BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi dunia yang semakin pesat menyebabkan peningkatan kebutuhan energi global yang signifikan dan diperkirakan meningkat dua kali lipat pada tahun 2050[1]. Hidrogen (H_2) secara luas dianggap sebagai alternatif energi bersih masa depan[2]. Produksi hidrogen secara fotokatalitik dari pemisahan molekul air menjadi alternatif ideal untuk memenuhi kebutuhan energi dunia. Fujishima dan Honda pada tahun 1972 pertama kali mengaplikasikan fotokatalisis TiO_2 dalam pemisahan molekul air[3]. Fotokatalisis merupakan proses fotokimia dan katalis, dimana katalis dipicu oleh foton yang mempengaruhi kecepatan reaksi kimia[4]. Namun, TiO_2 memiliki energi celah pita yang lebar (3,0-3,2 eV) menyebabkan adsorpsi cahaya tampak yang terbatas sehingga mengurangi aktivitas fotokatalitik[5].

Material fotokatalis harus memiliki celah pita yang sesuai untuk eksitasi cahaya tampak dengan memperhatikan posisi pita valensi dan pita konduksi. Doping TiO_2 dengan non logam diketahui dapat memperkecil celah pita[6]. Salah satu doping non-logam paling efektif yang telah dilaporkan adalah doping nitrogen[7]. Doping nitrogen pada TiO_2 dilaporkan sebagai strategi yang dapat mempersempit celah pita dan meningkatkan aktivitas fotokatalitik TiO_2 pada cahaya tampak[8]. Doping nitrogen cukup menjanjikan karena ukuran ion yang sebanding dengan oksigen, energi ionisasi yang kecil, dan stabilitasnya yang tinggi. Penyisipan nitrogen ke dalam kisi TiO_2, menyebabkan pembentukan keadaan energi celah tengah baru, yaitu pita N 2p di atas pita valensi O 2p, yang akhirnya mengurangi celah pita TiO_2 (menjadi ~2,5 eV) dan menggeser penyerapan optik ke wilayah cahaya tampak[9–13].

Berbagai senyawa nitrogen digunakan dalam persiapan titania yang didoping nitrogen. Penelitian sebelumnya oleh Resha (2022) memanfaatkan amonia sebagai sumber nitrogen dalam metode hidrotermal, menghasilkan morfologi *nanowires*[14]. Penelitian selanjutnya oleh Fery (2023) menggunakan urea sebagai sumber nitrogen, dengan metode hidrotermal yang menghasilkan morfologi *nanosheet*, *nanocube*, *nanorod*, dan *nanospherical*[15]. Penelitian terbaru dari Evan (2024) berfokus pada aplikasi produksi gas hidrogen dengan penggunaan kitosan sebagai sumber nitrogen, memberikan hasil morfologi *nanowires*. Aplikasi material untuk produksi hidrogen menunjukkan bahwa material tersebut mampu meningkatkan produksi hidrogen hingga 1,5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol[16].

Aplikasi N-*doped* TiO_2 untuk produksi gas hidrogen telah dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya. Misalnya, N-*doped* TiO_2 *film* berhasil disintesis oleh Sputtering Magnetron Reaktif RF menunjukkan fase *anatase* dan penurunan celah pita menjadi 2,65 eV. Penelitian ini menunjukkan hasil produksi gas hidrogen sebesar 601 μmol $g^{-1}h^{-1}$, jauh lebih besar daripada TiO_2 film tanpa doping[17]. Selanjutnya, *anatase* N-*doped* TiO_2 *nanobelt* dengan *heterojunction* permukaan antara bidang (101) dan (001) berhasil disintesis. Seperti yang

diharapkan, terdapat pemisahan spasial pasangan muatan dan menunjukkan aktivitas fotokatalitik yang lebih tinggi di bawah sinar cahaya tampak dengan laju produksi gas hidrogen sebesar 670 μmol $g^{-1}h^{-1}$ [18].

Pengembangan lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan amonium nitrat sebagai sumber nitrogen dalam sintesis N-*doped* TiO_2. Amonium nitrat sebagai prekursor dopan nitrogen memiliki kemampuan yang secara efektif meningkatkan penyerapan cahaya tampak dan reaktivitas fotokatalitik TiO_2[19]. Proses doping nitrogen pada TiO_2 dapat meningkatkan kinerja fotokatalis TiO_2. Penggunaan amonium nitrat sebagai sumber dopan nitrogen diharapkan memiliki dampak terhadap desain morfologi material serta menjadi alternatif pilihan baru dalam doping nitrogen pada TiO_2.

Selain pendopingan, modifikasi morfologi permukaan nanomaterial TiO_2 juga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya[20]. TiO_2 dengan ukuran nano memiliki luas permukaan yang tinggi dengan lebih banyaknya bidang sentuh permukaan, yang akan meningkatkan kemampuan penyerapan cahaya dalam proses fotokatalitik[21]. Tingginya luas permukaan yang ditimbulkan oleh struktur nano TiO_2 dapat memfasilitasi interaksi antara TiO_2 dengan partikel H_2O. Beberapa bentuk struktur nano satu dimensi dari TiO_2 yaitu nanotube, nanorods, nanosheets, dan *nanowires*[22]. Di antara struktur nano ini, morfologi dengan luas permukaan paling tinggi adalah struktur *nanowires* yang secara teori akan menghasilkan aktivitas fotokatalitik TiO_2 yang lebih tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan sintesis N-*doped* TiO_2 *nanowires* dengan amonium nitrat sebagai sumber dopan nitrogen untuk aplikasinya dalam aktivitas fotokatalitik produksi gas hidrogen.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi optimum amonium nitrat dalam sintesis N-*doped* TiO_2 *nanowires* untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik?
2. Bagaimana morfologi dan karakteristik N-*doped* TiO_2 yang dihasilkan dari variasi penambahan amonium nitrat?
3. Bagaimana pengaruh doping nitrogen terhadap lebar celah pita TiO_2 dan bagaimana hal ini mempengaruhi aktivitas fotokatalitik dalam produksi hidrogen?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan poin-poin rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan konsentrasi optimum dari amonium nitrat dalam sintesis N-*doped* TiO_2 *nanowires*.
2. Menganalisis pengaruh penambahan amonium nitrat terhadap morfologi dan karakteristik N-*doped* TiO_2 *nanowires*.
3. Menguji aktivitas fotokatalitik dari N-*doped* TiO_2 *nanowires* untuk produksi hidrogen (H_2) secara fotokatalitik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan informasi dalam mensintesis N-*doped* TiO_2 dengan morfologi *nanowires* untuk meningkatkan akivitas fotokatalitiknya dalam produksi hidrogen.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA