

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Berbagai penelitian telah mengalami perkembangan secara eksponensial dalam bidang nanoteknologi. Nanoteknologi dapat menghasilkan material dengan beragam jenis pada tingkat skala nano. Sebagai salah satu perkembangan nanoteknologi yang populer, nanopartikel menarik para ilmuwan untuk melakukan penelitian-penelitian baru. Para peneliti menemukan bahwa ukuran suatu partikel dapat mempengaruhi sifat fisiokimia suatu zat seperti sifat optiknya. *Nanoparticles* (NPs) adalah kelas material yang luas yang mencakup zat partikulat dan memiliki satu dimensi paling sedikit kurang dari 100 nm (Khan *et al.*, 2019).

Penemuan nanopartikel berpendar telah menjadi tantangan dalam dunia sains. Saat ini, telah ditemukan material dengan sifat berpendar yaitu jenis karbon yang termasuk dalam *Carbon Nanoparticles*. Jenis karbon yang menarik perhatian para peneliti ialah *Carbon Nanodots* (C-dots) yang dianggap sebagai alternatif bahan *fluorescence* konvensional seperti pewarna organik. Meningkatnya minat para peneliti dikarenakan sifat unggul dari C-dots yaitu *photoluminescence* tinggi (Zhang *et al.*, 2020), biokompatibilitas yang baik, fotostabilitas yang tinggi (Hulupi *et al.*, 2020), toksisitas rendah, larut dalam air, proses sintesis yang mudah dan ramah lingkungan (Gayen *et al.*, 2019). C-dots merupakan suatu kelas material *Photoluminescence* yang menunjukkan sifat optik yang sangat baik, dengan demikian dianggap sebagai bahan yang menjanjikan untuk sejumlah aplikasi biologis dan optoelektronik (Schneider *et al.*, 2017).

Karakteristik C-dots dapat disesuaikan dengan memodifikasi komposisi dan struktur C-dots serta doping dengan elemen non-logam lainnya. Untuk meningkatkan sifat fluoresensi C-dots, strategi doping telah diperkenalkan. Doping heteroatom merupakan cara yang efektif untuk menyesuaikan sifat intrinsik dari nanomaterial karbon. C-dots yang didoping heteroatom telah menarik perhatian besar karena sifat fluoresennya untuk aplikasi yang potensial. Sifat *photoluminescence* C-dots doping heteroatom memberikan daya tarik yang luas dalam aplikasi *theranostics* terutama sebagai *probe intraseluler*. Doping umumnya dicapai ketika memasukkan substrat yang sesuai selama sintesis untuk mengotori beberapa elemen dengan stoikiometri yang dipilih. Sifat optik dari C-dots dapat dicocokkan dengan doping heteroatom seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), Boron (B), Sulfur (S) dan sebagainya (Miao *et al.*, 2020). Hingga saat ini, kemajuan dalam penelitian C-dots yang didoping heteroatom diorientasikan pada fungsionalisasi permukaan untuk meningkatkan sifat optik, meningkatkan *Quantum Yield* C-dots dan mekanisme pendaran C-dots. Sadhanala dkk. melaporkan B-CNPs berbasis Sukrosa dan Asam Borat melalui metode hidrotermal, dimana dalam penelitiannya intensitas PL meningkat dengan meningkatnya konsentrasi hingga tingkat tertentu kemudian mengalami penurunan serta pendaran B-CNPs dapat dikendalikan oleh oksidasi permukaan (Sadhanala & Nanda, 2016). Bahan berpendar organik termasuk C-dots memiliki banyak manfaat, seperti kemudahan dalam hal sintesis, stabilitas yang sangat baik dan toksisitas rendah. Namun, karena transisi non-radiasi yang intens membuatnya sulit untuk mencapai masa pendaran yang lama atau efisiensi pendaran yang tinggi. Akan tetapi, atom Boron khususnya  $B(OH)_3$  menunjukkan kekuatan mekanik dan meningkatkan ketahanan panas sehingga memperpanjang masa pendarannya, karena Boron sebagai kuncinya (Zhou *et al.*, 2020). Didasarkan pada alasan ini, selama dekade terakhir para peneliti melakukan berbagai upaya dengan mengeksplorasi terkait pengembangan dopan serta doping untuk mengontrol atau meningkatkan fungsionalisasi sifat optik dari C-dots.

