

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian pada bidang material dalam skala nanometer saat ini semakin gencar dilakukan. Tidak sedikit ilmuwan berlomba-lomba mengadakan penelitian di bidang ini untuk menciptakan teknologi yang berbasis pada nanomaterial. Satu diantara pemanfaatannya adalah pengembangan sistem konversi dan penyimpanan energi dengan memanfaatkan nanomaterial dengan struktur *core-shell* (Feng et al., 2019). Nanomaterial merupakan material yang mempunyai struktur dengan dimensi yang sangat kecil, yaitu berkisar antara 1-100 nm. Sifat-sifat material dalam skala nanometer diyakini lebih unggul dari material yang berukuran besar. Sifat material tersebut dapat dimodifikasi dengan melakukan pengontrolan ukuran, pengaturan komposisi kimiawi, modifikasi permukaan, ataupun pengontrolan interaksi antar partikel (Abdullah, 2008).

Pada penelitian terkait nanomaterial ini, *semiconductor quantum dot* (SQD) merupakan partikel berskala nano yang cukup terkenal dan sering digunakan dalam berbagai penelitian. SQD merupakan partikel berbahan semikonduktor yang memiliki ukuran sangat kecil dalam skala nanometer. SQD memiliki sifat yang unik yaitu mampu mengemisikan cahaya dengan panjang gelombang yang bervariasi bergantung dari ukuran SQD tersebut (Isnaeni and Cho, 2010). SQD memiliki pasangan *electron* dan *hole* yang disebut eksiton, jarak antara *electron* dan *hole* ini disebut dengan jarak eksiton Bohr. Karena ukurannya, SQD dapat mengalami efek pengurungan kuantum. Rasio antara jari-jari SQD terhadap jarak eksiton Bohr itulah yang menentukan tingkat pengurungan kuantum (Abdullah, 2008). Dengan adanya berbagai keistimewaan respon optis SQD yang diperoleh dari efek pengurungan kuantum, SQD memiliki potensi untuk diaplikasikan pada piranti nanofotonik ataupun nanoelektronik (Baimuratov et al., 2013; Das and Datta, 2016).

Dalam perkembangannya, penelitian mengenai nanomaterial ini tidak hanya terfokus pada nanopartikel melainkan dengan fokus yang lebih luas seperti hibridisasi struktur nano. Hibridisasi struktur nano sehingga menghasilkan struktur *nanohybrid* menjadi menarik untuk dilakukan karena adanya sifat-sifat baru yang muncul dan tidak terdapat pada struktur nano individunya. Misalnya pada SQD, ketika partikel tersebut dipasangkan dengan *metal nanoparticle* (MNP) yang merupakan partikel logam dalam skala nanometer, sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh SQD ataupun MNP secara individu pun muncul. Salah satu contoh sifat baru tersebut adalah adanya modifikasi yang signifikan dari besaran dan bentuk spektrum laju penyerapan energi terutama untuk jarak antar partikel yang kecil dan intensitas tinggi dari medan listrik eksternal yang berinteraksi dengan sistem (Kosionis et al., 2012). Bahkan, fenomena *optical bistability* yang berpotensi untuk diaplikasikan pada *optical switching* dan *optical storage* juga dapat dikontrol pada sistem *hybrid* SQD-MNP ini dengan menyesuaikan jarak antara pusat SQD dan MNP, frekuensi Rabi bidang kontrol dan jari-jari MNP (Bao et al., 2016).

Pada penelitian ini, sistem *hybrid* yang digunakan terdiri dari SQD yang dimodelkan sebagai *two-level system* dan *metal nanoshell* (MNS). *Nanoshell* merupakan nanopartikel dengan inti dielektrik yang ditutupi oleh cangkang logam. Sifat optis dari *nanoshell* dipengaruhi oleh plasmon permukaan yang frekuensi resonansinya dapat diatur dengan memvariasikan geometrinya sehingga menjadikannya nanopartikel dengan kemampuan memanipulasi cahaya dengan cara yang unik (Bardhan et al., 2010). Sebelumnya, Sadeghi dan Patty (2014) memperlihatkan bahwa keadaan sistem dari SQD-MNS berbeda dengan keadaan sistem SQD-MNP berbentuk bola. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk menganalisis respon optis dari sistem *hybrid* SQD-MNS. Fokus dari penelitian ini ditujukan pada spektrum serapan SQD dan bagaimana hadirnya MNS akan mempengaruhi spektrum serapan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa permasalahan yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh ketebalan *shell* pada MNS terhadap spektrum serapan sistem SQD-MNS *hybrid*?
- b. Bagaimana pengaruh jarak antara SQD dan MNS terhadap spektrum serapan sistem SQD-MNS *hybrid*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dimiliki oleh penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Cahaya dimodelkan sebagai gelombang elektromagnetik klasik.
- b. Respon optis MNS dimodelkan secara klasik.
- c. Interaksi antara cahaya dengan MNS dimodelkan dalam pendekatan *quasistatic*.
- d. Interaksi antara cahaya dengan SQD ditinjau secara kuantum dengan pendekatan *rotating wave approximation* (RWA).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh ketebalan *shell* pada MNS terhadap spektrum serapan sistem SQD-MNS *hybrid*.
- b. Mengetahui pengaruh jarak antara SQD dan MNS terhadap spektrum serapan sistem SQD-MNS *hybrid*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi dan gambaran mengenai spektrum serapan dari sistem SQD-MNS *hybrid* dan bagaimana ketebalan *shell* pada MNS serta jarak antara SQD dan MNS mempengaruhinya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk menentukan dan mengeksplorasi potensi penggunaan dari struktur yang dipelajari dalam penelitian ini untuk berbagai aplikasi nantinya.