

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Aflatoksin adalah senyawa paling beracun dari kelompok mikotoksin yang dihasilkan oleh metabolisme jamur *Aspergillus flavus* dan jamur *Aspergillus paracitus* pada rentang suhu 12-40 °C serta kelembapan sekitar 3-8% (Rushing, B. R. dan Selim M. I., 2019). Berdasarkan pada tingkat racun yang dimilikinya, jenis-jenis aflatoksin terbagi kedalam 6 golongan, yaitu B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂ dengan aflatoksin B₁ (AFB₁) merupakan senyawa paling beracun. Senyawa ini dapat ditemukan pada makanan, tumbuhan, hewan, dan bahkan pada manusia. Kontaminasi aflatoksin yang ditemukan tersebut sangat berhubungan dengan kondisi atau faktor lingkungan seperti iklim, suhu, dan jenis tanah yang mempengaruhi pertumbuhan jamur (Demissie, N., 2018).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh *International Agency for Research on Cancer* menunjukkan bahwa aflatoksin adalah senyawa racun bersifat karsinogen sebagai agen penyebab terjadinya karsinoma hepatoseluler (HCC), modulasi sistem imun, malnutrisi, supresi pertumbuhan, dan bahkan kematian bagi manusia. Hasil tersebut juga didukung oleh data studi epidemiologi yang menyatakan bahwa terdapat korelasi positif antara konsumsi pangan yang mengandung aflatoksin terutama AFB₁ dengan terjadinya kanker. Tingkat bahaya yang ditimbulkan senyawa aflatoksin yang mengkontaminasi makanan telah mengakibatkan ratusan orang meninggal di India dan Kenya. Wabah AFB₁ tersebut telah menjadi fokus bagi negara-negara di dunia khususnya negara Afrika dan Asia tenggara karena memiliki kondisi yang cocok sebagai tempat tumbuhnya jamur *Aspergillus flavus* (Rushing, B. R. dan Selim M. I., 2019).

Data-data mengenai tingkat bahaya dari aflatoksin telah menunjukkan bahwa pendeteksian aflatoksin dalam upaya untuk meningkatkan ketahanan dan kesehatan pangan sangat diperlukan. Pendeteksian aflatoksin telah

dilakukan dalam beberapa metode, yaitu identifikasi morfologi, deteksi molekuler, analisis kromatografi, dan analisis kromatografi cair performa tinggi (Wikandari *et al.*, 2020; Zur, D. dan Des, E., 2017). Namun, metode-metode tersebut memiliki kelemahan baik dari segi teknik analisis yang digunakan, tingkat sensitivitas, dan ketersediaan peralatan deteksi. Pendeteksian aflatoksin melalui metode identifikasi morfologi, deteksi molekuler, dan analisis kromatografi memiliki tingkat sensitivitas yang rendah dan membutuhkan analisis yang kompleks. Pendeteksian aflatoksin melalui metode berbasis analisis kromatografi cair performa tinggi tidak memiliki kolom spesifik yang mengidentifikasi bahwa senyawa tersebut dapat dikategorikan sebagai senyawa aflatoksin dan ketersediaan alat deteksi yang terbatas. Berdasarkan kelemahan metode-metode pendeteksian aflatoksin tersebut, perlu adanya metode alternatif lain yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi dan ketersediaan alat pendeteksian yang memadai. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pendeteksian aflatoksin adalah metode optis berbasis serat optik (Chen *et al.*, 2019; Wikandari *et al.*, 2020; Zur, D. dan Des, E., 2017).

Serat optik merupakan jenis kabel transmisi yang digunakan dalam pengembangan sistem telekomunikasi serta banyak diaplikasikan sebagai sensor. Pemanfaatan serat optik sebagai sensor memiliki banyak kelebihan seperti memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi, tidak bersentuhan langsung dengan sampel penelitian, kebal terhadap induksi magnetik, dan mudah dihubungkan dengan sistem komunikasi data (Willner, A. E., 2019). Berdasarkan kelebihan di atas, berbagai sensor fisik dan kimia telah dikembangkan, seperti sensor temperature, sensor viskositas zat cair, sensor tekanan, sensor getaran, serta sensor senyawa tertentu yaitu glukosa dan natrium nitrit. Selain itu, sensor berbasis serat optik ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sensor aflatoksin. Salah satu jenis serat optik yang dapat diaplikasikan sebagai sensor aflatoksin tersebut adalah fiber taper (Krohn *et al.*, 2014).

Fiber taper merupakan jenis serat optik yang memiliki karakteristik khas yaitu pengecilan diameter *core* pada daerah tertentu. Pengecilan *core* tersebut mengakibatkan terjadinya kehilangan daya optik cahaya yang terpandu dalam serat optik karena adanya perubahan sudut kritis. Berdasarkan prinsip tersebut, fiber taper dapat digunakan sebagai sensor berbasis modulasi panjang gelombang, modulasi fase, dan modulasi intensitas (Willner, A. E., 2019).

