

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Metode Analisis Metanil Yellow

Metanil yellow dapat di analisis dengan berbagai macam metode diantaranya dengan metode spektrofotometri UV-Vis, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan LC-MS (*Liquid Chromatography - Mass Spectrometry*). Pada spektrofotometri UV-Vis, metanil yellow di analisis dengan melakukan preparasi larutan standar metanil yellow dan preparasi dari larutan sampel. Setelah di preparasi, dilakukan pengukuran pada panjang gelombang maksimum metanil yellow yaitu sebesar 450 nm. Nilai absorbansi yang terbaca pada larutan standar dan sampel dibandingkan. Interpretasi di tunjukkan dengan nilai absorbansi sampel yang mendekati nilai absorbansi dari larutan standar (Paul, 2013).

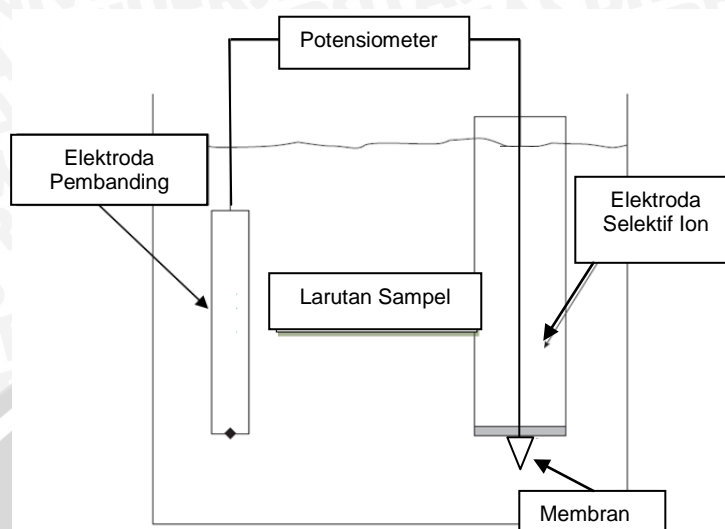
Pada HPLC, metanil yellow di analisis dengan menggunakan instrumen seperangkat alat HPLC quaternary pump dengan  $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$  pH 8,8 sebagai fase gerak A dan  $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$  pH 8,8 sebagai fase gerak B berbanding asetonitril (50:50). Metanil yellow di preparasi dengan melarutkan 25 mg standar dengan 25 mL metanol dipipet 100 uL lalu diencerkan sampai 10 mL. Sampel di preparasi dengan melarutkan 2 gram sampel dilarutkan dalam 25 mL aquades dan dimasukkan dalam vial yang selanjutnya akan diinjeksikan ke dalam alat HPLC. Hasil analisis HPLC diperoleh dalam bentuk signal kromatogram. Dalam kromatogram akan terdapat peak-peak yang menggambarkan banyaknya jenis komponen dalam sampel. Hasil di lihat dari peak area yang dihasilkan (Ayuningtyas, 2009).

Pada analisis dengan metode LC-MS, di mulai homogenisasi sampel yang kemudian ditambahkan larutan 3 mL triton dan 1 mL  $\text{NH}_4\text{OAc}$  diencerkan sampai 10 mL, kemudian dilakukan proses *shaking*. Dilakukan langkah *cloud point extraction* pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 3 menit. Buang bagian atas lapisan kemudian di rekonstitusi dengan 10 mL aseton lalu diukur dengan LC-MS. Identifikasi warna ditandai oleh adanya dua atau lebih karakteristik ion yang terukur pada multi ion monitoring mode (MIM). hasil didapatkan dari perbandingan peak area antara sampel dan standar (Ates, 2011).

## 2.2 Elektroda Selektif Ion

ESI (Elektroda Selektif Ion) merupakan pengukuran potensiometri berdasarkan aktivitas ion secara selektif. Aktivitas ion berlangsung secara termodinamik pada ion-ion bebas. Semakin tinggi aktivitas ion pada suatu larutan akan menentukan kecepatan reaksi dan kesetimbangan kimia (Patnaik, 2004).

