UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

JUDUL **i**
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI **ii**
SURAT PERNYATAAN **iii**
LEMBAR PERSEMBAHAN **iv**
PRAKATA **v**
DAFTAR ISI **vi**
DAFTAR TABEL **viii**
DAFTAR GAMBAR **ix**
DAFTAR LAMPIRAN **xi**
INTISARI **xii**
ABSTRACT **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Tujuan Penelitian 4
I.3 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS **5**
II.1 Tinjauan Pustaka 5
II.1.1 Sintesis karbon dot (CDs) dari rumput gajah 5
II.1.2 Modifikasi karbon dot (CDs) 7
II.1.3 Aplikasi CDs dalam reaksi oksidatif benzil alkohol 10
II.1.4 Sintesis 4(3*H*)-kuinazolinon 11
II.2 Perumusan Hipotesis 13
II.2.1 Perumusan hipotesis 1 13
II.2.2 Perumusan hipotesis 2 14
II.2.3 Rancangan Penelitian 15
BAB III METODE PENELITIAN **17**
III.1 Bahan Penelitian 17
III.2 Alat Penelitian 17
III.3 Prosedur penelitian 18
III.3.1 Sintesis CDs dari rumput gajah secara hidrotermal 18
III.3.2 Sintesis nanopartikel Fe_3O_4 18
III.3.3 Sintesis nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4 18
III.3.4 Sintesis nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy 19
III.3.5 Sintesis dan karakterisasi kuinazolinon dengan menggunakan nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy 19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **21**
IV.1 Sintesis karbon dots CDs dari rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) 21
IV.2 Sintesis dan karakterisasi nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4 dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy beserta karakterisasinya 28
IV.3 Sintesis 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon terkatalisis CDsMD/Fe_3O_4/PPy 39
IV.4 Optimasi Jumlah Oksidan dan Jumlah Fotokatalis pada Sintesis 2,3-difenil-4(3H)-kuinazolinon 45

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.5 Mekanisme CDsMD/Fe_3O_4/PPy sebagai Fotokatalis dalam Sintesis 2,3-difenil-4(3H)-kuinazolinon dari Benzil Alkohol melalui Reaksi *One-pot* 46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **51**
V.1 Kesimpulan 51
V.2 Saran 51
DAFTAR PUSTAKA **53**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Optimasi jumlah oksidan dan fotokatalis 20
Tabel IV.1 Perbandingan QY CDs dan CDsMD dari rumput gajah 22
Tabel IV.2 Gugus fungsi pada CDs dan CDsMD 28
Tabel IV.3 Nilai quantum yield CDsMD/Fe_3O_4 dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 29
Tabel IV.4 Gugus fungsi nanopartikel Fe_3O_4, nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4, dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 33
Tabel IV.5 Analisis EDX terhadap nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4 36
Tabel IV.6 Analisis EDX terhadap nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy 37
Tabel IV.7 Gugus fungsi nanopartikel Fe_3O_4, nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4, dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 40
Tabel IV.8 Interpretasi spektrum ^{1}H-NMR produk hasil reaksi *one-pot* 43
Tabel IV.9 Interpretasi spektrum ^{1}H-NMR produk hasil reaksi *one-pot* 44
Tabel IV.10 Pengaruh jumlah oksidan H_2O_2 dan jumlah fotokatalis CDsMD/Fe_3O_4/PPy dalam sintesis 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon melalui reaksi *one-pot* 46

