

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, M.I.G., Cattrall, R.W., dan Kolev, S.D., 2012, Recent Trends in Extractinawokon and Transport of Metal Ions Using Polymer Inclusion Membranes (PIMs), *Journal of Membrane Science*, **415**(1): 9-23.
- Anggraini, D.R., 2016, *Pengaruh pH dan Konsentrasi Fasa Umpan terhadap Transport Ion [Fe (CN) 6] 3-melalui Polymer Inclusion Membrane (PIM) Berbasis Aliquat 336-Cl*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Ayuningtias, A.P., 2013, *Pengaruh Elektrolit Na₂SO₄ Dan NaCl terhadap Recovery Logam Cu dengan Kombinasi Transpor Membran Cair dan Elektroplating Menggunakan Asam p-t-Butilkaliks[4]Arena-Tetrakarboksilat sebagai Ion Carrier*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Azaman, F., Juahir, H., Yunus, K., Azid, A., Kamarudin, M.K A., Toriman, M.E., Mustafa, A.D., Amran, M.A., Hasnam, C.N.C., dan Saudi, A.S. M, 2015, Heavy metal in fish: Analysis and Human Health-A Review, *Jurnal Teknologi*, **77**(1): 61-69.
- Azizah, R., Malau, R., Susanto, A.B., Santosa, G.W., Hartati, R., Irwani, I., dan Suryono, S., 2018, Kandungan Timbal Pada Air, Sedimen, Dan Rumput laut *Sargassum sp.* Di Perairan Jepara, Indonesia, *Jurnal Kelautan Tropis*, **21**(2): 155-156.
- Batari, A.T.W., 2012, *Recovery Logam Cu dengan Kombinasi Metode Transpor Membran Cair Dan Elektroplating Menggunakan Asam p-t-Butilkaliks[4]Arena-Tetrakarboksilat sebagai Pengemban Ion*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Benosmane, N., Hamdi, S.M., Hamdi, M., dan Boutemour, B., 2009, Selective Transport of Metal Ions Across Polymer Inclusion Membranes (PIMs) Containing calix[4]resorcinarenes, *Separation and Purification Technology*, **65**(1): 211-219.

- Budiastuti, P., Rahadjo, M., dan Dewanti, N.A.Y., 2016, Analisis pencemaran logam berat timbal di badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, **4**(5): 119-118.
- Dali, N., Wahab, A.W., Firdaus, dan Maming, 2015, Sintesis Heksa-p-tert-Butilheksaesterkaliks [6] Arena dari p-tert-Butilkaliks [6] Arena, *Al Kimia*, **3**(1): 103-109.
- Djunaidi, M.C., Bhakti, D.K., Hastuti, R., dan Maharani, N.D., 2021, Pemisahan Logam Timbal dalam Limbah Cair Simulasi menggunakan *Supported Liquid Membranes* (SLM) Berpendukung dengan Senyawa Pembawa Sinergi D2EHPA, *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, **1**(2): 31-38.
- Djunaidi, M.C., Khabibi, Nurfitriana, R., 2017, Pemisahan Krom (VI) dari Limbah Elektroplating Menggunakan Metode Polymer Inclusion Membrane (PIM), *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, **13**(1): 119-132.
- Effendi, F., Tresnaningsih, E., Sulistomo, A.W., Wibowo, S., dan Hudoyo, K.S., 2012, *Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat*, Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Gherasim, C.V.I., Bourceanu, G., Olariu, R.I., dan Arsene, C., 2011, Removal of Lead (II) from Aqueous Solutions by A Polyvinyl-Chloride Inclusion Membrane Without Added Plasticizer, *Journal of membrane science*, **377**(1-2): 167-174.
- Gutsche, C.D., 1998, *Calixarenes Revisited*, Monograph in Supramolecular Chemistry, The Royal Society of Chemistry (Series Editor: J. Fraser Stoddart, FSR), USA.
- Hamzah, B., Alam, S., Nuryanti, S., dan Nurbaya, S., 2014, Penentuan Kondisi Optimum Ekstraksi Ion Timbal (II) Menggunakan Teknik Emulsi Membran Cair, *Jurnal Akademika Kimia*, **3**(2): 104-110.
- Handes, T., Permatasari, D.A.I., dan Mahardika, M.P., 2021, Analisis Logam Cd, Cr, Cu dan Pb pada Air Sumur di Sekitar Kampus Universitas Duta Bangsa Surakarta Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), *Duta Pharma Journal*, **1**(1): 48-56.

- Harimu, L., Matsjeh, S., Siswanta, D., dan Santosa, S.J., 2010, Separation of Fe(III), Cr(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), and Pb(II) Metal Ions Using Poly(Eugenyl Oxyacetic Acid) as An Ion Carrier By A Liquid Membrane Transport Method, *Indonesian Journal of Chemistry*, **10**(1): 69-74.
- Haris, M.C.D.A., 2003, Pemisahan Logam Berat Menggunakan Membran Cair Berpendukung dengan Variasi Konsentrasi Ion Logam dan pH Fasa Umpan, *JKSA*, **2**(4): 1-4.
- Imelda, Kahar., Z., Sumarmata, M., dan Mustafa, D., 2012, Optimasi Transpor Cu(II) dengan APDC sebagai Zat Pembawa Melalui Teknik Membran Fasa Ruah, *J.Kim.Ris*, **5**(2): 127-130.
- Jha, R., Rao, M.D., Meshram, A., Verma, H.R., dan Singh, K.K., 2020, Potential of Polymer Inclusion Membrane Process for Selective Recovery of Metal Values from Waste Printed Circuit Boards: A Review, *Journal of Cleaner Production*, **265**(1): 1-12.
- Jolly, W.L., 1991, *Modern Inorganic Chemistry*, 2nd ed, McGraw-Hill. Inc, New York.
- Joseph, L., Jun, B.M., Flora, J.R., Park, C.M., dan Yoon, Y., 2019, Removal of Heavy Metals from Water Sources in The Developing World Using Low-Cost Materials: A review, *Chemosphere*, **229**(1): 142-159.
- Kaya, A., Alpoguz, H.K., dan Yilmaz, A, 2013, Application of Cr (VI) Transport Through the Polymer Inclusion Membrane with A New Synthesized Calix [4] Arene Derivative, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **52**(15): 5428-5436.
- Kiswandono, A.A., Widiarto, S., Supriyanto, S., Rinawati, R., Qudus, H.I., dan Anisa, R., 2022, Kompetisi Fenol pada Limbah Buatan Menggunakan Kopoli-Eugenol Divinil Benzena 10% sebagai Senyawa Pembawa, *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, **18**(1): 1-9.
- Kozłowski, C., Apostoluk, W., Walkowiak, W., dan Kita, A., 2008, Removal of Cr (VI), Zn (II) And Cd (II) Ions by Transport Across Polymer Inclusion Membranes with Basic Ion Carriers. *Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii*, **36**(1): 115-122.

