PEMBUATAN *LUMINESCENT* NANOPARTIKEL DARI SELULOSA LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum Officinarum Linn*) SEBAGAI DETEKTOR ION Fe^{3+}

MAHADI
H1031201018

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PEMBUATAN LUMINESCENT NANOPARTIKEL DARI SELULOSA LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum Officinarum Linn*) SEBAGAI DETEKTOR ION Fe^{3+}

MAHADI
H1031201018

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Pembuatan *Luminescent* Nanopartikel dari Selulosa Limbah Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum Linn*) sebagai Detektor Ion Fe^{3+}
Nama Mahasiswa	:	Mahadi
NIM	:	H1031201018
Jurusan/Program Studi	:	Kimia
Tanggal Lulus	:	1 Juli 2025
SK Pembimbing	:	No. 1225/UN22.8/TD.06/2025/24 April 2025
SK Penguji	:	No. 1902/UN22.8/TD.06/2025/25 Juni 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Berlian Sitorus, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D
NIP 197410102000122006

Pembimbing II

Risya Sasri, S.Si., M.Sc
NIP 199003102023212041

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP 197108022000031001

Anggota Penguji

Dr. Anthoni B. Aritonang, S.Si., M.Si
NIP 196803082000031001

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

Berlian Sitorus, S.Si, M.Si, M.Sc, Ph.D
NIP 197410102000122006

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Risya Sasri, S.Si, M.Sc
NIP 199003102023212041

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Mahadi
NIM	:	H1031201018
Program Studi/Jurusan	:	Kimia
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuia ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 1 Juli 2025



Mahadi

H1031201018

PEMBUATAN *LUMINESCENT* NANOPARTIKEL DARI SELULOSA LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum Officinarum Linn*) SEBAGAI DETEKTOR ION Fe^{3+}

Abstrak

Luminescent nanopartikel merupakan material unik yang memiliki sifat fluoresensi yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, salah satunya detektor logam berat. Material ini dapat diperoleh dari berbagai sumber diantaranya ialah selulosa dari limbah ampas tebu (*saccharum officinarum linn*). Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh *luminescent* nanopartikel yang ramah lingkungan serta mengetahui karakteristik dan kemampuan partikel tersebut dalam mendeteksi logam berat. Pembuatan *luminescent* nanopartikel diawali dengan mengisolasi selulosa dari ampas tebu melalui perlakuan alkali menggunakan NaOH 10% dan *bleaching* dengan NaOCl 5%. Selanjutnya, ukuran selulosa diperkecil melalui proses hidrolisis menggunakan H_2SO_4 50% yang disertai dengan penetralan menggunakan $NaHCO_3$ 0,5 M. Nanoselulosa yang diperoleh digunakan sebagai material utama pembuatan *luminescent* nanopartikel melalui proses hidrotermal. Hidrotermal dilakukan pemanasan dengan suhu 200℃ selama 12 jam dengan pelarut berupa akuades. Hasil yang didapatkan berupa larutan koloid berwarna coklat kekuningan. *Luminescent* nanopartikel yang diperoleh dilakukan karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, FT-IR dan PSA. Pengukuran puncak absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukan puncak serapan optik maksimum pada 284 nm. Ukuran partikel diukur menggunakan *particle size analyzer* dengan hasil ukuran partikel 192,7 nm. *Luminescent* nanopartikel yang diperoleh digunakan sebagai material detektor logam berat dengan variasi konsentrasi 0,1; 1; 10; 100 μM. Pengujian dilakukan menggunakan spektrofotometer *photoluminescent* menunjukan jika logam berat dapat menurunkan intensitas fluoresensi dari *luminescent* nanopartikel. Sehingga dapat disimpulkan jika *luminescent* nanopartikel dapat diaplikasikan sebagai detektor logam berat (Fe^{3+}).

