

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T., 2014, Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada kesehatan, *Teknobuga*, **1**(1): 53-65.
- Anggraeni, S.D., 2011, *Penentuan Kapasitas dan Selektivitas Alga Coklat (Sargassum Binderi) sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II), Cu(II), dan Cd(II)*, Skripsi, Surakarta, Departemen Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Ashraf, 2006, Levels Of Selected Heavy Metals in Tuna, *The Arabian Journal for Science and Engineering*, **31**, (31).
- Asmathunisha, N., dan Kathiresan. K., 2013, A Review on Biosynthesis of Nanoparticles by Marine Organisms, *Colloids and Surfaces B. Biointerfaces*, **103**: 283-287.
- Bahri, S., Muhdarina., Nurhayati., dan Andiyani, F., 2011, Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation Cu^{2+} Fasa Berair Pada Lempung Cengar Pilar, *Jurnal Natur Indonesia* **14**(1) p: 7- 13.
- Basir, D.N., 2019, *Ion Imprinted Polymers as Selective Material for Retention, Separation, and Preconcentration of Mercury Based Flow Injection Analysis*, Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Bandung.
- Basir, D.N., Zulfikar, M.A., and Amran, M.B., 2020, The synthesis of imprinted polymer sorbent for the removal of mercury ions, *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, **42**(5): 1135-1141.
- Blaney, L., (2007), Magnetite (Fe_3O_4) Property Synthesis and Applications Lehigh Review, , *The Arabian Journal for Science*, **15**(1): 33-55.
- Bunaciu, A.A., E. Gabriela, U., dan H. Y. A. Enein., 2015, X-Ray Diffraction Instrumentation and Applications, *Rev Anal Chem*, **45**(4): 289–299.
- Callister, W.D., 2003, *Materials science and engineering And introduction*, Lampung: Universitas Lampung.
- Chirita, M., and Grozescu., 2009, Fe_2O_3 -nanopartikel Physical properties and Their Photochemical and Photoelectrochemical Application, *Chem Bull*, **68**(54): 1-8.
- Chusnul, 2011, Spektroskopi IR, *www. Scribd.com*, diakses tanggal 28 November 2021.
- Danarto, Y.C., 2007, Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr dengan Adsorben Pasir yang Dilapisi Besi Oksida, *Ekulilibrium*, **6**(2): 65-70.

- Erdem, E., Karapinar, N.M and Donat, R., 2004, The Removal of Heavy Metal Cations by natural Zeolite, *Journal of Colloid and Interface Surface Science*, **280**: 309-314.
- Fahmi, M.Z., 2019, *Nanoteknologi dalam Perspektif Kesehatan*, Skripsi, Surabaya: Fakultas Kedokteran Prodi Universitas Airlangga,
- Gultom, E.M., Lubis, M.T., 2014, Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H_3PO_4 Untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb, *Jurnal Teknik Kimia USU*, **3**(1): 5-10.
- Handayani, M., dan Sulistiyono, E., 2009, Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, PTNBR: Batan Bandung.
- Haryadi, I.S, 2006, *Menentukan Koefisien Perpindahan Massa Penjerapan Ion Logam Berat $Pb(OH)_2$ Menggunakan Chitosan*, Skripsi, Departemen Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Hasyim, U.H., dan Fitriyanto, G., 2017, Pengaruh Konsentrasi HCl dan Massa Adsorbent dalam Pengolahan Limbah Pelumas Bekas dengan Kajian Kesetimbangan Adsorpsi Bentonit terhadap Logam Fe, *Jurnal Integrasi Progres*, **4**(2); 191-196.
- Hidayat, B., 2015, Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat dengan Menggunakan Biochar, *Jurnal Pertanian Tropik*, **2**(1): 51-61.
- Horikoshi, S., dan Serpone, N., 2013, *Microwaves in Nanoparticle Synthesis Fundamentals and Application*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Germany.
- Keat, C.L., Aziz, A., Eid, A.M., dan Elmarzugi, N.A., 2015, Biosynthesis of Nanoparticles and Silver Nanoparticles, *Bioresources and Bioprocessing*, **2**(47): 1-11.
- Khoirunnisa F., 2005, Kajian adsorpsi dan desorpsi $Ag(S_2O_3)_2$ dalam limbah fotografi dari adsorben kitin dan asam humat terimobilisasi pada kitin, *Tesis*, Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- Kornak, R., D. Niznasky., K. Haimann., W. Tylus., and K. Maruszewski. 2005, Synthesis of Magnetic Nanoparticles via the Sol-Gel Technique, *Materials Science-Poland*, **23**(1): 87-92.
- Kustomo, 2020, Uji Karakterisasi dan Mapping Magnetit Nanopartikel Terlapis Asam Humat dengan Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX), *Indonesian Journal of Chemical Science*, **9**(3); 148.

- Lee, J.H., Huh, Y.M., Jun, Y.-W., Seo, J.-W., Jang, J.-T., Song, H.-T., Kim, S.J., Cho, E.-J., Yoon, H.-G., Suh, J.-S., Cheon, J., 2006, Artificially engineered magnetic nanoparticles for ultrasensitive molecular imaging, *Journal Nature Me*, **13**(1); 95-99.
- Librawati, T.P., 2005, *Analisis Cemaran Pb pada Bawang Daun (Allium fistulosum L) di daerah Dieng Wonosobo*, Skripsi, Fakultas Biologi Unsoed Purwokerto.
- Mahdian dan Saadi, P., 2008, Pengaruh Konsentrasi dan pH Larutan Terhadap Adsorpsi Timbal(II) dan Kadmium(II) Pada Adsorben Biomassa Apu-apu Dengan Metode Statism, *Kalimantan Scientiae*, **71**(XXVI).
- Maylani, A.S., Sulistyaningsih, T., dan Kusumastuti, E., 2016, Preparasi nnaopartikel Fe₃O₄ (Magnetit) serta Aplikasinya Seabagai Adsorben Ion Logam Kadmium, *Indonesian Journal of Chemical Science*, **5**(2): 130-135.
- M. Munasir, T. Triwikantoro, M. Zainuri, dan D. Darminto., 2012, Uji Xrd dan Xrf pada Bahan Meneral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ dan SiO₂), *Penelit Fis dan Apl JPFA*, **2**(1): 20–29.
- N. A. Metungku dan D. Darwis., 2017, Pemurniaan dan Karakterisasi Senyawa Sio₂ Berbasis Pasir Kuarsa dari Desa Pendolo Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso, *Gravitasi*, **16**(1): 39–43.
- Nurdila, F.A., Asri, N.S., dan Suharyadi, E., 2015, Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe₂O₄), *Jurnal Fisika Indonesia* **55**(XIX); 23-27.
- Nuryono, N., E. Mulyati, B. Rusdiarso, S. C. W. Sakti dan S. Tanaka., 2014, Adsorption Of Au(III), Cu(II) And Ni(II) On Magnetite Coated With Mercapto Groups Modified Rice Hull Ash Silica, *Journal Ion Exchange*, **25**(4): 114 – 121.
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Ellis Harwood Limited Publisher, New York.
- Pauzan, M, (2013), Pengaruh Ukuran Butir dan Struktur Kristal terhadap Sifat Kemagnetan pada Nanopartikel Magnteite (Fe₃O₄), *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng & DIY, Solo*.
- Permana, B., Saragi, T., Saputri, M., Safriani, L., Rahayu, I., Risdiana., 2017, Sintesis Nanopartikel Magentik dengan Metode Kopresipitasi, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **07**(2): 17-20.
- Rahmayanti, M., 2020, Sintesis dan Karakterisasi Magnetiti (Fe₃O₄) Studi Komparasi Metode Konvensional dan Metode Sonokimia, *Jurnal Al Ulum Sains dan Teknologi*, **6**(1): 26-30.

- Ramkumar, V.S., Prakash, S., Ramasubburayan, R., Pugazhendhi, A., Kumar, G., Kannapiran, E., dan Rajendran, R.B., 2016, Seaweeds A Resource for Marine Bionanotechnology, *Enzyme and Microbial Technology*, **95**: 45-57.
- Ramliana., Rahmi, A., dan Abidin, D., 2018, Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Wilayah Pesisir Pare-pare, *Jurnal Ilmiah*, **1**(3): 255-263.
- Raya, I., Narsito dan Bambang, R., 2002, Kinetika Adsorpsi Ion Logam Aluminium (III) dan Kromium (III) oleh Biomassa haetoceros calcitrans yang Terimobilisasi pada Silika Gel, *Jurnal Kimia Indonesia*, **5**(3): 24-30,
- Sabrina, Q., 2011, *Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah*, Skripsi. Jakarta, Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Saadi, Mahdian dan Parham., 2008, Pengaruh Konsentrasi dan pH Larutan Terhadap Adsorpsi Timbal(II) dan Kadmium(II) Pada Adsorben Biomassa Apu-apu Dengan Metode Statis, *Jurnal Kalimantan Scientiae*, **71**(4); 95-104.
- Said, N.I., 2010, Metode Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni, dan Zn) di Dalam Air Limbah Industri, *Jurnal Air Indonesia*, **6**(2): 136-148).
- Sari, E.O., Fadli, A., dan Amri, A., 2019, Pengaruh Suhu dan Waktu Reaksi Terhadap Pembentukan Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄) Secara Hidrotermal, *Jurnal Sains dan Teknologi*, **18**(1): 8-13.
- Sartika, D., Eko, M., dan Emmistasega, S.M., 2019, Analisis Distribusi Nanopartikel Fe₃O₄ Terhadap Penyerapan Logam Berat Pb, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, **12**(1): 8-11.
- Sartika, D., Malis, E., dan A.S.L., 2019, Studi Penyerapan Logam Berat Pb menggunakan Nanopartikel Fe₃O₄, *Journal of Physical Science and Engineering*, **4**(1): 18-22.
- Simatupang dkk., 2017, Adsorpsi Logam Berat Pb(II) oleh Adsorbent Berbasis Silika dari Abu Vulkanik Sinabung, *Jurnal Pendidikan Kimia*, **9**(02):330-335.
- Sorbium, M., Mehr, E.S., Ramazani, A, dan Malekzadeh, A.M., 2018, Biosynthesis of Metallic Nanoparticles Using Plant Extracts and Evaluation of their Antibacterial Properties, *Nanochem Res*, **3**(1): 1-16.
- Sudarwin., 2008, *Analisis Spasial Pencemaran logam berat (Pb dan Cd) pada sedimen aliran sungai dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah*

Jatibarang Semarang, Skripsi, Semarang, Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro.