- Ling, Y.Y., dan Suah, F.B.M., 2017, Extraction of Malachite Green from Wastewater by Using Polymer Inclusion Membrane. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **5**(1): 785-794.
- Lynane, P., dan Shinkai, S., 1994, Calixarenes: Adaptable Hosts Par Excellence, *Chemistry and Industry*; **20**(1): 811-814.
- Malar, S., Shivendra Vikram, S., JC Favas, P., dan Perumal, V., 2014, Lead Heavy Metal Toxicity Induced Changes on Growth and Antioxidative Enzymes Level in Water Hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)], *Botanical Studies*, **55**(1): 1-11.
- Maming, Jumina, Siswanta, D., Sastrohamidjojo, H., dan Ohto, K., 2008, Transport Behavior of Cr (III), Cd (II), Pb (II), and Ag (I) Ions Through Bulk Liquid Membrane Containing *p-tert*-butylcalix[4]arene–tetradiethylacetamide as Ion Carrier, *Indonesian Journal of Chemistry*, **8**(3): 300-306.
- Maming, Jumina, Siswanta, D., dan Sastrohamidjojo, H, 2007, Transport of Cr³⁺, Cd²⁺, Pb²⁺, And Ag⁺ Ions Through Bulk Liquid Membrane Containing *p-tert*-butylcalix[4]arene–tetracarboxylic acid as Ion Carrier, *Indonesian Journal of Chemistry*, **7**(2): 172-179.
- Megawati, 2021, *Ekstraksi Ion Logam Pb (II) dengan Pengembang Ion p-tert-Butilkaliks[6]Arena serta Studi Kompleksasinya Menggunakan Metode Spektroskopi UV-Vis dan FT-IR*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Minhas, M.A., Rauf, A., Rauf, S., Minhas, F.T., Memon, N., Jabbar, A., Bhanger, M.I., dan Malik, M.I., 2021, Selective and Efficient Extraction of Cationic Dyes from Industrial Effluents through Polymer Inclusion Membrane, *Separation and Purification Technology*, **272**(1): 1-12.
- Muis, A., 2007, *Penggunaan Asam p-t-butilkaliks[6]arena-heksaastat sebagai Pengemban Ion pada Transpor Ion pada Transpor Ion Cu²⁺, Zn²⁺ dan Cd²⁺ Melalui Membran Cair Ruah 1,2-dikloroetana*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin.
- Mukhamediev, M.G., dan Bekchanov, D.Z., 2019, New Anion Exchanger Based on Polyvinyl Chloride and Its Application in Industrial Water Treatment, *Russian Journal of Applied Chemistry*, **92**(11): 1499-1505.