Analisis suatu larutan menggunakan ESI dilakukan melalui pengukuran potensial elektrokimia yang timbul dalam suatu sel elektrokimia yang tersusun atas dua elektroda yaitu elektroda pembanding yang bertindak sebagai anoda dan elektroda selektif ion (ESI) yang bertindak sebagai katoda. Rangkaian pengukuran suatu larutan dengan menggunakan ESI dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Rangkaian Alat pada Pengukuran ESI (Harvey, 2000).

Untuk mengetahui harga  $E_{\text{sel}}$  dijelaskan pada persamaan 2.1.

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{indikator}} - E_{\text{pembanding}} \quad (2.1)$$

Karena harga  $E_{\text{pembanding}}$  adalah konstan maka perubahan  $E_{\text{sel}}$  yang terukur disebabkan oleh perubahan  $E_{\text{indikator}}$  karena perubahan konsentrasi (aktivitas) ion yang disensornya.

Potensial elektroda yang merespon terhadap anion ditentukan dengan persamaan Nernst yang tertulis pada persamaan 2.2 (Purwanto, 2011) :

$$E = E^{\circ} - 2,303 \frac{RT}{nF} \log \alpha_A \quad (2.2)$$

Di mana:  $E$  = beda potensial sel;  $E^{\circ}$  = potensial elektroda standard;  $\alpha_A$  = aktivitas ion analit;  $n$  = muatan ion yang ditentukan;  $R$  = tetapan gas ideal ( $8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ),  $T$  = temperatur (K);  $F$  = tetapan Faraday ( $96485 \text{ Cmol}^{-1}$ )

Menurut persamaan (2.2), bila aktivitas atau konsentrasi anion naik maka potensial elektroda menjadi lebih negatif. Harga potensial elektroda yang terukur merupakan harga potensial relatif terhadap potensial elektroda pembanding. harga potensial yang terukur sebanding dengan logaritma aktivitas/konsentrasi ion.

### 2.3 Membran ESI

Membran adalah suatu lapisan yang memisahkan dua fase dan mengatur perpindahan massa dari kedua fasa yang dipisahkan (Lakshminarayanaiah dan Jefferson, 1990 dalam Rahmania, 2005). Membran elektroda selektif ion (ESI) adalah membran yang memiliki sifat selektif ion, yakni membran yang mampu mentranspor ion tertentu yang dapat mengadakan pertukaran ion secara selektif terhadap ion yang disensornya dibandingkan terhadap ion lain yang tidak di sensor.

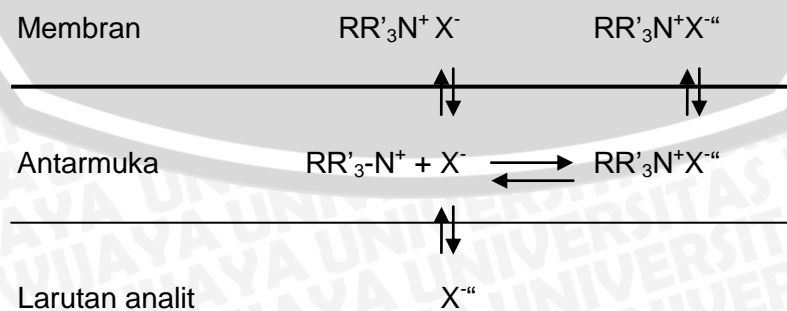
Berdasarkan jenis membran yang selektif ion yang digunakan dalam konstruksinya, ESI digolongkan menjadi 3, yaitu: elektroda membran padat (*solid-state*), membran cair (*liquid*) dan membran gelas (Purwanto, 2011). ESI membran padat menggunakan bahan berupa kristal tunggal, pelet polikristal atau kristal campuran (Wang, 2001). Kelemahan ESI bermembran padat adalah membran yang dihasilkan bersifat rapuh, sehingga mudah larut dalam proses pengadukan yang cepat (Bailey, 1976).

