

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Thiazole merupakan senyawa heterosiklik yang memiliki atom sulfur dan nitrogen dalam cincinnya, dengan rumus molekul C_3H_3NS (Pathania *dkk.*, 2019). Senyawa ini menarik perhatian para ilmuwan karena keterkaitannya dengan bidang biokimia, biologi sel, genetika, farmakologi dan farmasi (Jadhav *dkk.*, 2021). Keunikan dari struktur *thiazole* terletak pada interaksi antara atom nitrogen dan sulfur yang bersifat elektronegatif, yang mampu berperan sebagai donor dan akseptor elektron. Hal ini memungkinkan *thiazole* menjadi pusat aktif yang dapat berinteraksi dengan biomolekul target melalui berbagai interaksi (Ochiai *dkk.*, 2016, Kerru *dkk.*, 2020). Oleh karena itu, turunan dari senyawa *thiazole* banyak digunakan selama bertahun-tahun dalam sintesis senyawa obat dan senyawa penting lainnya dalam dunia medis. Banyak literatur menunjukkan bahwa beberapa turunan *thiazole* memiliki sifat antihipertensi (Das *dkk.*, 2016), antimikroba (Liu *dkk.*, 2024), antikanker (Nellutla *dkk.*, 2024), antivirus (Mori *dkk.*, 2019), antidiabetik (Guo *dkk.*, 2020), dan aktivitas anti-inflamasi (Kilic *dkk.*, 2023). Karena bioaktivitasnya yang beragam tersebut, golongan senyawa ini menarik perhatian di bidang kimia untuk menemukan berbagai metodologi sintesisnya.

Secara konvensional, senyawa *thiazole* dapat disintesis melalui reaksi kondensasi Hantzsch, yang melibatkan reaksi antara α -halo ketone (dielektrofil) dengan *thiourea* (dinukleofil). Dikarenakan metilen keton aktif dapat dihalogenasi secara *in situ*, kondensasi Hantzsch yang dimodifikasi dari metilen keton aktif

dengan *thiourea* telah menarik banyak perhatian dalam sintesis *thiazole*, yang mana lebih menghemat biaya dan waktu yang diperlukan. Sejalan dengan hal ini, terdapat berbagai reagen halogenasi yang bisa digunakan seperti Br₂, I₂, N-Bromosuksinimida, dan 1,3-dikloro 5,5-dimetil hidantoin (Li *dkk.*, 2022). Terlepas dari keuntungan metode tersebut, masih terdapat hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksinya seperti penggunaan katalis yang tepat. Karena golongan senyawa turunan *thiazole* merupakan salah satu senyawa yang banyak dibutuhkan dan memiliki pengaruh besar pada kimia sintetik dan obat-obatan.

Selama dua hingga tiga dekade terakhir, dikarenakan banyaknya keunggulan seperti efisiensi energi, ramah lingkungan, stabilitas tinggi dan dapat digunakan kembali, fotokatalis semikonduktor seperti TiO₂ telah menarik banyak minat penelitian (Lee *dkk.*, 2024). Namun, celah pita energinya yang tinggi (3,2 eV), menyebabkan TiO₂ hanya dapat aktif di wilayah sinar UV (Samsudin dan Abd Hamid, 2017). Selain itu, terdapat masalah lain yang harus diatasi dalam penerapannya, seperti rekombinasi yang cepat antara pasangan elektron-lubang yang difotogenerasi. Banyak peneliti telah mengeksplorasi berbagai strategi untuk mengatasi keterbatasan TiO₂ ini. Salah satu pendekatannya adalah kombinasi dengan semikonduktor lainnya untuk pembentukan heterojungsi (Yan *dkk.*, 2020).

Guna menghambat rekombinasi e^-/h^+ , strategi yang umum digunakan adalah dengan model heterojungsi *p-n*. Dalam model ini ketika bahan semikonduktor tipe-*p* berintegrasi dengan bahan semikonduktor tipe-*n*, heterojungsi *p-n* akan terbentuk yang menghasilkan medan listrik bagian dalam pada antarmuka, yang mana bermanfaat untuk pemisahan elektron dan lubang yang difotogenerasi. Nikel oksida

(NiO) merupakan semikonduktor tipe-*p* dengan lebar celah pita bernilai 3,55 eV. Banyak perhatian terfokus pada material ini karena berbagai aplikasinya dalam katalisis, sensor gas, elektroda sel bahan bakar, bahan magnetik, dan superkapasitor elektrokimia. Terlepas dari lebarnya celah pita NiO, senyawa ini dapat membentuk heterojungsi *p-n* dengan TiO₂ (semikonduktor tipe-*n*). Adanya peningkatan medan listrik pada antarmuka heterojungsi *p-n* dapat menekan rekombinasi elektron dan lubang yang difotogenerasi sehingga meningkatkan kinerja fotokatalitik (Chen *dkk.*, 2011).