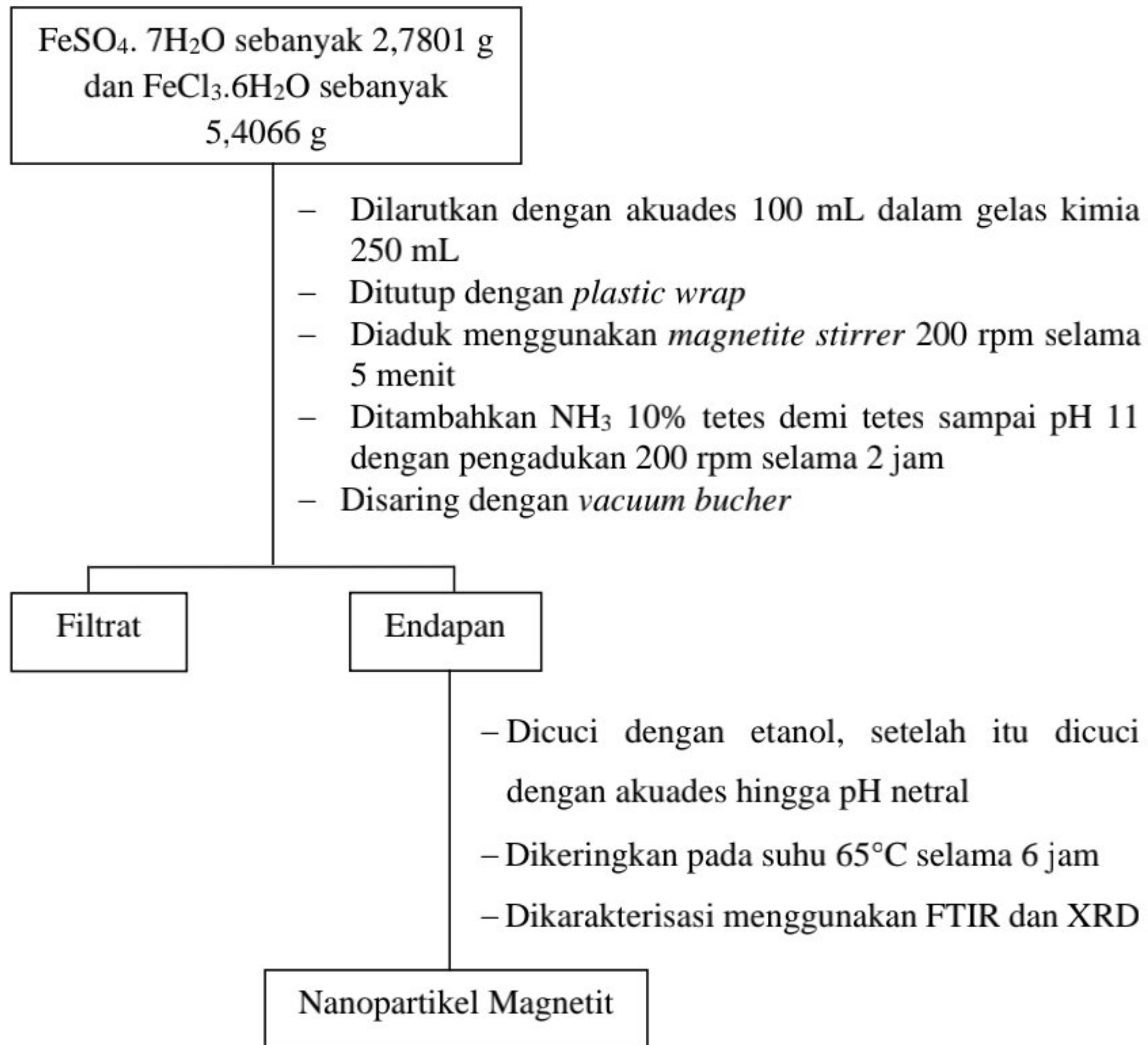
- Sulistiyani, M., dan Huda, N., 2018, Perbandingan Metode Transmisi dan Reflektansi pada Pengukuran Polistirena menggunakan Instrumentasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared, *Indonesian Journal of Chemical Science*, **7**(2): 196-198.
- Soedarsono dan Syahputra, B., 2005, Pengolahan Air Limbah Batik dengan Proses Kombinasi Elektrokimia, Filtrasi dan Adsorpsi, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **2**(1): 4-10.
- Suseno, J.E., dan Firdausi K.S., 2008, Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi., *Berkala Fisika*, **11**(1): 23 -28.
- Syauqiah, I., Amalia, M., dan Kartini, H.A., 2011, Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *Jurnal Teknik*, **12**(1): 11-20.
- Tangio, J.S., 2013, Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*), *Jurnal Entropi*, **3**(1): 501-506.
- Umaningrum, D., U.T., Santoso, R., Nurmasari, dan Yunus, R., 2010, Adsorption Kinetics of Pb(II), Cd(II) and Cr(III) on Adsorbent Produced by Protected-Crosslinking of Humic Acid-Chitosan, *Indonesian Journal of Chemistry*, **10**(1): 80-87.
- Widayatno, T., Yuliawati, T., dan Susilo A.A., 2017, Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif, *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, **1**(B): 17-23.
- Wulansari, D., Setijadji L. D., dan Warmada., 2016, Karakterisasi Kandungan Mineral Dalam Bauksit Dengan Metode Xrd Semi-Kuantitatif Di Kawasan Tambang Tayan, Kalimantan Barat, *Proceeing Semin. Nas. Kebumihan*: 612–623.
- Yahya, N.KE., Muhammad, F.P., Ismail, A., Olugbenga., dan S. Band Mohd, A.A., 2011, *Adsorptiv Removal of Cu(II) Using Activated Carbon Prepared from Rice Husk by ZnCl₂ Activation and Subsequent gasification with Co₂*, School of Chemical Engineering University Sains Malaysia: 207.
- Yudo, S., 2006, Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta, *Jurnal Air Indonesia*, **2**(1); 1-15.
- Zahroh, W., 2010, Kajian Kesetimbangan Adsorpsi Cr (VI) pada Biomassa Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk), Malang: Jurusan Kimia, Fakultas

Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim, *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, **4**(2): 175-184.

