

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensiometri

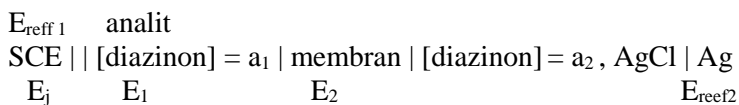
Potensiometri adalah metode penentuan konsentrasi analit berdasarkan perbedaan nilai potensial yang terukur pada kondisi kesetimbangan serta tanpa adanya arus listrik [3]. Komponen yang diperlukan pada metode ini antara lain elektroda pembanding, elektroda indikator dan pengukur potensial. Elektroda pembanding adalah komponen yang memiliki nilai potensial tetap tanpa dipengaruhi oleh interaksi dengan analit [3]. Sedangkan Elektroda Indikator merupakan elektroda yang nilai potensialnya dipengaruhi oleh interaksi dengan analit sehingga biasanya disebut juga dengan elektroda selektif ion [5].

Elektroda selektif ion merupakan elektroda indikator yang berfungsi mendeteksi adanya ion analit secara spesifik [5]. Terdapat tiga jenis elektroda indikator antara lain elektroda logam, elektroda sensor gas dan elektroda membran. Elektroda membran adalah elektroda berbasis membran sebagai pengemban bahan aktif dan juga sebagai perantara pembentukan interaksi antara bahan aktif didalam membran dan analit diluar membran. Komposisi material pada membran dapat mempengaruhi selektifitas dan kemampuan elektroda membran. Komponen lain yang dibutuhkan pada metode potensiometri adalah elektroda pembanding. Terdapat tiga jenis elektroda pembanding, antara lain elektroda hydrogen standar, elektroda kalomel dan elektroda perak (Ag/AgCl).

2.2 Sensor Potensiometri

Sensor potensiometri atau elektroda selektif ion merupakan sensor yang peka terhadap aktivitas ion dalam analit. Prinsip sensor potensiometri adalah menggunakan potensial membran yang didapatkan dari perbedaan aktivitas ion didalam dan diluar membran. Komponen penyusun sensor antara lain konduktor, membran dan

bahan aktif [9]. Konduktor adalah material yang dapat menghantarkan listrik dengan baik. Umumnya konduktor yang digunakan adalah Pt, Au, C dan Cu [9]. Komponen lainnya adalah membran, pada sensor potensiometri membran memiliki fungsi sebagai pengemban, membran dapat menghasilkan perbedaan potensial ketika kontak dengan analit dan memberikan hasil yang selektif oleh karena itu, membran yang digunakan harus memiliki sifat inert terhadap larutan uji, selektif terhadap ion-ion tertentu, memiliki kepekaan yang baik serta memiliki nilai sensitivitas teoritis dan dapat dicetak sesuai dengan ukuran yang diinginkan [9]. Berdasarkan reaksi elektrokimia membran dapat dibagi menjadi beberapa kelompok antara lain membran pori, membran perm-selektif, membran selektif ion, membran homogen, dan membran heterogen. Pada dasarnya semua jenis membran dapat diaplikasikan untuk sensor potensiometri, akan tetapi hanya membran selektif ion yang dapat digunakan sebagai elektroda selektif ion [13]. Elektroda membran memiliki lapisan membran yang mengandung bahan aktif. Bahan aktif merupakan zat aktif yang akan berinteraksi secara spesifik dengan larutan sampel. Mekanisme yang terjadi saat pengukuran potensial adalah terjadinya kesetimbangan antara membran bagian luar (E_1) dan membran bagian dalam (E_2) sehingga terjadi perbedaan potensial atau potensial elektroda kerja. Selisih dari E_1 dan E_2 adalah potensial membran (E_b). Cara menghitung potensial sel pada elektroda membran sebagai berikut [3]