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Reaksi oksidatif fotokatalitik benzil alkohol dengan benzaldehida 3
Gambar II.2 Skema sintesis CDs dan CDsMD dari rumput gajah (Fidelis dkk., 2025) 8
Gambar II.3 Mekanisme fotokatalitik reaksi oksidasi alkohol menjadi aldehida (Lestari, 2023) 11
Gambar II.4 Mekanisme reaksi pembentukkan 4(3*H*)-kuinazolinon dari reaksi *o*-aminobenzamida dengan benzil alkohol (Wang dkk., 2023) 13
Gambar II.5 Skema rancangan penelitian 16
Gambar IV.1 Skema sintesis CDs dan CDsMD dari rumput gajah 21
Gambar IV.2 Spektrum puncak tertinggi intensitas fluoresensi CDs dan CDsMD 22
Gambar IV.3 Spektra absorbansi UV-Vis CDs dan CDsMD 23
Gambar IV.4 (a) Tauc-plot energi celah pita *direct* dan *indirect* CDs dan b) Tauc-plot energi celah pita *direct* dan *indirect* CDsMD 24
Gambar IV.5 Difraktogram CDs dan CDsMD 25
Gambar IV.6 (a)Citra TEM CDs, (b) citra SAED, (c) distribusi ukuran partikel CDs 26
Gambar IV.7 (a) Citra TEM CDsMD, (b) citra SAED CDsMD, (c) distribusi ukuran partikel CDs MD 26
Gambar IV.8 (a) Citra TEM CDsMD, (b) citra SAED CDsMD, (c) distribusi ukuran partikel CDsMD 27
Gambar IV.9 Spektra fluoresensi CDsMD/Fe_3O_4 dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 29
Gambar IV.10 Spektra UV-Vis nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4 dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 30
Gambar IV.11 (a) Tauc-plot energi celah pita *direct* dan *indirect* CDsMD/Fe_3O_4 dan (b) Tauc-plot energi celah pita *direct* dan *indirect* CDsMD/Fe_3O_4/PPy 30
Gambar IV.12 Difraktogram nanopartikel Fe_3O_4, nanokomposit CDs/Fe_3O_4, dan nanokomposit CDs/Fe_3O_4/PPy 31
Gambar IV.13 FTIR nanopartikel Fe_3O_4, CDsMD/Fe_3O_4, dan CDsMD/Fe_3O_4/PPy 32
Gambar IV.14 (a) Citra TEM, (b) analisis SAED, dan (c) distribusi persebaran ukuran nanopartikel Fe_3O_4. 34
Gambar IV.15 (a) Citra TEM, (b) analisis SAED, dan (c) distribusi persebaran ukuran nanopartikel CDs/Fe_3O_4. 35
Gambar IV.16 (a) Citra TEM, (b) analisis SAED, dan (c) distribusi persebaran ukuran nanopartikel CDs/Fe_3O_4/PPy. 35
Gambar IV.17 Citra SEM-Mapping nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4 36
Gambar IV.18 Citra SEM-Mapping nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy 37
Gambar IV.13 Kurva zeta potensial CDsMD/Fe_3O_4/PPy 38
Gambar IV.14 Usulan model struktur nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy 38
Gambar IV.15 Sintesis 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon dari reaksi oksidatif benzil alkohol 39
Gambar IV.16 Spektrum FTIR hasil 2,3-difenil-4(3H)-kuinazolinon 40

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar IV.17 Kromatogram GC produk reaksi *one-pot* 41
Gambar IV.18 Hasil analisis GC-MS produk 41
Gambar IV.19 Mekanisme Fragmentasi MS produk 42
Gambar IV.20 Spektrum ^{1}H-NMR produk hasil reaksi *one-pot* 43
Gambar IV.16 Spektrum ^{13}CNMR produk hasil reaksi *one-pot* 44
Gambar IV.26 Sintesis 4(3*H*)-kuinazolinon dengan fotokatalis fluorenon 49
Gambar IV.22 Sintesis 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon menggunakan fotokatalis CDsMD/Fe_3O_4/PPy melalui reaksi *one-pot* 50

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis XRD 58
Lampiran 2 Analisis UV-Vis 59
Lampiran 3 Analisis FTIR 60
Lampiran 4 Analisis fluoresensi 62
Lampiran 5 Analisis nilai quantum yield 64
Lampiran 6 Karakterisasi SEM 65
Lampiran 7 Sintesis kuinazolinon 69
Lampiran 8 GC-MS 70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

NANOKOMPOSIT KARBON DOT DARI RUMPUT GAJAH (*PENNISETUM PURPUREUM)* TERMODIFIKASI MAGNETIT DAN POLIPIROL SEBAGAI FOTOKATALIS PADA SINTESIS 2,3-DIPHENYL-4(3*H*)-KUINAZOLINON MELALUI REAKSI ONE-POT

Nabilla Nurfayza Wanda Putri
21/478636/PA/20760

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanokomposit karbon dot dari rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) termodifikasi magnetit dan polipirol. Nanokomposit yang disintesis digunakan sebagai fotokatalis pada sintesis 2,3-difenilkuinazolinon melalui reaksi *one-pot*