Kata kunci: *Luminescent* nanopartikel, selulosa, ampas tebu, detektor ion Fe^{3+}

PRODUCTION OF LUMINESCENT NANOPARTICLES FROM SUGAR CANE BAGASSE WASTE CELLULOSE (*Saccharum Officinarum Linn*) AS A DETECTOR OF Fe^{3+}

Abstract

Luminescent nanoparticles are unique materials that have fluorescence properties that can be used in various applications, one of which is heavy metal detectors. This material can be obtained from various sources, including cellulose from sugarcane bagasse waste (*saccharum officinarum linn*). This study was conducted to obtain environmentally friendly luminescent nanoparticles and to determine the characteristics and capabilities of these particles in detecting heavy metals. The manufacture of luminescent nanoparticles begins with isolating cellulose from sugarcane bagasse through alkali treatment using 10% NaOH and bleaching with 5% NaOCl. Furthermore, the size of cellulose is reduced through a hydrolysis process using 50% H_2SO_4 accompanied by neutralization using 0.5 M $NaHCO_3$. The nanocellulose obtained is used as the main ingredient for making luminescent nanoparticles through a hydrothermal process. Hydrothermal is heated at a temperature of 200 ℃ for 12 hours with a solvent in the form of distilled water. The results obtained are in the form of a reddish brown colloidal solution. The obtained luminescent nanoparticles were characterized by UV-Vis, FT-IR and PSA spectrophotometers. Measurement of the absorption peak using a UV-Vis spectrophotometer showed an optical absorption peak at 284 nm. The particle size was measured using a Particle Size Analyzer with a particle size result of 192.7 nm. The obtained luminescent nanoparticles were used as a detector of heavy metal materials with concentration variations of 0.1; 1; 10; 100 μM. Tests were carried out using a photoluminescent spectrophotometer showing that heavy metals can reduce the fluorescence intensity of luminescent nanoparticles. So it can be concluded that luminescent nanoparticles can be applied as a detector of heavy metals (Fe^{3+}).

Keywords: Luminescent nanoparticles, cellulose, bagasse, Fe^{3+} ion detector

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya skripsi yang berjudul **"Pembuatan *Luminescent* Nanopartikel dari Selulosa Limbah Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum Linn*) Sebagai Detektor Ion Fe^{3+}"** dapat diselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Tanjungpura (Untan) Pontianak.

Penulis menyadari tanpa adanya dukungan dan motivasi yang telah diberikan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Jainudin (Apak) dan Nilawati (Umak) yang telah memberikan do'a, dukungan, rasa percaya, fasilitas, dana dan harapan besar kepada penulis, serta tidak hentinya memberikan kata motivasi yang membangun semangat selama awal perkuliahan sehingga skripsi dapat diselesaikan oleh penulis dengan baik. Jumiati (Adik pertama) dan Tita Anjani (Adik kedua) yang telah mendoakan yang terbaik sehingga penulis menjadi optimis.
2. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si, M.Si selaku Dekan FMIPA Universitas Tanjungpura dan selaku dosen penguji pertama saya yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis sehingga penulisan skripsi menjadi lebih baik.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M,Si selaku Ketua Prodi Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.
5. Berlian Sitorus, S.Si, M.Si, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing tugas akhir pertama yang telah membimbing, memberi saran dan masukan, motivasi baik selama proses perkuliahan, penelitian maupun penulisan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Risya Sasri, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir kedua yang telah membimbing, memberikan saran, motivasi selama proses perkuliahan, penelitian dan penulisan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Dr. Anthoni B. Aritonang, S.Si, M.Si selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulisan skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
8. Imelda Hotmarisi Silalahi, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing pada saat kerja praktik (KP) yang telah membimbing sehingga program KP dapat berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan.
9. Seluruh dosen kimia dan civitas akademik FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan layanan administrasi selama perkuliahan.
10. Bang Yoga Pratama, S.Si dan Kak Titiek Lestari, S.Si selaku laboran yang telah membantu menyediakan alat dan bahan saat proses penelitian di laboratorium.
11. Bang Antonius, S.Si dan Kak Dhifa Melvine, S.Si yang telah memberikan ilmu, saran dan motivasi selama proses penelitian dan penulisan skripsi.
12. Nabila Adzirah Yudha Maulidya, S.Si yang telah memberikan semangat, motivasi, tenaga serta bantuan dari masa perkuliahan, penelitian hingga penulisan skripsi.
13. Seluruh teman seperjuangan angkatan 2020 (AURUMOND) yang telah memberikan informasi, bantuan selama perkuliahan dan penelitian.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari skripsi ini, baik berupa materi maupun teknik penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran guna menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Pontianak, 1 Juli 2025

Penulis,

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Selulosa dari Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum Linn*) 4
2.2 Hidrolisis Asam 6
2.3 Karakterisasi Selulosa 7
2.4 Pembuatan *Luminescent* Nanopartikel (LNP) dari Nanoselulosa (NC) . 7
2.5 Karakterisasi *Luminescent* Nanopartikel 9
2.6 *Luminescent* Nanopartikel sebagai Detektor Fe^{3+} 10
BAB III METODE PENELITIAN 12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 12
3.2 Alat dan Bahan 12
3.3 Prosedur Kerja 12
3.3.1. *Pretreatment* ampas tebu (*Saccharum Officinarum Linn*) 12
3.3.2 *Bleaching* 13
3.3.3 Hidrolisis asam 13
3.3.4 Karakterisasi selulosa 14
3.3.5 Pembuatan *Luminescent* Nanopartikel dari Nanoselulosa 14
3.3.6 Karakterisasi *Luminescent* Nanopartikel 14

3.3.7 Detektor ion Fe^{3+} 15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 *Pretreatment* Ampas Tebu 16
4.2 *Bleaching* 17
4.3 Hidrolisis Asam 19
4.4 Karakterisasi 20
4.4.1 Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) 20
4.4.2 *Particle Size Analyzer* (PSA) 23
4.5 Pembuatan *Luminescent* Nanopartikel dari Nanoselulosa 24
4.6 Karakterisasi *Luminescent* Nanopartikel 25
4.6.1 Spektrofotometer *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis) 25
4.6.2 Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) 26
4.6.3 Spektrofotometer PL dan *Particle Size Analyzer* (PSA) 28
4.7 *Luminescent* Nanopartikel sebagai Detektor Ion Fe^{3+} 30
BAB V PENUTUP 32
5.1 Simpulan 32
5.2 Saran 32
DAFTAR PUSTAKA 33
LAMPIRAN 38
Lampiran 1. Perhitungan 38
1.1 Pembuatan Larutan 38
1.2 Rendemen Selulosa Ampas Tebu 39
1.3 Pembuatan variasi konsentrasi ion Fe^{3+} 41
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian 43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Rangkuman interpretasi spektra FT-IR dari (a) SCB, (b) CAB, (c) MCC dan (d) NS.....	22
Tabel 4.2	Rangkuman diameter Z-*average* dan S.D pada nanoselulosa.....	24
Tabel 4.3	Rangkuman interpretasi spektra FT-IR dari LNP.....	28
Tabel 4.4	Rangkuman diameter Z-*average* dan S.D pada LNP.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tebu (*Saccharum Officinarum Linn*).....	4
Gambar 2.2	Struktur selulosa.....	5
Gambar 2.3	Skema proses delignifikasi ampas tebu menggunakan alkali *treatment*.....	5
Gambar 2.4	Skema hidrolisis selulosa menggunakan pelarut asam untuk mendapatkan nanoselulosa (NC).....	6
Gambar 2.5	Karakterisasi selulosa: (a) FT-IR dan (b) *particle size analyzer*.....	7
Gambar 2.6	Proses terjadinya fluoresensi.....	8
Gambar 2.7	Metode *top down* dan *bottom up* untuk mendapatkan *luminescent* nanopartikel.....	8
Gambar 2.8	Karakterisasi *luminescent* nanopartikel: FT-IR (a), UV-Vis (b), dan PL.....	9
Gambar 2.9	Fluoresensi dari LNP dengan variasi konsentrasi ion logam Hg^{2+}.....	11
Gambar 4.1	Ampas tebu: (a) dipotong kecil ±10 mm, (b) dihaluskan menggunakan blender, (c) diayak 100 *mesh*.....	16
Gambar 4.2	Uji kualitatif pada filtrat hasil delignifikasi pada pengulangan (a) pertama, (b) kedua, (c) ketiga, (d) keempat, (e) kelima.....	16
Gambar 4.3	Mekanisme pemutusan ikatan lignin dan selulosa menggunakan NaOH.....	17
Gambar 4.4	Selulosa: (a) sebelum dilakukan *bleaching*, (b) sesudah dilakukan *bleaching*.....	18
Gambar 4.5	Selulosa: (a) sebelum dilakukan pengeringan, (b) setelah dilakukan pengeringan.....	18
Gambar 4.6	Spektra FT-IR dari ampas tebu 100 *mesh* (SCB), selulosa setelah *bleaching* (CAB), mikrokristal selulosa (MCC) dan nanoselulosa (NC).....	20
Gambar 4.7	Proses pembuatan *luminescent* nanopartikel dari nanoselulosa.....	24
Gambar 4.8	Ilustrasi mekanisme pembentukan LNP melalui pemutusan rantai selulosa, hidrolisis, polimerisasi, dan karbonisasi.....	25
Gambar 4.9	Spektrum serapan UV-Visible dari LNP.....	26
Gambar 4.10	Spektrum FT-IR dari *luminescent* nanopartikel dan nanoselulosa.....	27
Gambar 4.11	Spektrum PL dari LNP menggunakan panjang gelombang eksitasi berbeda dengan kenaikan 20 nm dari 320 hingga 400 nm.....	29
Gambar 4.12	*Quenching* fluoresensi LNP dengan adanya konsentrasi ion Fe^{3+} bervariasi dari 0,1 hingga 100 μM.....	30

