

repository.ub.ac.id

**Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai *Carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat**

SKRIPSI

Oleh:  
Ade Praty Detaroriandsa  
155090200111019



JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA

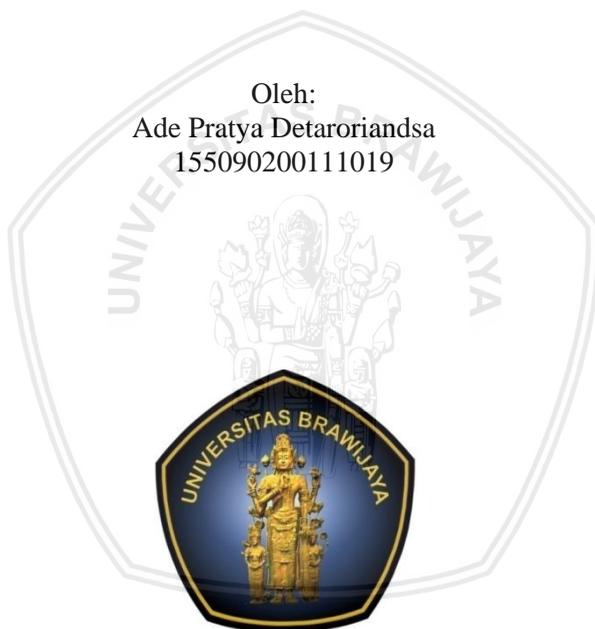
repository.ub.ac.id

**Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai *Carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Oleh:  
Ade Praty Detaroriandsa  
155090200111019



JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai *Carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat”

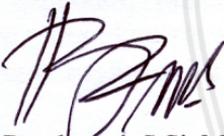
oleh:

ADE PRATYA DETARORIANDSA

155090200111019

Setelah diseminarkan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal... 19 DEC 2018 ...  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I,



Barlah Rumhayati, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP. 197404292000032001

Pembimbing II,



Dr. Ir. Adam Wiryawan, MS  
NIP. 195806211984031004



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas Sains Universitas Brawijaya



Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D  
NIP. 197310202002121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Pratya Detaroriandsa

NIM : 155090200111019

Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul:

**“Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai *Carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat”**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, .....

Yang menyatakan,

(Ade Pratya Detaroriandsa)

NIM. 155090200111019

repository.ub.ac.id

**Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai *Carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat**

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh *carrier* pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) terhadap transpor ion tiosianat. *Carrier* yang dipelajari adalah *trioctyl amine* (TOA) dan *trioctylmethyl-ammonium chloride* (TOMAC). PIM dibuat dengan melarutkan polimer dasar *polivinyl chloride* (PVC), pemlastis 1-dekanol, dan *carrier* TOA atau TOMAC dalam pelarut tetrahydrofuran (THF). Konsentrasi *carrier* divariasasi pada 10%, 15%, 20%, dan 25% w/w. Uji transpor ion tiosianat dilakukan dengan menggunakan sel difusi yang terdiri atas kompartemen fasa umpan dan fasa penerima yang dipisahkan oleh PIM. Pada uji transport dengan PIM-TOMAC, fasa umpan terdiri atas larutan ion tiosianat 50 mg/L, dan fasa penerima adalah larutan NaCl 1 M. Untuk uji transport dengan PIM-TOA, fasa umpan terdiri atas larutan ion tiosianat 50 mg/L pada pH 2, sementara fasa penerima adalah larutan NaOH 1M. Kedua fasa diaduk selama 180 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setiap 30 menit, sebanyak 1 mL larutan di fasa umpan dan fasa penerima diambil. Konsentrasi ion tiosianat di kedua fasa ditentukan secara spektrofotometri sinar tampak pada panjang gelombang 461 nm melalui pembentukan senyawa kompleks besi(III)tiosianat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PIM-TOMAC memiliki efektifitas yang lebih baik untuk transport ion tiosianat daripada dengan menggunakan PIM-TOA. Dengan menggunakan PIM-TOMAC 25% w/w diperoleh permeabilitas membran sebesar  $8,80 \times 10^{-4}$  mL/min.cm<sup>2</sup>, fluks awal  $4,40 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup>, dan efisiensi transpor sebesar 33,38 %.

Kata kunci: tiosianat, *polymer inclusion membrane*(PIM), *trioctyl amine* (TOA), *trioctylmethyl-ammonium chloride* (TOMAC).

repository.ub.ac.id

## **Effect of TriOctyl Amine (TOA) and Trioctylmethyl-Ammonium Chloride (TOMAC) as Carriers for Polymer Inclusion Membrane (PIM) with 1-Decanol Plasticizer on the Transport of Thiocyanate Ions**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to determine the effect of carrier for Polymeric inclusion membranes (PIM) to the transport of thiocyanate ions. The studied carriers were trioctyl amine (TOA) and trioctylmethyl-ammonium chloride (TOMAC). PIM was prepared by diluting the polymer phase polyvinyl chloride (PVC), 1-decanol as plasticizer, and carriers TOA or TOMAC in tetrahydrofuran (THF) solvent. The concentration of carriers was varied at 10%, 15%, 20%, and 25% w/w. Transport of thiocyanate ion was conducted by using a diffusion cell comprised of two chambers, feed phase and stripping phase, which was separated by PIM sheet. The feed phase was filled with 100 mL of thiocyanate solution 50 mg/L and the stripping phase was filled with 100 mL of NaCl 1 M solution for transport study using PIM-TOMAC. Meanwhile, transport study using PIM-TOA was conducted by using 100 mL of thiocyanate 50 mg/L solution at pH 2 for the feed phase and 100 mL of NaOH 1 M for the stripping phase. Both chambers were stirred for 180 minutes at 150 rpm. In every 30 minutes, about 1 mL of solution was pipetted from the chambers. Thiocyanate ion concentration then was analyzed using visible spectrophotometric method at 461 nm based on the formation of iron(III)-thiocyanate complex compound. The results showed that PIM-TOMAC was more effective to transport thiocyanate ion than the used of PIM-TOA. By using PIM-TOMAC 25% w/w, the membrane permeability was  $8.80 \times 10^{-4}$  mL/min.cm<sup>2</sup>, the initial flux was  $4.40 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup>, and the efficiency of thiocyanate transport was 33.38%.

**Keywords:** thiocyanate, polymer inclusion membrane (PIM), trioctyl amine (TOA), trioctylmethyl-ammonium chloride (TOMAC).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan YME atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul *Pengaruh TriOctyl Amine (TOA) dan Trioctylmethyl-Ammonium Chloride (TOMAC) sebagai Carrier pada Polymer Inclusion Membrane (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat* dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia di Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Barlah Rumhayati, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Adam Wiryawan,MS., selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
2. Ibu Dr. Hermin Sulistyarti selaku Kalab Analitik.
3. Bapak Masruri, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan penelitian di seluruh laboratorium kimia.
4. Bapak Suroso dan Ibu Sri Muji selaku orangtua, dan teman-teman Kimia A atas dukungan, perhatian, kasih sayang, kesabaran dan doa yang tiada henti untuk penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan pada masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga semua sumbangan ilmu, moril maupun material dari semua pihak merupakan amal sholeh yang akan di balas oleh Tuhan YME, dan semoga Laporan Tugas Akhir ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkan.

Malang, Desember 2018  
Penulis

## DAFTAR ISI

|  |            |
|--|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>   | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN</b>   | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>  | <b>v</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>  | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b>  | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>   | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>  | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>   | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG</b>  | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>   | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang   | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah  | 3          |
| 1.3 Batasan Masalah  | 3          |
| 1.4 Tujuan Penelitian  | 3          |
| 1.5 Manfaat Penelitian   | 4          |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>  | <b>5</b>   |
| 2.1 Tiosianat  | 5          |
| 2.2 <i>Polymer Inclusion Membrane</i> (PIM)                                    | 6          |
| 2.3 Komponen PIM   | 7          |
| 2.3.1 Polimer dasar  | 7          |
| 2.3.2 Ekstraktan ( <i>carrier</i> )  | 8          |
| 2.3.3 Pemplastis ( <i>plasticizier</i> )                                       | 9          |
| 2.4 Transpor Ion Tiosianat   | 10         |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>   | <b>13</b>  |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian  | 13         |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian  | 13         |
| 3.3 Tahapan Penelitian   | 13         |
| 3.4 Prosedur Penelitian  | 14         |
| 3.4.1 Pembuatan membran PIM  | 14         |
| 3.4.2 Transpor ion tiosianat   | 14         |
| 3.4.3 Penentuan konsentrasi tiosianat secara spektrofotometri<br>sinar tampak  | 16         |
| 3.4.4 Analisis data  | 17         |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>   | <b>19</b>  |
| 4.1 Pengaruh Jenis <i>Carrier</i> dalam PIM Terhadap Transpor Ion<br>Tiosianat | 19         |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2 Pengaruh Konsentrasi <i>Carrier</i> Melalui PIM Terhadap<br>Transpor Ion Tiosianat | 23        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>   | <b>27</b> |
| 5.1 Kesimpulan   | 27        |
| 5.2 Saran  | 27        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  | <b>29</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>  | <b>32</b> |