Meskipun NiO dapat menurunkan laju rekombinasi, hal ini tidak cukup untuk meningkatkan kinerja fotokatalitik TiO₂ pada serapan cahaya tampak. Oleh karena itu, apabila dilakukan *coupling* dengan semikonduktor lain yang memiliki celah pita kecil maka berpotensi menciptakan heterojungsi yang selanjutnya meningkatkan efisiensi fotokatalitik TiO₂. Dalam beberapa tahun terakhir, penggabungan TiO₂ dan g-C₃N₄ telah mendapat banyak perhatian karena celah pitanya yang sangat kompatibel (Yuan *dkk.*, 2023). *Graphitic carbon nitride* (g-C₃N₄) adalah semikonduktor polimer tipe-*n* yang memiliki kelebihan ramah lingkungan, mudah disintesis dan memiliki celah pita energi menengah (2.7 eV) serta stabilitas fisikokimia yang kuat (Mittal dan Dutta, 2021). Terlepas dari banyak kelebihanannya, g-C₃N₄ menunjukkan kinerja fotokatalitik yang lemah karena faktor-faktor seperti rekombinasi cepat, rentang penyerapan cahaya tampak yang terbatas, dan luas permukaan spesifik yang rendah (Qin *dkk.*, 2019). Para peneliti telah menemukan bahwa memodifikasi sifat fotokatalitik g-C₃N₄ sama pentingnya

dengan memodifikasi TiO_2 , dan diharapkan efek sinergis dari TiO_2 yang dikompositkan dengan NiO dan g- C_3N_4 dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik.

Penelitian Pourmorteza *dkk.* (2022) mengenai pengembangan fotokatalis Co-g- C_3N_4 -imine/ TiO_2 untuk sintesis senyawa organik *benzimidazole* menyatakan bahwa katalis tersebut memiliki karakteristik yang sesuai dan selektif serta menunjukkan kinerja yang baik, dibuktikan dengan persentase produknya yang tinggi.

Sejauh ini belum ada riset terkait pembuatan fotokatalis NiO- TiO_2 /g- C_3N_4 menggunakan metode hidrotermal untuk aplikasi dalam sintesis senyawa turunan *aminothiazole*. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis fotokatalis yang termodifikasi g- C_3N_4 yaitu NiO- TiO_2 /g- C_3N_4 serta aplikasinya dalam sintesis senyawa organik. Senyawa etil asetoasetat dan tiourea dipilih sebagai prekursor pada sintesis senyawa organik tersebut. Selain itu, dalam sintesis fotokatalis NiO- TiO_2 /g- C_3N_4 , penting untuk menyesuaikan rasio mol nikel (II) asetat tetrahidrat ($\text{Ni}(\text{OAc})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan *titanium (IV) isopropoxide* (TTIP). Rasio mol ini dapat berpengaruh pada pembentukan struktur kristal, ukuran partikel, ataupun distribusi material pada permukaan katalis. Oleh karena itu, rasio mol $\text{Ni}(\text{OAc})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ /TTIP divariasikan untuk menemukan komposisi terbaik yang dapat menghasilkan fotokatalis dengan aktivitas fotokatalitik optimal. Hasil penelitian ini diharapkan fotokatalis NiO- TiO_2 /g- C_3N_4 dapat bekerja secara efisien, ramah lingkungan, dan memiliki stabilitas yang berkelanjutan.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. memperoleh fotokatalis $\text{NiO-TiO}_2/\text{g-C}_3\text{N}_4$ yang disintesis menggunakan metode hidrotermal untuk memahami sifat fisikokimia dan strukturalnya,
2. merumuskan hubungan antara rasio mol $\text{Ni(OAc)}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}/\text{TTIP}$ terhadap karakter dan aktivitas fotokatalisnya, dan
3. menentukan kemampuan dari fotokatalis $\text{NiO-TiO}_2/\text{g-C}_3\text{N}_4$ dalam sintesis senyawa *Ethyl 2-Amino-4-Methylthiazole-5-Carboxylate*.