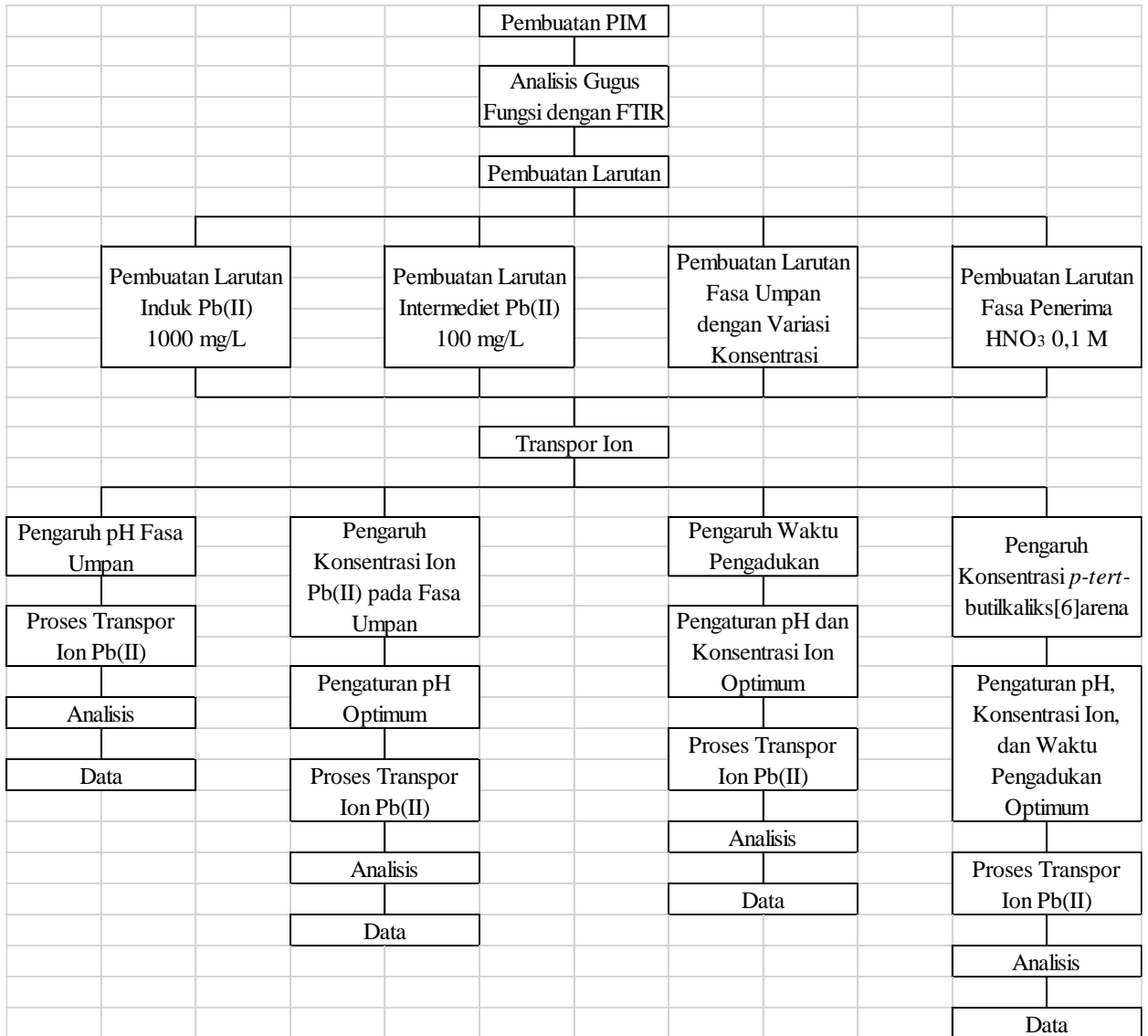
- Naria, E., 2005, Mewaspada Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan Terhadap Kesehatan, *Jurnal komunikasi penelitian*, **17**(4): 66-72.
- Nghiem, L.D., Mornane, P., Potter, I.D., Perera, J.M., Cattrall, R.W., dan Kolev, S.D., 2006, Extraction and Transport of Metal Ions and Small Organic Compounds Using Polymer Inclusion Membranes (PIMs), *Journal of Membrane Science*, **281**(1): 7-41.
- Nur, Y., 2016, *Sensor Optik untuk Penentuan Timbal (II) berdasarkan Imobilisasi Ditizon pada Membran Kitosan-Silika*, Tesis tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nowik-Zajac, A., Zawierucha, I., dan Kozlowski, C., 2019, Selective Removal of Silver(I) Using Polymer Inclusion Membranes Containing Calixpyrroles, *The Royal Society of Chemistry*, **9**(1): 31122-31132.
- Oktavianti, D., Mulyasuryani, A., dan Rumhayati, B., 2014, Pemisahan Cu^{2+} dan Pb^{2+} secara Ekstraksi Fasa Padat Menggunakan Silika dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Kitosan, *Kimia. Student Journal*, **2**(1): 400-406.
- Perrin, R., dan Lamartine, R., 1993, The Potential Industrial Applications of Calixarenes, *Pure and Applied Chemistry*, **65**(7); 1549-1559.
- Pyszka, I., dan Radzaminska-Lenarcik, E., 2020, New Polymer Inclusion Membrane in The Separation of Nonferrous Metal Ion from Aqueous Solutions, *Membranes*, **10**(12): 1-14.
- Radzaminska-Lenarcik, E., Pyszka, I., dan Urbaniak, W., 2021, New Polymer Inclusion Membranes in the Separation of Palladium, Zinc and Nickel Ions from Aqueous Solutions, *Polymers*, **13**(9): 1-18.
- Rajendran, S., Mahendran, O., dan Kannan, R., 2002, Investigations on Poly(methyl methacrylate)-poly(ethylene oxide) Hybrid Polymer Electrolytes with Dioctyl Phthalate, Dimethyl Phthalate and Diethyl Phthalate as Plasticizers, *J Solid State Electrochem*, **6**(1): 560-564.
- Sardjono, R.E., 2007, *Sintesis dan penggunaan Tetramer Siklis seri Kaliksresorsinarena, Alkoksikaliksarena, dan Alkenikaliksarena untuk adsorpsi kation logam berat*, Disertasi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Setiawan, H., dan Subiandono, E., 2015, Konsentrasi Logam Berat pada Air Dan Sedimen di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, **3**(1): 67-79.

- Sharma, P., dan Dubey, R.S., 2005, Lead Toxicity in Plants, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, **17**(1): 35-52.
- Simbolon, A.R., 2018, Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Timbal (Pb) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, **3**(3): 197-208.
- Sokolova, M.P., Bronnikov, S.V., Sukhanova, T.E., Grigor'ev, A.I., Volkov, A.Y., Gubanova, G.N., Autin, A.A., Farcas, A., Pinteala, M., Harabagiu, V., dan Simionescu, B., 2010, Structure, Morphology, and Thermal Properties of Polyrotaxanes Based on Calix[6]arene and Modified Polydimethylsiloxane, *Russian Journal of Applied Chemistry*, **83**(1): 109–114.
- Spathariotis, S., Peeters, N., dan Ryder, K.S., Abbott, A.P., Binnemans, K., dan Riano, S., 2020, Separation of Iron (III), Zinc (II) And Lead (II) from A Choline Chloride–Ethylene Glycol Deep Eutectic Solvent by Solvent Extraction, *RSC Advances*, **10**(55): 33161-33170.
- Sudding, Side, S., dan Dewi, A. M., 2012, Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Akar Api-Api Putih (*A. alba* B.) di Saluran Pembuangan Jongaya Jalan Metro Tanjung Bunga Kota Makassar, *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, **13**(2): 26-32.
- Ulewicz, M., Lesinska, U., Bochenska, M., dan Walkowia, W., 2007, Facilitated transport of Zn(II), Cd(II) and Pb(II) ions through polymer inclusion membranes with calix[4]-crown-6 derivatives, *Separation and Purification Technology*, **54**(1): 299–305.
- Ulewicz, M., Lesinska, U., dan Bochenska, M., 2009, Transport of Lead Across Polymer Inclusion Membrane with *p*-tert -Butylcalix[4]Arene Derivative, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, **44**(1): 245–256.
- Wardani, D.A.K., Dewi, N.K., dan Utami, N.R., 2014, Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang, *Life Science*, **3**(1): 1-8.
- Ye, Z. F., Wang, Y. P., Liu, Y. S., Jiang, Z. L., She, X., Zhu, L. G., and Shi, X. F., 1999, Transport of Na⁺, K⁺ ions in a Bubbling Pseudo-emulsion Liquid Membrane System with *p*-tert-butylcalixarenes as Carriers, *Journal of Membrane*, **163**(2): 367-372.

Yilmaz, A., Arslan, G., Tor, A., dan Akin, I, 2011, Selectively Facilitated Transport of Zn (II) Through A Novel Polymer Inclusion Membrane Containing Cyanex 272 as A Carrier Reagent, *Desalination*, **277**(1): 301-307.