Membran cair merupakan ESI yang terbuat dari bahan cairan senyawa organik yang memiliki berat molekul yang tinggi dan bersifat tidak larut air (Lynde, 1997). Kelemahan membran cair yaitu responnya di ganggu tekanan hidrostatik, pengadukan dan hadirnya bahan aktif permukaan (Yuniarti, 2010).

Pada dasarnya, ESI dapat bekerja ketika timbul beda potensial pada antarmuka membran–larutan analit sesuai prinsip dari sel Galvani. Potensial listrik yang timbul merupakan potensial membran yang memisahkan dua larutan elektrolit yang berbeda konsentrasinya (Fardiyah, 2003).

Pada saat pengukuran, sisi-sisi luar membran bersentuhan langsung dengan analit. *carrier* membran akan mengalami disosiasi menjadi ion-ion bebas pada antarmuka membran dengan larutan. Jika anion yang berada dalam larutan dapat menembus batas antarmuka membran dengan larutan yang tidak saling bercampur, maka akan terjadi reaksi pertukaran ion dengan ion bebas pada sisi aktif membran sampai mencapai kesetimbangan elektrokimia (Bailey, 1976).

Mekanisme *sensing* ESI terdiri dari tiga cara, yaitu: adsorpsi (penyerapan kitosan dengan ion alkali dengan pembentukan kompleks terner), pertukaran ion (interaksi elektrostatis), dan pembentukan khelat. Mekanisme tersebut bergantung pada komposisi larutan dan pH larutan. Kompleks yang dihasilkan dari kitosan akan menembus membran sampai pada kesetimbangan dan potensial yang terjadi sebagai akibat perbedaan kondisi analit pada membran dan larutan yang terbaca pada potensiometer (Bevante 2008). Mekanismenya reaksi pertukaran ion yang terjadi dapat dinyatakan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Mekanisme dari Reaksi Pertukaran Ion (Bailey, 1976)

Sifat yang harus dimiliki oleh membran selektif ion agar ESI memiliki sensitivitas dan selektivitas yang baik terhadap ion yang di sensor adalah: bersifat hidrofobik dan mempunyai ketetapan dielektrik yang tinggi, menghantarkan listrik meskipun kecil yang ditimbulkan oleh migrasi ion-ion, dapat bereaksi dengan ion analit secara selektif melalui tiga tipe ikatan yaitu: pertukaran ion, kompleksasi, dan kristalisasi. Membran juga harus bersifat lentur sehingga ion-ion di dalamnya memiliki mobilitas yang tinggi (Laksminarayanaiah, 1976).

Komposisi optimum membran yang menghasilkan membran yang homogen dapat ditentukan dengan mencari harga parameter kelarutan dalam bahan aktif membran ( $d_c$ ) yang harganya sama dengan harga parameter kelarutan bahan pendukung membran ( $d_m$ )  $d_c - d_m = 0$ , akan tetapi berdasarkan eksperimen dinyatakan bahwa harga  $d_c - d_m = 0,5$  dapat menghasilkan karakteristik dasar yang tidak berbeda dengan  $d_c - d_m = 0$  harga  $d_m$  diperoleh dari persamaan 2.3 (Nielsen dan Hansen, 1976, dalam Kurniasih, 2012).

$$d_m = W_{pvc} \cdot d_{pvc} + W_{plasticizer} \cdot d_{plasticizer} \quad (2.3)$$

dengan:  $W_{pvc}$  = % berat PVC;  $W_{plasticizer}$  = % berat *plasticizer*;  $d_c$  = Parameter kelarutan bahan aktif ( $\text{kal.cm}^{-3}$ )<sup>1/2</sup>;  $d_m$  = Parameter kelarutan bahan pendukung membran ( $\text{kal.cm}^{-3}$ )<sup>1/2</sup>;  $d_{pvc}$  = Parameter kelarutan bahan PVC ( $\text{kal.cm}^{-3}$ )<sup>1/2</sup> yaitu sebesar 9,41 ( $\text{kal.cm}^{-3}$ )<sup>1/2</sup>.