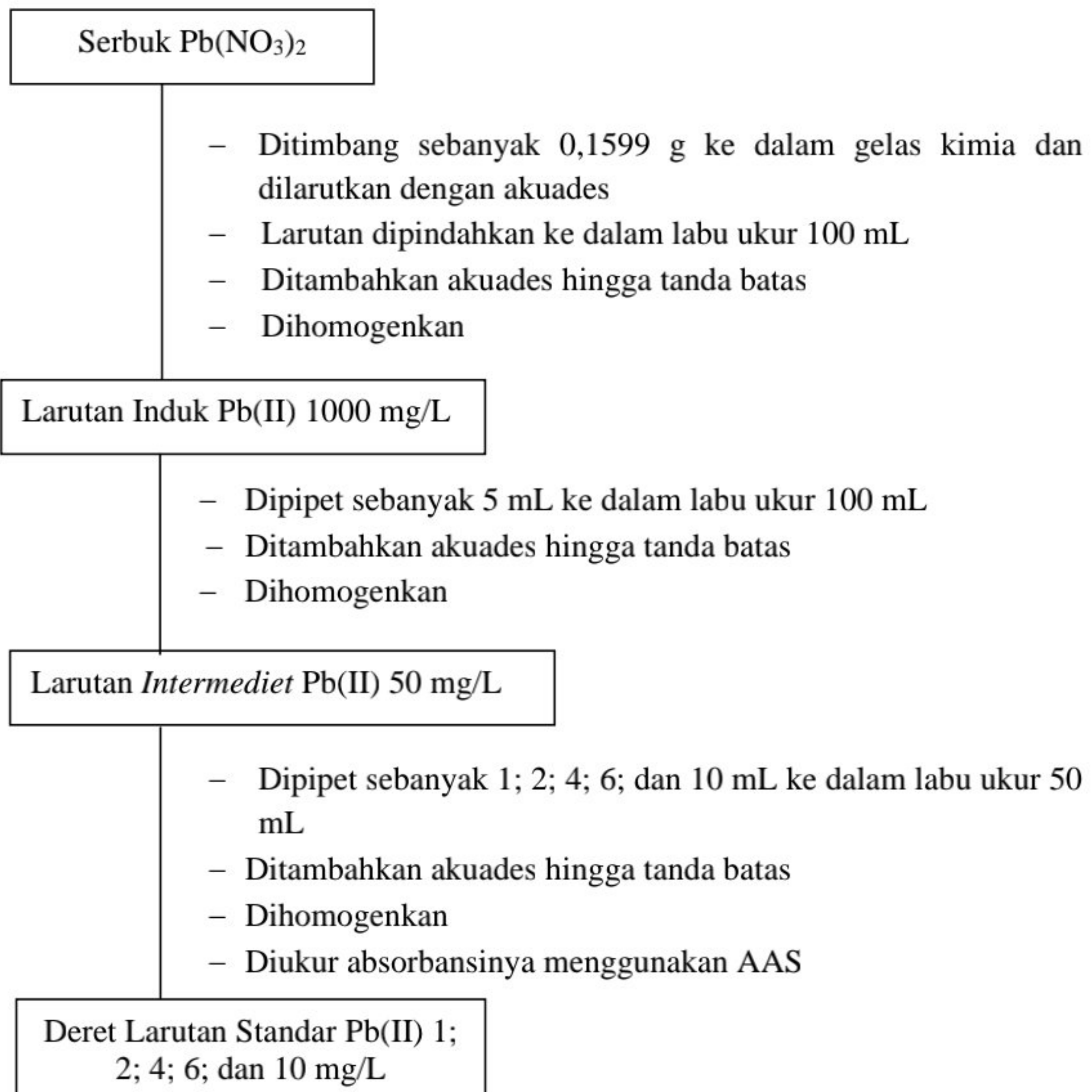
Zhang P, Sun H, Yu L, Sun T., 2013, Adsorption and catalytic hydrolysis of carbaryl and atrazine on pig manure-derived biochars: impact of structural properties of biochars, *J Hazard Mater* 244– 245:217–224.

Lampiran 1. Bagan Alir Prosedur Kerja

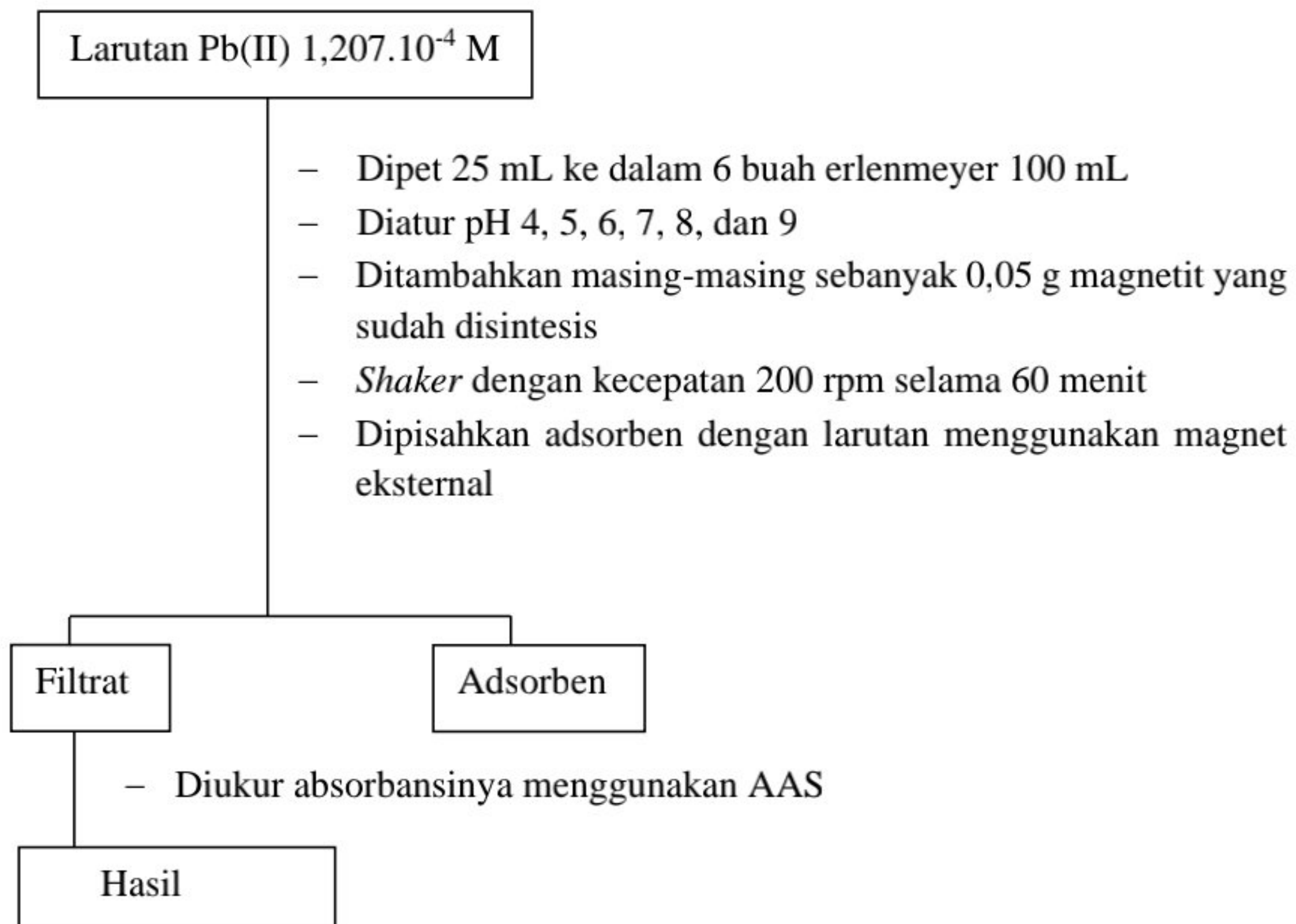
1. Sintesis Nanopartikel Magnetit



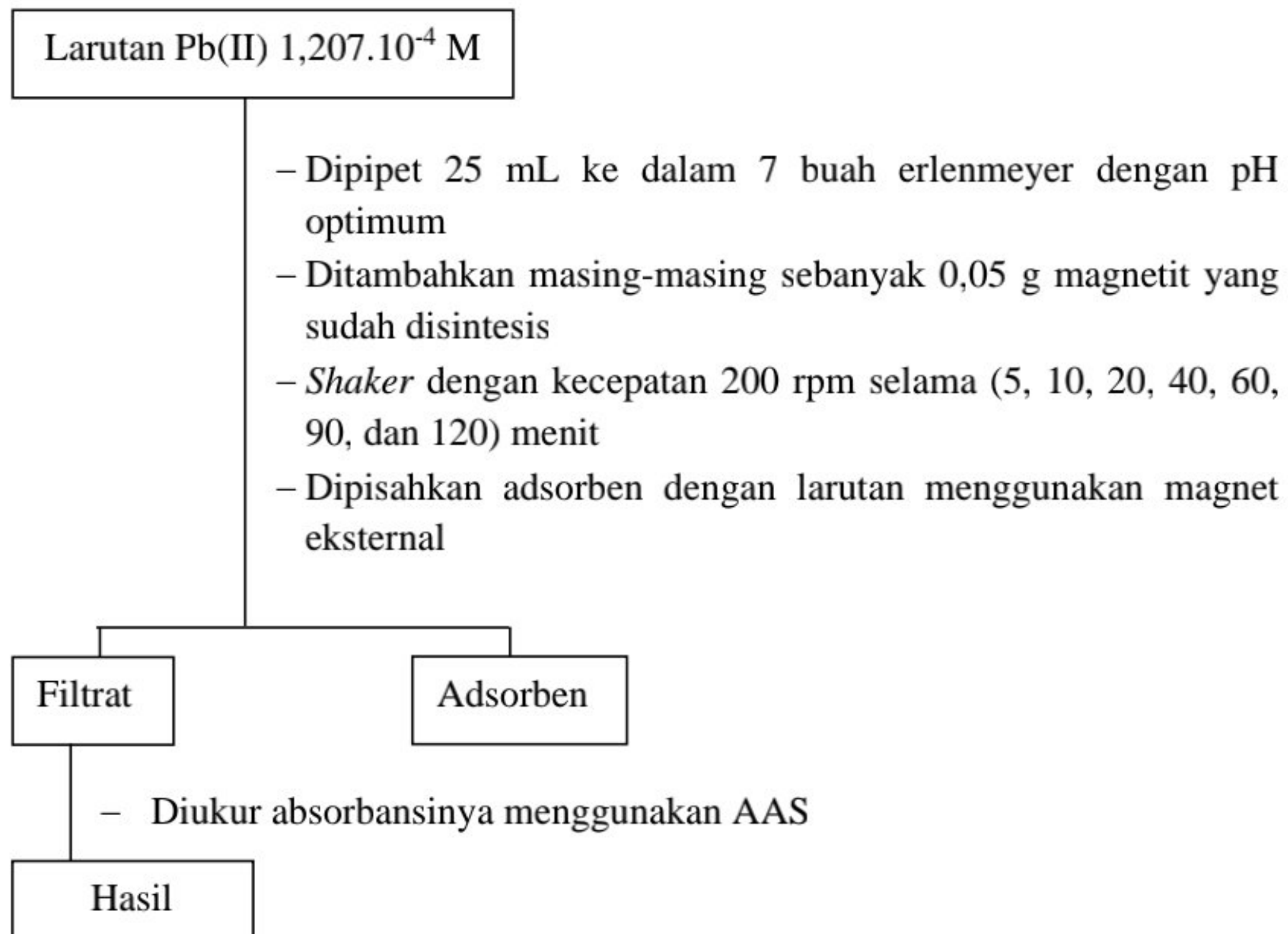
2. Pembuatan Larutan Standar Pb(II)