*Carbon Nanodots* (C-dots) dapat disintesis dari berbagai sumber karbon seperti (Tuerhong *et al.*, 2017) memperoleh C-dots berbahan dasar asam amino dan sakarida, (Kasprzyk *et al.*, 2018) menggunakan sumber karbon berbasis *citric acid*, (Fatimah *et al.*, 2018) menggunakan tongkol dan kulit jagung sebagai sumber karbon, (Oña & Fullana, 2020) menggunakan glukosa sebagai sumber karbon. Kemajuan mengenai kajian C-dots telah dicapai dan dipaparkan oleh para peneliti yang meliputi sintesis, sifat serta aplikasi dari C-dots. Pemilihan asam sitrat yang digunakan

sebagai alternatif sumber karbon karena keunggulannya seperti spektrum emisi tergantung eksitasi, struktur molekul yang sederhana, relatif murah, suhu dekomposisi yang rendah (Nuryadin *et al.*, 2014) dan ramah lingkungan karena terbuat dari buah dan daun yang terkandung dalam *genus* sitrus. Pan dkk. melaporkan C-dots berwarna dari asam sitrat dan larutan amida sebagai prekursor karbon melalui sintesis gelombang mikro. C-dots yang diperoleh menunjukkan *Photoluminescence* yang stabil hampir dapat menutupi seluruh spektrum yang terlihat, serta memiliki toksisitas rendah yang berpotensi besar sebagai reagen pelabelan warna-warni (Miao *et al.*, 2020). Pemilihan asam sitrat diharapkan mampu mengurangi pembentukan karbon sisa, memungkinkan penurunan suhu sintesis serta meningkatkan sifat *Photoluminescence*. Disamping itu,  $(NH_2)_2CO$  atau urea diasumsikan sebagai sumber nitrogen memiliki kinerja sintetik yang baik, sehingga dapat mempercepat proses sintesis (Nuryadin *et al.*, 2014).

Ukuran dan permukaan C-dots dapat mempengaruhi sifat fluoresensinya (Nakul *et al.*, 2016), sehingga pemilihan komposisi prekursor penyusun C-dots dan metode sintesis harus dilakukan dengan cermat. Metodologi sintesis yang sering digunakan dalam pembuatan C-dots meliputi hidrotermal (Oña & Fullana, 2020), pelepasan busur, ablasi laser (Gayen *et al.*, 2019), metode elektrokimia (Roy *et al.*, 2015), iradiasi gelombang mikro (*microwave*) dan pirolisis (Zhang *et al.*, 2020). Disisi lain, pada era dengan teknologi modern ini, para peneliti, akademisi dan industrialis mulai mengadopsi rute sintesis yang ramah lingkungan untuk pembuatan produk yang diinginkan serta berguna dalam bidang biomaterial, *nanomedicine* dan *nanoelectronics*. Kekurangan metode hidrotermal ialah air cepat menguap atau mengalami proses evaporasi, degradasi gugus hidroksil yang cepat akibat proses pemanasan menyebabkan C-dots yang dihasilkan berupa gel (Rahmayanti, 2015), serta membutuhkan waktu sangat lama. Di antara metode sintesis dalam menyiapkan C-dots, pendekatan yang mendapat perhatian signifikan dalam membuat material dimensi skala nano dengan kecepatan cahaya serta memungkinkan untuk mengontrol material nano ialah sintesis dengan pemanasan gelombang mikro atau *microwave* (Kumar *et al.*, 2020). Iradiasi gelombang mikro merupakan metode yang relatif sederhana (Nakul *et al.*, 2016), biaya relatif lebih rendah (Qu *et al.*, 2012), hemat energi (Gayen *et al.*, 2019), memulai reaksi dalam waktu yang sangat singkat, menyediakan energi yang homogen, intensif dan dapat mencapai suhu tinggi (Rahmayanti, 2015) serta memungkinkan penggunaan pelarut ramah lingkungan yang menghasilkan produk yang lebih bersih di mana tidak diperlukan langkah pemurnian lebih

lanjut (Kumar *et al.*, 2020).

Perlu adanya pengembangan dan peningkatan lebih lanjut mengenai metode strategis pada sintesis *Carbon Nanodots* (C-dots) dengan doping heteroatom, yang memiliki potensi serbaguna karena sifat *Photoluminescence* C-dots memberikan daya tarik yang luas dalam aplikasinya. Menarik untuk melakukan pengamatan akan kajian intensif mengenai efek doping heteroatom Boron dalam pembuatan C-dots yang menjadi hal baru dalam perkembangan sintesis C-dots. Maka dari itu, akan dilakukan sintesis C-dots yang didoping Boron berbasis asam sitrat sebagai sumber karbon dan penambahan urea sebagai bahan sintetiknya melalui pemanasan gelombang mikro. Setelah itu, hasil sintesis akan dianalisis dengan metode karakterisasi menggunakan Sinar UV, *Photoluminescence* (PL) dan *Spectrophotometer* UV-Vis serta *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai peran doping Boron terhadap karakteristik sifat fisis yang meliputi warna, absorbansi, energi gap serta struktur unit dari C-dots serta tidak menutup kemungkinan dapat digunakan sebagai acuan untuk kajian aplikasi C-dots.