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat (*heavy metals*) menjadi masalah kesehatan yang serius karena dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Logam berat dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan berbagai penyakit seperti kerusakan hati, ginjal dan sistem saraf. Salah satu cara untuk mengetahui keberadaan logam berat ialah dengan menggunakan sensor. Sensor berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi, mengukur dan merespon suatu kondisi, baik secara fisik maupun kimia. Material yang banyak dikembangkan dalam bidang kimia sebagai sensor logam berat yaitu *luminescent* nanopartikel (LNP) (Kasinathan *et al.*, 2022; Sulistiyanti *et al.*, 2020; Algar *et al*., 2021).

Luminescent nanopartikel merupakan sekumpulan material *luminescent* alternatif yang beragam yang mencakup material karbon, organik, biologis, dan anorganik. *Luminescent* nanopartikel memiliki sifat berpendar atau mengemisikan cahaya ketika terkena sinar UV dengan dimensi submikron (sub-100nm) (Triwardiati dan Ermawati, 2018; Algar *et al*., 2021). Selain itu, LNP mempunyai beberapa keunggulan diantaranya biokomposit baik, fotostabilitas tinggi, toksisitas yang rendah, dan ramah lingkungan. Keunggulan ini membuat LNP menjadi material yang menjanjikan dalam aplikasi sebagai sensor, *bioimaging*, material optronik, katalis dan adsorben (Rahmi *et al*., 2023). Emisi cahaya atau fluoresensi yang terjadi pada LNP, disebabkan molekul menyerap radiasi sehingga elektron akan mengalami eksitasi dan kembali lagi ke keadaan dasar dengan memancarkan cahaya tampak (Rahmi *et al*., 2023).