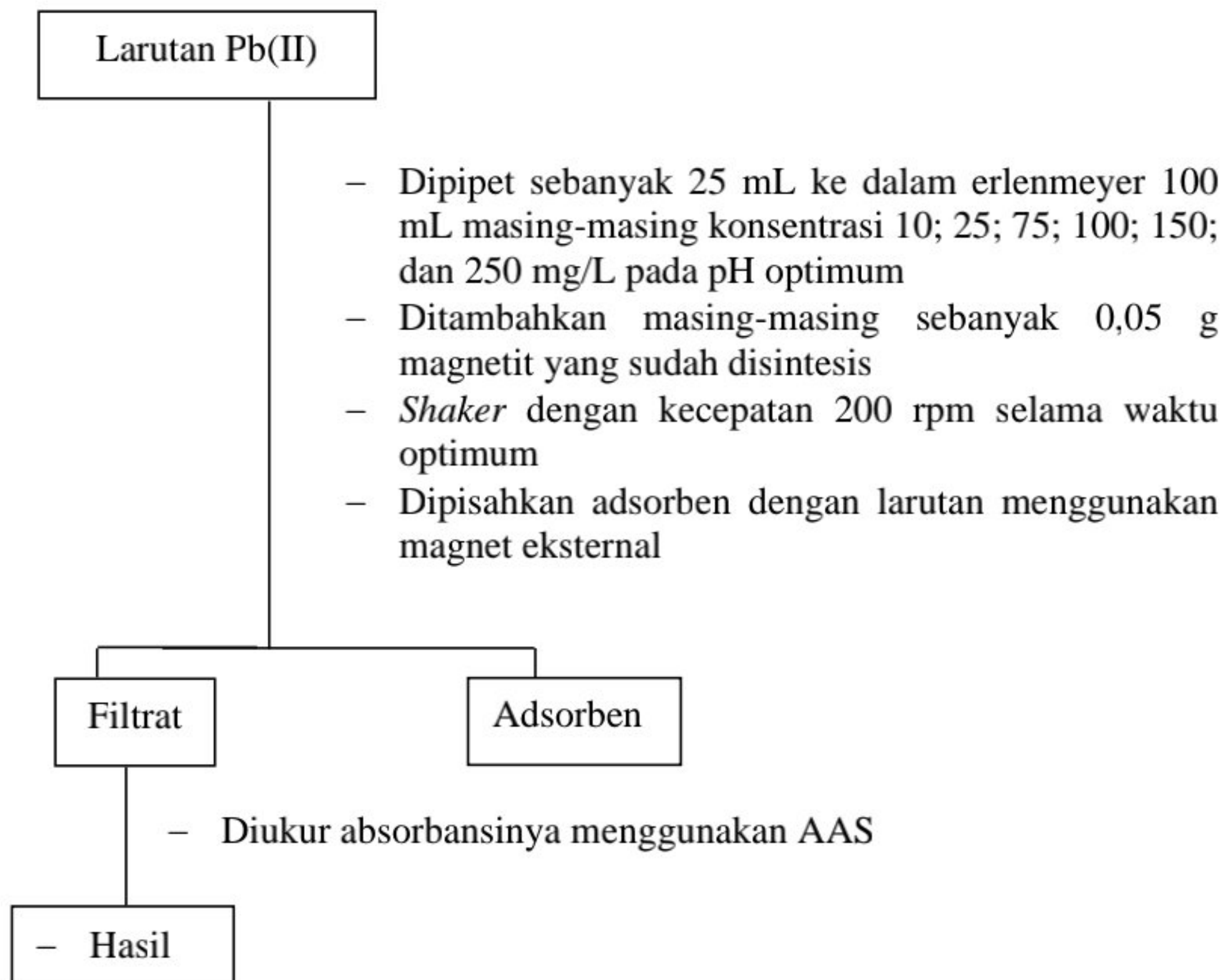
3. Optimasi pH



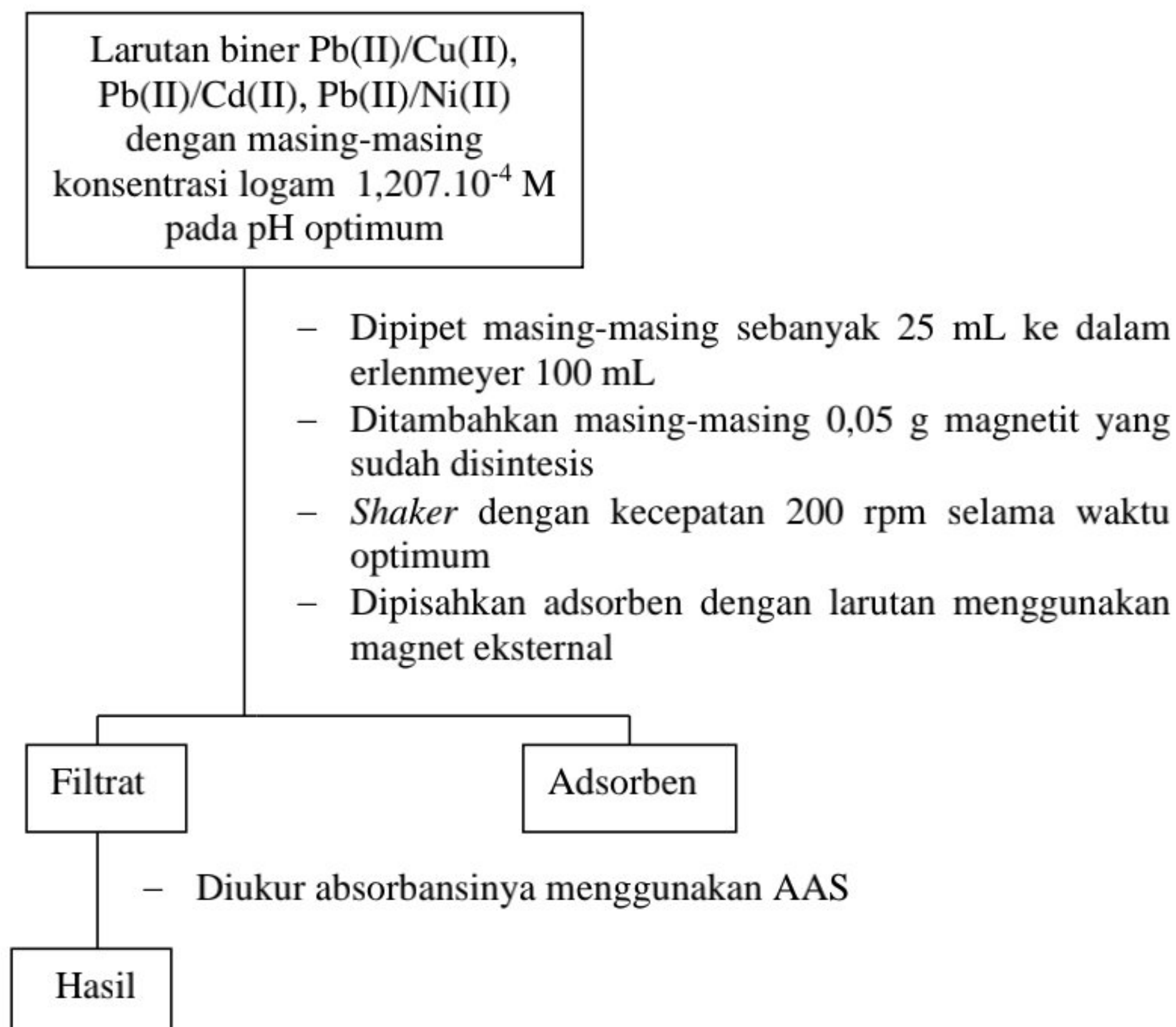
4. Optimasi Waktu Kontak



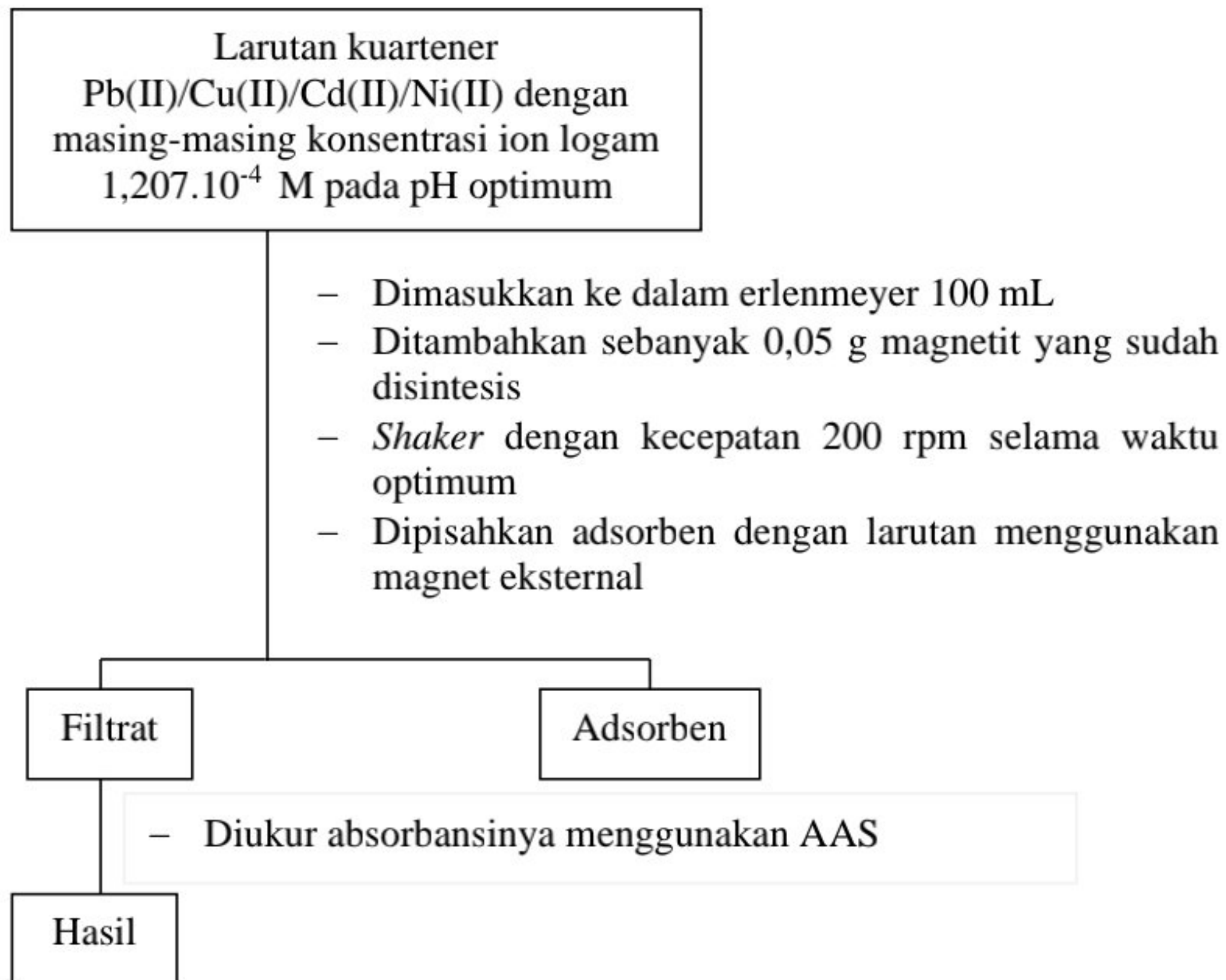
5. Optimasi Konsentrasi Ion Logam Pb(II)



6. Selektivitas Adsorpsi Ion Logam Pb(II) terhadap Ion Logam Cu(II), Cd(II), dan Ni(II) dalam Sistem Biner



7. Selektivitas Adsorpsi Ion Logam Pb(II) terhadap Ion Logam Cu(II), Cd(II), dan Ni(II) dalam Sistem Kuartener



Lampiran 2. Perhitungan

1. Pembuatan Larutan Induk Pb(II) 1000 mg/L

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar Pb}}{\text{Mr Pb(NO}_3)_2} \times \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{207}{331} \times \frac{X}{0,1 \text{ L}}$$

$$1000 \text{ mg/L} = \frac{207 \cdot X}{33,1 \text{ L}}$$

$$X = \frac{1000 \text{ mg} \cdot 33,1}{207}$$

$$= 159,9 \text{ mg}$$

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

2. Pembuatan Larutan Kerja Pb(II) 25 mg/L (1, 207 × 10⁻⁴ M)

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

$$V_1 \cdot 1000 \text{ mg/L} = 100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ mg/L}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \cdot 25 \text{ mg/L}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$= 2,5 \text{ mL}$$