Penelitian ini diawali dengan sintesis karbon dot dari rumput gajah melalui metode hidrotermal. Karbon dot dimurnikan dengan metode filtrasi, sentrifugasi, dan membran dialisis menjadi CDsMD. Selanjutnya CDsMD dimodifikasi dengan penambahan magnetit dan polipirol menjadi nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy. Nanokomposit yang diperoleh dimanfaatkan sebagai fotokatalis pada 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon dari *o*-aminobenzamida dan benzilalkohol melalui reaksi one-pot. Pada reaksi tersebut dilakukan optimasi parameter jumlah H_2O_2 dan jumlah fotokatalis untuk mendapatkan kondisi optimum. Produk dielusidasi dengan GC-Ms, FTIR, ^{1}H-NMR dan ^{13}C-NMR.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy yang disintesis memiliki nilai quantum yield sebesar 7,59%. Energi celah pita *direct* dan *indirect*-nya adalah 1,51 eV dan 1,66 eV. Kondisi optimum sintesis 2,3-difenil-4(3H)-kuinazolinon diperoleh ketika reaksi *one-pot* dilakukan menggunakan 12 ekuivalen H_2O_2 dan 8 mg CDsMD/Fe_3O_4/PPy. Dengan melakukan reaksi pada kondisi optimum, 2,3-difenil-4(3*H*)-kuinazolinon dapat dihasilkan dengan persen hasil sebesar 69%.

Kata kunci: karbon dot, magnetit, polipirol, 2,3-difenil-4(3H)-kuinazolinon, rumput gajah.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

CARBON DOTS NANOCOMPOSITE FROM ELEPHANT GRASS (PENNISETUM PURPUREUM) MODIFIED WITH MAGNETITE AND POLYPYRROLE AS PHOTOCATALYST FOR THE SYNTHESIS OF 2,3-DIPHENYL-4(3H)-QUINAZOLINON VIA ONE POT REACTION

Nabilla Nurfayza Wanda Putri
21/478636/PA/20760

ABSTRACT

This study aims to synthesize a carbon dot nanocomposite from elephant grass (*Pennisetum purpureum*) modified with magnetite and polypyrrole. The synthesized nanocomposite is used as a photocatalyst in the synthesis of 2,3-diphenyl-4(3*H*)-quinazolinone through a one-pot reaction.

The research began with the synthesis of carbon dots from elephant grass using the hydrothermal method. The carbon dots were purified through filtration, centrifugation, and dialysis membrane to produce CDsMD. The CDsMD were then modified by adding magnetite and polypyrrole to form the nanocomposite CDsMD/Fe_3O_4/PPy. The resulting nanocomposite was used as a photocatalyst for synthesizing 2,3-diphenyl-4(3H)-quinazolinone from o-aminobenzamide and benzyl alcohol via a one-pot reaction. In this reaction, the parameters of H_2O_2 amount and photocatalyst amount were optimized to determine the optimum conditions. The product was elucidated using GC-MS, FTIR, ^{1}H-NMR, and ^{13}C-NMR.

The results showed that the synthesized CDsMD/Fe_3O_4/PPy nanocomposite had a quantum yield of 7.59%. The band gap energy of this nanocomposite for each direct and indirect band gaps are 1,51 eV dan 1,66 eV The optimum condition for synthesizing 2,3-diphenyl-4(3*H*)-quinazolinone was achieved when the one-pot reaction was carried out using 12 equivalents of H_2O_2 and 8 mg of CDsMD/Fe_3O_4/PPy. Under these optimum conditions, 2,3-diphenyl-4(3H)-quinazolinone was produced with a yield of 69%

Keywords: Carbon dot, magnetite, elephant grass, polypyrrole, 2,3-diphenyl-4(3*H*)-quinazolinon.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kuinazolinon dan turunannya adalah salah satu golongan senyawa nitrogen siklik yang telah menarik perhatian peneliti karena memiliki aktivitas farmakologi dan biologi dengan baik seperti, antibakteri, antiinflamasi, antihipertensi, dan anti tumor (Komar dkk., 2024). Meninjau dari aktivitas biologi, farmakologi dan sifat-sifat penting dari kuinazolinon, berbagai metode sintesis kuinazolinon telah dikembangkan. Secara umum, kuinazolinon dapat disintesis melalui reaksi antara *o*-aminobenzamida dengan berbagai aldehida untuk membentuk kuinazolinon. Reaksi ini biasanya membutuhkan oksidan yang tidak dapat diperbarui ($KMnO_4$ dan DDQ), dan katalis logam yang mahal. Selain itu, aldehida yang bersifat toksik sehingga diperlukan bahan alternatif untuk mendapatkan kuinazolinon dengan persen hasil tinggi. (Wang dkk., 2023).