Pembuatan LNP telah dilakukan beberapa tahun terakhir dengan memanfaatkan material awal yang berasal dari limbah hayati yang mempunyai kelebihan ramah lingkungan dan biaya yang murah (Rahmi *et al*., 2023). *Luminescent* nanopartikel dapat diperoleh dari berbagai sumber karbon baik senyawa organik sederhana maupun biopolimer kompleks. Sumber karbon yang telah dijadikan LNP seperti sakarida, asam sitrat dan asam amino (Tuerhong *et al*.,

2017), kayu dan limbah pertanian (Gan *et al*., 2023), karbohidrat, asam organik dan polimer (Kang *and* Lee., 2019), ekstrak kulit labu ular (Nair *et al*., 2020), asam sitrat dan tiourea (Qie *et al*., 2018) serta limbah ampas tebu atau *sugarcane bagasse* (SCB) (Kasinathan *et al.,* 2022).

Metode untuk mendapatkan LNP ada dua yaitu metode *top down* dan *bottom up.* Metode *top down* memotong struktur karbon (*bulk materials*) dari ukuran besar seperti karbon amorf, grafit, serat karbon, tabung nano, dan fullerene, yang terfragmentasi secara kimia atau fisik untuk mendapatkan partikel karbon yang sangat kecil (nanopartikel) (Bruno *et al*., 2021; Dordevic *et al.*, 2019). Pembuatan LNP menggunakan metode *bottom up* berlangsung melalui polimerisasi dan karbonisasi dari prekursor molekul berukuran kecil seperti asam sitrat dan molekul yang memiliki kandungan nitrogen seperti urea (Bruno *et al*., 2021).

Penelitian ini menggunakan SCB sebagai bahan dasar dari LNP. Ampas tebu mengandung komponen kimia seperti selulosa 40-50%, hemiselulosa 25-35%, dan lignin 18-24% (Fauziyah *et* al., 2021). Sifat LNP yang dapat mengemisikan cahaya (fluoresensi) diaplikasikan sebagai material sensor logam berat. Keberadaan ion logam dapat menurunkan intensitas fluoresensi dari LNP. Penurunan fluoresensi yang terjadi dikarenakan proses transfer energi antara ion logam berat dan LNP. Kasinathan, *et al* (2022), telah melakukan penelitian yaitu pembuatan LNP dengan menggunakan hidrotermal pada suhu 200°C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh menunjukan biokompatibilitas yang bagus, larut dalam air, intensitas emisi tertinggi pada panjang gelombang eksitasi 360 nm.

Berdasarkan informasi yang diperoleh, pembuatan LNP dari ampas tebu sudah pernah dilakukan. Akan tetapi, masih belum ada penelitian yang terpublikasi tentang pembuatan LNP dari selulosa hasil isolasi ampas tebu. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan karakteristik dari LNP. Pembuatan LNP dari selulosa limbah ampas tebu berasal dari Kota Pontianak, Kalimantan Barat sebagai detektor ion Fe^{3+}. *Luminescent* nanopartikel yang diperoleh dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan baku dalam bidang teknologi material modern dan dapat mengkonversi limbah ampas tebu menjadi material yang bermanfaat dan bernilai jual tinggi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana sifat *luminescent* nanopartikel hasil ekstraksi dari selulosa limbah ampas tebu?
2. Bagaimana pengaruh keberadaan ion Fe^{3+} terhadap sifat *luminescent* nanopartikel?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ialah:

1. Mengetahui sifat *luminescent* nanopartikel hasil ekstraksi dari selulosa limbah ampas tebu.
2. Mengetahui pengaruh keberadaan ion Fe^{3+} terhadap sifat *luminescent* nanopartikel.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan ialah dapat membantu mengurangi limbah ampas tebu dan memberikan informasi penting terkait pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai LNP sehingga memiliki nilai jual yang tinggi dan ramah lingkungan. Selain itu, dapat digunakan untuk membantu dalam mendeteksi ion logam Fe^{3+} yang terdapat di dalam air.