

***GREEN SYNTHESIS* NANOPARTIKEL KOMPOSIT  
MAGNETIT ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs)/CDs MENGGUNAKAN  
FERROSULFAT DAN FERRIKLORIDA SERTA  
*BLACK LIQUID* LIMBAH PENYULINGAN  
NILAM DAN ARANG AKTIF BAMBU**



**OLEH**

**KETUT ARYA WISNAWA**

**2113081007**

**PROGRAM STUDI KIMIA JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

**SINGARAJA**

**2025**



***GREEN SYNTHESIS* NANOPARTIKEL KOMPOSIT  
MAGNETIT (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-NPs)/CDs MENGGUNAKAN  
FERROSULFAT DAN FERRIKLORIDA SERTA  
*BLACK LIQUID* LIMBAH PENYULINGAN  
NILAM DAN ARANG AKTIF BAMBU**

**SKRIPSI**



**PROGRAM STUDI KIMIA JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUANA ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
SINGARAJA  
2025**

## **SKRIPSI**

### **DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA KIMIA**

**Menyetujui**

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. rer. nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc.  
NIP. 196912311994031012



Dr. Gede Agus Beni Widana, S.Si., M.Si.  
NIP. 198005062006041002

Skripsi oleh Ketut Arya Wisnawa ini  
telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal 9 Juli 2025

Dewan Penguji,



Prof. Dr. rer. nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc.  
NIP. 196912311994031012

(Ketua)



Dr. Gede Agus Beni Widana, S.Si., M.Si.  
NIP. 198005062006041002

(Anggota)



Prof. Dr. I Dewa Ketut Sastrawidana, S.Si., M.Si.  
NIP. 196804171995011001

(Anggota)



Dr. rer. nat. I Gusti Ngurah Agung Suryaputra, S.T., M.Sc.  
NIP. 197712172003121002

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Pendidikan Ganesha.  
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana kimia

Pada:

Hari : Rabu.....

Tanggal : 25 Juli 2025

**Mengetahui,**

Ketua Ujian,

Sekretaris Ujian,



Dr. I Wayan Puja Astawa, S.Pd., M.Stat.Sci.  
NIP. 196901161994031001



Ni Luh Putu Ananda Saraswati, S.Si., M.Si.  
NIP. 199410022019032013

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. I Wayan Sukra Warpala, S.Pd., M.Sc.  
NIP. 196710131994031001

### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Green Synthesis Nanopartikel Komposit Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Nps}$ )/CDs Menggunakan Ferrosulfat dan Ferriklorida Serta Black Liquid Limbah Penyulingan Nilam Dan Arang Aktif Bambu” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 23 Juli 2025.  
Yang membuat pernyataan



Ketut Arya Wisnawa



## PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya-lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “***Green Synthesis Nanopartikel Komposit Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Nps)/CDs Menggunakan Ferrosulfat dan Ferriklorida Serta Black Liquid Limbah Penyulingan Nilam dan Arang Aktif Bambu***”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan mencapai gelar Sarjana Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dukungan baik berupa moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof.Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha atas dukungan dan kebijakan dalam mendukung kelancaran pelaksanaan studi dan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. I Wayan Sukra Warpala, S.Pd., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Ganesha atas fasilitas yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
3. Bapak Prof.Dr. I Nyoman Suardana, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Pendidikan Ganesha atas arahan, kebijakan, serta dukungan yang telah diberikan dalam menyelesaikan studi di Program Studi Kimia.
4. Ibu Ni Luh Putu Ananda Saraswati, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Kimia Universitas Pendidikan Ganesha atas motivasi serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama proses akademik.
5. Bapak Prof.Dr. I Wayan Muderawan, M.S., selaku Pembimbing Akademik atas perhatian, dukungan, serta arahannya yang selalu membantu dalam perjalanan akademik penulis.
6. Bapak Prof.Dr.rer.nat. I Wayan Karyasa, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing I yang telah memberikan perhatian, bimbingan, dan dukungan penuh yang tidak ternilai kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.