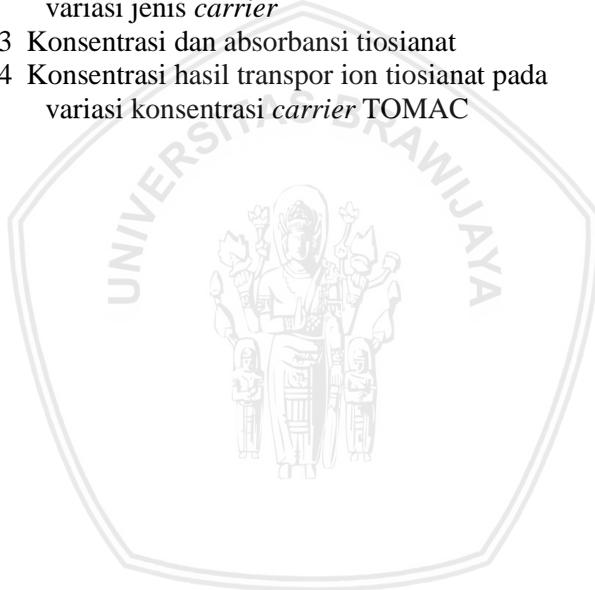


**DAFTAR GAMBAR**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | (a) <i>Polymer Inclusion Membrane</i> (b) PIM dilihat dalam SEM ketebalan 84 $\mu$ m   | 7  |
| Gambar 2.2 | Struktur poli vinil klorida (PVC)  | 8  |
| Gambar 2.3 | Struktur molekul <i>trioctyl-Amine</i> (TOA)   | 8  |
| Gambar 2.4 | Struktur kimia TOMAC   | 9  |
| Gambar 2.5 | Proses transpor PIM  | 10 |
| Gambar 4.1 | (a) TOMAC dan (b) TOA  | 19 |
| Gambar 4.2 | Nilai elastisitas PIM dengan <i>carrier</i> TOMAC dan TOA  | 20 |
| Gambar 4.3 | Perubahan konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan (biru) dan fasa penerima (merah) melalui PIM dengan <i>carrier</i> (a) TOMAC 20% w/w dan (b) TOA 20% w/w               | 20 |
| Gambar 4.4 | Differensiasi konsentrasi ion tiosianat pada fasa umpan terhadap waktu menggunakan PIM dengan <i>carrier</i> TOMAC (biru) dan TOA (merah)                                | 21 |
| Gambar 4.5 | Nilai elastisitas PIM dengan <i>carrier</i> TOMAC konsentrasi 10, 15, 20, dan 25 (% w/w)   | 23 |
| Gambar 4.6 | Perubahan konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan (biru) dan fasa penerima (merah) pada PIM TOMAC dengan konsentrasi (a) 10% w/w (b) 15% w/w (c) 20% w/w dan (d) 25% w/w | 24 |
| Gambar 4.7 | Differensiasi konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan terhadap waktu melalui PIM TOMAC dengan konsentrasi 10, 15, 20, dan 25% w/w  | 25 |
| Gambar B.1 | Grafik kurva baku  | 35 |
| Gambar B.3 | Grafik kurva baku  | 36 |

**DAFTAR TABEL**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 3.1 | Variasi jenis <i>carrier</i>   | 14 |
| Tabel 3.2 | Komposisi dan kondisi transpor ion tiosianat   | 15 |
| Tabel 3.3 | Variasi konsentrasi <i>carrier</i>   | 15 |
| Tabel 4.1 | Nilai permeabilitas, fluks awal, dan efisiensi transpor pada PIM <i>carrier</i> TOMAC dan TOA                                | 22 |
| Tabel 4.2 | Nilai permeabilitas, fluks awal, dan efisiensi transpor PIM dengan <i>carrier</i> TOMAC konsentrasi 10, 15, 20, dan 25 % w/w | 25 |
| Tabel B.1 | Konsentrasi dan absorbansi tiosianat   | 35 |
| Tabel B.2 | Konsentrasi hasil transpor ion tiosianat pada variasi jenis <i>carrier</i>   | 36 |
| Tabel B.3 | Konsentrasi dan absorbansi tiosianat   | 36 |
| Tabel B.4 | Konsentrasi hasil transpor ion tiosianat pada variasi konsentrasi <i>carrier</i> TOMAC                                       | 38 |



**DAFTAR LAMPIRAN**

|   |    |
|---|----|
| Lampiran A. Perhitungan dan Pembuatan Larutan                             | 33 |
| A.1 Larutan Tiosianat 50 mg/L   | 33 |
| A.2 Larutan NaCl 1M   | 33 |
| A.3 Larutan NaOH 1M   | 33 |
| A.4 Larutan FeCl <sub>3</sub>   | 34 |
| A.5 Pembuatan PIM   | 34 |
| A.5.1 Massa penyusun pada pemlastis 15% w/w                               | 34 |
| Lampiran B. Data Hasil Penelitian   | 35 |
| B.1 Variasi Jenis <i>Carrier</i>  | 35 |
| B.1.1 Kurva baku ion tiosianat  | 35 |
| B.1.2 Data Hasil Transport Ion Tiosianat                                  | 36 |
| B.2 Variasi Konsentrasi <i>Carrier</i>                                    | 37 |
| B.2.1 Kurva baku ion tiosianat  | 37 |
| B.2.2 Data Hasil Transport Ion Tiosianat                                  | 38 |
| Lampiran C. Perhitungan Data  | 39 |
| C.1 Permeabilitas Membran PIM dengan Variasi<br>Jenis <i>Carrier</i>      | 41 |
| C.2 Fluks Membran PIM dengan Variasi Jenis<br><i>Carrier</i>              | 41 |
| C.3 Efisiensi Transpor Membran PIM dengan<br>Variasi Jenis <i>Carrier</i> | 41 |
| C.4 Permeabilitas Membran PIM dengan Variasi<br>Konsentrasi TOMAC         | 41 |
| C.5 Fluks Membran PIM dengan Variasi<br>Konsentrasi TOMAC                 | 42 |
| C.6 Efisiensi Transpor Membran PIM dengan<br>Variasi Konsentrasi TOMAC    | 42 |

## DAFTAR ISTILAH DAN LAMBANG

| <b>Simbol/singkatan</b> | <b>Keterangan</b>                       |
|-------------------------|---|
| WHO                     | <i>World Health Organization</i>        |
| GAKI                    | Gangguan Akibat Kekurangan Iodium       |
| pH                      | <i>Potential of Hydrogen</i>            |
| <i>a</i>                | slope kurva                             |
| A                       | luas membran                            |
| CTA                     | <i>Cellulose Tri Acetate</i>            |
| DOP                     | <i>Diocthyl Phtalate</i>                |
| Js                      | fluks awal                              |
| [M]                     | konsentrasi sampel                      |
| $[M]_{fu}^0$            | konsentrasi sampel ketika $t=0$         |
| PIM                     | <i>Polymer Inclusion Membrane</i>       |
| P                       | permeabilitas membran                   |
| PVC                     | Poli Vinil Klorida                      |
| THF                     | <i>Tetra Hidro Fouran</i>               |
| V                       | volume                                  |
| E                       | absorptivitas molar                     |
| b                       | tebal dari sel sampel yang digunakan    |
| c                       | konsentrasi sampel                      |
| SEM                     | <i>Scanning Electron Microscope</i>     |
| k                       | konstanta laju                          |
| t                       | waktu transport                         |
| TOMAC                   | <i>Trioctylmethyl-Ammonium Chloride</i> |
| TOA                     | <i>Trioctyl-Amine</i>                   |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tiosianat digunakan untuk pembuatan tiourea atau pupuk, serat akrilik, cat pelarut korosi [20], serta dalam pertambangan emas. Ekstraksi emas di tambang emas dengan menggunakan metode sianida sudah dilakukan sejak tahun 1887 karena ekonomis dan diperoleh emas yang maksimum dengan kemurnian emas 80%. Dalam tailing ekstraksi emas tersebut dihasilkan produk samping tiosianat mencapai 1000 mg/L sehingga, air tanah di sekitar bendungan tailing mengandung tiosianat dengan konsentrasi yang tinggi[1].

Tiosianat cukup berbahaya karena tidak dapat menguap dan tidak terhidrolisis. Tiosianat dalam tubuh berbahaya karena dapat menyebar ke setiap organ tubuh. Tiosianat dalam tubuh menyebabkan penghambatan penyerapan iodin menuju kelenjar tiroid dan mempengaruhi konsentrasi iodin esktratiroidal dalam jaringan serta proses sintesis hormon tiroid. Akibatnya menyebabkan penyakit gondok[2].

Teknik yang digunakan dalam penyisihan ion tiosianat diantaranya reverse osmosis (RO) yang energinya sangat intensif sehingga mahal. Teknik penyisihan dengan ekstraksi pelarut dan pertukaran ion memerlukan energi yang lebih rendah tetapi teknik ini menggunakan pelarut organik dalam jumlah yang cukup banyak, sehingga dapat mencemari lingkungan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat yang ada disekitarnya karena sifat pelarut organik yang mudah menguap, terbakar, dan beracun[1].

Teknik penyisihan polutan yang sedang berkembang saat ini adalah *Polymer Inclusion membrane* (PIM). PIM merupakan pengembangan dari sistem ekstraksi menggunakan membran cair, yaitu membran cair ruah (*Bulk Liquid Membrane, BLM*), membran cair emulsi (*Emulsion Liquid Membrane, ELM*), dan membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane, SLM*). PIM memiliki prinsip yang hampir sama dengan SLM. Namun, PIM memiliki

keunggulan dibanding SLM. PIM memakai pelarut yang lebih sedikit dengan membiarkan pelarut menguap secara perlahan-lahan. Energi yang dibutuhkan dalam teknologi PIM juga lebih rendah daripada SLM. Pada PIM proses ekstraksi dan ekstraksi balik dapat dilakukan secara bersamaan [1,5] sebagaimana dalam SLM.

