

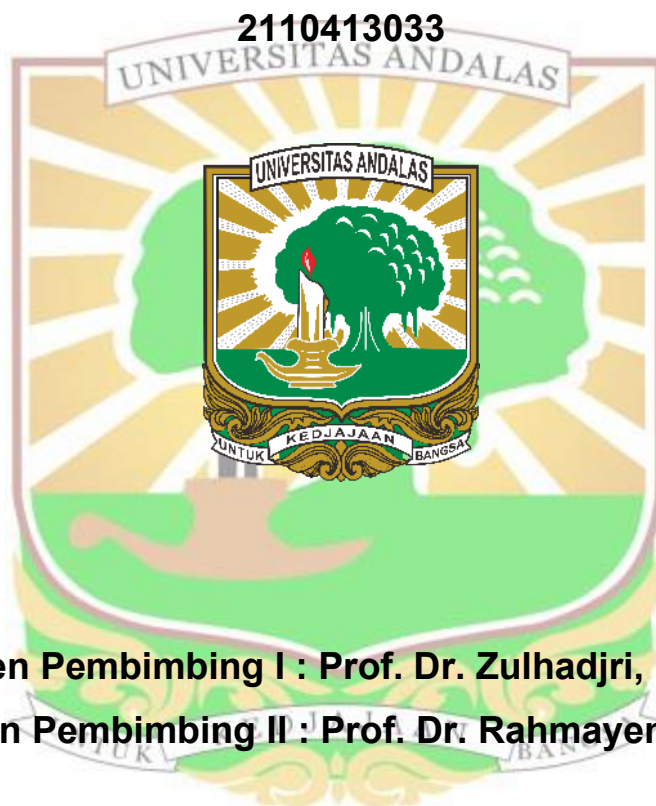
**PENGARUH DOPING La^{3+} PADA SPINEL FERIT MnFe_2O_4 HASIL
GREEN SYNTHESIS TERHADAP STRUKTUR DAN AKTIVITAS
PENGHILANGAN ZAT WARNA *DIRECT RED 81***

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

MUHAMMAD AULIA FIKRI

2110413033



Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng

Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si

**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG

2026

**PENGARUH DOPING La^{3+} PADA SPINEL FERIT MnFe_2O_4 HASIL
GREEN SYNTHESIS TERHADAP STRUKTUR DAN AKTIVITAS
PENGHILANGAN ZAT WARNA *DIRECT RED 81***

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh:

MUHAMMAD AULIA FIKRI

2110413033



Skrripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Sarjana Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas

**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN

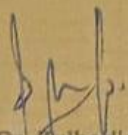
LEMBARAN PENGESAHAN

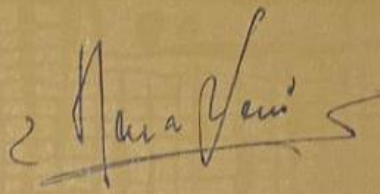
Pengaruh Doping La^{3+} pada Spinel Ferit MnFe_2O_4 Hasil *Green Synthesis* terhadap Struktur dan Aktivitas Penghilangan Zat Warna *Direct Red 81* merupakan skripsi yang diajukan oleh Muhammad Aulia Fikri (2110413033) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata-1/S1) pada Program Sarjana Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

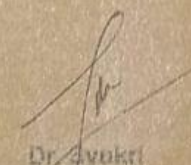
Pembimbing II


Prof. Dr. Zuhadiri, M.Eng
NIP. 197102051997021001


Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si
NIP. 196310101989012001

Mengetahui:

Kelua Departemen Kimia

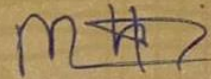

Dr. Avokri
NIP. 197207121999031002

LEMBAR PERNYATAAN

LEMBAR PERNYATAAN

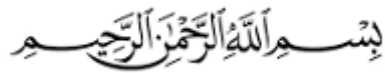
Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Padang, 12 Juni 2026



Muhammad Aulia Fikri

HALAMAN PERSEMBAHAN



Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan kekuatan yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tanpa ridha-Nya, segala upaya dan perjuangan ini takkan mungkin tercapai. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, teladan mulia yang telah menerangi jalan kehidupan manusia dari kegelapan menuju cahaya ilmu dan keimanan.

Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh cinta kepada kedua orang tua, papa Zulfikri dan mama Teti Elfia, yang selalu mendukung dengan cinta dan kasih sayang setiap langkah penulis. Terimakasih untuk segala doa yang tidak pernah berhenti dilangitkan, pengorbanan yang tak ternilai dengan tulus dan ikhlas, sehingga menjadi sumber kekuatan yang mengiringi perjalanan penulis.

