BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada Bab V dipaparkan kesimpulan penelitian yang diperoleh dari hasil analisis serta implikasinya terhadap pengembangan sel surya perovskite. Selain itu, disampaikan pula rekomendasi yang dapat menjadi acuan bagi penelitian berikutnya agar diperoleh peningkatan efisiensi dan stabilitas material CsPbBr₃ dalam aplikasi sel surya..

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa variasi konsentrasi prekursor memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat optik, morfologi, dan kinerja sel surya perovskite berbasis CsPbBr₃ yang difabrikasi dengan metode *two-step sequential spin coating*. Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil sifat optik berdasarkan karakterisasi UV-Vis, diketahui bahwa peningkatan konsentrasi prekursor dapat meningkatkan intensitas serapan cahaya, yang menandakan semakin banyak foton yang dapat diabsorpsi untuk menghasilkan eksitasi elektron. Konsentrasi 1,6 M memberikan serapan cahaya tinggi dan stabil, yang berkontribusi pada peningkatan jumlah pembawa muatan. Dengan demikian, dari sisi optik, konsentrasi optimum ditentukan pada 1,6 M.
2. Hasil morfologi berdasarkan karakterisasi SEM, diketahui bahwa peningkatan konsentrasi prekursor dapat berpengaruh signifikan terhadap kualitas film CsPbBr₃. Pada konsentrasi rendah, film yang terbentuk masih memiliki pori-pori dan tidak menutupi permukaan secara merata. Dengan meningkatnya konsentrasi hingga 1,6 M, film yang dihasilkan lebih homogen, rapat, dan memiliki ukuran butir yang lebih besar sehingga dapat mengurangi jumlah batas butir (*grain boundaries*) yang berpotensi menjadi pusat rekombinasi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi optimum dari segi morfologi adalah 1,6 M.
3. Hasil kinerja sel surya berdasarkan karakterisasi J–V menunjukkan bahwa nilai *short circuit current density* (J_{sc}) meningkat seiring dengan

bertambahnya konsentrasi prekursor, sementara nilai *fill factor* (FF) tertinggi diperoleh pada konsentrasi menengah (1,2 M–1,4 M). Namun, efisiensi keseluruhan (η) tertinggi dicapai pada konsentrasi 1,6 M, yaitu sebesar $6,339 \times 10^{-7} \%$. Hal ini menandakan bahwa pada konsentrasi tersebut terjadi keseimbangan terbaik antara kemampuan menyerap cahaya, kualitas morfologi, serta resistansi internal yang rendah. Dengan demikian, konsentrasi optimum berdasarkan kinerja sel surya adalah 1,6 M.

Secara keseluruhan, dari analisis morfologi, sifat optik, dan kinerja sel surya, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum CsPbBr₃ dalam penelitian ini adalah 1,6 M.

5.2 Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengembangan lebih lanjut sel surya perovskite berbasis CsPbBr₃ masih sangat diperlukan. Optimasi parameter proses, seperti ketebalan, suhu, durasi annealing, serta kecepatan putar saat spin coating direkomendasikan untuk menghasilkan film yang lebih homogen, berstruktur kristal baik, dan minim cacat. Selain itu, penerapan teknik pasivasi permukaan perlu dipertimbangkan agar densitas cacat kristal dapat ditekan, sehingga rekombinasi muatan berkurang dan kinerja listrik sel surya meningkat.

Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara sifat material dan performa sel surya, penelitian berikutnya sebaiknya dilengkapi dengan karakterisasi lanjutan, seperti *X-Ray Diffraction* (XRD), *Photoluminescence* (PL), dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Penelitian juga disarankan mengeksplorasi material transport layer dan elektroda alternatif yang lebih konduktif serta stabil, sehingga proses ekstraksi muatan menjadi lebih optimal. Di samping itu, uji ketahanan sel surya terhadap kelembaban, suhu tinggi, dan paparan sinar matahari secara berkelanjutan sangat penting dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas jangka panjang, mengingat salah satu tantangan utama perovskite adalah degradasinya yang relatif cepat terhadap faktor lingkungan.