Komposisi PIM terdiri dari polimer dasar, *carrier*, dan pemlastis. Polimer dasar yang biasa digunakan dalam PIM adalah polivinil chloride (PVC) dan selulosa triasetat (CTA). PVC atau CTA digunakan karena dapat membentuk lapisan tipis, fleksibel, dan stabil serta memberikan kekuatan mekanik[8]. Penambahan pemlastis dalam membran untuk membuat membran lebih fleksibel, karena pemlastis dapat meningkatkan jarak di antara polimer dan menurunkan gugus polar dari polimer[9]. Sedangkan *carrier* merupakan pembawa ion target melewati fasa membran dan lepas menuju fasa penerima. Jenis *carrier* terdapat berbagai macam yaitu ekstraktan asam, basa, netral, makrosiklik, dan makromolekul. Ekstraktan basa digunakan untuk mengekstrak anion pada pembentukan ion kompleks dengan ion target. TOA dan TOMAC merupakan ekstraktan basa yang memiliki amina tersier dan kuartener. TOA dan TOMAC merupakan *carrier* utama yang memiliki massa molekul tinggi yang harus terprotonasi terlebih dahulu untuk bereaksi dengan kompleks anion logam atau bereaksi langsung dengan kompleks anion logam terprotonasi. Kedua *carrier* memiliki mekanisme transpor ion target yang berbeda. Transpor ion target melewati PIM yang menggunakan *carrier* TOMAC dapat terjadi karena adanya pertukaran ion antara ion target dengan penukar ion dalam *carrier*. Sementara, transpor ion target melalui PIM dengan *carrier* TOA dapat terjadi karena pembentukan kompleks pasangan ion pada pH yang asam[8,11,15].

Putri [19] telah mempelajari pengaruh konsentrasi dan pH larutan ion tiosianat dalam fasa umpan dengan PIM yang terdiri dari polimer dasar yang digunakan adalah *polivinyl chloride* (PVC), alifatik 336-Cl, dan pemlastis 1-dekanol. Penelitian ini menunjukkan bahwa transpor ion tiosianat terjadi secara optimal pada pH 2 dan

pada konsentrasi ion tiosianat 80 mg/L dengan nilai fluks awal  $6,432 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup> dan efisiensi transpor sebesar 42,16 %.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh *trioctyl amine* (TOA) dan *trioctylmethyl-ammonium chloride* (TOMAC) sebagai *carrier* pada *polymer inclusion membrane* (PIM) dengan pemlastis 1-dekanol terhadap transpor ion tiosianat.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh TOA dan TOMAC sebagai *carrier* pada fasa membran terhadap efisiensi transpor ion tiosianat melalui PIM/1-dekanol?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi *carrier* terhadap transport ion tiosianat melalui PIM/1-dekanol?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Komposisi PIM pada fasa membran terdiri dari polimer dasar PVC, ekstrak TOA atau TOMAC, dan pemlastis 1-dekanol 15% w/w.
2. Fasa umpan yang digunakan adalah larutan tiosianat 50 mg/L.
3. Fasa penerima yang digunakan adalah NaCl 1 M pada PIM/TOMAC dan NaOH pada PIM/TOA.
4. Efektifitas membran berdasarkan 3 parameter, yaitu permeabilitas, fluks awal, dan efisiensi transpor.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh TOA dan TOMAC sebagai *carrier* pada fasa membran terhadap efisiensi transpor ion tiosianat melalui PIM/1-dekanol.
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi *carrier* terhadap transport ion tiosianat melalui PIM/1-dekanol.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui secara mendalam tentang PIM sebagai salah satu sistem penyisihan ion tiosianat di dalam air limbah pemurnian emas.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tiosianat

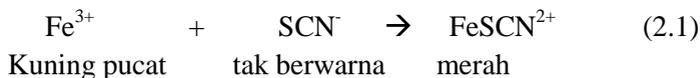
Sianida adalah kelompok senyawa yang mengandung gugus siano ( $-C\equiv N$ ) yang terdapat dalam bentuk berbeda-beda. Golongan senyawa turunan sianida adalah tiosianat ( $SCN^-$ ), sianat ( $OCN^-$ ) dan amonia ( $NH_3$ ) yang dihasilkan dari sianidasi, degradasi alami, dan pengolahan limbah mengandung sianida. Tiosianat merupakan anion  $[SCN]^-$  dan basa konjugat dari asam tiosianat. Proses reaksi ini banyak terjadi di leaching bijih emas yang banyak mengandung mineral sulfida. Tiosianat dapat dianalogikan dengan ion sianat  $[OCN]^-$ , oksigen digantikan oleh sulfur[3].

Tiosianat digunakan untuk pembuatan tiourea atau pupuk, serat akrilik, dan cat pelarut korosi[20]. Ion tiosianat ditemukan dalam limbah industri sehingga dapat mencemari lingkungan perairan disekitarnya. Tiosianat cukup berbahaya karena tidak mudah menguap dan tidak terhidrolisis. Tiosianat dalam tubuh menyebabkan penghambatan penyerapan iodin menuju kelenjar tiroid dan mempengaruhi konsentrasi iodin ekstratiroidal dalam jaringan serta proses sintesis hormon tiroid. Akibatnya menyebabkan penyakit gondok[2]. Selain itu juga menyebabkan penghambatan beberapa enzim, terutama enzim ATP magnesium[4].

Terdapat berbagai teknik dalam penyisihan ion tiosianat. Beberapa diantaranya seperti reverse osmosis (RO) yang energinya sangat intensif sehingga mahal. Kemudian terdapat penyisihan dengan ekstraksi pelarut dan pertukaran ion yang energinya lebih rendah. Namun, teknik ini menggunakan pelarut organik dalam jumlah yang cukup besar, sehingga dapat mencemari lingkungan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat yang ada disekitarnya karena sifat pelarut organik yang mudah menguap, terbakar, dan beracun[1]. Metode lain untuk penyisihan tiosianat yaitu metode ekstraksi pelarut. Metode ini menggunakan garam amonium kuartener sebagai *carrier*. Bahan-bahan yang digunakan dalam metode ini mudah

volatil dan terbakar dalam jumlah banyak sehingga diperlukan perhatian khusus [17].

Metode standar penentuan tiosianat adalah metode spektrofotometri sinar tampak dengan penambahan besi(III) sehingga terbentuk besi(III) tiosianat yang berwarna merah[17]. Persamaan reaksi yang terjadi antara besi(III) dengan tiosianat adalah:



Pengukuran ion kompleks besi (III) tiosianat dilakukan pada panjang gelombang maksimum 460 nm. Konsentrasi tiosianat selanjutnya dihitung berdasarkan hukum Lambert Beer dengan persamaan 2.2 [17]:

$$A = \varepsilon b C \quad (2.2)$$

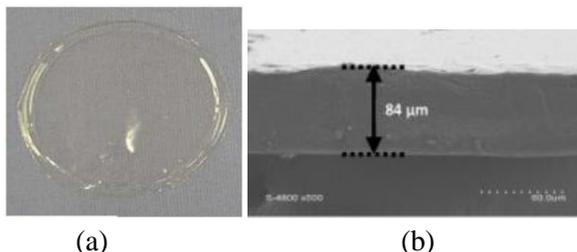
dimana A adalah absorbansi,  $\varepsilon$  adalah absorptivitas molar (L/mol.cm), b adalah ketebalan dari sel (cm), dan C adalah konsentrasi (mol/L).

## 2.2 *Polymer Inclusion Membrane*(PIM)

*Polymer Inclusion Membrane*(PIM) merupakan metode pemisahan ion logam, non logam, dan molekul organik yang berukuran kecil. PIM merupakan jenis membran cair yang tipis, fleksibel dan stabil. Bentuk dari PIM dapat dilihat pada Gambar 2.1. PIM terdiri dari ekstrak, polimer dasar, dan *plasticizer* dalam pelarut yang sesuai. Pelarut dalam komponen membran PIM akan mudah menguap secara perlahan[5].

PIM merupakan inovasi dari membran cair, yaitu *Supported Liquid Membrane* (SLM). PIM memiliki prinsip yang hampir sama dengan SLM yaitu ekstraksi cair-cair atau resin pertukaran ion. Proses ekstraksi dan ekstraksi balik berlangsung terus menerus atau bersamaan. PIM memiliki dua sisi yaitu fasa umpan dan fasa penerima[1].

Cho et al. [6] melaporkan bahwa PIM dapat memisahkan ion logam seperti Au(III), Pt(IV), Pd(II), Co(II), Hg(II), Cd(II), Cu(II), Zn(II), Pb(II), Cs(II), Sr(II), dan Co(II) dari limbah nuklir radioaktif.



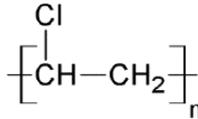
**Gambar 2.1** (a) *Polymer Inclusion Membrane* (b)PIM dilihat dalam SEM ketebalan 84 $\mu$ m[7].