7. Bapak Dr. Gede Agus Beni Widana, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan saran, dan masukan selama proses penelitian yang sangat berarti kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Bapak/Ibu Staf Dosen dan Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) di lingkungan Jurusan Kimia atas ilmu dan bantuan teknis yang diberikan selama proses perkuliahan dan penelitian ini.
9. Orang tua, kakak dan adik tercinta atas segala dukungan yang telah diberikan, dalam bentuk doa, semangat, serta bantuan materi. Dengan segala keterbatasan, mereka tetap berjuang tanpa lelah demi pendidikan penulis, agar penulis dapat meraih kehidupan yang lebih baik. Segala bentuk pengorbanan dan kasih sayang mereka menjadi fondasi penting dalam penyelesaian studi ini.
10. Rekan-rekan mahasiswa dan sahabat seperjuangan Ferdi, Vira, Diana, Sagung, dan Tari, atas kebersamaan, dukungan, dan cerita-cerita indah yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini. Tidak hanya memberikan semangat, tetapi juga menjadikan proses ini penuh makna dan kenangan yang tak terlupakan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi isi maupun penyajian, yang tidak lepas dari keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Singaraja, 23 Juli 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                                                | HALAMAN |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ABSTRAK .....                                                                                  | vii     |
| PRAKATA .....                                                                                  | ix      |
| DAFTAR ISI .....                                                                               | xii     |
| DAFTAR TABEL .....                                                                             | xiii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                            | xiv     |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                                          | xv      |
| <br>BAB I PENDAHULUAN .....                                                                    | <br>1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                                       | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                                      | 3       |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                                    | 4       |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                                                   | 4       |
| <br>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                                                | <br>5   |
| 2.1 <i>Green Synthesis</i> .....                                                               | 5       |
| 2.2 Nanopartikel .....                                                                         | 6       |
| 2.3 Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) .....                                                 | 6       |
| 2.4 Limbah Cair Penyulingan Nilam .....                                                        | 9       |
| 2.5 Carbon Dots (CDs) .....                                                                    | 10      |
| 2.6 <i>Magnetic Hyperthermia</i> .....                                                         | 11      |
| 2.7 Penelitian Relevan .....                                                                   | 12      |
| 2.8 Karakterisasi .....                                                                        | 13      |
| 2.8.1 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR) .....                              | 13      |
| 2.8.2 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> (SEM-EDX) ..... | 14      |
| 2.8.3 X-Ray Diffraction (XRD) .....                                                            | 14      |
| 2.8.4 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM) .....                                         | 15      |
| 2.9 Kerangka Berpikir .....                                                                    | 15      |
| <br>BAB III METODE PENELITIAN .....                                                            | <br>17  |
| 3.1 Desain Penelitian .....                                                                    | 17      |
| 3.2 Alat, Bahan, dan Instrumen .....                                                           | 18      |

|                                                                            |        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|
| 3.3 Prosedur Penelitian.....                                               | 18     |
| 3.3.1 Uji Fitokimia <i>Black Liquid</i> .....                              | 18     |
| 3.3.2 Sintesis Hijau <i>Carbon Dots</i> (CDs).....                         | 18     |
| 3.3.3 Sintesis Hijau Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -NPs.....              | 19     |
| 3.3.4 Fabrikasi Nanokomposit Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -NPs/CDs ..... | 19     |
| 3.4 Analisis Data .....                                                    | 19     |
| 3.4.1 Karakterisasi Gugus Fungsional (FTIR) .....                          | 19     |
| 3.4.2 Karakterisasi Morfologi (SEM-EDX).....                               | 20     |
| 3.4.3 Karakterisasi Struktur Kristal (XRD).....                            | 20     |
| 3.4.4 Karakterisasi Sifat Magnetik (VSM) .....                             | 20     |
| <br>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                      | <br>21 |
| 4.1 Uji Fitokimia .....                                                    | 21     |
| 4.2 Karakterisasi FTIR .....                                               | 22     |
| 4.3 Karakterisasi XRD .....                                                | 23     |
| 4.4 Karakterisasi SEM-EDS .....                                            | 25     |
| 4.5 Karakterisasi VSM.....                                                 | 27     |
| <br>BAB V PENUTUP.....                                                     | <br>30 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                       | 30     |
| 5.2 Saran.....                                                             | 31     |
| <br>DAFTAR PUSTAKA .....                                                   | <br>32 |
| LAMPIRAN.....                                                              | 39     |

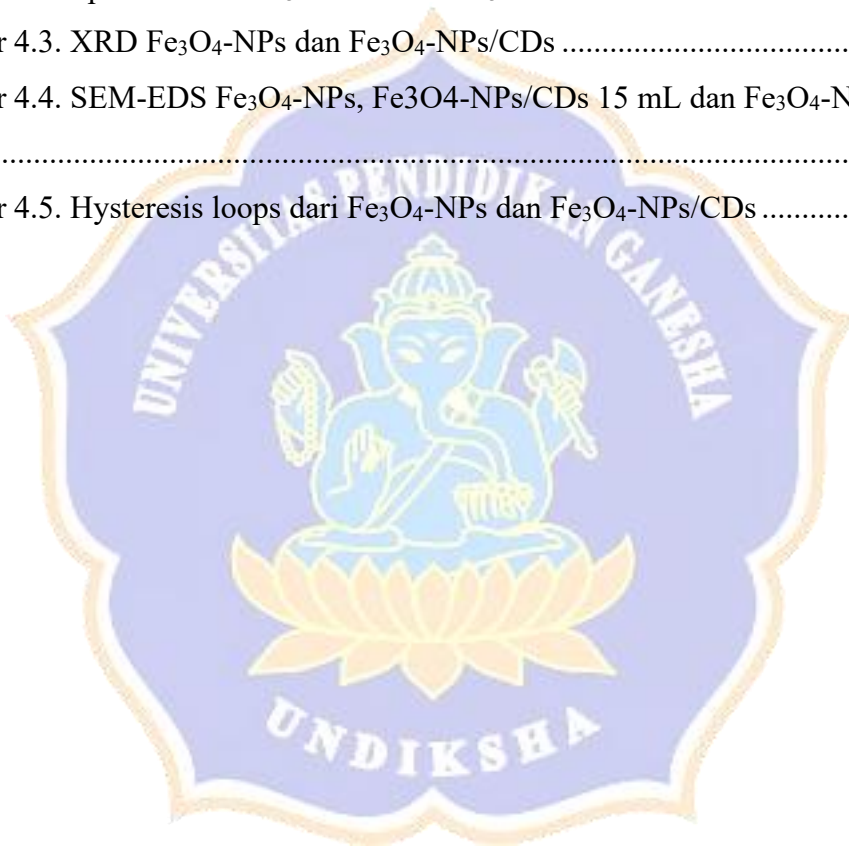
## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                                                                                         | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Sifat-sifat magnetit (Daoush, 2017 ; Ganapathe dkk., 2020).....                                                                    | 7       |
| Tabel 2.2. Distribusi spin momen magnetik dari ion $\text{Fe}^{2+}$ dan $\text{Fe}^{3+}$ dalam unsur sel magnetit.....                        | 8       |
| Tabel 2.3. Material CDs .....                                                                                                                 | 10      |
| Tabel 4.1. Ukuran kristalit, parameter kisi, dan volume unit sel dari $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs ..... | 24      |
| Tabel 4.2. Sifat magnetik $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs .....                                             | 28      |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                                                    | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1. Struktur kristal $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Sumber: Materials Project (ID: mp-19306)...                                        | 7       |
| Gambar 2.2. Hysteresis loop dari material magnetik.....                                                                                   | 9       |
| Gambar 2.3. Mekanisme pembangkitan panas (Suriyanto dkk., 2017) .....                                                                     | 12      |
| Gambar 2.4. Kerangka berpikir.....                                                                                                        | 16      |
| Gambar 3.1. Desain penelitian .....                                                                                                       | 17      |
| Gambar 4.1. Uji fitokimia senyawa (a) Flavonoid dan (b) Tanin .....                                                                       | 21      |
| Gambar 4.2. Spektra FTIR $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs .....                                          | 22      |
| Gambar 4.3. XRD $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs .....                                                   | 24      |
| Gambar 4.4. SEM-EDS $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs, $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs 15 mL dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs 30 mL ..... | 26      |
| Gambar 4.5. Hysteresis loops dari $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs dan $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -NPs/CDs .....                                 | 28      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                       | Halaman |
|------------------------------------------------|---------|
| Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan..... | 39      |
| Lampiran 2. Persamaan Scherrer .....           | 39      |
| Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....        | 40      |
| Lampiran 4. Karakterisasi Nanopartikel .....   | 42      |
| Lampiran 5. Riwayat Hidup.....                 | 50      |
| Lampiran 6. Pernyataan .....                   | 51      |

