

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebutuhan terhadap sumber energi terus mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Hal tersebut didorong oleh peningkatan populasi dan pertumbuhan ekonomi dunia (Dawood dkk., 2020). Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang masih menjadi sumber energi utama yang digunakan dalam kehidupan manusia. Namun bahan bakar fosil membawa dampak buruk terhadap lingkungan sebab hasil pembakarannya mengemisikan gas rumah kaca (Lelieveld dkk., 2019). Penggunaan bahan bakar fosil yang berkelanjutan sebagai sumber energi utama dapat mengakibatkan peningkatan temperatur bumi dan perubahan iklim (Martins dkk., 2019). Untuk mengatasi hal tersebut, mulai dilakukan peralihan dalam penggunaan sumber energi dari bahan bakar fosil menuju energi terbarukan.

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang tidak akan habis, aman untuk lingkungan, dan tidak menghasilkan zat emisi yang berbahaya (Mohtasham, 2015). Hidrogen merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi besar untuk menggantikan sumber energi fosil. Dalam penggunaannya sebagai sumber energi, hidrogen tidak mengemisikan gas rumah kaca sehingga tidak menimbulkan dampak negatif (Soleimani dkk., 2024). Produksi hidrogen dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan sumber energi yang digunakan, yaitu produksi yang menggunakan bahan bakar fosil dan sumber energi terbarukan. Produksi hidrogen yang menggunakan bahan bakar fosil meliputi metode

reformasi, pirolisis, dekomposisi termal, dan gasifikasi. Metode tersebut mengemisikan gas rumah kaca sehingga hidrogen yang dihasilkan bukan merupakan sumber energi bersih (Osman dkk., 2022). Sedangkan produksi hidrogen yang menggunakan sumber energi terbarukan memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbarui seperti, energi surya dan angin dalam proses produksinya. Hidrogen yang dihasilkan dari pemanfaatan sumber energi terbarukan dikategorikan sebagai hidrogen hijau sebab proses produksinya tidak mengemisikan gas rumah kaca sehingga ramah lingkungan (Hossain Bhuiyan & Siddique, 2025; Osman dkk., 2022).

Pemecahan air secara fotoelektrokimia merupakan salah satu metode untuk memproduksi hidrogen hijau. Faktor yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi pemecahan air adalah aktivitas fotoanoda karena air mengalami reaksi oksidasi di permukaan fotoanoda (Sung dkk., 2024). Fotoanoda telah banyak dikembangkan dari berbagai jenis semikonduktor, salah satunya adalah BiVO_4 . Semikonduktor BiVO_4 merupakan jenis semikonduktor tipe-n yang memiliki band gap sebesar 2,40 eV, tidak beracun, proses sintesis yang mudah, harga relatif murah, dan mampu menyerap cahaya tampak (Bai dkk., 2020; Sung dkk., 2024). Oleh karena sifat-sifat BiVO_4 tersebut, maka BiVO_4 berpotensi menjadi fotoanoda untuk pemecahan air. Sintesis lapis tipis BiVO_4 melalui metode *spin coating* pada permukaan kaca FTO (*fluorine-doped tin oxide*) menghasilkan lapis tipis BiVO_4 dengan nilai *photocurrent* sebesar 0,3 mA/cm² pada 1,23 V vs RHE (Hernández dkk., 2016). Namun nilai *photocurrent* tersebut masih belum mencapai nilai *photocurrent*

teoritisnya yaitu sebesar $7,5 \text{ mA/cm}^2$ (Luo dkk., 2019). Hal tersebut menyebabkan kemampuan fotoelektrokimia BiVO_4 dalam pemecahan air belum maksimal.

Semikonduktor BiVO_4 dalam bentuk murni cenderung mudah mengalami rekombinasi pasangan elektron-*hole* dan kinetika oksidasi air yang rendah (Xiong dkk., 2021). Untuk meningkatkan nilai *photocurrent* dari BiVO_4 , dapat dilakukan pembentukan heterostruktur dengan semikonduktor lain. Semikonduktor CdS merupakan semikonduktor tipe-n dengan celah pita sebesar 2,4 eV, mampu menyerap sinar tampak, dan berpotensi digunakan dalam pemecahan air (Akbarnejad dkk., 2017). Pembentukan heterostruktur antara lapis tipis BiVO_4 dengan CdS dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan fotoelektrokimianya. Pada studi sebelumnya, heterostruktur lapis tipis BiVO_4/CdS yang disintesis melalui metode elektrodposisi dapat menunjukkan kinerja fotoelektrokimia yang lebih baik daripada lapis tipis BiVO_4 murni. Penambahan lapis tipis CdS dapat meningkatkan pemisahan muatan yang efektif dan mencegah rekombinasi pasangan elektron-*hole* (Li dkk., 2018). Namun pembentukan heterostruktur belum mampu mengatasi permasalahan terkait rendahnya kinetika oksidasi air.

Kinetika oksidasi air yang rendah pada reaksi pemecahan air dapat diatasi dengan cara penambahan ko-katalis. Ko-katalis FeOOH diketahui mampu meningkatkan kinerja fotoelektrokimia pemecahan air pada semikonduktor BiVO_4 (She dkk., 2020). Ko-katalis FeOOH berperan untuk meningkatkan pemisahan dan transportasi muatan serta membentuk lebih banyak situs aktif pada permukaan fotoanoda sehingga mampu meningkatkan kinetika oksidasi air. Penambahan ko-

katalis FeOOH pada heterostruktur BiVO₄/WO₃ menunjukkan kinerja fotoelektrokimia yang lebih baik dibandingkan heterostruktur tanpa ko-katalis (Li dkk., 2024). Namun studi terkait kemampuan fotoelektrokimia dari fotoanoda BiVO₄/CdS dengan ko-katalis FeOOH untuk reaksi pemecahan air dari masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis lapis tipis BiVO₄ pada kaca FTO untuk fotoanoda dengan metode *spin coating* dan mempelajari pengaruh modifikasi heterostruktur CdS dan penambahan ko-katalis FeOOH pada fotoanoda BiVO₄ dalam fotoelektrokimia pemecahan molekul air.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan sintesis lapis tipis BiVO₄ pada kaca FTO dengan metode *spin coating*.
2. Melakukan pelapisan heterostruktur CdS pada permukaan lapis tipis BiVO₄.
3. Melakukan fotoelektrodeposisi ko-katalis FeOOH sebagai modifikasi lapis tipis BiVO₄.
4. Mengetahui kinerja *photoelectrochemical* (PEC) lapis tipis BiVO₄, BiVO₄/CdS, BiVO₄/CdS-FeOOH, dan BiVO₄-FeOOH sebagai fotoanoda untuk pemecahan air.