#### 2.4 Konstruksi ESI Tipe Kawat Terlapis

ESI tipe kawat terlapis merupakan penyederhanaan dari ESI tipe tabung. Yakni sebuah tipe ESI yang menggunakan kawat penghantar (konduktor logam)

seperti Pt, Cu, Ag atau karbon sebagai pengganti sistem elektroda pembanding dalam dalam sistem sel elektrokimianya. ESI tipe kawat berlapis menggunakan membran yang terdiri dari bahan elektroaktif khusus dalam pendukung polimer tipis yang secara langsung dilapiskan pada konduktor logam (Wygladacs, 2006).

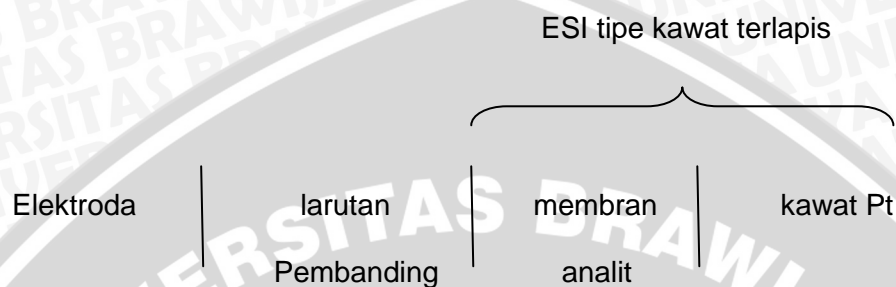
Komponen ESI metanil yellow tipe kawat berlapis terdiri dari: a) badan elektroda, b) konduktor logam platina, c) membran cair sebagai *carrier* membran, d) bahan pendukung membran berupa polimer PVC dan plasticizer DOP dalam pelarut tetrahidrofuran (THF), serta e) kabel koaksial RG 58 untuk menghubungkan ESI dengan alat potensiometer (Lakshminarayanaiah, 1976).

Badan elektroda ESI yang biasa dipergunakan adalah plastik polietilen, karena bersifat inert dan merupakan isolator yang baik sehingga bila terjadi kontak langsung dengan larutan analit tidak menimbulkan kesalahan pembacaan potensial (Lakshminarayanaiah, 1976).

Konduktor logam yang digunakan dalam ESI kawat berlapis adalah kawat platina, tetapi perak, tembaga, dan grafit juga dapat digunakan. ESI kawat berlapis di buat dengan mencelupkan sebuah kawat logam dalam membran dengan komposisi tertentu (Wygladacs, 2005). ESI tipe kawat berlapis menggunakan bahan kawat platina sebagai konduktor. Platina merupakan logam yang memiliki sifat konduktivitas yang baik dan bersifat inert (Pouretedal, 2006).

ESI tipe kawat berlapis memiliki kelebihan yaitu diantaranya: tidak memerlukan larutan pembanding dalam, konstruksinya sederhana, murah, berukuran kecil, dapat menentukan konsentrasi analit dalam jumlah yang relatif kecil, hanya memerlukan sampel yang sedikit dalam penggunaannya, memiliki usia pakai > 6 bulan tergantung komposisi membran, dan memiliki karakteristik

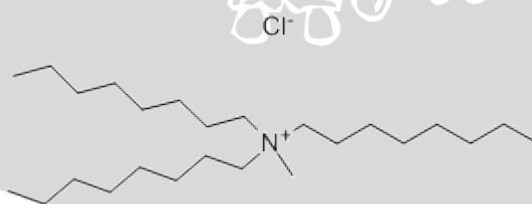
yang sama bahkan lebih baik dari ESI tipe tabung (Bailey, 1976). Berikut adalah skema sel ESI tipe kawat terlapis ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Skema Sel ESI Tipe Kawat Terlapis (Wygładacs, 2006).

### 2.5 Carrier Membran

Sebagai *carrier* membran bisa digunakan senyawa amonium kwarterner alifatik 336 Cl dan/atau kitosan. Aliquat 336 Cl merupakan bahan berbentuk kental dengan rumus kimia  $C_{25}H_{54}NCl$ . Aliquat 336 Cl (metilammoniumtrioktil klorida) merupakan garam amonium kuartener yang tidak larut dalam air, berantai panjang, dan mempunyai berat molekul yang besar. Struktur kimia alifatik 336 ditunjukkan pada Gambar 2.4.



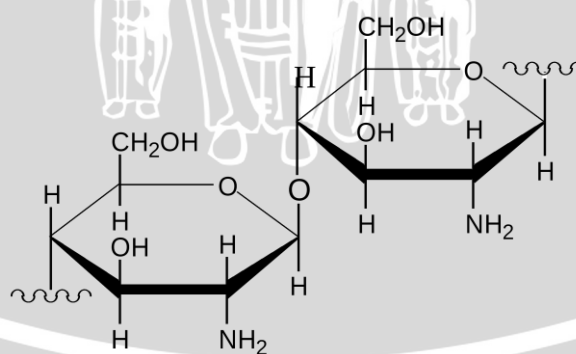
**Gambar 2.4** Struktur Kimia Aliquat 336 Cl

Aliquat 336 terdekomposisi dari sejumlah kation organik yang digabungkan dengan ion klorida,  $[R_3-N^+-CH_3] Cl^-$ . Senyawa ini dapat berfungsi



sebagai cairan penukar ion sebab dapat berdisosiasi membentuk senyawa amonium yang bermuatan positif (+) sehingga dapat membentuk garam dengan anion lain (Cognis, 2006). Aliquat 336-Cl<sup>-</sup> memiliki rantai panjang dan bermolekul besar sehingga tidak larut dalam air (hidrofob), bahan ini banyak digunakan sebagai ekstraksi pelarut secara luas sehingga mudah diperoleh serta dapat berikatan secara selektif dengan anion, alikuat memiliki parameter kelarutan sebesar  $9,5 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$ , kelarutan dalam air 10 g/L, titik didih 132° C, dan densitas 0,884 g/mL (Puspita, 2010).

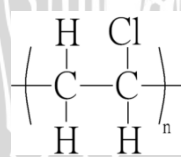
Kitosan merupakan derivat dari kitin, dibentuk melalui reaksi deasetilasi dengan menggunakan alkali dan merupakan kopolimer dari glukosamin dan N-asetil glukosamin. Kitosan bersifat *biodegradable*, biokompatibel, dan tidak toksik. Kitosan memiliki derajat deasetilasi diatas 60%. Derajat deasetilasi ini akan mempengaruhi pengendalian dari glukosamin yang akan mempengaruhi jumlah gugus amina (NH<sub>2</sub>) yang akan berikatan dengan ion sehingga terjadi pembentukan ion kompleks (Shetty, 2006). Berikut merupakan struktur kimia kitosan yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Kimia Kitosan

## 2.6 Bahan Pemlastis

Bahan pemlastis bertujuan untuk meningkatkan kestabilan mekanik dan homogenitas membran. Bahan pemlastis yang dipilih adalah PVC yang banyak digunakan pada membran ESI karena memiliki pori-pori kecil (Lewis, 1997 dalam Zulkarnain 2011), stabil dalam kondisi asam atau basa (Souza, et al, 2006), dan bersifat hidrofobik sehingga tidak *swelling* (Sombastri, 2008). PVC memiliki kelebihan sebagai polimer yaitu: tidak mudah rusak oleh kelembaban, kaku, tahan terhadap pelarut, berpori kecil (*mikroporus*), tidak berpengaruh pada korosi, kelenturan yang baik, stabilitas panas yang baik, stabilitas yang baik terhadap bahan kimia dan air, kekuatan struktural yang sempurna, tahan panas, dan tahan terhadap cuaca (Celufom 2007).  $T_g$  (*Transition Glass*) merupakan transisi bentuk yang bersifat reversible.  $T_g$  dari PVC relatif tinggi ( $80^{\circ}\text{C}$ ) sehingga bersifat kaku. Selain itu PVC sebagai matriks akan membentuk fasa membran yang tidak larut dalam air, tidak mudah menguap yang memiliki parameter kelarutan sebesar  $9,45 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$  (Wilkes, 2005). Struktur kimia PVC ditunjukkan pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Struktur Kimia PVC (Kusic, 2007).

