

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pencemaran ion logam berat telah menjadi masalah serius yang perlu diperhatikan. Pencemaran ion logam berat berasal dari berbagai sumber seperti kegiatan pertambangan, buangan limbah industri dan rumah tangga. Pembuangan limbah industri ke dalam perairan yang tidak terkontrol mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan berupa pencemaran air. Air yang terkontaminasi oleh logam berat mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Adanya kandungan logam berat dalam perairan dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam berat sangat berbahaya karena mengalami bioakumulasi, tidak mudah terurai dalam tubuh manusia dan beracun (Albadi'ah, 2017).

Ion logam berat yang paling banyak ditemukan adalah kadmium (Cd), timbal (Pb), dan raksa (Hg) (Hanuji, 2016). Timbal adalah salah satu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan karena bersifat toksik (beracun) terhadap manusia. Tubuh manusia terkontaminasi oleh timbal melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu. Pencemaran logam berat timbal dalam perairan terjadi akibat pengkristalan di udara melalui air hujan (Budiastuti dkk., 2016). Logam berat timbal juga dapat tercemar pada perairan akibat aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri. Limbah industri yang mengandung ion logam berat timbal kemudian jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak sungai dan terbawa menuju laut.

Kontaminasi ion logam berat timbal berpengaruh pada kesehatan manusia, yaitu dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia, dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya (Tahril dan Said, 2012). Ion logam berat timbal juga menyebabkan keguguran pada ibu hamil, gangguan sistem pencernaan, gangguan pada ginjal, dan penurunan kecerdasan intelektual.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 82 Tahun 2001 tentang batasan nilai konsentrasi logam berat timbal untuk air minum adalah 0,03 mg/L. Air yang terkontaminasi oleh ion logam berat timbal jika melebihi nilai ambang batas akan membahayakan bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan pendeteksian konsentrasi ion logam berat timbal dalam air. Metode yang telah digunakan untuk mendeteksi konsentrasi ion logam berat timbal, seperti analisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) (Manalu, 2017) dan analisis menggunakan spektrofotometri *Ultra Violet- Visible* (UV-Vis) (Aldinomera dkk., 2014). Kedua metode ini sudah tervalidasi, namun ketersediaan alat tersebut masih terbatas. Kelemahan lainnya yaitu memerlukan biaya yang tinggi dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk pemrosesan data. Kelemahan metode tersebut dapat diatasi dengan mengembangkan sistem sensor serat optik dan melakukan pemrosesan data oleh mikrokontroler Arduino Uno secara *real time*. Kelebihan menggunakan sistem sensor serat optik yaitu relatif lebih murah, dan sederhana dalam pembuatan.

Kelebihan dari serat optik adalah ukurannya yang kecil dan ringan, serta tahan terhadap gangguan elektromagnetik, tahan pada temperatur dan tekanan

tinggi, memiliki sensitivitas tinggi, dan *bandwidth* yang lebar (Frederick, 1990). Serat optik ada dua jenis yaitu serat optik silika dan serat optik plastik. Penelitian tentang pembuatan sensor untuk mendeteksi ion logam berat menggunakan serat optik silika telah dilakukan oleh Yulianti dkk. (2015). Kelemahan penggunaan serat optik tersebut diantaranya ukuran diameter intinya kecil yaitu  $50 \mu\text{m}$  sehingga sulit untuk difabrikasi, mudah patah, dan proses penyambungan koneksi yang rumit. *Numerical aperture* (NA) serat optik silika bernilai kecil, sehingga kemampuan untuk mengumpulkan cahaya lebih kecil (Pratiwi, 2018). Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan serat optik plastik yang memiliki nilai NA lebih besar sehingga lebih baik dalam pengumpulan cahaya.

Serat optik plastik sebagai sensor pengukuran kandungan ion logam berat kadmium telah dilakukan oleh Pratiwi (2018). Penelitian tersebut membuat desain sebuah detektor cahaya beserta tampilan konsentrasi larutan kadmium menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*). Proses pembuatan detektor cahaya meliputi pembuatan dan pengujian rangkaian pengkondisi sinyal, serta pembuatan pemrosesan data menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut adalah absorpsi gelombang *evanescent* yaitu memodifikasi *cladding* (selubung) serat optik dengan cara mengupasnya dan menggantinya dengan material yang dapat menyerap ion logam kadmium. Metode absorpsi memiliki kelebihan yaitu proses fabrikasinya sederhana.

Salah satu material yang dapat menyerap ion logam berat adalah kitosan. Kitosan dapat digunakan sebagai absorben yang dapat menyerap ion logam berat seperti seng (Zn), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), magnesium (Mg),

dan besi (Fe) (Hanuji, 2016). Gugus amina ( $\text{NH}_3^+$ ) dalam kitosan dapat mengabsorpsi ion logam berat dengan membentuk senyawa kompleks (khelat). Yuniarti dan Maharani (2012) menggunakan metode *ekstraksi* larutan sampel untuk mendeteksi ion logam berat timbal. Penelitian yang dilakukan menyatakan bahwa membran kitosan dapat menyaring ion logam timbal. Penelitian yang dilakukan oleh Sanjaya dan Yuanita (2007) juga menunjukkan bahwa kitosan dapat menyerap logam timbal dengan baik. Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2018) hanya mengukur konsentrasi logam kadmium dan menggunakan kitosan sebagai pengganti *cladding*.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian untuk merancang bangun alat ukur konsentrasi ion logam berat timbal berbasis sensor serat optik *evanescent* dengan *cladding* kitosan. Ion logam berat yang diukur berasal dari larutan timbal murni yang diencerkan melalui persamaan pengenceran. Hasil pengukuran berupa sinyal analog kemudian diubah menjadi sinyal digital oleh Arduino Uno yang didalamnya terdapat mikrokontroler ATmega328 dan ADC (*Analog to Digital Converter*) internal lalu ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*).

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe alat ukur konsentrasi ion logam berat timbal menggunakan sensor serat optik. Penelitian ini juga mengkarakterisasi sensor serat optik *evanescent* dengan *cladding* kitosan untuk pengukuran konsentrasi ion logam berat timbal. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui konsentrasi ion logam berat timbal menggunakan sensor

serat optik *evanescent* dengan *cladding* kitosan. Manfaat lainnya menghasilkan alat ukur alternatif yang dapat digunakan pada penelitian yang berkaitan dengan konsentrasi ion logam berat timbal.

### 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi karakterisasi sensor, perancangan mikrokontroler Arduino Uno, perancangan LCD, perancangan program akuisisi data, perakitan alat secara keseluruhan, pengujian alat, dan analisis hasil. Batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Metode yang digunakan dalam merancang sensor menggunakan serat optik adalah metode *evanescent*.
2. Serat optik yang digunakan adalah serat optik tipe FD-620-10 *step indeks multimode*.
3. Proses karakterisasi dan pengukuran dilakukan dengan memvariasikan panjang pengupasan *cladding* yaitu 1 cm, 2 cm, dan 3 cm dan variasi jari-jari *bending* yaitu 2,5 cm, 3,5 cm, dan 4,5 cm.
4. Kitosan digunakan sebagai bahan pengganti *cladding* yang telah dikupas.
5. Rangkaian elektronik pendukung untuk sistem sensor yaitu laser dioda dengan panjang gelombang 650 nm, fotodioda, dan Arduino Uno.
6. Data keluaran dari sistem pengukuran ditampilkan melalui LCD.