al., 2016). Peningkatan suhu dapat meningkatkan energi kinetik yang memungkinkan adsorben lebih efektif dalam mengadsorpsi (Aisyahlika et al., 2018).

Nanopartikel logam mendapat banyak perhatian oleh peneliti karena ukurannya yang seragam dan distribusinya dalam dimensi skala nano 10-100 nm. Karakterisasi ini memungkinkan berbagai aplikasi praktis, khususnya di bidang pengolahan air limbah untuk menghilangkan polutan anorganik dengan efisiensi tinggi dan waktu lebih singkat. Nanopartikel bimetalik merupakan nanopartikel yang dibuat dengan menggabungkan dua logam (Yonan et al., 2022). Penelitian yang telah dilakukan oleh Riaz et al., (2020) bimetalik Ni-Ag (Nikel dan Perak) yaitu mensintesis campuran tanaman siwak dengan Ni-Ag untuk digunakan sebagai antioksidan dalam pengolahan air limbah industri.

Nanopartikel Ni-Ag secara umum dapat disintesis dengan menggunakan metode fisika dan kimia, akan tetapi metode ini mempunyai banyak kelemahan, diantaranya penggunaan bahan berbahaya yang bisa menyebabkan pencemaran lingkungan, menghasilkan limbah yang beracun dan membutuhkan energi yang tinggi (Cahyani, 2023). Sintesis nanopartikel (NPs) dengan organisme hidup, seperti mikroorganisme (seperti jamur), ekstrak tumbuhan atau biomassa tumbuhan, dapat dijadikan adsorben untuk mengurangi pengolahan limbah cair. Proses sintesis nanopartikel dengan ekstrak tumbuhan disebut *green synthesis* (Tjiang et al., 2019).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada perairan yang dalam atau mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada perairan yang dangkal. Eceng gondok berkembangbiak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7 - 10 hari. Satu batang eceng gondok dalam waktu 52 hari mampu berkembang seluas 1 m², dan dalam waktu 1 tahun mampu menutup area seluas 7 m² (Bakhtiar et al., 2013). Populasi eceng gondok yang terlalu banyak dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti terganggunya biota air yang ada dibawahnya, bahkan apabila sudah terlalu banyak dapat menyebabkan sedimentasi (Wijaya, 2018).

Bunga eceng gondok berwarna ungu muda (lila) dan banyak dimanfaatkan sebagai bunga potong (Ratnani et al., 2011). Serat batang dari tanaman eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai papan serat karena memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup tinggi (Wijaya, 2018). Manfaat lain dari eceng gondok yang dapat dimanfaatkan adalah daunnya yang dapat dijadikan bahan baku adsorben. Adsorben yang dibuat dari tanaman eceng gondok mengandung gugus fungsional seperti karboksil (COOH) dan hidroksil (-OH) yang berfungsi sebagai situs aktif adsorpsi logam. Kedua gugus tersebut dapat berperan sebagai penukar ion dan sebagai adsorben terhadap logam berat dalam air limbah (Shofiyani & Gusrizal, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakterisasi dan keberhasilan sintesis nanopartikel campuran eceng gondok dan Ni-Ag sebagai adsorpsi limbah cair, khususnya MO. Karakterisasi sintesis nanopartikel campuran eceng gondok dan Ni-Ag diamati morfologi dan gugus fungsinya. Keberhasilan sintesis nanopartikel dihitung dengan berbagai pH, dosis, suhu dan durasi. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan memanfaatkan tanaman eceng gondok di perairan yang bersifat gulma.