Larutan kerja Pb 25 mg/L diubah ke dalam bentuk Molaritas:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{\text{Ar Pb}}}{V}$$

$$= \frac{25 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{207 \text{ g/mol}} : 1 \text{ L}$$

$$= 0,0001207 \text{ mol/L}$$

$$= 1,207 \times 10^{-4} \text{ M}$$

3. Pembuatan Larutan Standar Pb(II) 1; 2; 5; 10; dan 20 mg/L

$$V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$$

a. 1 mg/L

$$V_1 \cdot 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \cdot 1 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

b. 2 mg/L

$$V_1 \cdot 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \cdot 2 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

c. 5 mg/L

$$V_1 \cdot 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \cdot 5 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}}$$

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

d. 10 mg/L

$$V_1 \cdot 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \cdot 10 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}}$$

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

e. 20 mg/L

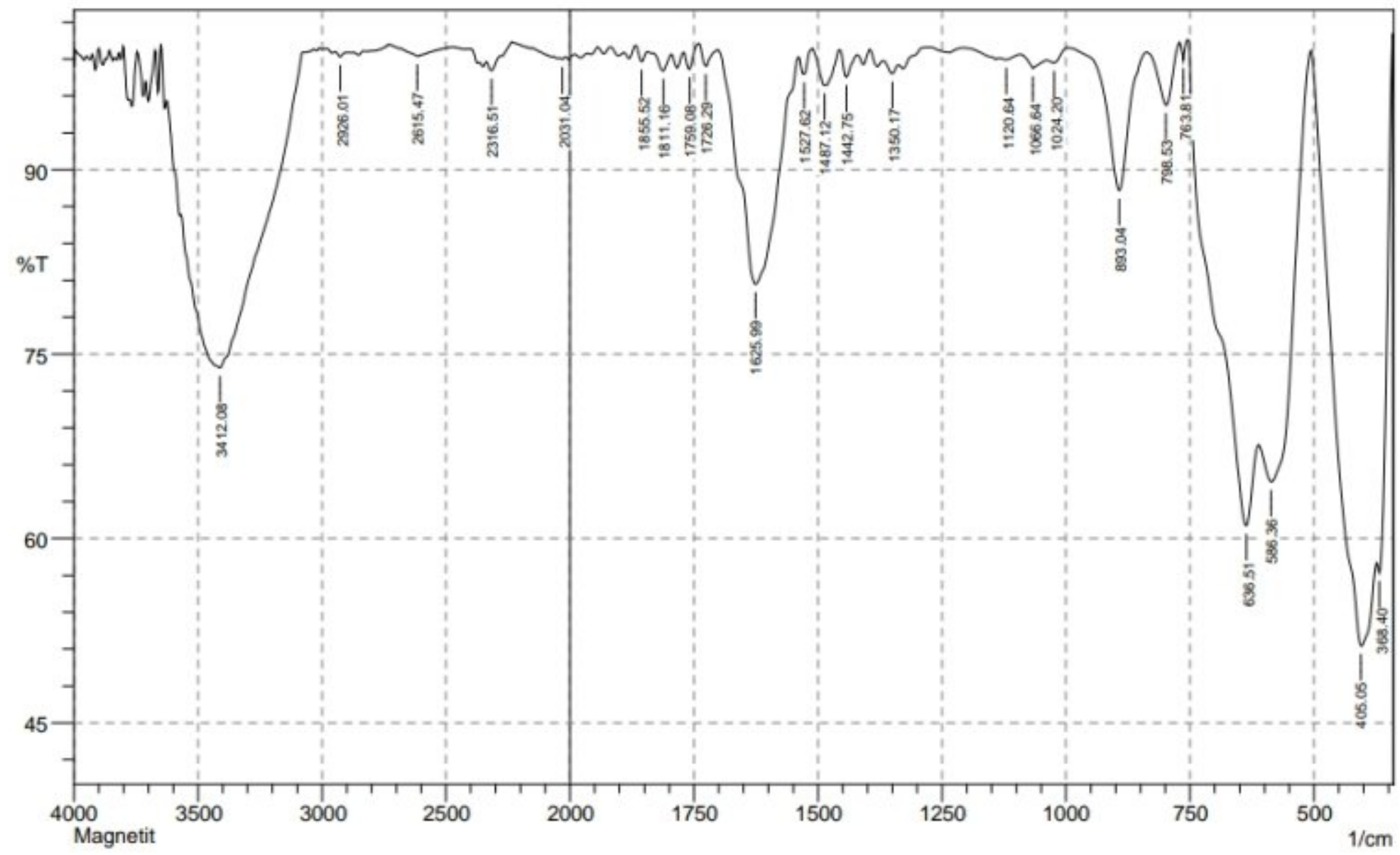
$$V_1 \cdot 50 \text{ ppm} = 50 \text{ mL} \cdot 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL} \cdot 20 \text{ ppm}}{50 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