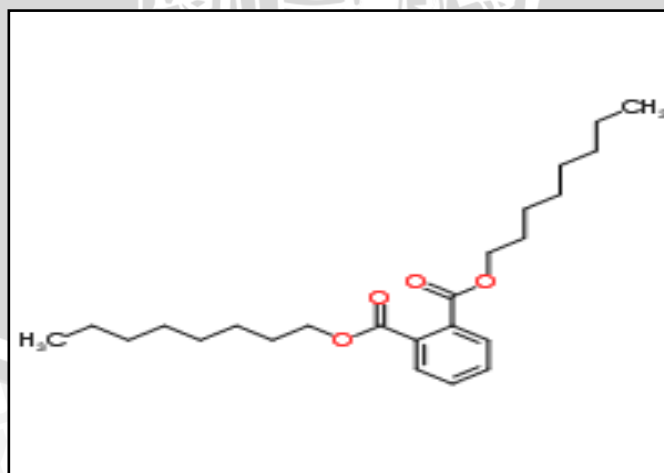
Komposisi membran berpendukung polimer yang biasa digunakan adalah 30 – 33 % (b/b) PVC dan 60 – 66 % (b/b) *plasticizer*, umumnya komposisi tersebut menghasilkan sifat fisik dan mobilitas ion analit yang optimal (Faridbod *et al*, 2008). Pembuatan membran berpendukung polimer dilakukan dengan melarutkan bahan elektroaktif, *plasticizer*, dan PVC dalam pelarut tetrahidrofur

(Wang, 2001). Pada saat pengukuran, sisi-sisi luar membran bersentuhan langsung dengan larutan analit, sehingga terjadi reaksi pertukaran antara ion pada larutan analit ( $B^-$ ) dengan ion yang terikat pada membran ( $A^-$ ), sedangkan  $S^+$  adalah sisi aktif membran yang bermuatan tetap. Mekanismenya secara umum dapat dijelaskan pada persamaan 2.4 (Bailey, 1976).



### 2.7 Bahan Plasticizer

Sebagai *plasticizer* (bahan pelentur) digunakan *dioktilftalat* (DOP). DOP merupakan *plasticizer* yang sering digunakan dalam pembuatan ESI (Kurniasih, 2012). DOP yang merupakan diester aromatik berbentuk cairan berwarna jernih, kelarutannya dalam air rendah yaitu 0,01%, dan harga parameter kelarutan  $7,9 (\text{cal/cm}^3)^{1/2}$  (Stark, 2008). DOP juga tidak mudah menguap dan memiliki tetapan dielektrik kategori rendah 5,0 (Tehrani, et. al., 2010). Berikut merupakan struktur dari DOP yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Struktur Kimia Dioktilftalat

Penambahan DOP ini bertujuan untuk meningkatkan kelenturan dan homogenitas membran. DOP ini diaplikasikan pada matriks polimer untuk mobilisasi konstituen membran yang akan mempengaruhi konstanta dielektrik membran dan mobilitas *carrier* (Kurniasih, 2012). Untuk membuat membran menjadi homogen dengan penggunaan PVC, maka diperlukan penambahan bahan *plasticizer* dua kali lebih banyak dari pada jumlah PVC (Faridbod, et al, 2008).

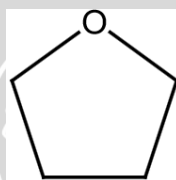
Selain berfungsi sebagai *plasticizer* DOP juga berfungsi sebagai pelarut membran penyusun. Hal ini dikarenakan sifat DOP yang hidrofob dan memiliki kesamaan panjang rantai samping. Disamping itu DOP bermolekul besar sehingga bisa menghomogenkan membran yang bersifat hidrofob. Membran yang bersifat hidrofob berfungsi untuk mengenali zat warna metanil yellow, Penambahan DOP akan meningkatkan homogenitas membran sehingga meningkatkan kecepatan difusi ion menembus membran (Nurfirahma, 2011).

DOP yang dapat melarutkan PVC dan aliquat 336 Cl<sup>-</sup> karena memiliki kesamaan panjang rantai samping sehingga menghasilkan membran bersifat hidrofobik, tidak mudah menguap dan tidak lepas oleh adanya air. Bahan-bahan tersebut semuanya dilarutkan dalam pelarut tetrahidrofur (THF) dengan perbandingan komposisi tertentu. Komposisi bahan pembentuk membran mempengaruhi sifat homogenitas dan hidrofobitas membran (Puspita, 2010)

## 2.8 Pelarut Membran

Pelarut digunakan dalam pembuatan membran ESI dimaksudkan untuk menghomogenkan komponen-komponen penyusun membran yaitu dengan menggunakan Tetrahidrofur (THF). THF merupakan senyawa organik

heterosiklik yang memiliki nilai tetapan dielektrik 7,6. THF larut dalam air, memiliki titik didih 65,5 - 66,5 °C, berat molekul 72,107 g/mol dengan densitas sebesar 2.5. Penggunaan THF pada pembuatan membran ESI bertujuan menghomogenkan komponen membran ESI dimana penggunaan PVC yang merupakan asam lewis, maka akan diperlukan pelarut yang bersifat basa lewis seperti THF. THF memiliki viskositas rendah yang dan harga parameter kelarutan THF sebesar  $9.10 \text{ (cal/cm}^3\text{)}^{1/2}$ . Struktur kimia tetrahidrofuran ditunjukkan pada Gambar 2.8.

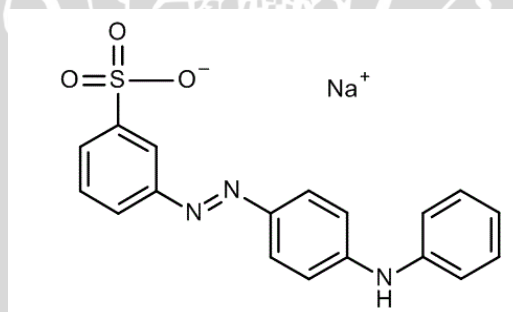


**Gambar 2.8** Struktur Kimia Tetrahidrofuran (Lazo, 2000)

Sifat homogenitas dan hidrofobisitas juga memegang peranan penting dalam kinerja ESI. Sifat homogenitas yang tinggi dari ESI akan mempengaruhi sifat dasar ESI meliputi : faktor Nernst yang mendekati teoritis (59,2 mV/dekade), limit deteksi yang kecil, rentang konsentrasi linier yang lebar, waktu respon cepat dan usia pakai yang lama (Freiser, dkk., 1972 dalam Rahmania, 2008). Sedangkan sifat hidrofobisitas mempengaruhi kinerja ESI yaitu stabilitas membran terhadap pengaruh temperatur larutan sampel dan selektivitas membran ESI terhadap gangguan ion pengganggu, sehingga suatu membran ESI akan sensitif dan selektif terhadap faktor lingkungan sekitarnya (Lakshminarayanaiah dan Jefferson, 1990 dalam Rahmania, 2008).

## 2.9 Metanil Yellow

Metanil yellow adalah zat warna yang merupakan senyawa kimia azo aromatik, berbentuk serbuk berwarna kuning yang bersifat racun dan karsinogenik bagi hewan dan manusia. Memiliki rumus kimia  $C_{18}H_{14}N_3NaO_3S$ , berat molekul 375, 38 g/mol, dan memiliki kelarutan dalam air sebesar 25 g/L pada  $20^{\circ}C$  (Merck, 2010). Metanil yellow dapat larut dengan baik dalam air sehingga jika sudah sampai ke lingkungan penyebarannya akan cepat. Metanil yellow dapat menyebabkan iritasi pada mata, kulit, saluran pernafasan, tumor dalam berbagai jaringan hati, kandung kemih, saluran pencernaan dan jaringan kulit (Wirasto, 2008). Metanil yellow dibuat dari asam metanilat dan difenilamin. Kedua bahan ini bersifat toksik (Nainggolan dan Sihombing, 1984 dalam Wirasto, 2008). Struktur kimia metanil yellow ditunjukkan pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Struktur Kimia Metanil Yellow (Gupta et al, 2003).