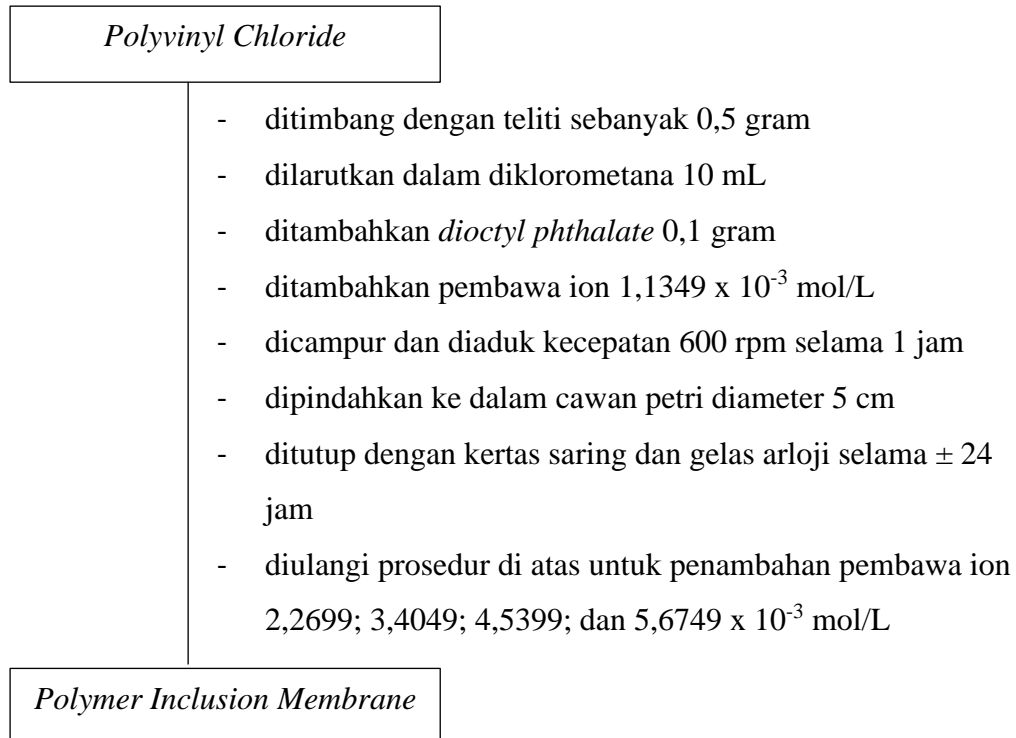
Zawierucha, I., Nowik-Zajac, A., dan Kozlowski, C.A., 2019, Removal of Pb (II) Ions Using Polymer Inclusion Membranes Containing Calix [4] Resorcinarene Derivative as Ion Carrier, *Polymers*, **11**(12): 1-13.