1.2 Landasan Teori

Eceng gondok merupakan tumbuhan air yang memiliki pertumbuhan sangat cepat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik, seperti dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, juga mengandung protein lebih dari 11,5%, dan mengandung selulosa sebesar 64,51% sebagai penyusun utama. Selulosa mempunyai gugus OH terikat yang dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat, adanya gugus OH pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut (Abdullah,

2021). Hasil penelitian menunjukkan bahwa eceng gondok dalam keadaan segar memiliki kandungan air 92,6%, abu 0,44%, dan serat kasar 2,09%. Sedangkan, dalam keadaan kering, eceng gondok memiliki kandungan silika 5,56%, selulosa 64,51%, lignin 7,69%, pentosan 15,61%, dan abu 12% (Wibowo et al., 2021).

Nikel adalah logam transisi dengan sifat atom nomor 28, massa atom 58,6934, dan massa jenis 8,902 g/cm³ pada 25°C. Nikel memiliki banyak sifat unik, termasuk keuletan, kelenturan, konduktivitas listrik, kekuatan mekanik, reaktivitas yang rendah, dan ketahanan korosi. Nanopartikel nikel menjadi material yang menarik di banyak bidang ilmu karena karakteristiknya yang disebutkan di atas. Secara umum, fisika, biologis, dan kimia adalah metode yang digunakan untuk sintesis nanopartikel nikel. Sintesis nanopartikel Ni, di sisi lain, jauh lebih kompleks karena kecenderungannya yang mudah teroksidasi di udara menjadi NiO, Ni₂O₃, Ni(OH)₂, atau NiOOH (Hassan et al., 2023).

Nanopartikel Ag adalah bidang penelitian yang berkembang dalam ilmu material. Karena sifat, ukuran, dan bentuk nanopartikel Ag yang unik, sehingga dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti teknologi, sains, dan biomedis (Qurrataayun et al., 2022). Logam Ag memiliki kemampuan untuk merusak dinding sel dan menghambat pertumbuhan sel (Purnamasari et al., 2021). Sintesis nanopartikel Ag menggunakan ekstrak tumbuhan dapat berfungsi sebagai bioreduktor dan termasuk metode sintesis yang sederhana (Nalawati et al., 2021).

MO adalah senyawa azo yang umum digunakan dalam industri tekstil. Rumus molekul MO adalah C₁₄H₁₄N₃NaO₃S, yang terdiri atas asam sulfanilat dan N,N-dimetilanilini. Karena mengalami perubahan warna saat pH berubah, MO menjadi indikator pH yang populer, sehingga digunakan untuk titrasi asam basa. Karena bersifat toksik dan mutagenik, MO sangat berbahaya bagi tubuh (Pratiwi et al., 2020).

Zat warna dalam perairan dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman yang menyebabkan berkurangnya kadar oksigen dalam air oleh karena itu jumlah MO dalam perairan harus dikurangi (Pratiwi et al., 2020). MO memiliki sifat yang stabil sehingga mempunyai biodegradabilitas yang rendah dan dapat terlarut dalam air. Akibatnya, sulit untuk menyingkirkannya dari larutan cair dengan metode pemurnian atau pengolahan air biasa (Sylvia et al., 2022).

Adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben (Kardiman et al., 2019). Pada adsorpsi ada yang disebut adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi et al., 2020). Salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah luas permukaan adsorben. Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif (Kasturi dan Sartika, 2019).

Salah satu kelebihan metode adsorpsi adalah bahwa tidak memberikan efek samping berupa zat beracun, sangat mudah dilakukan dan sangat efektif dan efisien. Kandungan utama suatu adsorben berasal dari bahan alam seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Gugus fungsi selulosa, yang terdiri dari karboksil dan hidroksil, memungkinkan selulosa untuk mengikat ion logam (Takarani et al., 2019).

Proses adsorpsi terjadi akibat interaksi antara zat warna dan gugus fungsi dari polimer-polimer tersebut (seperti -OH dan -COOH) (Rahadi et al., 2019).