Lampiran 3. Hasil FTIR

SHIMADZU



No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	368.4	57.194	6.171	372.26	343.33	4.211	0.942
2	405.05	51.266	16.54	505.35	374.19	23.807	7.979
3	586.36	64.612	10.705	611.43	507.28	13.219	4.476
4	636.51	61.051	11.988	752.24	613.36	17.959	6.095
5	763.81	98.924	1.534	771.53	754.17	0.004	0.04
6	798.53	95.265	4.776	837.11	771.53	0.656	0.648
7	893.04	88.313	11.361	987.55	839.03	2.59	2.406
8	1024.2	98.686	0.556	1037.7	997.2	0.148	0.045
9	1066.64	98.258	0.9	1093.64	1037.7	0.296	0.088
10	1120.64	98.959	0.22	1134.14	1093.64	0.157	0.021
11	1350.17	97.827	0.816	1369.46	1338.6	0.23	0.053
12	1442.75	97.543	2.052	1456.26	1421.54	0.217	0.149
13	1487.12	96.865	0.262	1510.26	1485.19	0.201	0.022
14	1527.62	97.774	1.659	1539.2	1510.26	0.151	0.089
15	1625.99	80.694	18.779	1701.22	1539.2	7.752	7.362
16	1726.29	98.425	1.656	1739.79	1703.14	0.123	0.126
17	1759.08	98.185	1.633	1770.65	1739.79	0.108	0.096
18	1811.16	98.05	1.38	1832.38	1795.73	0.2	0.11
19	1855.52	98.79	1.057	1867.09	1843.95	0.069	0.054
20	2031.04	98.992	0.129	2042.62	2017.54	0.103	0.007
21	2316.51	98.073	0.857	2337.72	2274.07	0.376	0.102
22	2615.47	99.228	0.87	2733.13	2472.74	0.339	0.44
23	2926.01	99.185	0.383	2947.23	2906.73	0.108	0.032
24	3412.08	73.876	1.167	3425.58	3076.46	25.946	2.983

Comment;
Magnetit

Date/Time; 4/20/2022 9:09:20 AM
No. of Scans;
Resolution;
Apodization;

Lampiran 4. Hasil XRD

Perhitungan Ukuran Kristal dengan Metode *Debye-Scherrer*

Ukuran kristal nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) dihitung menggunakan persamaan *Debye-Scherrer*.

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos \theta}$$

dimana D adalah ukuran kristal, k adalah faktor bentuk dari kristal (0,9-1), λ adalah panjang gelombang dari sinar-X (0,154056 nm), β adalah nilai dari *Full Width at Half Maximum* (FWHM) (rad), dan θ adalah sudut difraksi (derajat).

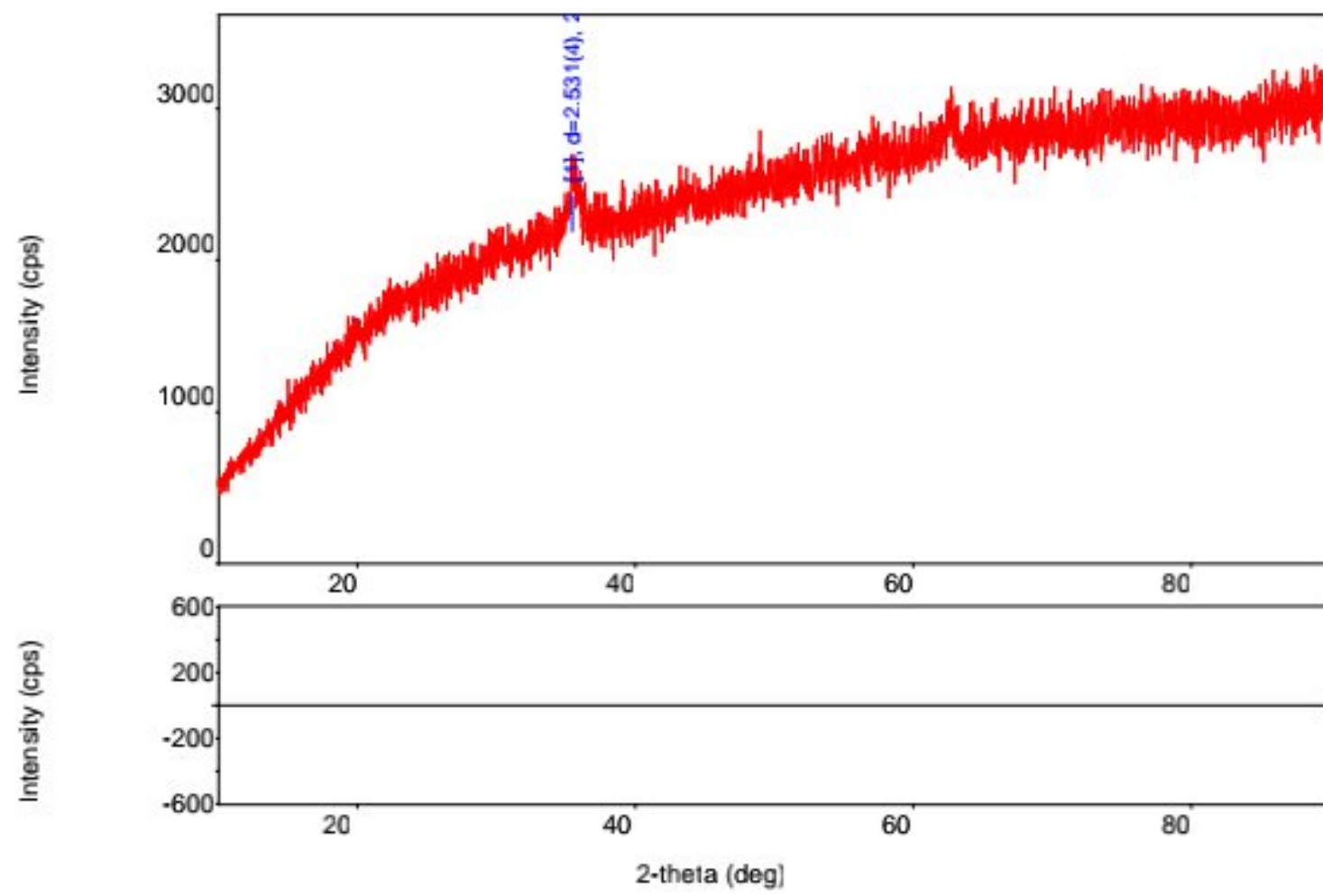
$$\begin{aligned} D &= \frac{(0,94)(0,154056 \text{ nm})}{\text{Rad } (0,72) \cos \left(\text{Rad } \frac{35,44}{2}\right)} \\ &= \frac{0,14481264 \text{ nm}}{(0,01257) (0,999941736)} \\ &= \frac{0,14481264 \text{ nm}}{0,01256926762} \\ &= 11,5211 \text{ nm} \end{aligned}$$

Analysis Results

General Information

Analysis date	2022/04/14 13:53:20	Measurement date	2022/04/13 14:09:24
Sample name	TEST SAMPLE	Operator	Misda
File name	Magnetit MPs.raw		
Comment			