Lampiran 1. Diagram Alir



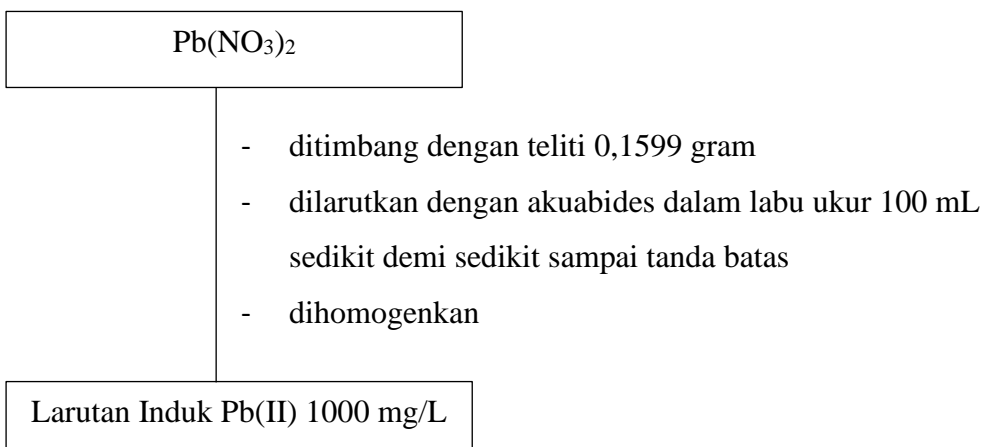
Lampiran 2. Bagan Kerja

1. Pembuatan PIM dengan Variasi Konsentrasi Pembawa Ion

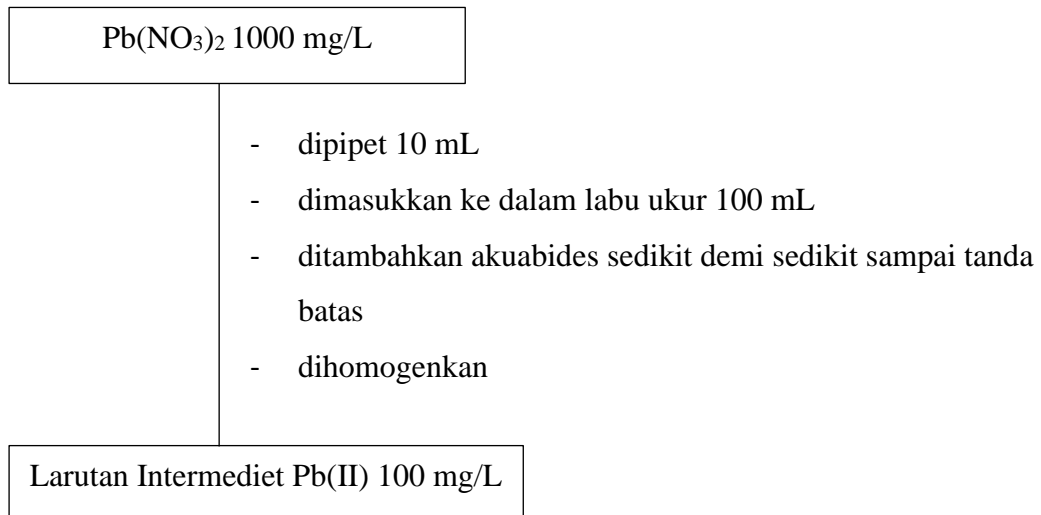


2. Pembuatan Larutan

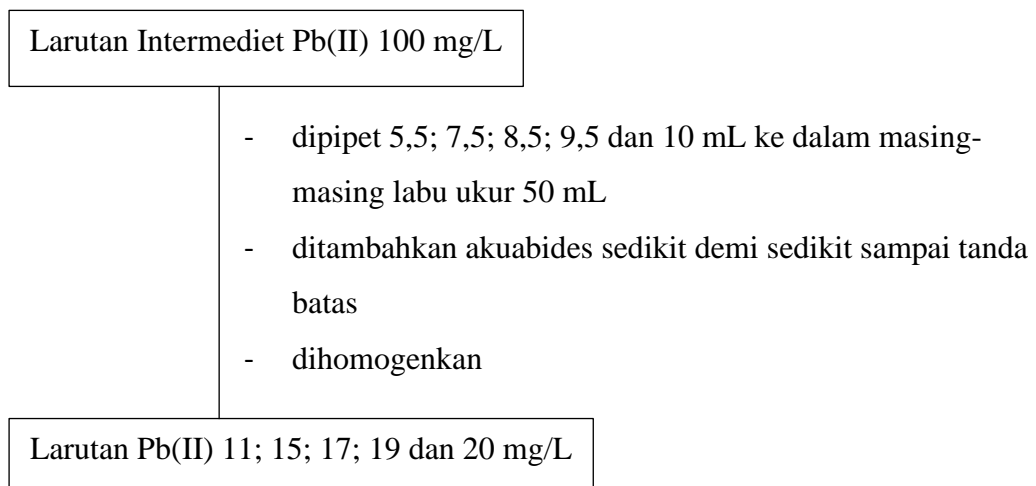
a. Larutan Induk Pb(II) 1000 mg/L



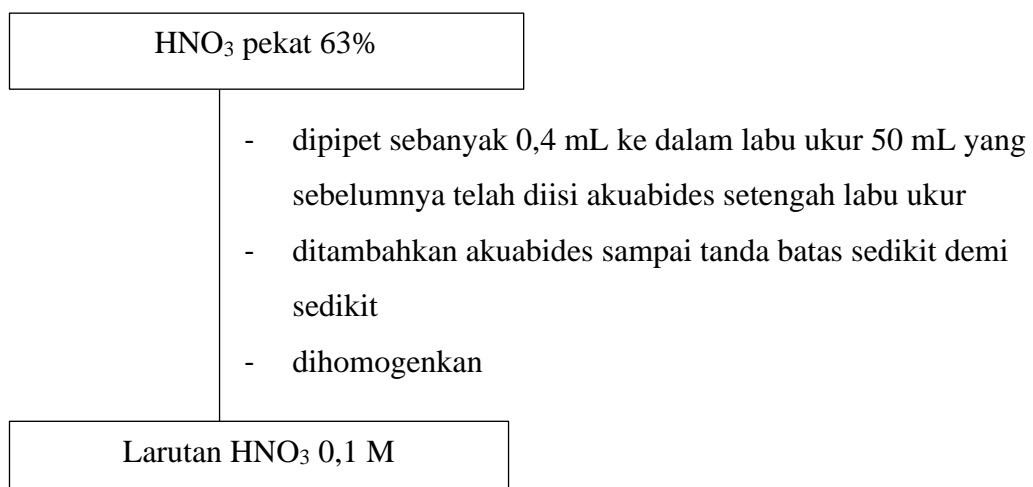
b. Larutan Intermediet Pb(II) 100 mg/L



c. Larutan Fasa Umpan dengan Variasi Konsentrasi Ion Pb(II)



d. Larutan Fasa Penerima HNO₃ 0,1 M



3. Uji Kemampuan *Polymer Inclusion Membrane* (PIM)

a. Uji Kemampuan PIM dalam Berbagai Variasi pH Fasa Umpan terhadap Transpor Ion Logam Pb(II)

<i>Polymer Inclusion Membrane</i>	<ul style="list-style-type: none">- dikunci rapat di antara dua ruang fasa- dimasukkan larutan Pb(II) 11 mg/L sebagai konsentrasi tetap sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa umpan- ditambahkan HNO₃ sedikit demi sedikit ke fasa umpan sampai larutan mencapai pH 3- dimasukkan larutan HNO₃ 0,1 M sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa penerima- diaduk fasa umpan dengan kecepatan 600 rpm selama 60 menit- diambil sampel fasa penerima untuk dianalisis- diulangi prosedur di atas dengan penambahan HNO₃ untuk pH 4 dan 5, KOH untuk pH 8
Data	

b. Uji Kemampuan PIM dalam Berbagai Variasi Konsentrasi Ion Pb(II) pada Fasa Umpan terhadap Transpor Ion Logam Pb(II)

<i>Polymer Inclusion Membrane</i>	<ul style="list-style-type: none">- dikunci rapat di antara dua ruang fasa- dimasukkan larutan Pb(II) 11 mg/L sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa umpan- ditambahkan HNO₃ sedikit demi sedikit ke fasa umpan sampai larutan mencapai pH optimum yang didapatkan pada prosedur pengaruh pH- dimasukkan larutan HNO₃ 0,1 M sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa penerima- diaduk fasa umpan dengan kecepatan 600 rpm selama 60 menit- diambil sampel fasa penerima untuk dianalisis- diulangi prosedur di atas menggunakan larutan Pb(II) 15; 17; 19 dan 20 mg/L
Data	

