

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi optik sekarang ini masih bergantung pada piranti elektronik untuk melakukan fungsi seperti penguatan dan pengarahan *routing* sinyal. Komponen elektronik sayangnya bersifat disipatif dan tidak mampu mengimbangi kecepatan transmisi sinyal pada serat optik (Bagad, 2008). Hal ini mendorong pengembangan sistem komunikasi yang sepenuhnya menggunakan piranti optik.

Integrasi berbagai piranti optik yang berfungsi sebagai sumber cahaya, pemandu gelombang, *routing*, dan penguatan sinyal sayangnya tidak dapat dilakukan menggunakan sistem optik konvensional yang memanfaatkan prinsip pemantulan dan pembiasan. Pelemahan sinyal dan difraksi pada sistem optik konvensional dapat diatasi dengan menggunakan struktur periodik yang dikenal sebagai kristal fotonik (Yablonovitch, 1987) dan (John, 1987).

Kristal fotonik adalah struktur yang memiliki modulasi indeks bias secara periodik pada skala panjang gelombang cahaya. Kristal fotonik memiliki celah pita optik yang memungkinkan manipulasi perambatan cahaya dan kontrol atas interaksi cahaya dengan bahan. Di dalam kristal fotonik, cahaya dapat dipandu tanpa pelemahan intensitas dan emisi spontan tidak diperbolehkan. Kristal fotonik dipercaya akan menjadi tulang punggung ideal untuk merealisasikan *all-optical chips* (Joannopoulos dkk., 2008). Sementara piranti optik dari kristal fotonik satu dan dua dimensi sudah mendekati tahap komersialisasi, struktur periodik tiga dimensi berkualitas tinggi masih sulit difabrikasi.

Ada dua pendekatan dalam fabrikasi kristal fotonik. Pendekatan *top-down* menggunakan teknik litografi sedangkan *bottom-up* dengan memanfaatkan kecenderungan alami partikel koloid untuk melakukan (penyusunan diri) *self-assembly* membentuk kristal koloid yang dikenal sebagai opal. Keberagaman metode fabrikasi menghasilkan banyak tipe kristal baik dari segi dimensi, periodisitas, maupun struktur kristal. Pendekatan *top-down* sangat berhasil digunakan untuk memfabrikasi kristal fotonik 1D dan 2D, namun kurang cocok untuk fabrikasi struktur 3D karena mahal, lambat, dan sulit untuk mensejajarkan antara lapisan yang berbeda. *Self-assembly* merupakan pilihan utama untuk fabrikasi opal *artifisial* (kristal fotonik 3D) karena mudah, murah, dan cepat (Marlow, 2009).

Opal alami adalah silika amorf terhidrasi dengan komposisi  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  yang terbentuk pada suhu yang relatif rendah. Opal alami biasanya berupa *polycrystal* yang terbentuk akibat sedimentasi. Opal alami tidak cocok digunakan untuk aplikasi optik karena bersifat polikristal. Opal buatan memiliki kristalinitas lebih baik dan dapat dibuat menggunakan banyak metode (Marlow, dkk, 2009). Ada empat metode deposisi opal yang umum digunakan, yaitu metode sedimentasi, metode deposisi horizontal, metode deposisi vertikal, dan metode deposisi kapiler.

Pada penelitian ini, lapisan tipis opal dideposisi menggunakan metode deposisi horizontal yang dimodifikasi dengan penambahan vibrasi. Penggunaan getaran mekanis dapat mengurangi cacat hingga 86% (Das dkk., 2017). Vibrasi dapat mendistribusi 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.

Didalam proses self-assembly, penguapan pelarut menentukan laju partikel saling mendekati satu sama lain. Ketika jarak partikel lebih kecil dari nilai tertentu, maka akan terjadi proses kristalisasi. Laju kristalisasi dan gaya pendorongnya sangat penting. Laju penyusutan volume suspensi dan laju kristalisasi opal pada substrat harus seimbang agar dihasilkan opal dengan kristalinitas tinggi. Laju penguapan dapat dikontrol dengan mengatur kelembaban dan temperatur deposisi opal.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini dianalisa pengaruh kecepatan frekuensi 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 252 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