## 2.3 Komponen PIM

### 2.3.1 Polimer dasar

Polimer dasar merupakan pendukung kekuatan mekanik membran dan memperbesar stabilitas membran. Polimer dasar digunakan untuk meminimalisasi gangguan ketika transpor ion logam[7]. Selama ini, polimer dasar yang digunakan dalam PIM adalah polivinilklorida (PVC) atau selulosa triasetat (CTA). PVC atau CTA digunakan karena dapat membentuk lapisan tipis, fleksibel, dan stabil. Dalam konsentrasi yang tinggi, CTA tidak sesuai sebagai pembawa non polar hidrofobik karena sifat polaritas dan kristalinitasnya. Gugus fungsional C-Cl dalam PVC memiliki gaya dispersi yang lebih polar daripada CTA. Hal ini mengakibatkan PVC menjadi lebih amorf dengan tingkat kristanilitas yang kecil[8]. Struktur PVC dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Penelitian ini menggunakan polimer dasar PVC karena tidak mudah terbakar, ringan, dan polimer yang tahan lama terbentuk dari monomer vinil klorida. PVC juga sesuai dengan *plasticizer* karena ketahanannya dan kekuatannya. Dalam pembuatan PIM menggunakan PVC memiliki prosedur yang relatif sederhana untuk preparasi lapisan tipis yang didasarkan pada kelarutan dalam pelarut organik[8].

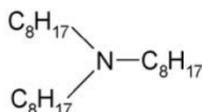


**Gambar 2.2** Struktur Poli(Vinilklorida) (PVC)[5].

### 2.3.2 Ekstraktan (*carrier*)

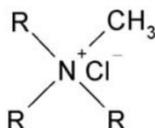
Transpor ion target melalui PIM akan tercapai dengan adanya *carrier* (pembawa) yang digunakan sebagai agen pengompleks atau penukar ion. Ekstraktan (*carrier*) akan mengikat ion yang akan dipisahkan kemudian melewati membran[10]. Jenis *carrier* yang digunakan dalam PIM adalah ekstraktan asam, basa, netral, makrosiklik, dan makromolekul. Ekstraktan asam digunakan untuk mengekstrak kation yang ada dalam larutan. Ekstraktan asam memiliki gugus fungsi pengkhelat yang akan membentuk ikatan koordinasi yang bermuatan positif dengan ion target. Ekstraktan basa digunakan untuk mengekstrak anion dengan membentuk kompleks. Contoh dari ekstraktan basa adalah amina tersier, kuartener, dan piridin. Sedangkan ekstraktan netral digunakan untuk mengekstrak logam kompleks yang tidak bermuatan, ion logam dalam larutan berkoordinasi dengan ligan yang ada dalam ekstraktan[8].

*Trioctylamine* (TOA) memiliki rumus molekul  $\text{C}_{24}\text{H}_{51}\text{N}$  (Gambar 2.3) dengan berat molekul 353,679 g/mol. TOA disebut juga N,N-dioctyloctan-1-amine[12]. TOA digunakan sebagai ekstraktan dalam PIM. TOA merupakan jenis ekstraktan basa yang memiliki gugus amina tersier[11]. TOA memiliki hidrofobisitas yang rendah menyebabkan toksisitas yang rendah terhadap mikroorganisme. Amina tersier lebih baik daripada primer dan sekunder karena dapat mengurangi hilangnya ekstraktan melalui kelarutan air dan pembentukan amida dengan asam. Amina tersier sebagai ekstraktan memiliki afinitas yang besar untuk asam, yang menghasilkan kompleks asam-amina stabil[14].



**Gambar 2.3** Struktur Molekul *Trioctylamine* (TOA)[8].

Jenis ekstraktan basa yang lain adalah *tri-n-octylmethylammonium chloride*(TOMAC) yang merupakan garam amonium kuartener (Gambar 2.4) dengan nama lain alikuat 336-Cl dapat digunakan sebagai *carrier* dalam pemisahan suatu ion dengan mengkomplekskan ion tersebut dengan dirinya. TOMAC memiliki rumus molekul  $(C_8H_{17})_3CH_3N^+Cl^-$  dengan struktur kimia sebagai berikut,



**Gambar 2.4** Struktur Kimia TOMAC[8].

TOMAC memiliki berat molekul 404,164 g/mol. Aliquat 336 merupakan larutan ionik yang digunakan sebagai ekstraktan dan katalis fasa transfer.

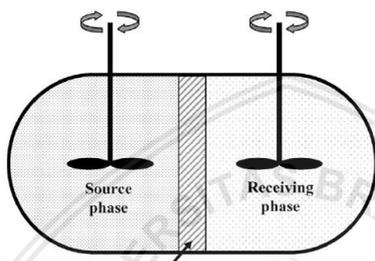
### 2.3.3 Pemlastis (*plasticizer*)

*Plasticizer* biasanya ditambahkan ke dalam larutan PIM untuk membuat polimer lebih lembut dan lebih fleksibel, selain itu juga meningkatkan stabilitas kimia dan mekanik membran karena dapat menembus di antara molekul polimer, meningkatkan jarak di antara polimer dan menurunkan gugus polar dari polimer[9]. *Plasticizer* juga meningkatkan elastisitas serta memodifikasi karakteristik difusi membran[16]. Pemlastis yang biasa digunakan dalam PIM adalah 2-nitrophenil octyl eter (2-NPOE), dioctyl phthalat (DOP), 2-nitrophenyl pentyl ether (2-NPPE). Semakin panjang rantai alkil maka pemlastis lebih hidrofobik dan kental yang akan menekan sifat polar dari pemlastis. Sebaliknya, peningkatan jumlah gugus polar menurunkan viskositas dan meningkatkan hidrofilitas pemlastis, yang akhirnya tidak dapat digunakan. Konsentrasi pemlastis yang rendah menyebabkan membran lebih kaku dan rapuh. Sedangkan konsentrasi pemlastis yang berlebihan dapat membentuk film di permukaan membran sehingga menghalangi ion target melintasi membran[8].

1-Dekanol merupakan rantai lurus dengan gugus alkohol yang memiliki rumus molekul  $C_{10}H_{22}O$ . 1-Dekanol biasa digunakan sebagai *plasticizer*, pelumas, surfaktan, dan pelarut.

## 2.4 Transpor Ion Tiosianat

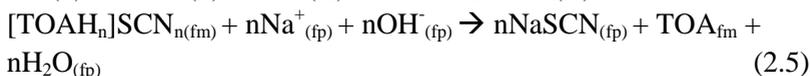
Proses transpor ion melalui PIM pada dasarnya melibatkan pertukaran ion target antara dua kompartemen melalui fasa membran. Gambar 2.5 menunjukkan percobaan proses transpor ion tiosianat.



Membran yang memisahkan dua fasa

**Gambar 2.5** Proses transpor PIM [8]

Mekanisme transpor ion tiosianat dengan *carrier* TOA yaitu tiosianat di fasa umpan akan berdifusi di antarmuka fasa umpan dan fasa membran. TOA di fasa membran akan terprotonasi terlebih dahulu yang kemudian akan membentuk kompleks dengan ion target. Kompleks yang dihasilkan adalah  $[TOAH]SCN$  (persamaan 2.4) kemudian terdifusi dari fasa umpan ke fasa membran, kompleks menuju ke fase membran-fasa penerima. Adanya gaya dorong konsentrasi dan pH makan ion tiosianat dapat menuju ke fasa penerima (persamaan 2.5). Mekanisme reaksi transpor ion tiosianat yang terjadi adalah [13]:



dimana, fu adalah fasa umpan, fm adalah fasa membran, dan fp adalah fasa penerima.

Sedangkan, mekanisme transpor ion tiosianat menggunakan TOMAC terjadi melalui pertukaran ion. Ion  $\text{Cl}^-$  pada TOMAC bertukar dengan ion tiosianat pada antarmuka fasa umpan dan fasa membrane kemudian membentuk kompleks TOMAC-SCN (pada persamaan reaksi 2.6). Di antarmuka fasa membran dan fasa penerima, ion tiosianat digantikan oleh ion  $\text{Cl}^-$  yang akan terdifusi kembali menuju fasa umpan (pada persamaan reaksi 2.7). Proses transpor ion tiosianat ini berlangsung secara terus menerus[1]. Ion tiosianat memiliki ukuran ion lebih besar dari ukuran ion klorida sehingga dengan mudah dapat menggantikan ion  $\text{Cl}^-$ . Penggunaan *carrier* TOMAC yang memiliki muatan positif menyebabkan TOMAC tidak dipengaruhi oleh pH pada transpor membran. Mekanisme reaksi transpor ion tiosianat dengan *carrier* TOMAC adalah[8]:



Perbedaan konsentrasi pada fasa umpan dan fasa penerima menyebabkan terjadinya transport ion tiosianat. Ion tiosianat dapat tertransport menuju fasa penerima dan lepas dari ikatan kompleks karena tingginya konsentrasi ion pengganti pada fasa penerima daripada fasa umpan [1].

Kinetika proses transpor melalui PIM dapat dirumuskan sebagai berikut [8]:

$$\ln \frac{M_0}{M_t} = k \cdot t \quad (2.8)$$

$M_t$  (mg/L) adalah konsentrasi ion target dalam larutan fasa umpan pada waktu  $t$ ,  $M_0$  adalah konsentrasi ion target awal dalam larutan fasa umpan (mg/L),  $k$  adalah konstanta laju transport ( $\text{s}^{-1}$ ) dan  $t$  adalah waktu transport (s).