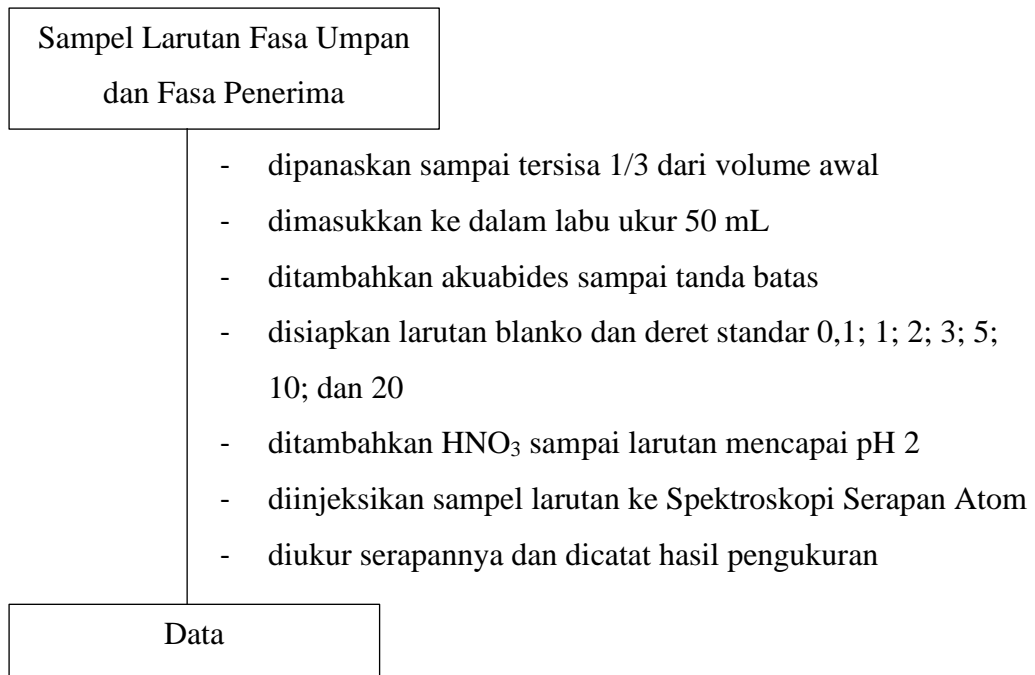
c. Uji Kemampuan PIM dalam Berbagai Variasi Waktu Kontak terhadap Transpor Ion Pb(II)

<i>Polymer Inclusion Membrane</i>	<ul style="list-style-type: none">- dikunci rapat di antara dua ruang fasa- dimasukkan larutan Pb(II) dengan konsentrasi optimum yang didapatkan pada prosedur pengaruh konsentrasi sebanyak 50 cm³- ditambahkan HNO₃ sedikit demi sedikit ke fasa umpan sampai larutan mencapai pH optimum yang didapatkan pada prosedur pH- dimasukkan larutan HNO₃ 0,1 M sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa penerima- diaduk fasa umpan dengan kecepatan 600 rpm selama 60 menit- diambil sampel fasa penerima untuk dianalisis sebanyak 25 mL setiap waktu 60 & 90; 120 & 150; 180 & 210, dan 50 mL untuk 240 menit
Data	

d. Uji Kemampuan PIM dalam Berbagai Variasi Konsentrasi asam *p*-terbutilkaliks[4]arena-tetrakarboxilat terhadap Transpor Ion Pb(II)

<i>Polymer Inclusion Membrane</i>	<ul style="list-style-type: none">- dikunci rapat PIM dengan penambahan pembawa ion $1,1349 \times 10^{-3}$ mol/L di antara dua ruang fasa- dimasukkan larutan Pb(II) dengan konsentrasi optimum yang didapatkan pada prosedur pengaruh konsentrasi sebanyak 50 cm³- ditambahkan HNO₃ sedikit demi sedikit ke fasa umpan sampai larutan mencapai pH optimum yang didapatkan pada prosedur pengaruh pH- dimasukkan larutan HNO₃ 0,1 M sebanyak 50 cm³ ke ruang fasa penerima- diaduk fasa umpan dengan kecepatan 600 rpm selama waktu optimum yang didapatkan pada prosedur pengaruh waktu kontak- diambil sampel fasa penerima untuk dianalisis- diulangi prosedur di atas menggunakan PIM dengan pembawa ion 2,2699; 3,4049; 4,5399; dan $5,6749 \times 10^{-3}$ mol/L
Data	

e. Analisis Konsentrasi menggunakan Spektroskopi Serapan Atom



Lampiran 3. Perhitungan

1. Konsentrasi *Polymer Inclusion Membrane*

a. Konsentrasi (M) untuk 0,01 gram pembawa ion

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1}{\text{volume (L)}}$$

$$M = \frac{0,01 \text{ g}}{881,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1}{1 \text{ L}}$$

$$M = 1,1349 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

b. Konsentrasi (M) untuk 0,02 gram pembawa ion

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1}{\text{volume (L)}}$$

$$M = \frac{0,02 \text{ g}}{881,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1}{1 \text{ L}}$$

$$M = 2,2699 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

c. Konsentrasi (M) 0,03 gram pembawa ion

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1}{\text{volume (L)}}$$

$$M = \frac{0,03 \text{ g}}{881,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1}{1 \text{ L}}$$

$$M = 3,4049 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

d. Konsentrasi (M) untuk 0,04 gram pembawa ion

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1}{\text{volume (L)}}$$

$$M = \frac{0,04 \text{ g}}{881,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1}{1 \text{ L}}$$

$$M = 4,5399 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

e. Konsentrasi (M) untuk 0,05 gram pembawa ion

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}}$$

$$M = \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1}{\text{volume (L)}}$$

$$M = \frac{0,05 \text{ g}}{881,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times \frac{1}{1 \text{ L}}$$

$$M = 5,6749 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

2. Pembuatan larutan induk Pb(II) 1000 mg/L dari Pb(NO₃)₂ sebanyak 100 mL

$$1000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{W \text{ Pb(II)}}{0,1 \text{ L}}$$

$$W = 100 \text{ mg} = 0,1 \text{ g}$$

$$W \text{ Pb(II)} = \frac{M_r \text{ Pb(NO}_3)_2}{A_r \text{ Pb(II)}} \times W \text{ Pb(II)}$$

$$= \frac{331 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{207 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times 0,1 \text{ gram}$$

$$= 0,1599 \text{ gram}$$

3. Pembuatan larutan intermediet 100 mg/L dalam 100 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 100 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10000}{1000} \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

4. Pembuatan larutan fasa umpan dengan variasi konsentrasi ion Pb(II)

a. Konsentrasi 11 mg/L dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 11 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{550}{100} \text{ mL}$$

$$V_1 = 5,5 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 15 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 15 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{750}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 7,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

c. Konsentrasi 17 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 17 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{850}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 8,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

d. Konsentrasi 19 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 19 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{950}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 9,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

e. Konsentrasi 20 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 20 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{1000}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 10 \text{ mL}\end{aligned}$$