Alkohol merupakan senyawa alternatif dari aldehida yang relatif tidak toksik, stabil, dan ekonomis serta dapat dengan mudah teroksidasi menjadi aldehida. Alkohol dapat dioksidasi menjadi aldehida kemudian diikuti dengan kondensasi aminobenzamida untuk menghasilkan kuinazolinon. Meskipun telah dikembangkan berbagai metode sintesis kuinazolinon dari alkohol, katalis yang digunakan dalam reaksinya masih menggunakan logam transisi yang tergolong mahal seperti Ru, Rh, Pt, dan Ir. Selain itu, beberapa reaksinya juga menggunakan termperatur tinggi. Maka dari itu, diperlukan pengembangan metode sintesis kuinazolinon yang lebih hijau dan efisien. (Das dkk., 2019; Mirjalili dkk., 2020; Xie, Lan, Zhu, dkk., 2021).

Fotokatalis berbasis material yang ramah lingkungan sangatlah diperlukan dalam suatu sintesis organik. Salah satu material yang dapat diperoleh dari bahan ramah lingkungan dan memiliki sifat optis yang dapat mendukung reaksi fotokatalisis adalah karbon dot (CDs). Keberadaan asam karboksilat pada permukaannya memungkinkan CDs lebih mudah larut dalam air dan dapat diinteraksikan terhadap bahan organik, polimer, anorganik, hingga bahan biologis. Nanomaterial CDs dapat didefinisikan sebagai karbon berukuran nano yang tidak

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

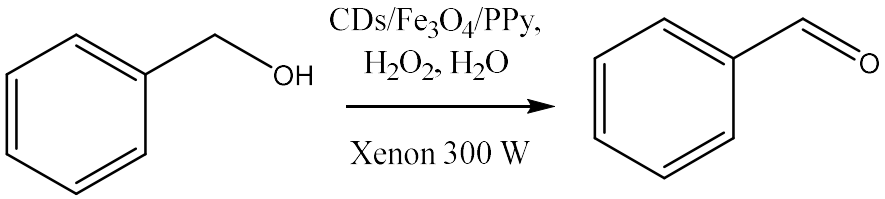
berdimensi dengan ukuran 2-10 nm dan memiliki karakteristik menyerupai kuantum dot berbasis logam (Jumardin dkk., 2021). Nanomaterial CDs telah dikaji untuk diaplikasikan pada berbagai bidang dan salah satunya adalah pada proses fotokatalisis. Permukaan dari CDs mengandung banyak gugus fungsi (seperti alkohol, amina, dan asam karboksilat) yang sangat berkontribusi terhadap kelebihan CDs untuk memiliki kelarutan tinggi dalam air dan juga membuat CDs mengalami tahap tambahan dalam fungsionalisasi dengan memberikan situs pengikatan untuk molekul lain jika diperlukan. Meninjau jenis inti dari CDs yang terdiri dari karbon sp^2, hal ini dapat diartikan bahwa morfologi dan sifat CDs dapat dikontrol dalam sintesisnya. Nanopartikel ini memiliki struktur internal dan eksternal yang kompleks dan sangat bergantung pada prekursor serta kondisi sintesisnya (Sendão dkk., 2023).