Nilai konstanta  $k$  diperoleh dari  $\ln (M_0/M_t) = f(t)$  dan dikonfirmasi oleh koefisien korelasi  $r^2$ . Koefisien permeabilitas (P) merupakan kemampuan PIM untuk mentranspor ion target dari fasa umpan menuju fasa penerima, dihitung dengan persamaan berikut [8]:

$$P = \frac{V}{A}k \quad (2.9)$$

V adalah volume larutan umpan ( $m^3$ ) dan A adalah luas permukaan membran ( $m^2$ ).

Fluks awal merupakan kecepatan membran untuk mentranspor ion target dari fasa umpan menuju fasa penerima. Fluks awal dapat dihitung melalui persamaan[8]:

$$A.J = -V_{fu} \frac{d[M]_{fu}}{dt} \quad (2.10)$$

$$\text{pada } t = 0 \quad [M]_t = [M]_{fu}^0 \quad (2.11)$$

$$J = P[M]_t \quad (2.12)$$

Dimana A adalah luas membran (cm), V adalah volume fasa umpan yang diambil setiap waktu t (mL), J adalah fluks,  $[M]_t$  dan  $[M]_{fu}^0$  adalah konsentrasi ion target di fasa umpan pada saat t dan saat  $t=0$ , P adalah koefisien permeabilitas spesies yang menunjukkan efisiensi transpor melalui PIM, dan  $f_u$  menunjukkan fasa umpan.

Persamaan (2.11) dan (2.12) diintegrasikan dan diperoleh persamaan (2.13) [8]:

$$\frac{d[M]_{fu}}{[M]_t} = -\frac{A}{V_{fu}} P dt \quad (2.13)$$

$$\ln\left(\frac{[M]_t}{[M]_{fu}^0}\right) = -\left(\frac{A}{V_{fu}}\right) P.t \quad (2.14)$$

Dengan membuat grafik hubungan antara  $\ln [M]/[M]_{fu}^0$  terhadap t, maka dapat diketahui konstanta permeabilitas PIM berdasarkan gradien dari grafik tersebut. Sedangkan untuk efisiensi transpor (TE) yang menunjukkan persentase tiosianat tersisihkan dirumuskan pada persamaan (2.15)[8]:

$$TE = \frac{[M]_{fp,t}}{[M]_{fu}^0} \times 100 \quad (2.15)$$

$[M]_{fp,t}$  adalah konsentrasi M di fasa penerima pada waktu t,  $[M]_{fu}^0$  adalah konsentrasi M di fasa umpan pada  $t=0$ .

Konsentrasi ion target dalam fasa umpan menentukan efisiensi transpor. Semakin besar konsentrasi ion pada fasa umpan, maka gaya dorong ion target di fasa umpan semakin besar sehingga terlihat pengaruhnya pada transpor ke fasa penerima menjadi lebih cepat[18].

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2018 sampai dengan bulan November 2018 dan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu berbagai peralatan gelas, sel difusi, pengaduk magnetik, *motor rotary*, botol semprot, botol sampel, pinset, spatula, *syringe*, pipet mikro, neraca analitik, bola hisap, cawan petri dan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu model 1600 A *double beam*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan KSCN, NaCl, NaOH, PVC (*Polyvinyl Chloride*), TOA (*Trioctylamine*), TOMAC (*Trioctylmethyl-ammonium Chloride*), akuades, 1-dekanol, Asam Nitrat, Besi(III) Klorida, *Tetrahidrofur*an (THF).

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan membran PIM
  - a. Pembuatan membran PIM dengan variasi jenis *carrier*
  - b. Pembuatan membran PIM dengan variasi konsentrasi *carrier* TOA atau TOMAC 10% w/w, 15% w/w, 20% w/w, dan 25% w/w
2. Pembuatan larutan
  - a. Preparasi larutan KSCN 50 mg/L
  - b. Preparasi larutan NaCl 1 M
  - c. Preparasi larutan NaOH 1 M
3. Transport tiosianat melalui PIM
4. Penentuan konsentrasi tiosianat secara spektrofotometri sinar tampak
  - a. Penentuan panjang gelombang maksimum ion besi tiosianat

- b. Pembuatan kurva baku ion besi tiosianat
  - c. Penentuan kosentrasi ion tiosianat dari fasa umpan dan fasa penerima
5. Analisis Data

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pembuatan membran PIM

Membran dibuat dengan mencampurkan polimer dasar PVC, pemlastis 1-dekanol, dan *carrier* TOA atau TOMAC dengan komposisi tertentu sehingga didapatkan berat total 300 mg. Kemudian campuran dilarutkan dalam pelarut THF 10 mL. Campuran diaduk selama 2 jam menggunakan pengaduk magnet pada *motor rotary* kemudian dipindahkan dalam cawan petri berdiameter 5 cm. Campuran kemudian ditutup dengan kertas saring dan gelas arloji±24 jam untuk menguapkan pelarut THF, sehingga dihasilkan membran yang fleksibel, tranparan, tipis namun permukaannya tidak berminyak.

#### 3.4.2 Transpor ion tiosianat

##### 3.4.2.1 Pengaruh *carrier* terhadap transpor ion tiosianat

Pada percobaan ini, PIM yang digunakan memiliki komposisi sebagaimana tertera pada Tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3.1** Variasi jenis *carrier*

| No | Polimer Dasar PVC (%w/w) | Pemlastis 1-Dekanol (%w/w) | <i>Carrier</i> TOA atau TOMAC (%w/w) |
|----|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 1  | 65                       | 15                         | 20                                   |
| 2  | 65                       | 15                         | 20                                   |

Membran yang dihasilkan dipasang pada O-ring kemudian dijepit diantara fasa umpan dan fasa penerima. Komposisi fasa umpan dan fasa penerima untuk uji transport ion tiosianat ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini:

**Tabel 3.2** Komposisi dan kondisi transpor ion tiosianat

| <i>Carrier</i> | Kondisi | Fasa umpan        | Fasa penerima |
|----------------|---------|-------------------|---------------|
| TOMAC          | Larutan | Tiosianat 50 mg/L | NaCl 1 M      |
|                | Volume  | 100 mL            | 100 mL        |
|                | pH      | Netral            | Netral        |
| TOA            | Larutan | Tiosianat 50 mg/L | NaOH 1 M      |
|                | Volume  | 100 mL            | 100 mL        |
|                | pH      | pH 2              | Basa          |

Kedua kompartemen diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 180 menit. Setiap 30 menit diambil 1 mL larutan tiosianat pada fasa umpan dan fasa penerima kemudian diencerkan dalam labu ukur hingga 10 mL. Konsentrasi ion tiosianat dalam cuplikan ditentukan secara spektrofotometri sesuai prosedur 3.4.3. Percobaan dilakukan tiga kali ulangan untuk setiap variabel. Berdasarkan konsentrasi yang diperoleh ditentukan konstanta permeabilitas membran, fluks awal, dan efisiensi transpor sesuai dengan persamaan (2.9), (2.12), dan (2.15).

### 3.4.2.2 Pengaruh konsentrasi *carrier* terhadap transpor ion tiosianat

Pada percobaan ini digunakan PIM yang mengandung *carrier* yang memiliki karakteristik yang baik hasil percobaan 3.4.2.1. Konsentrasi *carrier* kemudian di variasi dengan komposisi PIM sebagai berikut:

**Tabel 3.3** Variasi konsentrasi *carrier*

| No | Polimer Dasar PVC (%w/w) | Pemlastis 1- Dekanol (%w/w) | <i>Carrier</i> TOA atau TOMAC (%w/w) |
|----|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1  | 75                       | 15                          | 10                                   |
| 2  | 70                       | 15                          | 15                                   |
| 3  | 65                       | 15                          | 20                                   |
| 4  | 60                       | 15                          | 25                                   |

Komposisi dan kondisi fasa umpan serta fasa penerima sesuai dengan jenis *carrier* yang menghasilkan PIM dengan karakteristik yang baik dari hasil percobaan 3.4.2.1. PIM yang dihasilkan dengan

repository.ub.ac.id

komposisi pada Tabel 3.3 dijepit di antara kedua kompartemen fasa umpan dan fasa penerima. Kedua kompartemen diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 180 menit. Setiap 30 menit diambil 1 mL larutan tiosianat pada fasa umpan dan fasa penerima kemudian diencerkan dalam labu ukur hingga 10 mL. Konsentrasi ion tiosianat dalam cuplikan ditentukan secara spektrofotometri sesuai prosedur 3.4.3. Percobaan dilakukan tiga kali ulangan untuk setiap variabel. Berdasarkan konsentrasi yang diperoleh ditentukan konstanta permeabilitas membran, fluks awal, dan efisiensi transpor sesuai dengan persamaan (2.9), (2.12), dan (2.15).

### **3.4.3 Penentuan konsentrasi tiosianat secara spektrofotometri sinar tampak**

#### **3.4.3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum kompleks besi tiosianat**

Larutan tiosianat 3 mg/L diambil 10 mL kemudian ditambahkan asam nitrat 0,1 M hingga pH dibawah 2 dan larutan besi klorida 1M sebanyak 0,5 mL. Absorbansi ditentukan pada panjang gelombang 400-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum ditentukan dari nilai absorbansi yang memberikan hasil maksimum pada panjang gelombang tertentu.

