

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Minyak sawit sebagai komoditas global yang penting, telah menjadi bahan baku utama dalam berbagai produk pangan. Mengingat permintaan global akan produk pangan yang sehat dan aman saat ini, konsumen semakin menuntut produk pangan yang bebas atau setidaknya memiliki tingkat kontaminasi yang sangat rendah. Salah satu kontaminan yang sering dijumpai pada produk olahan minyak nabati adalah *3-monochloropropane-1,2-diol* (3-MCPD) serta ester glisidol (Santiago dkk., 2021). Belum ada penelitian tentang potensi sifat toksikologi ester 3-MCPD dan glisidol yang dilaporkan sejauh ini. Namun, kekhawatiran toksikologi 3-MCPD dan glisidol bebas diketahui dapat menginduksi tumor dalam studi jangka panjang pada hewan pengerat. 3-MCPD telah lama dikenal sebagai kontaminan proses pangan, dan diklasifikasikan oleh Komite Ilmiah Eropa untuk Pangan pada tahun 2001 sebagai karsinogen nongenotoksik dengan asupan harian yang dapat ditoleransi sebesar 2 µg/kg berat badan per hari. Sebaliknya, glisidol merupakan karsinogen genotoksik yang dapat menyebabkan kanker dengan cara merusak atau mengubah secara langsung materi genetik sel DNA (Bakhiya dkk., 2011).

Teknik analisis seperti *Gas Chromatography* (GC) yang digabungkan dengan *Mass Spectrometry* (MS) telah dibuat untuk mengukur jumlah 3-MCPD yang ada di dalam makanan. Meskipun memberikan hasil yang akurat, metode ini memiliki keterbatasan seperti proses persiapan sampel yang kompleks, biaya operasional yang tinggi, dan memerlukan peralatan yang khusus. Untuk mengatasi

kendala tersebut, penelitian ini mengeksplorasi pengembangan metode alternatif yang lebih sederhana dan ekonomis, yaitu dengan memanfaatkan elektroda selektif ion berbasis polieugenol. Polimer polieugenol yang memiliki selektivitas tinggi terhadap senyawa 3-MCPD, dikombinasikan dengan *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dan D₂EHPA sebagai pembawa ion (*ion carrier*) untuk membentuk sensor yang selektif dan sensitif (Yus Maria dkk., 2013).

Pada penelitian sebelumnya telah berhasil mengidentifikasi glukosa secara selektif terhadap fruktosa dengan menggunakan elektroda pasta grafit yang dimodifikasi dengan polieugenol tercetak. Hasil optimasi menunjukkan bahwa perbandingan komposisi MIP:parafin:grafit terbaik adalah 20:35:45, menghasilkan faktor Nernst 19,16 mV/dekade. Elektroda ini mampu mengukur sampel dalam rentang konsentrasi 10^{-5} hingga 10^{-1} M dengan batas deteksi $1,0334 \times 10^{-5}$ M, waktu respons 6 - 15 detik, dan masa pakai hingga 19 kali penggunaan. Selain itu, elektroda ini juga menunjukkan selektivitas yang baik terhadap fruktosa dengan nilai Kij kurang dari 1. Pengujian pada sampel madu menunjukkan hasil yang baik, yaitu kadar glukosa sebesar 28,78% yang tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh dari metode spektrofotometri UV-Vis (29,68%) dan HPLC (30,42%) (Muhammad Cholid Djunaidi dkk., 2022).

Dan pada penelitian yang dilakukan (Muhammad Cholid Djunaidi dkk., 2023) tentang sintesis elektroda pasta grafit/*molecularly imprinted polymer* (MIP) berbasis polieugenol sebagai sensor glukosa dalam madu dengan metode potensiometri berhasil mengoptimalkan komposisi elektroda pasta grafit/MIP berbasis polieugenol untuk sensor glukosa dengan perbandingan MIP:parafin:grafit

terbaik sebesar 20:35:45. Analisis potensiometri elektroda EMIM menggunakan larutan glukosa diperoleh faktor Nernst sebesar 20,66 mV/dekade, rentang ukur sekitar $10^{-5} - 10^{-1}$, dan limit deteksi sebesar $3,3833 \cdot 10^{-6}$ M. Koefisien selektivitas (K_{ij}) elektroda EMIM menggunakan larutan glukosa dan fruktosa kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa EMIM bersifat selektif terhadap glukosa terhadap fruktosa. Simpangan baku elektroda EMIM pada madu mabruuk sebesar $29,51 \pm 0,554$ dan madu Nusantara sebesar $29,02 \pm 0,1434$. Hasil yang diperoleh sensor dan selektivitas EMIM pada madu dan madu nusantara dipengaruhi oleh ukuran pori, porositas, hidrofilisitas, faktor Nernst, limit deteksi, waktu respons, dan selektivitas glukosa menggunakan EMIM lebih baik daripada ENIM.

Dalam penelitian ini, sintesis *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan polieugenol dan tambahan D₂EHPA. D₂EHPA dipilih karena memiliki sifat Nernstian, yang artinya dapat mendeteksi dan mengangkut ion tertentu melintasi membran serta membuat potensial membran yang dihasilkan berubah secara teratur sesuai dengan konsentrasi ion yang diukur sebagaimana dijelaskan oleh Persamaan Nernst. D₂EHPA berperan penting dalam memastikan bahwa perubahan konsentrasi ion dapat diukur secara akurat melalui perubahan potensial listrik pada membran. Tanpa D₂EHPA, membran mungkin tidak dapat menunjukkan respons yang sesuai terhadap perubahan konsentrasi ion, sehingga mengurangi keefektifan membran sebagai sensor (Putra dkk., 2013).

Keuntungan dari teknik ini di antaranya adalah kebutuhan ekstraktan atau senyawa pembawa yang sangat sedikit, serta proses pengoperasian yang sederhana dan biaya yang relatif murah. Selain itu, diubah menjadi elektroda selektif

menggunakan parafin, lem karbon, dan kawat Ag juga relatif mudah. Dibandingkan dengan membran berair lainnya, metode PIM ini memiliki keunggulan seperti stabilitas tinggi, flux yang lebih tinggi, dan fleksibilitas yang lebih baik, serta aktivitas yang lebih tinggi (Modhe dkk., 2024). Elektroda selektif yang dihasilkan menggunakan polimer dengan polieugenol yang dimodifikasi dan elektroda yang digunakan untuk analisis sampel minyak sawit.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Polimerisasi eugenol menjadi polieugenol menggunakan katalis BF_3 -dietileter.
2. Menghasilkan elektroda *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dan *Polymer Inclusion Membrane MCPD* (PIM-MCPD) berbasis polieugenol dengan D_2EHPA yang optimum sebagai sensor MCPD secara *voltammetry*.
3. Mengetahui kinerja elektroda yang meliputi jangkauan pengukuran, waktu pemakaian, dan batas deteksi.
4. Mengetahui kadar senyawa MCPD dalam sampel minyak sawit dengan metode *Cyclic Voltammetry* dan seberapa banyak persen *recovery* dari sampel yang diukur.