Untuk E_b (potensial membran) sebagai berikut :

$$E_b = E_1 - E_2 \tag{1}$$

$$E_1 = J_1 - 0,0285 \log (a_1/a_1') \tag{2}$$

$$E_2 = J_2 - 0,0285 \log (a_2/a_2') \tag{3}$$

Jika $J_1 = J_2$ dan $a_1' = a_2'$, maka persamaan menjadi :

$$E_b = J_1 - 0,0285 \log (a_1/a_1') - \{ J_2 - 0,0285 \log (a_2/a_2') \}$$

$$E_b = 0,0285 \log (a_2/ a_1) \quad (4)$$

$$E_{ind} = E_b + E_{asy} + E_{Ag/AgCl} \quad (5)$$

E_{asy} (potensial asimetri), a_2 (aktivitas dalam membran), dan $E_{Ag/AgCl}$ (potensial elektroda Ag/AgCl) adalah tetap, maka

$$E_{ind} = 0,0285 \log a_2 - 0,0285 \log a_1 + E_{asy} + E_{Ag/AgCl}$$

$$E_{ind} = K - 0,0285 \log a_1 \quad (6)$$

Kemudian untuk menghitung E_{sel} menjadi :

$$E_{sel} = E_{ind} - E_{reff} + E_{lj}$$

$$E_{sel} = K - 0,0285 \log a_1 - E_{SCE}, \text{ dimana } E_{lj} = 0$$

$$E_{sel} = K - E_{SCE} + 0,0285 \text{ pA} \quad (7)$$

2.3 Membran *Nata de coco*

Membran merupakan serapan dari bahasa latin "membrana" yang berarti kulit kertas. Penggunaan kata membran telah diperluas untuk menggambarkan lembaran tipis fleksibel atau film, yang mampu bertindak sebagai pemisah antara dua fase secara selektif karena bersifat semi permeable [15]. Proses pemisahan membran berupa perpindahan materi secara selektif dapat dikarenakan oleh perbedaan konsentrasi, tekanan, potensial, listrik atau suhu [15]. Pada sensor potesiometri membran memiliki fungsi sebagai pengemban zat aktif dan media interaksi spesifik pembentuk potensial elektroda yang tercatat pada potensiometer, tanpa mengalami difusi atau perpindahan ion analit pada membran dan sebaliknya [15]. membran sebagai media pengemban bahan aktif harus memiliki sifat inert terhadap larutan uji, selektif terhadap ion-ion tertentu, memiliki kepekaan yang baik serta memiliki nilai sensitivitas teoritis dan dapat dicetak sesuai dengan ukuran yang diinginkan [15]. Membran dapat dibentuk dari bermacam-macam material. Pemilihan polimer sebagai bahan baku membran dilakukan berdasarkan faktor struktur materialnya. Faktor struktural material ini akan menentukan sifat mekanik, termal, dan kimia, yang nantinya akan mempengaruhi sifat intrinsik polimer, yaitu permeabilitas [16].

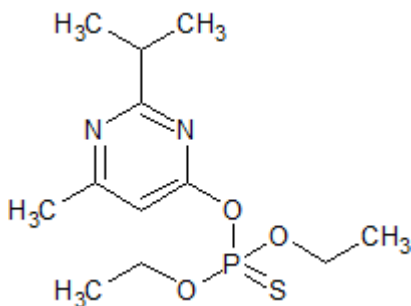
Nata de coco merupakan polimer eksopolisakarida yang dihasilkan dari beberapa bakteri seperti *acetobacter xylinum*, sehingga biasa juga disebut sebagai selulosa bacterial [11]. Selulosa bacterial ini telah diaplikasikan sebagai membran pengemban bahan aktif pada sensor potensiometri. *Nata de coco* sebagai selulosa bacterial memiliki keunggulan dibanding material selulosa yang lainnya, antara lain bersifat lebih murni karena tidak mengandung hemiselulosa, lignin dan pectin [6]. Membran *nata de coco* bersifat hidrogel dengan luas permukaan dan porositas yang tinggi [16]. *Nata de coco* memiliki diameter pori sebesar 7 mikrometer, pori inilah yang mampu digunakan sebagai pengemban bahan aktif. Selain itu, *nata de coco* merupakan material membran yang kaya gugus hidroksil (-OH), hal ini menunjukkan sifat hidrofilik dari *nata de coco*[6]. Selain itu membran dengan material *nata de coco* memiliki kelebihan kemurnian selulosa yang tinggi, kerapatan yang tinggi, ramah lingkungan dan sifat mekanis yang lebih stabil[10].

Membran yang sudah diimbangkan oleh bahan aktif mampu membentuk interaksi spesifik dengan ion analit[8]. Banyaknya gugus hidroksil pada permukaan membran *nata de coco* memungkinkan terjadinya interaksi hidrogen antara gugus O pada diazinon dengan gugus hidroksil (-OH) pada membran [6].