#### **3.4.3.2 Pembuatan kurva baku standar tiosianat dari larutan induk tiosianat 50 mg/L**

Larutan standar tiosianat dengan konsentrasi 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dan 5,0 mg/L masing-masing diambil 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL dari larutan induk tiosianat 50 mg/L yang kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 10 mL. Kemudian masing-masing ditambahkan asam nitrat 0,1 M hingga pH dibawah 2 dan larutan besi klorida 1M sebanyak 0,5 mL. Larutan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh dari percobaan 3.4.3.1. Nilai absorbansi (sumbu Y) dibuat kurva baku dengan konsentrasi ion tiosianat (sumbu X).

### **3.4.3.3 Penentuan konsentrasi ion tiosianat cuplikan dari fasa umpan dan fasa penerima PIM/TOA**

Cuplikan larutan tiosianat dari fasa umpan sebanyak 1 mL diencerkan dengan akuades dalam labu takar 10 mL. Kemudian, ditambahkan larutan besi(III)klorida 1M sebanyak 0,5 mL. Pada fasa penerima ditambahkan asam nitrat 0,1 M hingga pH dibawah 2 dan larutan besi(III) klorida 1M sebanyak 0,5 mL. Selanjutnya, absorbansi larutan tiosianat yang diperoleh diukur pada panjang gelombang maksimum hasil percobaan. Konsentrasi ion tiosianat dihitung berdasarkan persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva standar ion tiosianat.

### **3.4.3.4 Penentuan konsentrasi ion tiosianat cuplikan dari fasa umpan dan fasa penerima PIM/TOMAC**

Cuplikan larutan tiosianat dari fasa umpan atau fasa penerima sebanyak 1 mL diencerkan dengan akuades dalam labu takar 10 mL. Kemudian ditambahkan larutan asam nitrat 0,1 M hingga pH dibawah 2 dan besi(III)klorida 1M sebanyak 0,5 mL. Selanjutnya, absorbansi larutan tiosianat yang diperoleh diukur pada panjang gelombang maksimum hasil percobaan. Konsentrasi ion tiosianat dihitung berdasarkan persamaan garis lurus yang diperoleh dari kurva standar ion tiosianat.

### **3.4.4 Analisis data**

Nilai absorbansi dari pembuatan kurva standar akan didapatkan persamaan  $y = ax$ , sehingga konsentrasi dapat ditentukan. Kemudian dihitung permeabilitas dengan persamaan rumus (2.9). Perhitungan nilai fluks awal transpor membran dapat diperoleh dengan persamaan rumus (2.12). Sedangkan, efisiensi transpor dihitung dengan persamaan rumus (2.15).

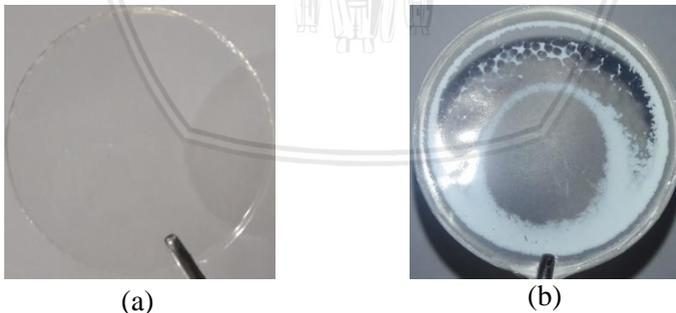


*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

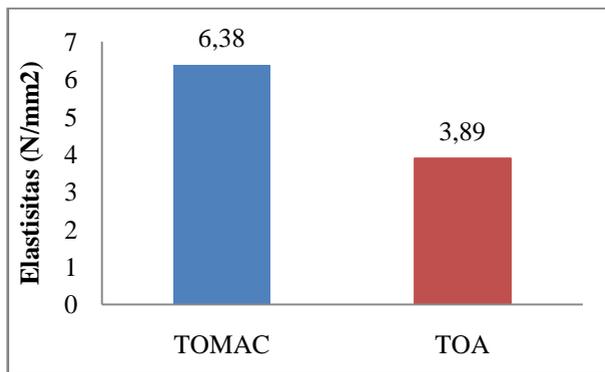
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Jenis *Carrier* dalam PIM Terhadap Transpor Ion Tiosianat

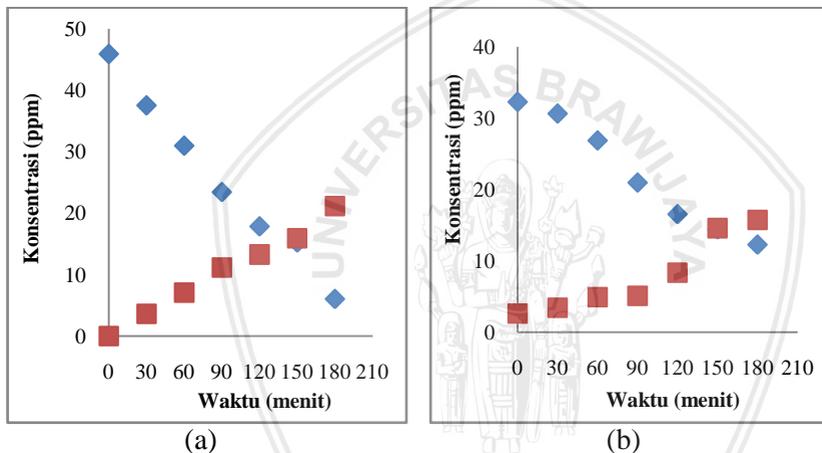
Secara fisik, PIM yang dihasilkan dengan menggunakan *carrier* yang berbeda memiliki perbedaan. PIM dengan *carrier* TOMAC 20%w/w menghasilkan lapisan yang tipis, transparan, fleksibel dan permukaan yang tidak berminyak. Sedangkan PIM dengan *carrier* TOA 20%w/w menghasilkan membran yang keruh permukaannya dan lebih kaku (Gambar 4.1). PIM dilakukan uji elastisitas membran yang menghasilkan nilai elastisitas ditunjukkan pada Gambar 4.2. PIM dengan *carrier* TOA memiliki sifat elastisitas yang lebih rendah daripada TOMAC hal ini dikarenakan TOMAC yang dapat berperan sebagai pemlastis. Karakteristik membran mempengaruhi laju transpor ion tiosianat. PIM yang tipis, tranparan, tidak berminyak, dan elastisitas tinggi membuat membran bersifat hidrofilik sehingga mempercepat laju transpor karena sifat hidrofilik membran kontak antara fasa membran dengan fasa umpan dan fasa penerima lebih mudah terjadi. Membran yang berminyak dan cloudy akan menghalangi interaksi antara ion tiosianat dengan *carrier*.



**Gambar 4.1** PIM: (a)TOMAC dan (b)TOA



**Gambar 4.2** Nilai elastisitas PIM dengan *carrier* TOMAC dan TOA

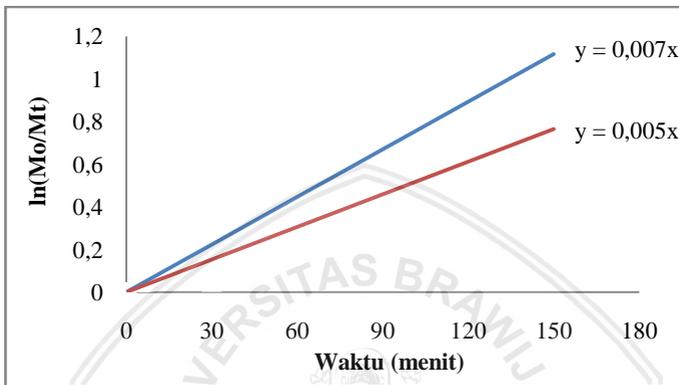


**Gambar 4.3** Perubahan konsentrasi ion tiosianat di fasa umpun (biru) dan fasa penerima (merah) melalui PIM dengan *carrier*:  
(a) TOMAC 20% w/w dan (b) TOA 20% w/w

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi di fasa umpun mengalami penurunan, sedangkan di fasa penerima mengalami kenaikan. PIM dengan *carrier* TOA mengalami penurunan konsentrasi di fasa umpun yang tidak seiring dengan kenaikan konsentrasi di fasa penerima, hal ini dikarenakan morfologi PIM dengan *carrier* TOA yang cloudy menyebabkan kurangnya kemampuan *carrier* dalam membawa ion tiosianat dari fasa umpun menuju fasa penerima. Dari Gambar 4.3 juga dapat dilihat bahwa

waktu kesetimbangan transport dari kedua PIM diperoleh pada menit yang sama yaitu pada menit ke 150.

Karakteristik membran sebagai media transpor ion tiosianat ditentukan dari nilai permeabilitas membran dan fluks awal ion tiosianat. Permeabilitas membran dihitung berdasarkan kemiringan garis linier dari grafik sebagaimana tampak pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Differensiasi konsentrasi ion tiosianat pada fasa umpan terhadap waktu menggunakan PIM dengan *carrier* TOMAC (biru) dan TOA (merah)

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.4 diperoleh nilai kemiringan differensiasi konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan terhadap waktu melalui PIM dengan *carrier* TOMAC lebih besar daripada TOA, yaitu 0,007 dan 0,005 sehingga didapatkan nilai permeabilitas dan fluks awal yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Permeabilitas membran PIM-TOMAC dan fluks awal ion tiosianat melalui membran PIM-TOMAC nampak lebih besar daripada PIM-TOA. Pada uji beda nyata, fluks awal memiliki  $t_{hitung}$  ( $t_{hitung} = 4,1$ ) yang lebih besar daripada  $t_{tabel}$  ( $t_{tabel} = 2,7$ ), sehingga fluks awal menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan. Tingginya fluks awal ion tiosianat melalui PIM-TOMAC lebih besar daripada melalui PIM-TOA disebabkan oleh mekanisme transport.