Penggunaan biomassa seperti rumput gajah sebagai bahan utama sintesis CDs sangatlah bermanfaat bagi lingkungan karena rumput gajah cenderung tersedia secara melimpah di alam dan mudah untuk dilestarikan (Picard *dkk.*, 2019). Keberadaan senyawa fenolik, karbohidrat, protein, lignin, hemiselulosa, dan selulosa pada suatu sumber hayati seperti rumput gajah dapat menjadi sumber gugus fungsi yang diduga akan menambah keberadaan gugus karbonil dan hidroksil pada permukaan CDs dan dapat meningkatkan intensitas fluoresensinya. Nanomaterial CDs dari bahan biomassa biasanya dapat menghasilkan fotoluminesensi berwarna biru di panjang gelombang sekitar 435 – 480 nm yang disebabkan oleh keberadaan gugus fungsi pada permukaan CDs seperti karbonil dan hidroksil. Hal ini juga membuat CDs memiliki sifat optik yang memungkinkan CDs dimanfaatkan sebagai fotokatalis (Rahmi dkk., 2023). Aktivitas CDs sebagai fotokatalis masih dianggap kurang efektif karena kemampuan dari CDs untuk menangkap cahaya kurang optimal dan proses rekombinasi elektron yang singkat mengakibatkan pemisahan elektron dan *hole* tidak bertahan lama. Terbatasnya transfer elektron pada CDs juga menyebabkan CDs sulit diaplikasikan sebagai fotokatalis. Selain itu, CDs yang berfasa cair dan mudah larut dalam air membuat CDs sulit dipisahkan dari suatu system reaksi sebagai fotokatalis.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sifat CDs dapat ditingkatkan melalui modifikasi dengan berbagai bahan sebagai nanokomposit. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan menggabungkan CDs dengan nanopartikel logam seperti magnetit dan polimer konduktif seperti polipirol (Mmelesi dkk., 2024). Magnetit (Fe_3O_4) merupakan logam yang cenderung ramah lingkungan dan memiliki sifat kemagnetan yang kuat. Modifikasi CDs dengan Fe_3O_4 dapat menciptakan nanokomposit fotokatalitik yang mudah dikontrol pergerakkannya dengan magnet sehingga dapat mempermudah daur ulangnya setelah reaksi. CDs termodifikasi Fe_3O_4 juga dapat menyebabkan pergeseran merah sehingga memungkinkan proses fotokatalitik pada area cahaya tampak (Juang dkk., 2017). CDs juga dapat dimodifikasikan dengan polipirol (PPy) yang merupakan polimer yang aman secara biologis, mudah disintesis, stabil secara kimia, sangat konduktif, dan mudah difungsionalisasikan baik sebelum dan sesudah polimerisasi. Modifikasi CDs dengan PPy dapat memberikan nanokomposit dengan sifat konduktif yang baik sehingga dapat meningkatkan transfer elektron dalam nanokomposit sebagai fotokatalis (Pal dkk., 2016).

Lestari (2023), telah mengembangkan metode sintesis benzaldehida dari benzil alkohol melalui reaksi oksidatif fotokatalitik dengan menggunakan nanokomposit CDs/Fe_3O_4/PPy sebagai fotokatalisnya. Benzaldehida yang dihasilkan dengan menggunakan CDs termodifikasi ini dapat mencapai persen hasil 60% dengan selektivitas 100%. Reaksi ini dapat dilihat di Gambar I.1.



Gambar I.1 Reaksi oksidatif fotokatalitik benzil alkohol dengan benzaldehida

Nanokomposit ini juga sangat mudah dikontrol pergerakkannya dengan magnet yang membuatnya mudah untuk didaur ulang. Meninjau tingginya persen hasil benzaldehida yang diperoleh melalui reaksi fotokatalitik benzil alkohol dengan menggunakan nanokomposit ini, reaksi lanjutan untuk mensintesis kuinazolinon dengan memanfaatkan nanokomposit ini sangat mungkin untuk dilakukan. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

nanokomposit CDs yang dimodifikasi dengan Fe_3O_4 dan PPy dalam reaksi sintesis 2,3-difenil-4(3*H*)-quinazolinon.

I.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan sifat optis CDs dari rumput gajah sebagai fotokatalis melalui pemurnian membran dialis dan modifikasi dengan menggunakan magnetit serta polimer konduktif polipirol menjadi nanokomposit CDsMD/Fe_3O_4/PPy.
2. Mensintesis kuinazolinon dari benzil alkohol dan *o*-aminobenzamida melalui reaksi *one-pot* menggunakan fotokatalis CDsMD/Fe_3O_4/Ppy.