Konsentrasi bahan aktif pada membran dengan luas permukaan elektroda tetap dapat mempengaruhi kinerja sensor. Peningkatan konsentrasi bahan aktif pada membran akan meningkatkan distribusi bahan aktif pada elektroda. Akan tetapi, jika konsentrasi bahan aktif tidak sebanding dengan luas permukaan elektroda maka distribusi bahan aktif menjadi tidak merata [6]. Tingkat keasaman larutan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja sensor diazinon, karena mekanisme kerja sensor diazinon berdasarkan kesetimbangan antara bahan aktif pada membran dan analit pada larutan sampel sangat dipengaruhi oleh pH. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari pengaruh massa diazinon pada membran dan pengaruh pH kisaran 2 sampai 6.

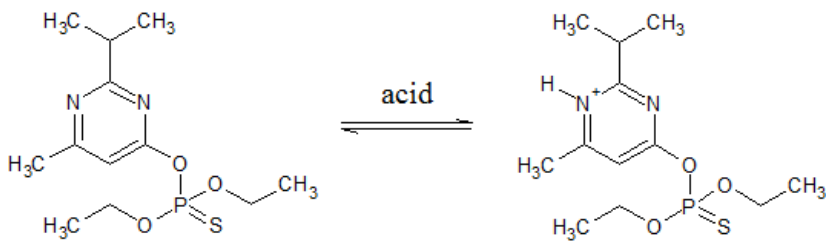
2.4 Sensor Diazinon

Diazinon merupakan senyawa organofosfat yang banyak diaplikasikan sebagai pestisida atau senjata kimia pada rentang konsentrasi yang tinggi [19]. Pemanfaatan tersebut dikarenakan diazinon merupakan senyawa yang bersifat neurotoksin, sehingga apabila manusia terpapar diazinon melebihi ambang batas dapat menimbulkan gangguan saraf, seperti kegagalan pernafasan akut hingga kematian [17]. Diazinon (gambar 2.1) dengan rumus molekul $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}_4\text{N}_2\text{H}(\text{CH}_3)\text{OPS}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$, memiliki massa molekul sebesar 304, dan memiliki kelarutan dalam air sebesar 20 mg/L [17]. Diazinon memiliki $\text{pK}_{\text{a}1}$ sebesar 2.6 (gambar 2.2) dan $\text{pK}_{\text{a}2}$ sebesar 6 (gambar 2.3), sehingga pada pH asam diazinon berada pada kondisi molekul yang kurang stabil.

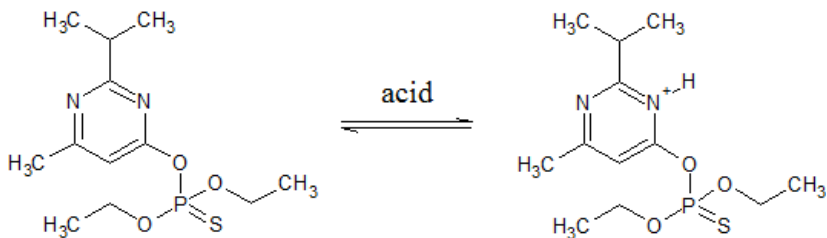


Gambar 2. 1 Struktur Molekul Diazinon [14]

Analisis diazinon secara elektrokimia telah banyak dikembangkan. Analisis diazinon secara potensiometri sebelumnya telah dikembangkan oleh Jin W, et all (2015) dengan menggunakan elektroda IrOx sebagai elektroda kerja dan Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding, memiliki batas deteksi 3 mikro molar. [7]. Akan tetapi, pada penelitian tersebut diazinon dideteksi secara tidak langsung dengan mengkonversi diazinon menjadi molekul-molekul yang lebih kecil.



Gambar 2. 2 Kestimbangan Diazinon pada $pK_a = 2,6$ [14]



Gambar 2. 3 Kestimbangan Diazinon pada $pK_a = 6$ [14]

Pada penelitian ini akan dikembangkan sensor diazinon secara potensiometri dengan berbasis membran *nata de coco*. Pengukuran dengan sensor diazinon dilakukan pada kondisi larutan asam, sehingga diharapkan molekul diazinon yang lebih tidak stabil pada kondisi asam mengakibatkan proses kesetimbangan dan interaksi antara diazinon didalam membran dan dibagian luar membran yang menimbulkan potensial. Perhitungan E_{sel} pada sensor diazinon merujuk pada elektroda membran gelas.