

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kristal fotonik adalah struktur buatan dari sekurang-kurangnya dua bahan dielektrik periodik yang memiliki indeks bias berbeda dengan periodisitas (konstanta kisi) yang sebanding dengan panjang gelombang cahaya. Riset tentang kristal fotonik berkaitan dengan cara mengontrol propagasi, pemanduan, lokalisasi, dan emisi cahaya menggunakan bahan dielektrik yang memiliki indeks bias berubah secara periodik (Johnson dan Joannopoulos., 2002).

Interferensi destruktif antara cahaya yang dipantulkan pada setiap bidang batas medium yang berbeda membentuk celah pita optik (*optical band gap*). Celah pita optik 1D selalu muncul tidak bergantung pada kontras indeks bias medium. Biasanya, celah pita optik 2D dan 3D hanya muncul pada struktur periodik dengan simetri kristal dan kontras indeks bias tertentu. Adanya celah pita optik (*band gap*) pada kristal fotonik membuka peluang untuk realisasi devais fungsional seperti pandu gelombang, pembagi gelombang, serat kristal fotonik, *light emitting diode*, *laser*, sensor, dan masih banyak lagi.

Terdapat dua pendekatan dalam fabrikasi kristal fotonik, yaitu: *top-down* dan *bottom-up*. Pendekatan *top-down* menggunakan Teknik Litografi dan Holografi, sedangkan pendekatan *bottom-up* memanfaatkan kecenderungan alami partikel koloid untuk melakukan *self-assembly*. Keberagaman metode fabrikasi menghasilkan banyak tipe kristal baik dari segi dimensi, periodisitas, maupun simetri struktur kristal. Pendekatan *top-down* sangat berhasil digunakan untuk

memfabrikasi kristal fotonik 1D dan 2D, namun kurang cocok untuk fabrikasi kristal fotonik 3D. Selain itu, pendekatan *top-down* cenderung lebih mahal, lambat, dan sulit untuk mensejajarkan lapisan yang berbeda. *Self-assembly* sekarang ini masih merupakan pilihan utama untuk fabrikasi kristal fotonik 3D karena mudah dilakukan, murah, dan cepat (Muldarisnur, 2015).

*Self-assembly* partikel koloid menghasilkan kristal fotonik 3D yang dikenal dengan opal. Proses ini terjadi di alam dan menghasilkan opal alam yang terbentuk melalui proses sedimentasi. Opal alam biasanya berupa polikristal akibat proses nukleasi dan pertumbuhan beberapa nukleus kristal secara bersamaan (Iler, 1965). Polikristalinitas menghalangi terbentuknya celah pita optik sehingga membuatnya tidak cocok digunakan untuk aplikasi optik. Opal dengan kristalinitas yang jauh lebih baik dapat dihasilkan dengan melakukan *self-assembly* secara lebih terkontrol di laboratorium. Terdapat lebih dari dua puluh metode deposisi lapisan tipis (Marlow dkk, 2009). Ada empat metode deposisi opal yang umum digunakan, yaitu: metode sedimentasi, metode deposisi horizontal, metode deposisi vertikal, dan metode deposisi kapiler.

Setiap metode deposisi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Metode sedimentasi sangat mudah dilakukan, namun menghasilkan struktur polikristal dan hanya dapat digunakan untuk partikel koloid yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar (Mi'guez dkk., 1998). Opal yang dihasilkan dengan metode deposisi vertikal memiliki kristalinitas jauh lebih baik dibandingkan opal sedimentasi, namun memiliki ketebalan yang tidak homogen (Jiang dkk., 1999). Metode deposisi kapiler menghasilkan lapisan tipis opal dengan kualitas

tinggi untuk semua ukuran partikel koloid dan dengan ketebalan lapisan tipis yang dapat dikontrol (Muldarisnur dan Marlow, 2011). Pada metode deposisi kapiler, opal di tumbuhkan di dalam sel planar yang harus dibuat secara khusus. Metode deposisi horizontal mempunyai beberapa kelebihan diantaranya: mudah dilakukan, dan dapat digunakan untuk partikel koloid dengan berbagai material dan ukuran. Kualitas lapisan tipis opal yang diperoleh dengan metode deposisi horizontal belum memadai dan ketebalan lapisan tidak homogen (Cai dkk., 2012).

Pada penelitian ini, lapisan tipis opal akan dideposisi menggunakan metode deposisi horizontal yang dimodifikasi dengan penambahan vibrasi. Penggunaan getaran mekanis dapat mengurangi cacat hingga 86% (Das dkk., 2017). Vibrasi dapat meredistribusi suspensi ketika terjadi proses kristalisasi. Redistribusi partikel diharapkan menghasilkan lapisan tipis opal dengan kualitas tinggi dan dengan ketebalan yang homogen. Sampel akan dibuat dari suspensi partikel *polystyrene* dengan monodispersitas tinggi. Sampel yang diperoleh akan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk mengukur absorbansi yang berkaitan dengan posisi dan lebar celah pita optik. Morfologi lapisan tipis opal akan dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan mikroskop optik.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini dianalisa pengaruh kecepatan vibrasi terhadap kristalinitas dan homogenitas ketebalan lapisan tipis opal.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Menemukan cara untuk mendapatkan lapisan tipis opal dengan ketebalan yang homogen dengan kristalinitas tinggi menggunakan metode deposisi horizontal.

### 1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Partikel koloid yang digunakan adalah *polystyrene* berdiameter 250 nm.
2. Opal akan disintesis menggunakan metode deposisi horizontal yang dimodifikasi dengan penambahan vibrasi.
3. Deposisi dilakukan pada suhu ruang. Suhu dan kelembaban ruangan tidak dikontrol.
4. Lapisan tipis opal yang dihasilkan akan dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), Mikroskop Optik, dan spektrofotometer UV-Vis.