Penelitian tentang aplikasi fiber taper sebagai sensor aflatoxin telah dilakukan oleh Chen, *et al.*, (2019). Pada penelitian tersebut, fiber taper sebagai kepala sensor dikombinasikan dengan *fiber loop ring down*, fiber coupler, serta ASE sebagai sumber cahaya berpanjang gelombang 1550 nm. Prinsip dari sistem sensor tersebut adalah berdasarkan pada perubahan intensitas transmisi cahaya pada fiber taper akibat pengaruh perubahan konsentrasi larutan aflatoxin. Hasil-hasil penelitian yang didapatkan telah membuktikan bahwa fiber taper berdiameter 17.1 μm memiliki tingkat kestabilan dan sensitivitas yang tinggi sebagai sensor AFB₁. Namun, pendeteksian aflatoxin berbasis serat optik pada penelitian tersebut masih berada pada tahap studi dasar karena sensor yang dihasilkan belum bisa membedakan antara senyawa aflatoxin dengan senyawa lainnya. Upaya untuk meminimalisasi dan mengatasi kelemahan sensor aflatoxin pada penelitian Chen, *et al.*, (2019) dapat dilakukan melalui beberapa cara salah satunya adalah dengan melakukan modifikasi sensor. Modifikasi tersebut dilakukan melalui pelapisan serat optik menggunakan biomolekul atau antibodi yang sesuai dengan aflatoxin. Salah satu biomolekul yang dapat digunakan untuk meningkatkan spesifikasi sensor deteksi aflatoxin adalah graphene (Le *et al.*, 2021).

Graphene merupakan material berupa lapisan dua dimensi yang terdiri atas hibridisasi atom karbon. Pemanfaatan graphene sebagai biomolekul yang sesuai untuk aflatoxin memiliki banyak keunggulan dilihat dari sifat dan karakteristik yang dimilikinya. Graphene memiliki tingkat transparansi tinggi, memiliki konduktivitas listrik tinggi, mudah dibentuk, serta termasuk ke

dalam molekul pengadsorpsi yang sangat baik (Feizy *et al.*, 2019; Guo *et al.*, 2017; Le *et al.*, 2021). Penelitian tentang aplikasi graphene sebagai basis sensor aflatoksin telah dilakukan oleh Le *et al.*, (2021). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa modifikasi sensor menggunakan antibodi atau jaringan organik berstruktur nano berupa graphene mengakibatkan terjadinya kenaikan efisiensi perangkat sensor serta menghasilkan peningkatan sensitivitas sensor dengan rentang linearitas yang lebar. Sejalan dengan penelitian Le *et al.*, (2021), pada penelitian yang dilakukan oleh Feizy *et al.*, (2019), Guo *et al.*, (2017), dan Guo *et al.*, (2018), material graphene memiliki kemampuan biokompatibilitas serta sifat adsorbansi molekul yang tinggi terhadap senyawa aflatoksin.

Merujuk pada beberapa penelitian di atas mengenai sensor aflatoksin dan aplikasi graphene sebagai biomolekul deteksi aflatoksin, pada penelitian ini dilakukan fabrikasi sensor aflatoksin berbasis fiber taper terlapisi graphene sebagai sensor senyawa aflatoksin dengan variasi konsentrasi 0 – 10 ppm. Sampel aflatoksin tersebut digunakan sebagai larutan perendam daerah penginderaan sensor yaitu fiber taper terlapisi graphene. Sumber cahaya dengan rentang panjang gelombang sekitar 1510 - 1570 nm dirambatkan melalui fiber taper terlapisi graphene. Perubahan intensitas keluaran cahaya akibat perubahan konsentrasi larutan dianalisis pada OSA sebagai detektor.

Hasil data dan analisis pada penelitian yang dilakukan ini diharapkan memberikan referensi dan pemanfaatan fiber taper terlapisi graphene sebagai sensor senyawa aflatoksin. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu proses pengembangan serat optik sebagai sensor baik di bidang kesehatan maupun perindustrian. Di samping itu, penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan serat optik sebagai sensor. Diharapkan metode yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai metode alternative pendeteksian senyawa beracun ataupun berbahaya di laboratorium pada masa mendatang, khususnya senyawa aflatoksin.

1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut.

1. Apakah fiber taper terlapisi graphene dapat digunakan sebagai elemen *sensing* fiber sensor untuk deteksi aflatoksin?
2. Bagaimana hasil karakterisasi pelapisan graphene pada fiber taper?
3. Bagaimana parameter sensor aflatoksin berbasis fiber taper terlapisi graphene (jangkauan, linearitas, sensitivitas, resolusi) yang dihasilkan?

1. 3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah di atas, diperlukan suatu batasan penelitian sebagai berikut.

1. Panjang gelombang sumber cahaya yang digunakan berada pada rentang 1510-1570 nm.
2. Jenis aflatoksin yang dideteksi adalah Aflatoksin B₁ (AFB₁).

1. 4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Menjelaskan fiber taper terlapisi graphene sebagai elemen *sensing* fiber sensor untuk deteksi aflatoksin.
2. Mengidentifikasi hasil karakterisasi pelapisan graphene pada fiber taper.
3. Menentukan parameter sensor aflatoksin berbasis fiber taper terlapisi graphene (jangkauan, linearitas, sensitivitas, resolusi) yang dihasilkan.

1. 5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah bagi perkembangan pemanfaatan fiber optik dalam kaitannya sebagai pendeteksi senyawa khususnya aflatoksin.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian berupa sensor pendeteksi aflatoksin diharapkan dapat memberikan solusi bagi pihak industri yaitu dengan memberikan metode akurat deteksi adanya kandungan aflatoksin pada bahan makanan

sesuai dengan standar mutu sehingga aman ketika dikonsumsi oleh konsumen dan meningkatkan kepercayaan dalam melakukan aktivitas industri. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kemanfaatan khususnya pada masyarakat untuk meningkatkan kesehatan dalam kaitannya dengan konsumsi bahan pangan.