

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup. Namun, air sering tercemar oleh komponen anorganik seperti logam berat. Kadmium (Cd) merupakan salah satu komponen pencemar air. Kadmium biasanya ada dalam bentuk kompleks $CdCl_2$ (Bernhoft, Robin A, 2013). Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang memiliki toksitas tinggi dan dapat merusak sistem organ tubuh. Ketika kadmium masuk ke dalam tubuh, maka akan menyebabkan kekacauan metabolisme kalsium yang kemudian akan menyebabkan tubuh kekurangan kalsium. Kondisi ketika tubuh kekurangan kalsium dapat menyebabkan terjadinya penyakit *osteomalacia* (rasa sakit pada persendian tulang belakang, tulang kaki) dan *bittlebones* (kerusakan tulang). Kadmium merupakan logam berat yang akan mengendap ketika masuk ke dalam tubuh. Logam ini terabsorpsi oleh tubuh manusia yang akan menggumpal di dalam ginjal, hati dan sebagian dibuang keluar melalui saluran pencernaan. Keracunan kadmium dapat memengaruhi otot polos pembuluh darah sehingga tekanan darah menjadi tinggi dan bisa menyebabkan terjadinya gagal jantung dan kerusakan ginjal. Dari penjelasan yang telah dipaparkan tersebut, dapat diketahui bahwa deteksi ion kadmium dalam air ini sangat penting. Salah satu metode untuk mendeteksi adanya ion kadmium dalam air adalah menggunakan sensor serat optik.

Serat optik adalah alat pemandu gelombang cahaya berbentuk silinder dan bersifat dielektrik yang terbuat dari plastik atau silika yang berfungsi untuk mentransmisikan cahaya dari ujung yang satu ke ujung yang lain. Cahaya yang dapat ditransmisikan melalui serat optik adalah cahaya laser karena ukuran serat optik berada pada orde mikrometer. Jika dilihat berdasarkan moda yang dapat dipandu, serat optik terdiri dari dua jenis, yaitu serat optik moda tunggal (*singlemode fiber optic*) dan serat optik moda jamak (*multimode fiber optic*). Serat optik moda tunggal adalah serat optik yang hanya mampu memandu satu jenis moda (yaitu moda dasar). Serat optik moda jamak adalah serat optik yang mampu

memandu cahaya dengan banyak moda. Sampai saat ini, serat optik sudah digunakan untuk berbagai macam sensor, di antaranya yaitu sensor pergeseran (Samian, 2008), sensor suhu berbasis pergeseran, sensor tekanan gas, sensor ketinggian zat cair (Samian, 2011), sensor konsentrasi dan sensor parameter-parameter lainnya. Dalam aplikasinya sebagai piranti sensor, serat optik yang digunakan adalah *Fiber Coupler*, *Fiber Bundle*, *Fiber Taper*, *Fiber Bragg Grating*, *Fiber Dumble*, dan *SMS (Singlemode-Multimode-Singlemode) Fiber Structure*.

Serat optik berstruktur *Singlemode-Multimode-Singlemode (SMS)* difabrikasi dengan cara menyambungkan kedua ujung serat optik moda jamak dengan serat optik moda tunggal. Ketika cahaya dilewatkan serat optik berstruktur SMS, maka cahaya yang pada mulanya bermoda tunggal berubah menjadi bermoda banyak ketika melewati bagian *multimode* serat optik. Cahaya dengan bermacam-macam moda namun memiliki panjang gelombang yang sama akan mengalami interferensi. Interferensi ini terjadi akibat superposisi antara dua atau lebih gelombang cahaya dengan panjang gelombang yang sama. Jika dua gelombang yang berinterferensi memiliki fase yang sama, maka yang terjadi adalah superposisi konstruktif. Sedangkan jika dua gelombang yang berinterferensi memiliki fase yang berbeda, maka yang terjadi adalah superposisi destruktif. Adapun peristiwa yang terjadi pada bagian *multimode* serat optik biasa disebut sebagai *Multimode Interference (MMI)*.