## **1.2 Kerangka dan Ruang Lingkup**

### **1.2.1 Kerangka Penelitian**

Penelitian ini menjelaskan mengenai peran doping Boron dalam sintesis *Carbon Nanodots* (C-dots) berbahan dasar asam sitrat dengan penambahan urea sebagai bahan sintetiknya melalui pemanasan gelombang mikro (*microwave*). Yang mana C-dots doping Boron (B-Cdots) ini disintesis dan dikarakterisasi untuk menguji efektifitas doping Boron serta menganalisis sifat optik dan struktur unit yang terkandung dalam B-Cdots.

### **1.2.2 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini difokuskan pada sintesis dan karakterisasi *Carbon Nanodots* yang didoping Boron B-Cdots. Sintesis B-Cdots melalui metode karbonisasi menggunakan *microwave* kemudian hasilnya diuji dengan Sinar UV dan dikarakterisasi menggunakan *Spectrophotometer* UV-Vis, *Photoluminescent* (PL) untuk mengetahui sifat optiknya serta *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dalam mengetahui struktur unitnya.

### 1.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah diantaranya; perlu adanya pengembangan karbonisasi C-dots menggunakan *microwave* untuk menghasilkan material baru berdaya tinggi dalam bidang material serta belum diketahuinya pengaruh doping heteroatom Boron dalam *Carbon Nanodots* (C-dots) yang dapat dimanfaatkan dan lebih dikembangkan.

### 1.4 Rumusan Masalah

Fokus permasalahan pada penelitian ini berdasarkan identifikasi masalah yaitu bagaimana proses karbonisasi dengan metode pemanasan *microwave* dan bagaimana efektivitas doping hetero atom Boron terhadap parameter sifat optik dan karakteristik struktur unit dari hasil karakterisasi *Carbon Nanodots* (C-dots).

### 1.5 Batasan Masalah

Selain adanya rumusan masalah, perlu adanya batasan masalah agar analisis ini terfokus pada objek yang akan dikaji. Pada penelitian ini, penulis membatasi masalah meliputi :

1. Sintesis *Carbon Nanodots* (C-dots) doping Boron dilakukan dengan metode pemanasan *microwave*.
2. B-Cdots dihasilkan dari sintesis *Carbon Nanodots* yang didoping Boron, dimana C-dots berbasis *citric acid* sebagai sumber karbon dan urea sebagai bahan sintetiknya.
3. Boron yang digunakan adalah senyawa Asam Borat  $B(OH)_3$ .
4. Proses pengujian dilakukan menggunakan sinar UV, *Photoluminescence* (PL) dan *Spectrophotometer* UV-Vis dan FTIR.
5. Sifat optik yang diteliti meliputi pendaran dan absorbansi serta dari data sifat optik dapat dihitung energi gap (*Band Gap*) dari B-Cdots.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah mampu memahami dan mengetahui proses sintesis C-dots yang didoping dengan Boron menggunakan metode *microwave* serta menganalisis pengaruh doping Boron terhadap sifat optik dan karakteristik struktur unit dari *Carbon Nanodots* (C-dots).

## 1.7 Metode Pengumpulan Data

### 1. Studi Literatur

Studi Literatur ini merupakan metode pengumpulan data yang digunakan sebagai langkah awal dalam penelitian Tugas Akhir dengan mengumpulkan beberapa informasi mengenai materi yang berkaitan dengan judul penelitian Tugas Akhir. Dari berbagai sumber yang diperoleh seperti jurnal, buku dan skripsi sebagai referensi.

### 2. Eksperimen

Dalam metode eksperimen, penulis melakukan proses sintesis *Carbon Nanodots* dengan doping Boron (B-Cdots) menggunakan pemanasan *microwave*. Kemudian pengambilan data dilakukan dari hasil karakterisasi melalui pengujian *Photoluminescence* (PL) dan *Spectrophotometer UV-Vis* serta *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

## 1.8 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dari penulisan ini untuk setiap bab diuraikan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan. Mendeskripsikan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, kerangka dan ruang lingkup penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian serta metode pengumpulan data.

BAB II Tinjauan Pustaka. Berisi dasar teori sebagai tumpuan topik penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III Metodologi Penelitian. Memaparkan proses penelitian secara terperinci. Mulai dari preparasi, sintesis hingga karakterisasi partikel nano karbon.

BAB IV Hasil dan Pembahasan. Menampilkan hasil penelitian dan menjelaskan analisis dari hasil yang didapatkan dalam penelitian.

BAB V Penutup. Tersusun atas kesimpulan yang diperoleh setelah dilakukan penelitian dan saran-saran sebagai tindak lanjut untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

