

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Penambahan N-GQDs ke dalam matriks  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat termoelektrik material tersebut.

1. Secara umum, penambahan N-GQDs menyebabkan penurunan konduktivitas listrik akibat peningkatan scattering phonon dan defek, terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi seperti 0,5% dan 0,7%. Pada suhu 325K untuk  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  pristine, nilai konduktivitas listriknya sebesar  $1.34 \times 10^5$  S/m setelah ditambahkan N-GQDs sebanyak 0.7% konduktivitas listrik pada suhu 325K menjadi  $1.12 \times 10^5$  S/m.
2. Penambahan N-GQDs menyebabkan penurunan konduktivitas termal secara signifikan seiring dengan meningkatnya nilai konsentrasi N-GQDs. Namun untuk konsentrasi yang lebih tinggi (0.7% N-GQDs) memungkinkan adanya saturasi efek scattering phonon, sehingga mengurangi keefektifan scattering phonon. Hal ini dapat menyebabkan konduktivitas termal mulai meningkat karena scattering phonon yang kurang efektif.
3. Koefisien Seebeck untuk  $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + 0,5\%$  N-GQDs menunjukkan nilai tertinggi, yakni meningkat dari  $140 \mu\text{V/K}$  pada 325 K menjadi  $240 \mu\text{V/K}$  pada 475 K. Pada sampel 0.5% N-GQDs, peningkatan koefisien Seebeck yang mungkin diakibatkan oleh peningkatan scattering pembawa muatan berhasil mengimbangi penurunan konduktivitas listrik, sehingga menghasilkan faktor daya yang lebih baik.
4. Penambahan 0,5% N-GQDs berhasil meningkatkan *Figure of Merit* ZT. Pada suhu 475 K, sampel ini mencapai nilai ZT sebesar 2,03, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  pristine yang hanya memiliki ZT sebesar 1,06. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan N-GQDs pada konsentrasi yang tepat dapat secara substansial meningkatkan kinerja termoelektrik material  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , menjadikannya lebih efisien untuk aplikasi konversi energi panas menjadi listrik.

## 5.2 Implikasi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan N-GQDs pada material  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  dapat secara signifikan meningkatkan sifat termoelektrik, terutama dalam hal peningkatan koefisien Seebeck dan angka prestasi ZT, serta penurunan konduktivitas termal. Implikasi dari temuan ini adalah bahwa dengan pemilihan konsentrasi yang tepat, seperti 0,5%, N-GQDs dapat diintegrasikan ke dalam matriks  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  untuk menghasilkan material dengan efisiensi konversi energi yang lebih tinggi. Ini membuka peluang besar bagi pengembangan perangkat termoelektrik yang lebih efisien, yang dapat digunakan dalam aplikasi energi terbarukan, seperti sistem pembuangan panas dan generator listrik termoelektrik.

## 5.3 Rekomendasi

Riset lanjutan dapat dilakukan agar penelitian lanjutan difokuskan pada optimasi konsentrasi N-GQDs, khususnya di sekitar 0,5%, karena telah terbukti memberikan hasil yang paling optimal. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk mengeksplorasi mekanisme yang mendasari efek negatif dari konsentrasi N-GQDs yang lebih tinggi, serta bagaimana modifikasi pada metode sintesis atau distribusi N-GQDs dapat mengurangi efek tersebut.