Teruntuk adik-adik penulis Mutiara Rahmah Zute, Mufidah Ghaniyyah Zute, Mumtazah Nabilah Zute (Almh), yang kehadirannya menjadi alasan dan salah satu sumber motivasi untuk terus bangkit dan berjuang. Semog akita tumbuh menjadi pribadi yang berbakti, membanggakan keluarga, serta sukses di dunia dan akhirat.

Terima kasih juga kepada diri penulis sendiri atas setiap langkah yang telah dijejakkan, atas setiap usaha yang telah diupayakan. Untuk setiap air mata yang jatuh dan setiap keraguan yang menghantui, terima kasih karena sudah mampu bertahan hingga titik ini. Semoga langkah ini menjadi awal dari perjalanan panjang menuju mimpi-mimpi yang lebih besar.

HALAMAN PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Doping La^{3+} pada Spinel Ferit MnFe_2O_4 Hasil *Green Synthesis* terhadap Struktur dan Aktivitas Penghilangan Zat Warna *Direct Red 81*”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S1) pada Program Sarjana Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Syukri, M.Si. selaku Ketua Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.
2. Ibu Dr. Imelda, M.Si. selaku Sekretaris Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.
3. Ibu Dr. rer. nat, Syafrizayanti, M.Si. selaku Ketua Program Studi S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.
4. Bapak Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan ilmu, arahan, serta dukungan dan motivasi yang sangat berarti bagi penulis selama menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Eng. Yulia Eka Putri, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, saran, dan dukungan kepada penulis selama menjalankan perkuliahan di Departemen Kimia.
6. Bapak Dr. Syukri, M.Si., Ibu Prof. Dr. Yulia Eka Putri, M.Si., dan Bapak Dr. Tio Putra Wendari sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang berharga kepada penulis untuk menyempurnakan skripsi ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh Analis Laboratorium dan Tenaga Kependidikan Departemen Kimia yang telah membantu penulis selama proses penelitian dan perkuliahan.
9. Papa dan Mama tercinta, Papa Zulfikri dan Mama Teti Elfia senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial.
10. Sahabat satu bimbingan yaitu Ahmad Zaki Habibullah dan Khafifah yang telah banyak membantu selama proses penelitian ini.

11. Kakak satu bimbingan dan senior yang sudah terasa seperti teman selama penelitian yaitu Nurul Pratiwi, Ashta Varan Akhmad, Muhammad Agung Andri, dan Ahmad Ridha yang telah membantu, memberikan ilmu, serta menjadi tempat bertanya selama proses bimbingan dan penelitian sehingga terselesaikan nya tugas akhir ini.
12. Teman-teman grup mentoring Muslim Cendikia (Afip, Ahmad, Akmal, Eris, Giffari, Ibnu, Irgian, Kevin, Kholik, Rayhan, Uu), dan Mentor (pak Aad) yang turut memberikan semangat, mengingatkan kebaikan selama proses menyelesaikan skripsi.
13. Sahabat dan adik-adik seperjuangan di Presidium BEM KM FMIPA UNAND Kabinet INISIATIF terutama untuk inti (Firdan Mellanie, Risha) yang telah menemani penulis selama berproses dan menjalankan kepengurusan sampai selesai.
14. Kakak, adik, dan sobat dikementrian PSDM BEM KM UNAND Kabinet Integral tempat pertama penulis berproses dan mengembangkan diri hingga penulis bisa menjadi sosok pemimpin seperti sekarang.
15. Sobat Presidium LKMM TM-SI 2023 tempat pertama kali penulis berproses menjadi sosok pemimpin yang menjalankan kepanitiaan nasional dengan seluruh presidium dan tim yang hebat dan tak kenal menyerah.
16. Sahabat dan adik-adik seperjuangan Presidium BEM KM UNAND Kabinet Pionir Inspiratif terutama Kepresidenan dan Kemenkoan Administrasi Pemerintahan orang-orang hebat yang nantinya akan menjadi pemimpin bangsa ini.
17. Kanda dan sobat jajaran Jejak Pionir (Bang Yodra, Bang Fajar, Bang Aiken, Bang Sahji, Kevin, Ahmad, Eris, Dedi, Rangga) orang-orang hebat yang selalu punya banyak ide dan yang nanti nya akan menjadi pemimpin negri ini.
18. Sahabat A21RUM yang turut memberikan keceriaan, bantuan, serta warna tersendiri selama perkuliahan penulis di Kimia UNAND.
19. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan dukungan, bantuan, serta semangat hingga penulis berhasil menyelesaikan studi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca.