I.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan wawasan baru tentang strategi modifikasi struktur untuk meningkatkan sifat karbon dot dari biomassa sebagai fotokatalis.
2. Menawarkan metode sintesis senyawa organik melalui reaksi fotokatalisis berbasis nanomaterial karbon dot.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS

II.1 Tinjauan Pustaka

II.1.1 Sintesis karbon dot (CDs) dari rumput gajah

Karbon dot (CDs) merupakan nanomaterial berbasis karbon yang menjadi topik perhatian banyak peneliti karena sifatnya. Nanomaterial CDs termasuk dalam nanokarbon dimensi nol (0D) dengan ukuran umum kurang dari 10 nm. Struktur CDs terdiri dari atom karbon sp^2 dan sp^3 dengan jumlah rantai polimer serta gugus fungsi permukaannya yang sangat banyak. Nanomaterial ini telah menarik perhatian banyak peneliti karena sifat-sifatnya, seperti memiliki konduktivitas elektron yang sangat baik, sifat *photobleaching* dan *photoblinking*, kemampuan eksitasi dan emisi yang mudah dimanipulasi, aktivitas elektro-katalitik, solubilitas dalam media *aqueous* yang baik. biokompabilitas yang sangat bagus, stabilitas kimia yang sangat lama, murah, toksisitas rendah, dan mempunyai rasio luas terhadap volume yang tinggi sehingga memungkinkan nanomaterial ini untuk dapat dimanafaatkan di berbagai. Sifat-sifat CDs ini membuka berbagai peluang untuk modifikasi karena CDs memiliki jumlah gugus fungsi (seperti amina, karboksil, hidroksil, dan lain-lain) melimpah di permukaannya. Keberadaan gugus fungsi melimpah pada permukaannya membuat nanomaterial ini sangat mudah terlarut dalam larutan *aqueous*, dan juga hal ini membuat CDs mudah dimanipulasi dengan nanomaterial lain. (Mansuriya & Altintas, 2018).

Biomassa adalah bahan yang sangat kompleks, berlimpah, heterogen, dan dapat dibiodegradasi serta mudah didapatkan dari berbagai sumber, seperti dari rumput, sampah domestic organik, residu agrikultur, perikanan, peternakan, kehutanan, dan industry-industri lainnya. Limbah biomassa merupakan sumber karbon organik alami yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin, abu, protein, dan kandungan lainnya. Akan tetapi, limbah biomassa saat ini sering di buang begitu saja, dikubur, atau bahkan dibakar secara terbuka yang tentunya dapat menjadi permasalahan lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Untuk mengurangi masalah ini, biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan mentah dalam produksi CDs (Kang dkk., 2020).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Rumput gajah merupakan rumput yang berasal dari afrika tropis. Rumput gajah memiliki poteni tumbuh dan persen hasil biomassa yang sangat baik. Rumput ini dapat mencapai tinggi hingga 7,5 m dengan daun yang dapat rumbuh hingga Panjang 30-90 cm dan lebar hingga 3 cm. Rumput gajah mengandung karbon yang sangat tinggi. Analisis total terhadap rumput gajah menunjukkan bahwa kandungan karbon total dalam rumput gajah bervariasi antara 38,20% hingga 46,52%. Hal ini diseimbangkan dengan kandungan oksigen pada rumput gajah dengan tingkat oksigen 41,78% hingga 53,94%. Kandungan nitrogen dalam rumput gajah cukup kecil dibandingkan dengan jumlah karbon dan oksigennya yaitu berkisar antara 0,45% hingga 1,71%. Kandungan unsur-unsur ini dalam rumput gajah sangat berperan penting dalam pembentukkan gugus-gugus fungsi pada karbon dot yang akan disintesis nantinya (Johannes dkk., 2024).