**Tabel 4.1** Nilai permeabilitas, fluks awal, dan efisiensi transpor pada PIM *carrier* TOMAC dan TOA

| Jenis <i>Carrier</i> | Permeabilitas<br>( $\times 10^{-4}$<br>mL/min.cm <sup>2</sup> ) | Fluks Awal<br>( $\times 10^{-2}$<br>mg/min.cm <sup>2</sup> ) | Efisiensi<br>Transpor<br>(%) |
|----------------------|---|--|------------------------------|
| TOMAC                | 4,40  | 2,20   | 46,07                        |
| TOA                  | 3,77  | 1,89   | 48,73                        |

Transport melalui PIM-TOMAC terjadi karena mekanisme pertukaran ion antara ion tiosianat dengan ion klorida dalam *carrier* di antar muka fasa umpan-fasa membran. Pertukaran ion terjadi karena ukuran ion tiosianat yang lebih besar dari pada klorida sehingga ion tiosianat dapat menggantikan posisi klorida dalam TOMAC, dan pertukaran ion tiosianat dengan ion klorida dalam fasa penerima di antarmuka fasa membran-fasa penerima, pertukaran ini dapat terjadi karena adanya gaya dorong konsentrasi di fasa penerima yang lebih besar sehingga ion tiosianat dapat lepas menuju ke fasa penerima. Sedangkan transport menggunakan PIM TOA pada fasa umpan dikondisikan asam sehingga pada *carrier* terbentuk ammonium kuarterner TOAH yang bermuatan positif sehingga membentuk pasangan ion dengan ion tiosianat dari fasa umpan yang selanjutnya kompleks [TOAH]SCN akan menuju ke antarmuka fasa membran dengan fasa penerima. Adanya gradien konsentrasi di fasa penerima (NaOH) yang lebih besar maka ion tiosianat dapat lepas menuju ke fasa penerima dan terbentuk NaSCN.

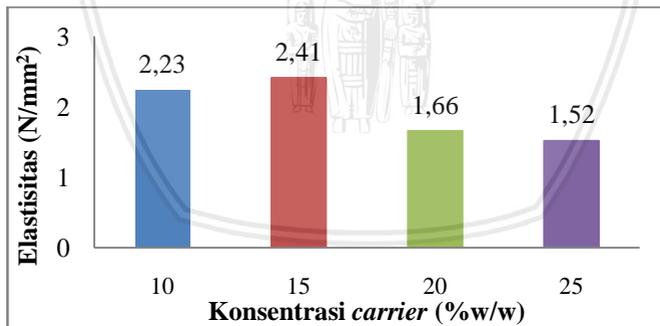
Pembentukan kompleks pasangan ion [TOAH]SCN lebih sulit terjadi dibandingkan proses pertukaran Cl<sup>-</sup> dalam TOMAC dengan SCN<sup>-</sup> di fasa umpan. Selain itu pada kondisi fasa umpan yang asam (pH 2) belum cukup untuk mengubah amina tersier (TOA) menjadi amonium kuarterner sehingga hanya sebagian gugus aktif dalam TOA yang dapat membentuk pasangan ion dengan SCN<sup>-</sup>. Akibatnya, transpor SCN<sup>-</sup> melewati PIM TOA lebih rendah daripada transpor SCN<sup>-</sup> melewati PIM/TOMAC.

Selain berdasarkan sifat fisik membran dan karakteristik transport berdasarkan nilai permeabilitas membran dan fluks awal,

nilai efisiensi transpor ion target juga menentukan karakter suatu PIM. Nilai efisiensi transpor ditentukan secara termodinamika yang dilihat dari perbandingan konsentrasi ion target di fasa penerima pada menit kesetimbangan terhadap konsentrasi awal ion target di fasa umpan. Sedangkan nilai fluks awal ditentukan secara kinetika yaitu differensiasi konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan terhadap waktu. Berdasarkan Tabel 4.1, nilai efisiensi tranpor ion tiosianat melalui PIM-TOA lebih besar daripada melalui PIM-TOMAC meskipun dari uji t-statistik ( $t_{hitung}$  efisiensi tranpor = 2,1) nilai efisiensi transport keduanya tidak beda nyata.

#### 4.2 Pengaruh Konsentrasi *Carrier* Melalui PIM Terhadap Transpor Ion Tiosianat

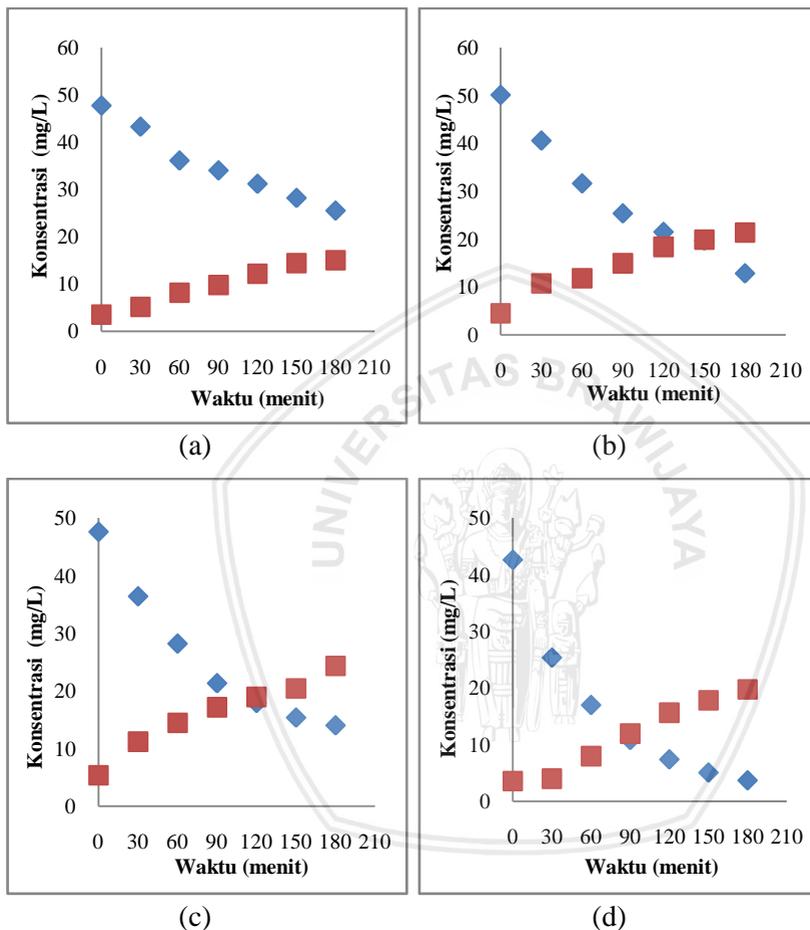
Komposisi konsentrasi *carrier* mempengaruhi tranpor ion tiosianat. Dalam penelitian ini konsentrasi *carrier* TOMAC divariasi pada 10%, 15%, 20%, dan 25% (w/w). Berdasarkan Gambar 4.5 elastisitas membran semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi *carrier*, hal ini dikarenakan *carrier* TOMAC dapat berperan sebagai pemlastis sehingga mempengaruhi elastisitas PIM.



**Gambar 4.5** Nilai elastisitas PIM dengan *carrier* konsentrasi 10, 15, 20, dan 25 (%w/w)

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kesetimbangan transpor ion tiosianat berbeda-beda dengan adanya *carrier* TOMAC yang berbeda. Pada konsentrasi 10%w/w tidak terjadi kesetimbangan konsentrasi transpor ion tiosianat sedangkan pada konsentrasi *carrier* 15%w/w,

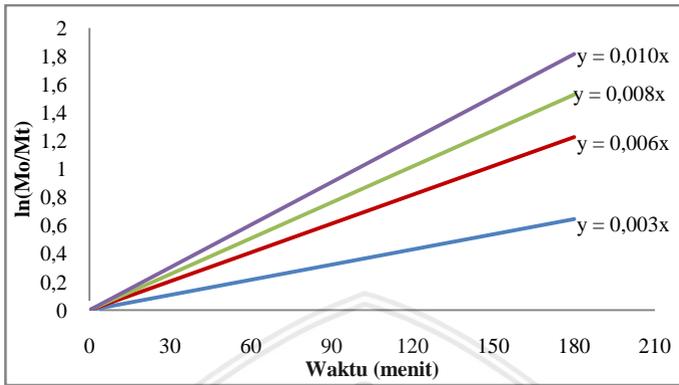
20% w/w, dan 25% w/w mengalami kesetimbangan pada waktu yang berbeda, yaitu pada menit ke 150, 120, dan 90. Konsentrasi yang makin besar menyebabkan semakin cepat kesetimbangan terjadi karena semakin banyak ion tiosianat yang terbawa oleh *carrier*.