Penelitian sebelumnya mengenai deteksi ion kadmium dalam air telah dilakukan oleh Na'imah dengan metode berbasis sensor pergeseran menggunakan fiber bundle konsentris dengan cermin sebagai reflektor. Prinsip kerjanya adalah menggunakan prinsip absorpsi. Ketika cahaya mengenai larutan, maka sebagian daya optis akan diserap oleh larutan dan sebagian lainnya akan dipantulkan kembali menuju *port* serat optik yang kemudian diterima oleh *receiving fiber*. Perubahan daya optis keluaran bergantung pada konsentrasi larutan. Semakin besar konsentrasi maka semakin kecil daya transmisi yang dihasilkan. Dengan demikian, kadar ion kadmium dalam air dapat diketahui akibat adanya perubahan daya optis yang ditangkap oleh detektor. Penelitian Na'imah ini menghasilkan

daerah linier pada daerah 0,005 ppm – 0,04 ppm dengan sensitivitas sebesar 0,513 V/ppm dan resolusi 0,001 ppm.

Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan serat optik berstruktur SMS sebagai alternatif sensor untuk mendeteksi ion kadmium dalam air. Penelitian ini menggunakan dua jenis *multimode* yaitu *multimode* yang terdiri dari *core* dan *cladding* (*multimode normal*) serta *multimode* yang berjenis *coreless*. Keunggulan dari metode ini dibandingkan dengan penelitian Na'mah adalah metode ini tidak menggunakan reagen dalam proses pengambilan data. Sehingga dalam pemilihan cahaya laser tidak harus menggunakan cahaya dengan panjang gelombang tertentu karena harus menyesuaikan panjang gelombang serapan reagen.

Prinsip kerja sensor serat optik berstruktur SMS ini memanfaatkan interferensi antar moda yang terjadi di dalam *multimode* akibat adanya gangguan dari luar (Wu, 2011). Gangguan luar yang dimaksud adalah perubahan indeks bias larutan di sekitar serat optik *multimode*. Larutan CdCl₂ dimanfaatkan sebagai *cladding* dari bagian *multimode* serat optik berstruktur SMS. Perubahan nilai indeks bias larutan CdCl₂ di sekitar serat optik *multimode* akan memberikan perubahan jenis dan ragam moda-moda cahaya di dalam bagian *multimode* serat optik berstruktur SMS. Moda-moda cahaya yang dieksitasi ke dalam *multimode* akan berinterferensi dengan moda-moda cahaya di dalam bagian *multimode* serat optik berstruktur SMS dan mengakibatkan perubahan spektrum daya terhadap panjang gelombang yang kemudian dideteksi oleh *Optical Spectrum Analyzer* (OSA).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah serat optik berstruktur SMS dapat digunakan untuk mendeteksi ion Kadmium (Cd) dalam air?
2. Berapa jangkauan, daerah linier, sensitivitas, dan resolusi yang dihasilkan sensor serat optik berstruktur SMS?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini batasan-batasan masalah yang dipilih adalah sebagai berikut:

1. Serat optik yang digunakan adalah serat optik *singlemode*, serat optik *multimode step index*, dan serat optik *multimode coreless*.
2. Sumber cahaya yang digunakan adalah *Amplified Spontaneous Emission (ASE)*.
3. Sampel yang digunakan adalah kadmium klorida (CdCl_2).
4. Konsentrasi larutan CdCl_2 terkecil yang digunakan adalah 5 ppm.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rancang bangun sensor serat optik berstruktur *Singlemode-Multimode-Single (SMS)* sebagai sensor untuk mendeteksi ion Kadmium (Cd) dalam air.
2. Untuk mengetahui karakteristik sensor meliputi jangkauan, daerah linier, sensitivitas, dan resolusi yang dihasilkan sensor serat optik berstruktur SMS.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Deteksi ion kadmium menggunakan sensor serat optik berstruktur SMS diharapkan dapat dijadikan alternatif untuk mendeteksi ion kadmium dalam produksi minuman.
2. Deteksi ion kadmium menggunakan sensor serat optik berstruktur SMS diharapkan dapat bermanfaat juga bagi kemajuan IPTEK khususnya dalam bidang optik.