Preparasi karbon dot dapat dideskripsikan dalam dua metodologi sintesis utama, yaitu pendekatan top-down yang melibatkan pemecahan struktur karbon, dan pendekatan bottom-up yang melibatkan pembentukkan nanopartikel dari prekursor melalui reaksi kimia. Melalui pengontrolan reaksi prekursor dan prosedur sintesis, sejumlah CDs dan CDs terdoping heteroatom dengan sifat dan aplikasi berbeda dapat diperoleh. Pendekatan top-down dan bottom-up telah menunjukkan bahwa kedua penedekatan tersebut memiliki hasil CDs dengan sifat *photoluminescene* dan keadaan kimia yang berbeda. Contoh dari perbedaan tersebut adalah CDs dapat memiliki distribusi gugus fungsi (hidroksil, karbonil, karboksil, amina, piridin, dan pirol N) yang bervariasi, dan terdapat perbedaan dalam kandungan karbon-sp^3 bergantung pada kondisi sintesis spesifiknya. (Kang dkk., 2020). Sari (2023), telah melakukan sintesis CDs dari rumput gajah secara hidrotermal, dimana rumput gajah dipanaskan dalam autoklaf selama 6 jam pada temperatur 180^0C. CDs yang diperoleh memiliki bentuk bulat (*spherical*) dengan ukuran rerata 3,1 nm. Hasil sintesis CDs dari rumput gajah memiliki puncak eksitasi maksimum pada panjang gelombang 330 nm dan panjang gelombang emisi 415 nm. Selain itu spektra UV-Vis dari CDs ini memiliki serapan yang cukup luas pada daerah 280 hingga 380 nm. Nilai *Quantum Yield* (QY) CDs dari rumput gajah dapat mencapai 11,03%.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Nanokomposit Karbon Dot dari Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Termodifikasi Magnetit dan Polipirol sebagai Fotokatalis Pada Sintesis 2,3-Difenil-4(3H)-kuinazolinon melalui Reaksi One-Pot
Nabilla Nurfayza Wanda Putri, Dr. Muhammad Idham Darussalam Mardjan, S.Si., M.Sc.; Prof. Indriana Kartini, S.Si.,
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Keberadaan pengotor dengan ukuran molekul kecil dan produk samping hasil reaksi tidak sempurna dari prekursor dapat mempengaruhi emisi CDs. Selain itu, keberadaan pengotor juga dapat mempengaruhi sifat optik CDs sehingga pemurnian hasil sintesis CDs sangatlah dibutuhkan. CDs dari bahan berbasis tumbuhan atau hewan memiliki komposisi yang sulit diketahui dan hal ini membuat proses pemurnian lebih sulit. Pengotor berfluoresensi yang berasal dari proses sintesis dapat menjadi penghalang dalam analisis sifat optik CDs. Pengotor ini dapat mengubah bahkan menutupi sifat optik sebenarnya dari CDs sehingga dapat mempengaruhi kemampuan fluoresensi CDs itu sendiri. Pengotor CDs ini dapat dihilangkan melalui beberapa tahap pemurnian contohnya adalah filtrasi, sentrifugasi, dan membran dialisis. Pemurnian secara filtrasi memungkinkan pemisahan CDs dari residu prekursor berukuran besar yang tidak berhasil terdekomposisi menjadi CDs. Metode ini dapat digunakan sebagai tahap awal dalam pemisahan CDs dari partikel tersuspensi atau teragglomerasi pada CDs hasil sintesis. Sentrifugasi dapat memisahkan CDs dari sisa-sisa residu yang berhasil lolos dari pemurnian tahap filtrasi, dimana pengaplikasian gaya sentrifugal dengan kecepatan tinggi dapat memisahkan pengotor dari CDs. Supernatan hasil sentrifugasi biasanya mengandung partikel berukuran lebih kecil dengan perbedaan densitas yang signifikan dari sedimen. Supernatan hasil sentrifugasi merupakan bagian yang mengandung CDs yang lebih murni. Proses membran dialisis dapat menghilangkan sisa prekursor dan polimer dengan berat molekul rendah untuk memisahkan CDs. Pengotor dengan berat molekul lebih rendah dapat terdifusi keluar akibat gradien konsentrasi sehingga akan diperoleh CDs yang lebih tahan lama dengan kemurnian tinggi (Ullal dkk., 2024)..

II.1.2 Modifikasi karbon dot (CDs)

Magnetit (Fe_3O_4) adalah suatu mineral paramagnetik yang memiliki struktur kristalin dan mengandung besi dalam dua tingkat oksidasi, yaitu Fe^{2+} dan Fe^{3+}. Magnetit sendiri berupa gabungan oksida besi campuran antara FeO dan Fe_2O_3 dengan struktur spinel kubik terinversi. Bahan ini memiliki sifat magnetik dan berbentuk kristal dengan warna hitam. Mineral ini sering ditemui sebagai mineral tambahan dalam batuan beku dan metamorf. Beberapa metode sintesis