INTISARI

PENGARUH DOPING La^{3+} PADA SPINEL FERIT MnFe_2O_4 HASIL *GREEN SYNTHESIS* TERHADAP STRUKTUR DAN AKTIVITAS PENGHILANGAN ZAT WARNA *DIRECT RED 81*

Oleh:

Muhammad Aulia Fikri (NIM:2110413033)
Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng* , Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si*

*Pembimbing

Pencemaran air akibat zat warna sintetis khususnya *Direct Red 81* (DR81), menjadi permasalahan lingkungan yang serius karena sifatnya yang stabil, toksik, dan sulit terdegradasi secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis serta mengetahui aktivitas degradasi zat warna *Direct Red 81* menggunakan spinel ferit MnFe_2O_4 terdoping La^{3+} melalui pendekatan *green synthesis*. Material disintesis dengan metode hidrotermal dengan ekstrak daun *Uncaria gambir* Roxb, sebagai *capping agent*. Karakterisasi struktur kristal, morfologi, dan sifat optik dilakukan menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX, dan UV-Vis DRS. Hasil XRD menunjukkan terbentuknya struktur spinel ferit dengan perubahan distribusi kation akibat substitusi La^{3+} yang mempengaruhi sifat optik dan magnetik material. Analisis UV-Vis DRS menunjukkan penurunan energi celah pita dan pergeseran serapan ke daerah tampak sehingga meningkatkan respons terhadap cahaya matahari. Uji aktivitas degradasi dilakukan dengan variasi massa katalis dan kondisi penyinaran. Massa optimum diperoleh pada 30 mg dengan efisiensi penghilangan sebesar 83,81% pada kondisi gelap dan 80,22% di bawah sinar matahari tanpa penambahan oksidator. Penambahan H_2O_2 secara signifikan meningkatkan efisiensi degradasi hingga 92,39% dalam waktu 60 menit di bawah cahaya matahari. Hasil ini menunjukkan bahwa mekanisme reaksi didominasi oleh proses adsorpsi dan oksidasi melalui pembentukan radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) dari aktivasi H_2O_2 oleh ion Fe dan Mn dalam struktur spinel, sehingga mempercepat proses oksidasi senyawa azo pada *Direct Red 81*. Degradasi dikontrol oleh pembentukan radikal aktif pada permukaan katalis. Secara keseluruhan, MnFe_2O_4 terdoping La^{3+} hasil *green synthesis* berpotensi sebagai katalis ramah lingkungan untuk pengolahan limbah zat warna tekstil.

Kata kunci: MnFe_2O_4 , doping La^{3+} , degradasi zat warna, Fotokatalitik, photo-Fenton, H_2O_2 , *Direct Red 81*, hidrotermal, *green synthesis*

ABSTRACT

EFFECT OF La^{3+} DOPING ON THE STRUCTURE AND *DIRECT RED 81* REMOVAL ACTIVITY OF MnFe_2O_4 SPINEL FERRITE SYNTHESIZED VIA GREEN SYNTHESIS

by:

Muhammad Aulia Fikri (NIM:2110413033)
Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng* , Prof. Dr. Rahmayeni, M.Si*

*Supervisors

Water pollution caused by synthetic dyes, particularly Direct Red 81 (DR81), has become a serious environmental issue due to its stability, toxicity, and resistance to natural degradation. This study aims to synthesize and determine the degradation activity of Direct Red 81 using La^{3+} -doped spinel ferrite MnFe_2O_4 through a green synthesis approach. The material was synthesized via a hydrothermal method utilizing *Uncaria gambir* Roxb leaf extract as a capping agent. Structural, morphological, and optical properties were characterized using XRD, FTIR, SEM-EDX, and UV-Vis DRS analyses. XRD results show the formation of a spinel ferrite structure with changes in cation distribution due to La^{3+} substitution, which influenced the optical and magnetic properties of the material. UV-Vis DRS analysis revealed a decrease in band gap energy and a red shift toward the visible region, enhancing the material's responsiveness to sunlight. Degradation activity tests were conducted by varying catalyst mass and irradiation conditions. The optimum catalyst mass was 30 mg, achieving removal efficiencies of 83.81% under dark conditions and 80.22% under sunlight without oxidant addition. The introduction of H_2O_2 significantly increased degradation efficiency to 92.39% within 60 minutes under sunlight irradiation. The results indicate that the reaction mechanism is dominated by adsorption and oxidation processes through the formation of hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$) generated from the activation of H_2O_2 by Fe and Mn ions within the spinel structure, thereby accelerating the oxidation of azo compounds in Direct Red 81. The degradation process is controlled by the generation of active radicals on the catalyst surface. Overall, La^{3+} -doped MnFe_2O_4 synthesized via a green synthesis approach shows strong potential as an environmentally friendly catalyst for the treatment of textile dye wastewater.

Keywords: MnFe_2O_4 , La^{3+} doping, dye degradation, photocatalytic, photo-Fenton, H_2O_2 , Direct Red 81, hydrothermal, green synthesis