

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

3-Monokloropropana-1,2-diol (3-MCPD) merupakan salah satu jenis senyawa kloropropanol yang banyak ditemukan sebagai polutan. Umumnya, zat ini digunakan dalam berbagai industri seperti resin, tekstil, dan produk kertas. Selain itu, 3-MCPD juga terbentuk sebagai produk samping dalam proses industri, termasuk pengolahan air limbah, pemurnian air minum, dan produksi protein nabati hasil hidrolisis asam. Dalam industri pangan, 3-monokloropropana-1,2-diol (3-MCPD) seringkali ditemui sebagai kontaminan yang terbentuk dalam proses pengolahan makanan, terutama ketika pemanasan dengan suhu tinggi, misalnya seperti pemurnian minyak nabati, pembuatan kecap, serta produksi susu formula bagi bayi (Cai dkk, 2023).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa 3-MCPD bersifat karsinogenik dan genotoksik, sehingga berpotensi memicu pertumbuhan sel kanker. Selain itu, 3-MCPD juga diketahui memiliki efek nefrotoksik yang dapat merusak ginjal, serta berpengaruh terhadap sistem reproduksi dengan menurunkan kualitas sperma dan mengganggu kesuburan. Lembaga internasional seperti *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA) telah menetapkan batas toleransi harian (TDI) yang sangat rendah untuk paparan 3-MCPD, yaitu 2 µg/kg berat badan per hari, menegaskan bahwa senyawa ini harus diawasi secara ketat.

Dalam penelitian ini dilakukan sintesis *polymer inclusion membrane* (PIM) dengan memanfaatkan polieugenol sebagai senyawa aktif serta penambahan D₂EHPA dan TBP. Pemilihan D₂EHPA didasarkan pada sifatnya yang mendukung respon Nernstian. Peran D₂EHPA dalam membran PIM adalah untuk memfasilitasi proses deteksi dan transport ion melalui membran. Ketika membran menunjukkan karakteristik Nernstian, maka potensial listrik yang dihasilkan akan berubah secara proporsional dengan konsentrasi ion sesuai dengan Persamaan Nernst. Kehadiran D₂EHPA membantu membran mencapai sifat Nernstian tersebut sehingga memungkinkan pengukuran perubahan konsentrasi ion secara akurat. Tanpa adanya D₂EHPA, membran cenderung kehilangan karakteristik ini sehingga performa sensor menjadi kurang optimal (Atikah dan Sulisyarti, 2013).

Selain D₂EHPA, penambahan TBP berperan sebagai ekstraktan netral sekaligus *plasticizer* yang dapat meningkatkan fleksibilitas dan homogenitas membran. TBP diketahui mampu meningkatkan kelarutan dan stabilitas kompleks antara analit dan pembawa ion di dalam fase membran, sehingga mendukung proses ekstraksi dan transport 3-MCPD secara lebih efisien. Kehadiran TBP juga dapat menurunkan hambatan difusi ion dalam matriks polimer, meningkatkan mobilitas pembawa, serta memperbaiki respon potensial elektroda. Sinergi antara D₂EHPA dan TBP menjadi landasan penting dalam penelitian ini, karena D₂EHPA berperan sebagai pembawa ion utama yang membentuk kompleks dengan analit, sedangkan TBP sebagai ekstraktan netral dapat memperbaiki kelarutan dan stabilitas kompleks di dalam matriks PIM. Studi "*Influence of Different Carriers in Polymer Inclusion Membranes for*

Desalination of Seawater”, TBP (tributyl phosphate) dan D₂EHPA digunakan secara kombinasi sebagai pembawa dalam PIM dan menunjukkan perbedaan perilaku transport ion dibandingkan dengan penggunaan pembawa tunggal, yang mengindikasikan efek sinergi antara pembawa netral (TBP) dan pembawa asam (D₂EHPA) dalam memodifikasi sifat membran (Djunaidi dkk, 2020). Kedua komponen ini secara bersama-sama diharapkan mampu meningkatkan respons Nernstian dari elektroda PIM terhadap ion target seperti 3-MCPD, yang merupakan dasar dari pengukuran potensialometri secara akurat.

Metode ini memiliki sejumlah kelebihan, antara lain penggunaan senyawa pembawa dalam jumlah yang relatif sedikit, kemudahan pengoperasian, serta biaya yang lebih ekonomis. Membran kemudian dikonversi menjadi elektroda selektif dengan memanfaatkan parafin, lem karbon, dan kawat Ag. Jika dibandingkan dengan membran berair, PIM menawarkan berbagai keuntungan seperti kebutuhan pembawa yang rendah, stabilitas yang lebih baik, kehilangan pembawa yang minimal, fluks ion yang lebih tinggi, prosedur sederhana, fleksibilitas tinggi, serta aktivitas yang lebih efektif (Modhe dkk, 2024). PIM telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi sensor analit, termasuk deteksi glukosa melalui elektroda *Molecularly Imprinted Polymer* (MIP) berbasis polieugenol yang dikembangkan oleh (Djunaidi, Afriani, dkk, 2021) dalam publikasi berjudul “*Synthesis of Graphite Paste/Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Electrodes Based on Polyeugenol as a Glucose Sensor with Potentiometric Method*” yang dipublikasikan di *Indonesian Journal of Chemistry*. Dalam studi tersebut, polieugenol yang dicetak secara molekuler menghasilkan elektroda dengan respons potensial yang stabil dan parameter

Nernstian yang dapat diukur dalam rentang konsentrasi tertentu, menunjukkan keterkaitan kuat antara struktur membran dan karakter potensialometri yang dihasilkan. Elektroda selektif ini tersusun dari polimer dengan polieugenol sebagai senyawa aktif, yang dimodifikasi melalui pemaparan senyawa tersebut menggunakan template terbaik, dan selanjutnya digunakan untuk analisis MCPD. Modifikasi bahan maupun kondisi selama pengukuran diharapkan dapat meningkatkan kinerja elektroda secara keseluruhan.

I. 2 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan elektroda selektif ion berbasis *polymer inclusion membrane* (PIM) dengan senyawa aktif polieugenol, D₂EHPA, TBP, dan campuran untuk analisis MCPD.
2. Mengevaluasi kinerja elektroda yang dihasilkan melalui pengukuran parameter voltametri meliputi rentang linier, sensitivitas, limit deteksi, waktu respon, dan selektivitas.
3. Menilai potensi penggunaan elektroda selektif ion berbasis PIM sebagai metode alternatif yang sederhana, cepat, dan efektif untuk analisis MCPD.