Nanopartikel logam dapat digunakan pada bidang pengolahan air limbah untuk menghilangkan polutan (Yonan et al., 2022). Nikel (Ni) dan perak (Ag) termasuk logam yang digunakan sebagai bahan adsorben. Nanopartikel nikel banyak digunakan karena memiliki sifat unik, termasuk keuletan, kelenturan, konduktivitas listrik, kekuatan mekanik, reaktivitas yang rendah, dan ketahanan korosi (Hassan et al., 2023). Sedangkan, nanopartikel Ag memiliki kemampuan untuk merusak dinding sel dan menghambat pertumbuhan sel (Purnamasari et al., 2021). Tetapi, penggunaan nanopartikel logam saja sebagai adsorpsi berbahaya karena menggunakan banyak bahan logam yang dapat menjadi limbah yang beracun (Cahyani, 2023). Oleh karena itu, dilakukan sintesis nanopartikel Ni-Ag dengan ekstrak tumbuhan sebagai adsorben dan metode sintesis termasuk metode yang sederhana (Nalawati et al., 2021).

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai Desember 2023. Adapun lokasi pengambilan sampel eceng gondok yaitu di Situ Cibinong, Kec. Cibinong, Kab. Bogor, Jawa Barat. Sedangkan, untuk ekstraksi sampel, sintesis nanopartikel Ni-Ag, karakterisasi sintesis nanopartikel Ni-Ag dan adsorpsi MO dengan variasi pH, dosis, suhu dan durasi dilaksanakan di Laboratorium Polimer, Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK), Badan Riset dan Inovasi Nasional, Serpong.

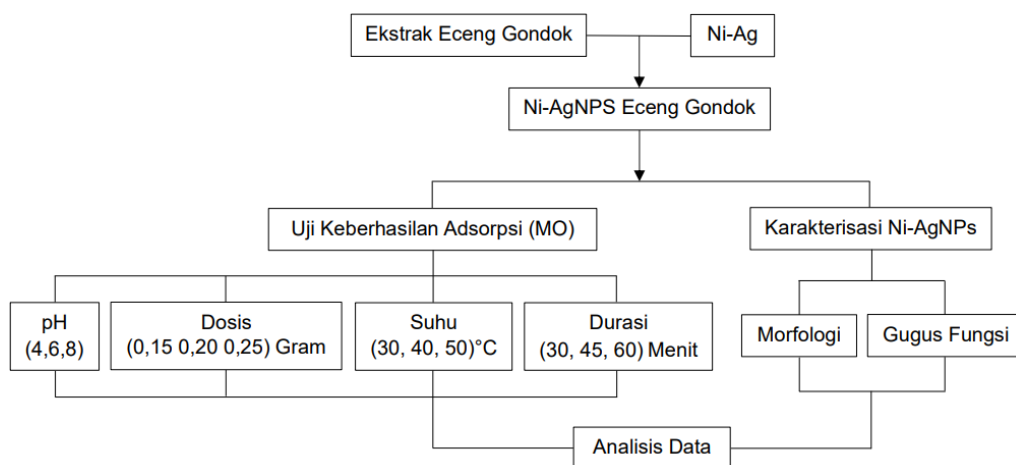
2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat gelas laboratorium, timbangan analitik, sentrifugasi, pH meter, mikropipet, cawan Petri, corong gelas, spatula, *mortar pestle*, *magnetic stirrer*, pipet tetes, *hot plate stirrer*, pompa vakum, *water bath shaker*, blender, spektrofotometer UV-Vis, *Field Emission Scanning Electron Microscope* (FE-SEM) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

2.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun eceng gondok, *methyl orange*, aquades, AgNO_3 , Ni(OH)_2 , NaOH, HCl, tip, kertas saring Whatman no.01 dan *aluminium foil*.

2.4 Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

2.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mulai dari proses ekstraksi sampel, sintesis Ni-AgNP, karakterisasi Ni-AgNPs, hingga adsorpsi MO mengacu pada Yonan et al., (2022).