**Gambar 4.6** Perubahan konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan (biru) dan fasa penerima (merah) pada PIM-TOMAC dengan konsentrasi: (a) 10%, (b) 15%, (c) 20%, dan (d) 25% w/w

Berdasarkan Gambar 4.7, diperoleh nilai kemiringan grafik differensiasi adalah 0,003; 0,006; 0,008; dan 0,010 untuk masing-masing konsentrasi TOMAC dalam PIM sebesar 10, 15, 20, dan 25

(%w/w). Berdasarkan nilai kemiringan (slope) diperoleh nilai permeabilitas membran dan fluks awal ion tiosianat sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.2.



**Gambar 4.7** Differensiasi konsentrasi ion tiosianat di fasa umpan terhadap waktu melalui PIM-TOMAC dengan konsentrasi 10% w/w (biru), 15% w/w (merah), 20% w/w (hijau), dan 25% w/w (ungu)

**Tabel 4.2** Nilai permeabilitas, fluks awal, dan efisiensi transpor PIM dengan *carrier* TOMAC variasi konsentrasi

| Konsentrasi<br><i>Carrier</i><br>(%w/w) | Permeabilitas<br>( $\times 10^{-4}$<br>mL/min.cm <sup>2</sup> ) | Fluks Awal<br>( $\times 10^{-2}$<br>mg/min.cm <sup>2</sup> ) | Efisiensi<br>Transpor (%) |
|---|---|--|---------------------------|
| 10                                      | 2,20  | 0,79   | 34,02                     |
| 15                                      | 3,77  | 1,89   | 39,17                     |
| 20                                      | 4,40  | 2,20   | 38,22                     |
| 25                                      | 8,80  | 4,40   | 33,91                     |

Tabel 4.2 menunjukkan semakin besar konsentrasi *carrier* maka nilai permeabilitas dan fluks membran semakin meningkat dengan nilai permeabilitas dan fluks tertinggi pada konsentrasi 25%w/w sebesar  $8,80 \times 10^{-4}$  mL/min.cm<sup>2</sup> dan  $4,40 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup>. Namun, hasil ini berbeda dengan nilai efisiensi transpor. Pada konsentrasi 15%w/w hingga 25%w/w efisiensi transpor mengalami penurunan, selain itu juga penurunan konsentrasi fasa umpan dan kenaikan konsentrasi fasa penerima tidak sebanding. Pada uji ANOVA,  $F_{hitung}$  fluks sebesar 17,1 dan  $F_{hitung}$  efisiensi transpor

sebesar 0,9 dengan  $F_{\text{tabel}}$  kepercayaan 95% sebesar 4,1. Sehingga pada uji ANOVA permeabilitas dan fluks menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan diantara variasi konsentrasi *carrier*. Namun, efisiensi transpor menunjukkan tidak adanya perbedaan pada variasi konsentrasi *carrier*. Berdasar pengolahan data tersebut menunjukkan bahwa efektifitas PIM pada variasi konsentrasi ditunjukkan pada *carrier* TOMAC dengan konsentrasi 25% w/w. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi *carrier* maka semakin besar pula tiosianat yang terpisah. Selain itu, semakin besar konsentrasi *carrier* akan memperluas luas permukaan sehingga akan mempercepat laju difusi transpor ion tiosianat[10].



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian Pengaruh *TriOctyl Amine* (TOA) dan *Trioctylmethyl-Ammonium Chloride* (TOMAC) sebagai Carrier pada *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) dengan Pemlastis 1-Dekanol terhadap Transpor Ion Tiosianat dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis *carrier* basa memiliki mekanisme transpor yang berbeda. Jenis *carrier* amonium kuartener memiliki efektivitas membran lebih baik daripada jenis *carrier* amina tersier. Permeabilitas dan fluks awal tertinggi melalui PIM-TOMAC sebesar  $4,40 \times 10^{-4}$  mL/min.cm<sup>2</sup> dan  $2,20 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup>.
2. Bertambahnya konsentrasi *carrier* menyebabkan bertambahnya nilai fluks dan efisiensi transpor. Nilai permeabilitas dan fluks tertinggi pada *carrier* TOMAC 25% w/w yaitu  $8,80 \times 10^{-4}$  mL/min.cm<sup>2</sup> dan  $4,40 \times 10^{-2}$  mg/min.cm<sup>2</sup>.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai transport tiosianat melalui PIM dengan menggunakan variasi konsentrasi fasa penerima pada transport membran PIM dengan *carrier* TOA.



*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cho, Y., Cattral, R. W., dan Kolev, S.D., 2018, **A Novel Polymer Inclusion Membrane Based Method for Continuous Clean-Up of Thiocyanate from Gold Mine Tailings Water**, *Journal of Hazardous Materials*, 341, Hal. 297–303.
- [2] Picauly, I., 2006, **Peranan Tiosianat Dalam Dinamika Iodin Dalam Tubuh Tikus Kekurangan Iodin**, *Disertasi*, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Pitoi, M. M., 2014, **Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka)**, *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, 4 (1), 1 – 4.
- [4] Zyl, A. W., Harrison, S., Hille, R., 2017, **Determining An Effective Operating Window For A Thiocyanate-Degrading Mixed Microbial Community**, *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 5, 660–666.
- [5] O'Bryan, Y., Yen, B.T., Robert, W.C., Ilias, L.K., Kolev, S.D., 2017, **A New Generation of Highly Stable and Permeable Polymer Inclusion Membranes(Pims) With Their Carrier Immobilized in A Crosslinked Semi Interpenetrating Polymer Network. Application to the Transport of Thiocyanate**, *Journal of Membrane Science*, 529, 55 – 62.
- [6] Cho, Y., Chunlan Xu, Robert W. Cattrall, Kolev, S.D., 2011, **A Polymer Inclusion Membrane For Extracting Thiocyanate From Weakly Alkaline Solutions**, *Journal of Membrane Science*, 367, 85–90.
- [7] Casadella, A., 2016, **Polymer Inclusion Membranes (PIM) for the Recovery of Potassium in the Presence of Competitive Cations**, *Journal of Polymer*, University of Gronigen.
- [8] Nghiema, D., Patrick, N., Ian, D., Jilska, M., Perera, R., Cattral, R. W., Kolev, S. D., 2006, **Extraction and Transport of Metal Ions and Small Organic Compounds Using Polymer Inclusion (PIMs)**, *Journal of Membrane Science*, 281, 7–41.

- repository.ub.ac.id
- [9] Vazques, M., V. Romero, C. Fontas, E. Antico, dan J. Benavente, 2014, **Polymer Inclusion Membranes(PIMs) With The Ionic Liquid(IL) Aliquat 336As Extractant: Effect of Base Polymer and IL Concentration on Their Physical-Chemical and Elastic Characteristics**, *Journal of Membrane Science*, 455, 312–319.
- [10] Meng, X., Chen'guang, G., Lei, W., Xudong, W., Weiting, T., dan He'nan, C., 2015, **Transport of Phenol Through Polymer Inclusion Membrane with N,N-Di (1-Methylheptyl) Acetamide as Carriers from Aqueous Solution**, *Journal of Membrane Science*, 493, 615–621.
- [11] Fu, J., Shigeto, N., dan Kenichi, A., 2006, **Extraction of Platinum(IV) with Trioctylamine and its Application to Liquid Membrane Transport**, *Separation Science and Technology*, 30 (4), 609–619.
- [12] Pubchem, 2018, **Trioctylamine**, [www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/), diakses tanggal 27 April 2018.
- [13] Li, G.P., Juan, Q.X., Li, H.Y., dan Ni, N.L., 2015, **Study of Cyanide Wastewater Treatment by Dispersion Supported Liquid Membrane Using Trioctylamine and Kerosene as Liquid Membrane**, *Water Science & Technology*, 72 (4), 644–645.
- [14] Uslu, 2013, **Extraction of Gibberellic Acid from Aqueous Solution by Trioctyl Amine (TOA)**, *Separation Science and Technology*, 48, 487–492.
- [15] Nagul, E., Claudia, F.C., Ian, D., Cattral, R. W., dan Kolev, S. D., 2013, **The Use of A Polymer Inclusion Membrane for Separation and Preconcentration of Orthophosphate In Flow Analysis**, *Analytica Chimica Acta*, 803, 82–90.
- [16] Vera, R., Claudia, F., Josep, G., Olga, S., dan Enriqueta, A., 2018, **Polymer Inclusion Membrane To Access Zn Speciation: Comparison With Root Uptake**, *Science of The Environment*, (622–623), 316–324.

- [17] Reuben, B., Jones, S., dan Kaur, N., **Solvent-Extraction of Thiocyanate Ions with Quaternary Ammonium-Salts**, *Chem.Ind.*7 (1985) 14–17.
- [18] Diah, I., 2015, **Pengaruh Konsentrasi Fasa Umpan dan Waktu Transpor terhadap Transpor ion Melalui *Polymer Inclusion Membrane* (PIM) Berbasis PVC-Aliquat 336**, *skripsi*, Universitas Brawijaya, Malang.
- [19] Putri, B. A., 2018, **Pengaruh pH dan Konsentrasi Tiosianat pada Fasa Umpan Terhadap Transpor Ion Tiosianat Melalui *Polymer Inclusion Membran* (PIM) Aliquat 336-CI/1-Dekanol**, *Skripsi*, Universitas Brawijaya, Malang.
- [20] Basova, E. M., V. M. Ivanov, dan O. K. Apendeva, 2014, **Spectrophotometric Determination of Thiocyanate Ions in Stratal Waters**, *Mosc. Univ. Chem. Bull.*, vol. 69, no. 1, hlm.12–19.