Metanil yellow ini merupakan *tumor promoting agent* dan menyebabkan kerusakan hati yang memiliki *acute oral toxicity* ( $LD_{50}$ ) sebesar 5000 mg/kg pada tikus dengan pemberian secara oral. Metanil yellow memiliki tingkat keracunan tingkat tiga atau masih berupa racun yang moderat, tidak lemah dan tidak pada terlalu berat. Metanil yellow merupakan pewarna tekstil yang sering

disalahgunakan sebagai pewarna makanan. Pewarna ini mempunyai sifat sangat stabil terhadap panas (Gupta et al, 2003).

## 2.10 Faktor Nernst dan Kisaran Konsentrasi

Faktor Nernst menunjukkan hubungan antara sel standar potensial ( $E^\circ$ ) dan potensial sel ( $E$ ) di bawah aktual. Faktor Nernst dari suatu ESI ditunjukkan oleh kemiringan (slope) pada garis lurus yang diperoleh dari grafik hubungan antara  $E$  (mV) sebagai sumbu y dengan  $-\log [C_{18}H_{14}N_3O_3S]$  sebagai sumbu x. Kepekaan pengukuran elektroda terhadap suatu ion tertentu dapat dilihat dari nilai faktor Nernst yang dihasilkan (Bailey, 1976). Nilai faktor Nernst secara teoritis untuk ion divalen adalah  $29,6 \pm 5$  mV/dekade, sedangkan untuk ion monovalen sebesar  $59,2 \pm 5$  mV/dekade ( $54,2 - 64,2$  mV/dekade) (Kunusa, 2011). Kisaran konsentrasi suatu ESI dinyatakan sebagai batas konsentrasi dimana kurva potensial  $E$  (mV) terhadap  $-\log C$  konsentrasi masih memberikan garis lurus sehingga masih memenuhi persamaan Nernst. Sesuai dengan rekomendasi IUPAC kurva kalibrasi elektroda menunjukkan respon linier berkisar antara  $10^{-1}$  M sampai  $10^{-5}$  M (Wroblewski, 2005).

## 2.11 Waktu Prakondisi

Suatu ESI harus diprakondisikan (direndam) dalam larutan ion yang disensornya. Waktu perendaman merupakan waktu yang diperlukan untuk memprakondisikan ESI untuk memperoleh harga potensial yang stabil. Perendaman ESI dalam larutan analit yang terlalu lama perlu dihindari karena dapat menyebabkan pengelupasan *carrier* dari membran sehingga memberikan respon potensial yang tidak stabil (Rundle, 2000).

Perendaman dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja dari membran ESI. Membran membutuhkan sejumlah air agar bisa berdisosiasi menjadi ion-ionnya. Ion yang berdisosiasi akan berikatan dengan ion yang berada dalam larutan sehingga terjadi pertukaran ion dan menghasilkan arus listrik. Semakin optimal waktu perendaman yang dilakukan akan meningkatkan sensitifitas dari ESI (Ardiansyah, 2013).

Perendaman juga dibutuhkan untuk menjenuhkan membran ESI. Kondisi membran yang jenuh dengan larutan uji akan meningkatkan sensitifitas dengan ion yang disensornya. Sehingga respon dari ESI akan berlangsung lebih cepat. Perendaman yang terlalu cepat akan berpengaruh pada nilai faktor Nernst yang dihasilkan. Hal ini disebabkan kebutuhan air membran belum terpenuhi, sehingga proses disosiasi tidak berlangsung sempurna, akibatnya hanya sebagian zat penukar ion yang berdisosiasi menjadi ion-ionnya dan melakukan pertukaran ion. Hal ini akan mempengaruhi nilai faktor Nernst yang dihasilkan (Ardiansyah, 2013).