Measurement profile



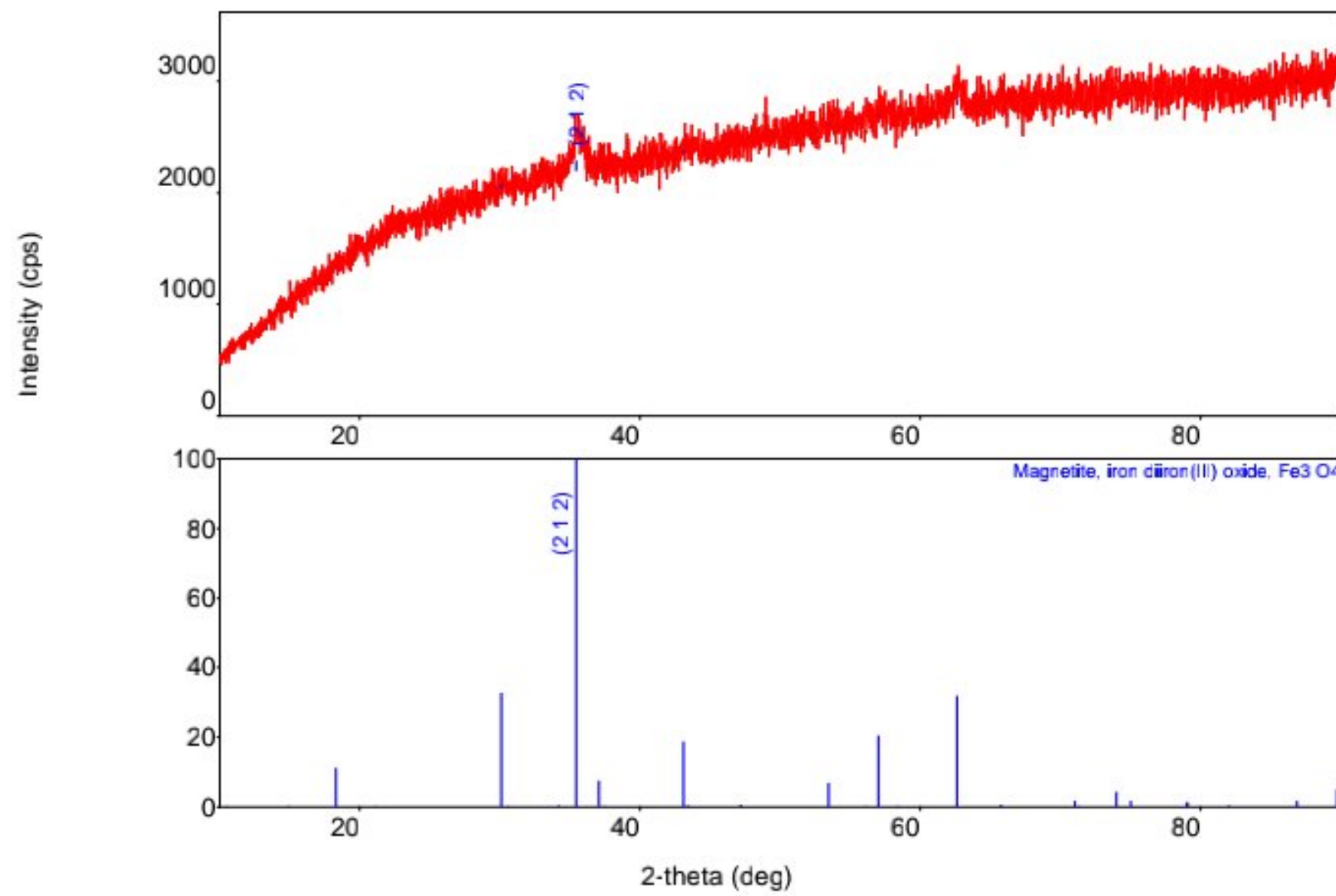
Measurement conditions

X-Ray	30 kV , 15 mA	Scan speed / Duration time	4.0000 deg./min.
Goniometer		Step width	0.0200 deg.
Attachment	-	Scan axis	2Theta/Theta
Filter	Kb filter	Scan range	10.0000 - 90.0000 deg.
CBO selection slit	-	Incident slit	1.25 deg.
Diffrected beam mono.		Length limiting slit	-
Detector	MiniFlex2 counter	Receiving slit #1	1.25 deg.
Scan mode	CONTINUOUS	Receiving slit #2	0.3mm

Qualitative analysis results

Phase name	Formula	Figure of merit	Phase reg. detail	DB card number
Magnetite, iron diiron(III) oxide	Fe ₃ O ₄	1.449	ICDD (PDF-2/Release 2011 RDB)	01-076-0958

Phase name	Formula	Space group	Phase reg. detail	DB card number
Magnetite, iron diiron(III) oxide	Fe ₃ O ₄	26 : Pmc21	ICDD (PDF-2/Release 2011 RDB)	01-076-0958



Peak list

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	35.44(6)	2.531(4)	227(28)	0.72(10)	227(94)	1.0(5)	0.30(15)

Parameters used for WPPF

Profile parameters

Common parameter	Background	Data	Magnetit MPs
		Function name	B-spline
		param0	479.39295761123566
		param1	1195.819337208711
		param2	2095.5081681103688
		param3	2319.8098463276156
		param4	2770.1691963080489
		param5	2915.988812579862
		param6	2920.0523244358719
		param7	3066.5047964387927
		node0	10
		node1	27.760000000000002
		node2	43.32
		node3	58.880000000000003
		node4	74.439999999999998
		node5	90
Common parameter	Peak shift	Function name	Shift axial displacement

		param0	0
		param1	0
		param2	0
Magnetite, iron diiron(III) oxide	Scale factor	s	1
	FWHM	U	0.0000
		V	0.0000
		W	0.5141
	Asym. factor	A0	-1.1955
		A1	0.0000
	Decay rate factor	etaL0/mL0	1.4859
		etaL1/mL1	0.0000
		etaL2/mL2	0.0000
		etaH0/mH0	0.3542
		etaH1/mH1	0.0000
		etaH2/mH2	0.0000
	Preferred	h	0
		k	0
		l	0
		March coefficient	1.000000

Structure parameters

Data set name	Phase Name	Element	x	y	z	Occupancy	Temperature factor
---------------	------------	---------	---	---	---	-----------	--------------------

Data set name	Rwp	Rp	Re	S	Chi^2	Maximum shift/e.s.d.
Magnetit MPs	0	0	0	0	0	0

Lattice constants

Angular correction

Analysis results

Data set name	a(A)	b(A)	c(A)	alpha(deg)	beta(deg)	gamma(deg)
Magnetit MPs	5.934000	5.925500	16.752001	90.000000	90.000000	90.000000

Phase name	a(A)	b(A)	c(A)	alpha(deg)	beta(deg)	gamma(deg)	V(A^3)
Magnetite,	5.934000	5.925500	16.752001	90.000	90.000000	90.00000	589.032455



Crystallinity

Data set name	Crystallinity(%)
CrystallinityGraph.emf	

Crystallite size and lattice strain

Williamson-Hall method

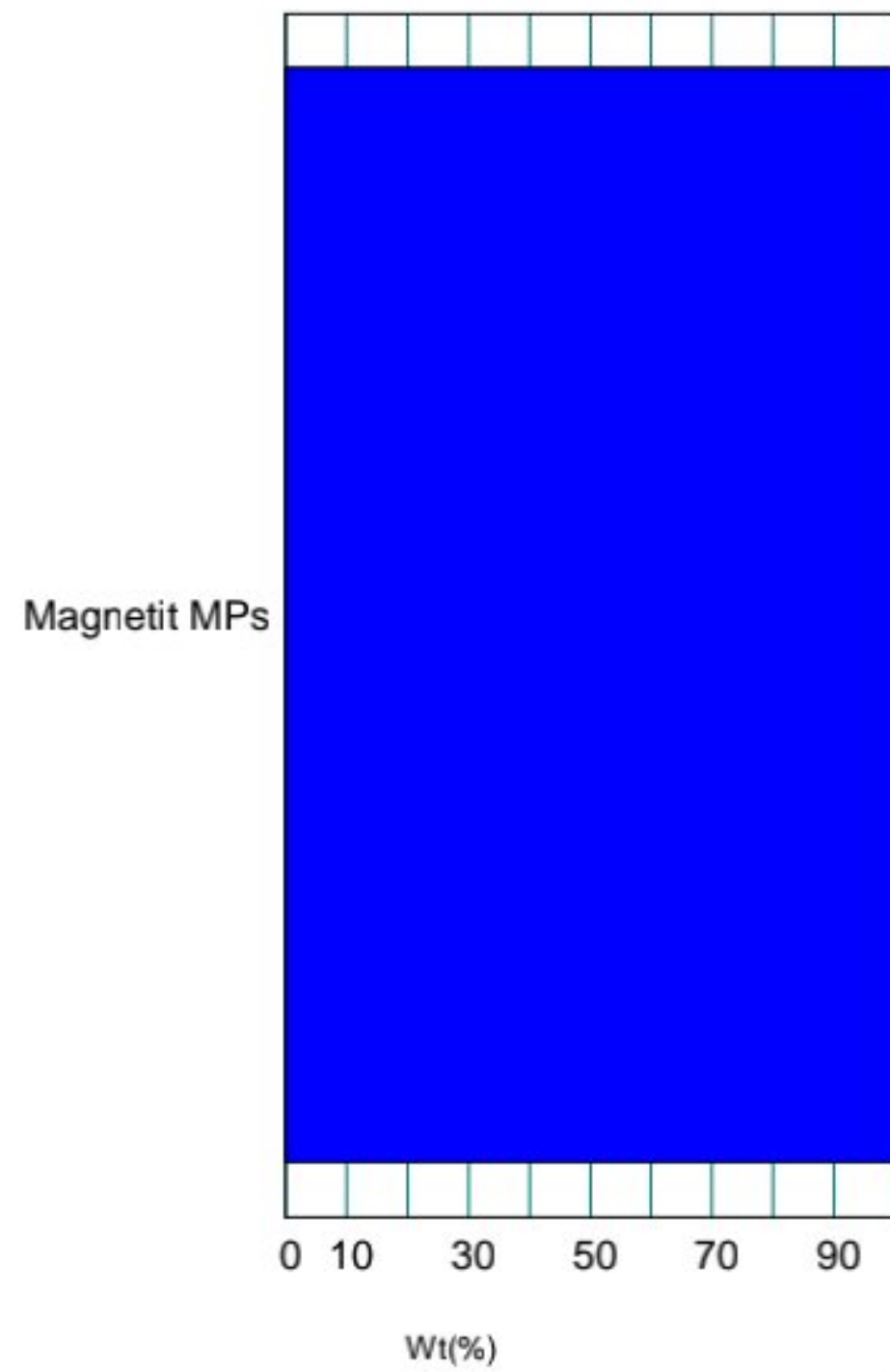
Data set name	Crystallite size(A)	Strain(%)