5. Pembuatan larutan fasa penerima HNO_3 0,1 M dari HNO_3 63% dalam 50 mL

$$M = \frac{BJ \times \% \times 10}{Mr}$$

$$M = \frac{1,3 \text{ g/mL} \times 63\% \times 10}{63 \text{ g/mol}}$$

$$M = 13$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$13 \text{ M} \times V_1 = 0,1 \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{5}{13} \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,38 \text{ mL} \approx 0,4 \text{ mL}$$

6. Pembuatan larutan deret standar

a. Konsentrasi 0,1 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 0,1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{5}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 0,05 \text{ mL}\end{aligned}$$

b. Konsentrasi 1 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{50}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 0,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

c. Konsentrasi 2 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{100}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 1,0 \text{ mL}\end{aligned}$$

d. Konsentrasi 3 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 3 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{150}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 1,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

e. Konsentrasi 5 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 5 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL} \\V_1 &= \frac{250}{100} \text{ mL} \\V_1 &= 2,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

f. Konsentrasi 10 mg/L dalam 50 mL

$$\begin{aligned}M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\100 \text{ mg/L} \times V_1 &= 10 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$V_1 = \frac{500}{100} \text{ mL}$$

$$V_1 = 5,0 \text{ mL}$$

g. Konsentrasi 20 mg/L dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 20 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1000}{100} \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

h. Konsentrasi 30 mg/L dalam 50 mL

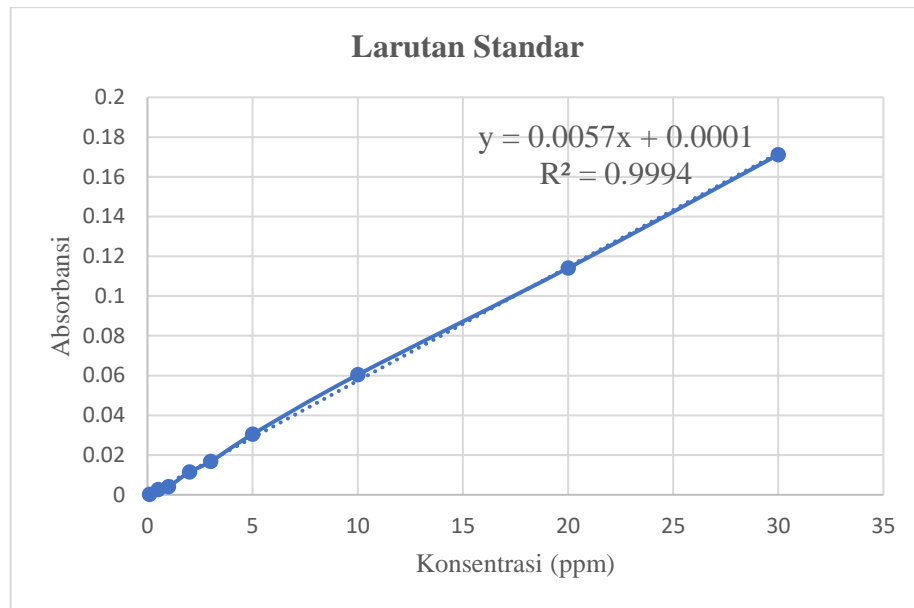
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ mg/L} \times V_1 = 30 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1500}{100} \text{ mL}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

Lampiran 4. Perhitungan Konsentrasi Ion Pb(II) Tertransportor



$$y = 0,0057x + 0,0001$$

1. Konsentrasi ion Pb(II) Tertransportor pada Variasi pH Fasa Umpan

a. pH 3

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0018$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0018-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,3 \text{ mg/L}$$

b. pH 4

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0022$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0022-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,37 \text{ mg/L}$$

c. pH 5

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0032$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0032-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,55 \text{ mg/L}$$

d. pH 7

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0019$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0019-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,32 \text{ mg/L}$$

e. pH 8

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0013$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0013-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,22 \text{ mg/L}$$

2. Konsentrasi ion Pb(II) Tertransportasi pada Variasi Konsentrasi Fasa

Umpan

a. Konsentrasi 11 mg/L

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0018$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0018-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,3 \text{ mg/L}$$

b. Konsentrasi 15 mg/L

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0025$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0025-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,43 \text{ mg/L}$$

- c. Konsentrasi 17 mg/L

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0029$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0029-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,5 \text{ mg/L}$$

- d. Konsentrasi 19 mg/L

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,005$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,005-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,86 \text{ mg/L}$$

- e. Konsentrasi 20 mg/L

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0038$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0038-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,65 \text{ mg/L}$$

3. Konsentrasi ion Pb(II) Tertranspor pada Variasi Waktu Kontak

- a. 60 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0014$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0014-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,23 \text{ mg/L}$$

- b. 90 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0018$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0018-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,3 \text{ mg/L}$$

c. 120 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,003$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,003-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,51 \text{ mg/L}$$

d. 150 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0062$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0062-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 1,08 \text{ mg/L}$$

e. 180 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0068$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0068-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 1,18 \text{ mg/L}$$

f. 210 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0039$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0039-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,67 \text{ mg/L}$$

g. 240 menit

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0018$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0018-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 0,3 \text{ mg/L}$$

4. Konsentrasi ion Pb(II) Tertransportasi pada Variasi Konsentrasi Pembawa Ion

a. $1,1349 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,009$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,009-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 1,57 \text{ mg/L}$$

b. $2,2699 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0252$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0252-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 4,41 \text{ mg/L}$$

c. $3,4049 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0268$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0268-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 4,69 \text{ mg/L}$$

d. $4,5399 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0259$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0259-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 4,53 \text{ mg/L}$$

e. $5,6749 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\text{Absorbansi (y)} = 0,0132$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = \frac{(0,0132-0,0001)}{0,0057}$$

$$\text{Konsentrasi (x)} = 2,3 \text{ mg/L}$$

5. % Pb (II) Tertransportasi pada Variasi pH

a. pH 3

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,3 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,72\%$$

b. pH 4

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,37 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 3,36\%$$

c. pH 5

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,55 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 5\%$$

d. pH 7

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,32 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,9\%$$

e. pH 8

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,22 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2\%$$

6. % Pb (II) Tertransportasi pada Variasi Konsentrasi Fasa Umpan

a. 11 mg/L

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,3 \text{ mg/L}}{11 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,72\%$$

b. 15 mg/L

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,43 \text{ mg/L}}{15 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,87\%$$

c. 17 mg/L

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,5 \text{ mg/L}}{17 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,94\%$$

d. 19 mg/L

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,86 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 4,52\%$$

e. 20 mg/L

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransport}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,65 \text{ mg/L}}{20 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 3,25\%$$