2.5.1 Ekstraksi Sampel

Daun eceng gondok dicuci hingga bersih dengan air mengalir dan dikeringkan pada suhu ruang, setelah itu dihaluskan menggunakan blender dan ditimbang sebanyak 30 gram. Setelah itu dimasukkan ke dalam *beaker glass* 1.000 ml dan ditambahkan 300 ml aquades lalu dipanaskan selama 45 menit dengan suhu 80°C dengan pengadukan konstan. Setelah itu dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring Whatman No. 01 dan sentrifugasi selama 10 menit dengan 4.000 rpm untuk menghasilkan ekstrak air daun eceng gondok yang digunakan untuk sintesis nanopartikel Ni-Ag.

2.5.2 Sintesis Ni-AgNP

Sebanyak 4,2 g serbuk Ni(OH)₂ dan 2,4 g serbuk AgNO₃ dilarutkan ke dalam 300 ml aquades dan diaduk secara konstan di atas *hot plate stirrer* dengan kecepatan 650 rpm selama 10 menit. Setelah itu larutan Ni-Ag dicampur dengan 300 ml ekstrak air daun eceng gondok dan ditambahkan NaOH perlahan hingga mencapai pH 12, kemudian dipanaskan dan diaduk di atas *hot plate stirrer* dengan suhu 70°C dengan kecepatan 650 rpm hingga terjadi perubahan warna. Setelah itu larutan disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, kemudian endapan hasil sentrifugasi dikeringkan di oven selama 4 jam dengan suhu 60°C.

2.5.3 Karakterisasi Ni-AgNPs

Karakterisasi eceng gondok Ni-AgNPs menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscope* (FE-SEM) untuk melihat morfologi serta dimensi ukuran dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk melihat gugus fungsi. Untuk pengukuran dimensi partikel Ni-AgNPs eceng gondok dilakukan dengan metode seleksi bebas, sebagaimana yang telah dilakukan oleh Visser et al., (2023).

2.5.4 Adsorpsi Methyl Orange dengan Variasi

2.5.4.1 Adsorpsi Methyl Orange Variasi pH

Adsorben eceng gondok Ni-AgNPs sebanyak 0,001 g dimasukkan ke dalam botol vial 20 ml, kemudian ditambah 10 ml larutan MO 20 ppm dan diatur variasi pH (4, 6, dan 8). Campuran tersebut diaduk menggunakan *water bath shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm dengan suhu ruang. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kertas saring dan disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, kemudian filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.

2.5.4.2 Adsorpsi *Methyl Orange* Variasi Dosis

Variasi dosis adsorben (0,15 0,20 dan 0,25) g dicampurkan dengan 10 ml larutan MO 20 ppm dengan pH optimum. Campuran tersebut diaduk menggunakan *water bath shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm dengan suhu ruang. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kertas saring dan disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, kemudian filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.

2.5.4.3 Adsorpsi *Methyl Orange* Variasi Suhu

Adsorben dengan pH dan dosis yang optimum dicampurkan dengan 10 ml larutan MO 20 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *water bath shaker* selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm dengan variasi suhu (30, 40 dan 50)°C. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kertas saring dan di sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, kemudian filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.

2.5.4.4 Adsorpsi *Methyl Orange* Variasi Durasi

Adsorben dengan pH dan dosis yang optimum dicampurkan dengan 10 ml larutan MO 20 ppm. Campuran tersebut diaduk menggunakan *water bath shaker* dengan durasi (30, 45 dan 60) menit dan kecepatan 150 rpm dengan suhu optimum. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kertas saring dan disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, kemudian filtratnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.

2.5.5 Analisis Data

Filtrat hasil adsorpsi pH, dosis, suhu dan durasi yang optimum diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui nilai adsorpsinya. Nilai adsorpsi dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\text{adsorpsi (\%)} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100$$

Keterangan:

C_i = Konsentrasi awal (mg/L)

C_e = Konsentrasi akhir (mg/L)