7. % Pb (II) Tertransport pada Variasi Waktu Kontak

a. 60 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransport}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,23 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 1,21\%$$

b. 90 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransport}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,3 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 1,57\%$$

c. 120 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransport}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,51 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 2,68\%$$

d. 150 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{1,08 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 5,68\%$$

e. 180 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{1,18 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 6,21\%$$

f. 210 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,67 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 3,52\%$$

g. 240 menit

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{0,3 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 1,57\%$$

8. %Pb Tertransportasi pada variasi konsentrasi pembawa ion

a. $1,1349 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportasi}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{1,57 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 8,26\%$$

b. $2,2699 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportor}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{4,41 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 23,21\%$$

c. $3,4049 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportor}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{4,69 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 24,68\%$$

d. $4,5399 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportor}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{4,53 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 23,84\%$$

e. $5,6749 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$\% = \frac{\text{Konsentrasi Tertransportor}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

$$\% = \frac{2,3 \text{ mg/L}}{19 \text{ mg/L}} \times 100\%$$

$$\% = 12,1\%$$

Lampiran 5. Tabel Data Hasil Penelitian

1. Data Transpor Ion Pb(II) Terhadap Variasi pH Fasa Umpan

pH	Konsentrasi Tertranspor (mg/L)	Absorbansi	% Transpor
3	0,3	0,0018	2,72%
4	0,37	0,0022	3,36%
5	0,55	0,0032	5%
7	0,32	0,0019	2,9%
8	0,22	0,0013	2%

2. Data Transpor Ion Pb(II) Terhadap Variasi Konsentrasi Fasa Umpan

Konsentrasi Fasa Umpan (mg/L)	Konsentrasi Tertranspor (mg/L)	Absorbansi	% Transpor
11	0,3	0,0018	2,72%
15	0,43	0,0025	2,87%
17	0,5	0,0029	2,94%
19	0,86	0,005	4,52%
20	0,65	0,0038	3,25%

3. Data Transpor Ion Pb(II) Terhadap Variasi Waktu Kontak

Waktu Kontak (Menit)	Konsentrasi Tertranspor (mg/L)	Absorbansi	% Transpor
60	0,23	0,0014	1,21%
90	0,30	0,0018	1,57%
120	0,51	0,003	2,68%
150	1,08	0,0062	5,68%
180	1,18	0,0068	6,21%
210	0,67	0,0039	3,52%
240	0,30	0,0018	1,57%

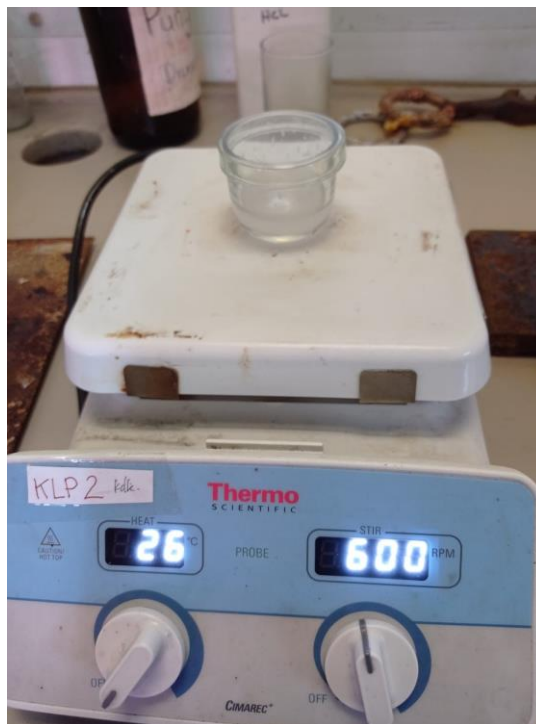
4. Data Transpor Ion Pb(II) Terhadap Variasi Konsentrasi Pembawa Ion

Konsentrasi Pembawa Ion (M)	Konsentrasi Tertranspor (mg/L)	Absorbansi	% Transpor
$1,1349 \times 10^3$	1,57	0,009	8,26%
$2,2699 \times 10^3$	4,41	0,0252	23,21%
$3,4049 \times 10^3$	4,69	0,0268	24,68%
$4,5399 \times 10^3$	4,53	0,0259	23,84%
$5,6749 \times 10^3$	2,3	0,0132	12,1%

Lampiran 6. Dokumentasi



Penimbangan bahan komposisi PIM



Proses pengadukan untuk pembuatan PIM



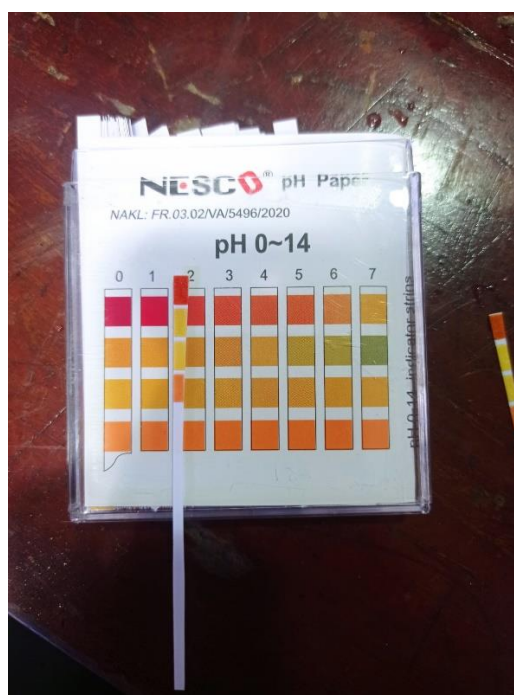
Polymer Inclusion Membrane (PIM)



Persiapan alat dan bahan untuk transpor ion Pb(II)



Proses transpor ion Pb(II)



Pengaturan pH larutan sebelum diinjeksi menggunakan SSA



Sampel variasi pH fasa umpan



Sampel variasi konsentrasi fasa umpan



Sampel variasi waktu kontak



Sampel variasi pembawa ion