Phase name	Crystallite size(A)	Size distribution	Strain(%)	Distribution type
Magnetite, iron	-	-	-	-

CSSGraph.emf

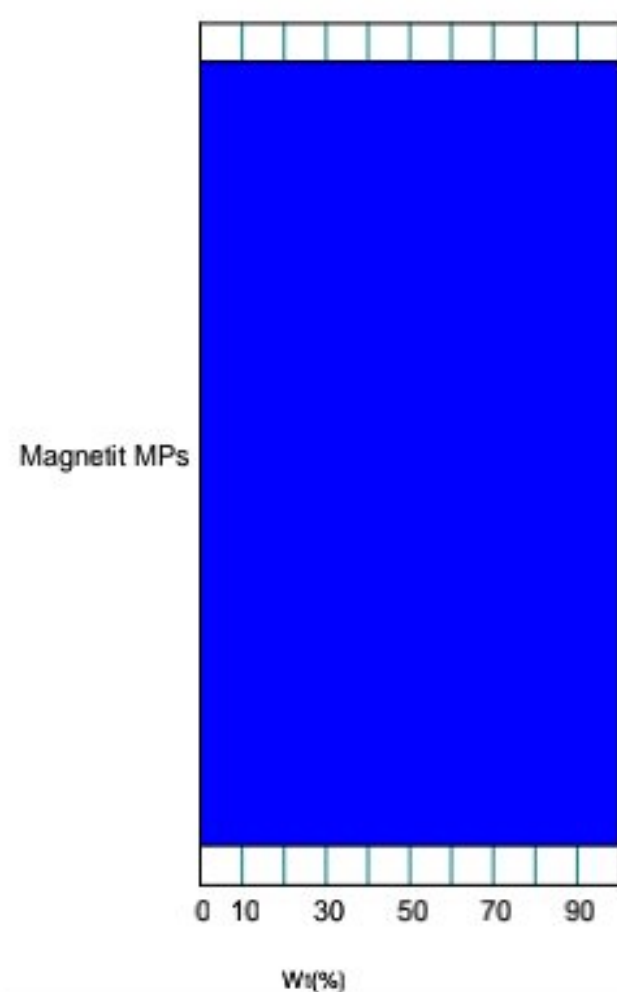
Quantitative analysis results (RIR)

Phase name	Content(%)
Magnetite, iron diiron(III) oxide	100.000000

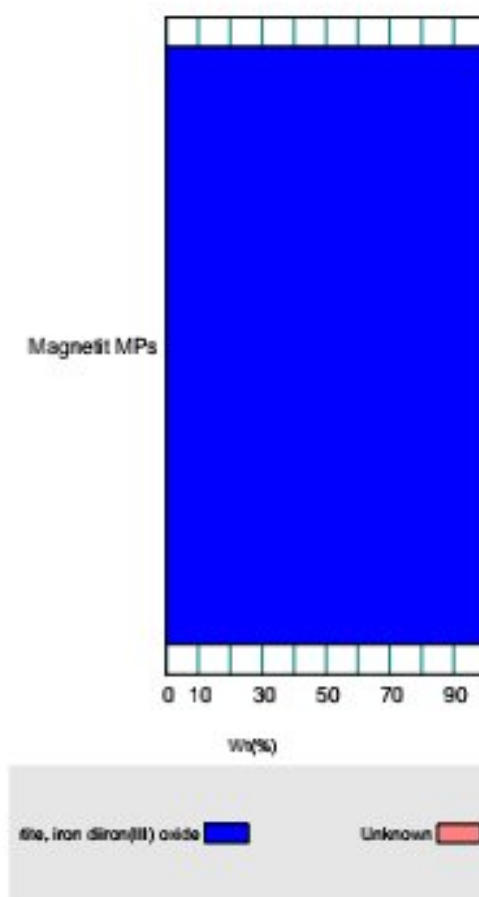


Quantitative analysis results (standard addition method)

Calibration data

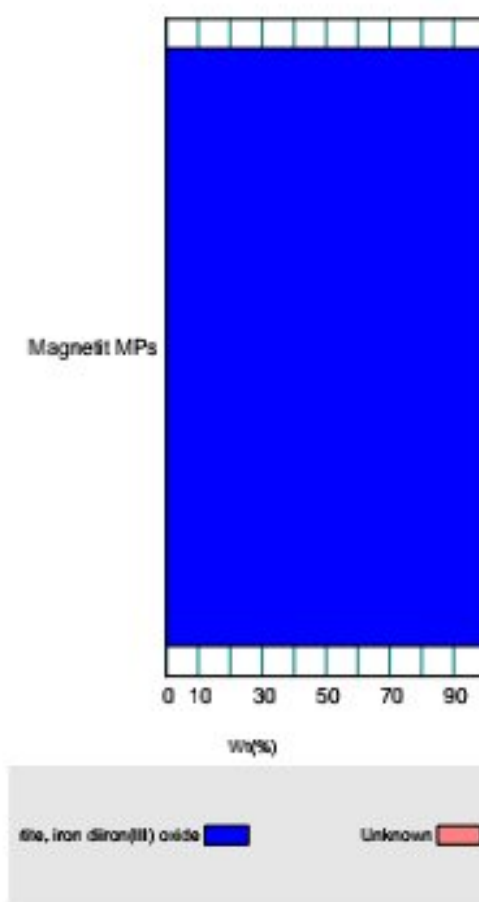


Calibration data



Quantitative analysis results (internal standard method)

Calibration Data



Lampiran 5. Penentuan Kondisi Optimum Adsorpsi Ion Logam Pb(II) oleh Adsorben Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄)

1. Penentuan pH Optimum

Kondisi Analisis : Jenis Adsorben : Nanopartikel Magnetit
Massa Adsorben : 50 mg
Volume Larutan : 25 mL
Konsentrasi Awal Pb(II) : 25 mg.L⁻¹
Waktu Kontak : 60 menit

Hasil Analisis:

pH	qe (mg.g-1)	% adsorpsi
4	0,85	4,29
5	1,68	8,44
6	5,69	28,47
7	8,89	44,82
8	8,36	42,08
9	6,34	29,14

2. Penentuan Waktu Optimum

Kondisi Analisis : Jenis Adsorben : Nanopartikel Magnetit
Massa Adsorben : 50 mg
Volume Larutan : 25 mL
Konsentrasi Awal Pb(II) : 25 mg.L⁻¹
pH : 7

Hasil Analisis:

Waktu	q _t	% adsorpsi
5	10,04	50,41
10	11,70	59,44
20	12,03	60,64
40	12,17	61,61
60	12,13	61,52
90	12,11	61,20
120	12,10	61,14

3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Kondisi Analisis : Jenis Adsorben : Nanopartikel Magnetit
Massa Adsorben : 100 mg
Volume Larutan : 25 mL
Konsentrasi Awal Pb(II) : 25 mg.L⁻¹
pH : 7
Waktu Kontak : 40 menit

Hasil Analisis:

Konsentrasi (ppm)	% adsorpsi	qe (mg/g)
10	18,73	3,70
25	38,47	7,59
50	55,57	11
75	65,66	13
100	77,64	15,52
150	75,73	14,93
250	72,74	14,49

Lampiran 6. Isoterm Adsorpsi

1. Isoterm Adsorpsi Eksperimen

Konsentrasi (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	% adsorpsi
10	2,53	3,70	3,70
25	8,35	7,59	7,59
50	17,03	11	11
75	35,74	13	13
100	57,54	15,52	15,52
150	95,78	14,93	14,93
250	176,27	14,49	14,49

2. Isoterm Adsorpsi Langmuir bentuk Linear

Konsentrasi (mg/L)	Ce (mg/L)	Ce/qe
10	2,53	0,68
25	8,35	1,10
50	17,03	1,54
75	35,74	2,75
100	57,54	3,70
150	95,78	6,41
250	176,27	12,16

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m \cdot K_L} + \frac{1}{q_m} \cdot C_e$$

Parameter	Nilai
Persamaan	$y = 0,0655x + 0,3719$
1/qmax K	0,3719
1/qmax	0,0655

Qmax	15,26
K	0,11
R ²	0,99

3. Isoterm Adsorpsi Freundlich bentuk Linear

Konsentrasi (mg/L)	Log Ce	Log qe
10	0,40	0,568
25	0,92	0,88
50	1,23	1,04
75	1,55	1,11
100	1,76	1,19
150	1,98	1,17
250	2,25	1,16

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$$

Parameter	Nilai
Persamaan	$y = 0,3267x + 0,5474$
Log K _F	0,54
K	3,52
1/n	0,32
R ²	0,85

4. Isoterm Adsorpsi Sips bentuk Linear

Konsentrasi (mg/L)	ln Ce	ln (q/qm-q)
10	0,92	-1,17
25	2,12	-0,07
50	2,83	0,84

75	3,57	1,56
100	4,05	4,35
150	4,56	2,93
250	5,17	2,45

$$\ln \frac{q_e}{q_m - q_e} = \ln K_s + \frac{1}{n} \cdot \ln C_e$$

Parameter	Nilai
Persamaan	$y = 1,1009x - 2,0984$
$\ln K_s$	-2,08
K_s	0,12
N	1,15
q_{max}	15,72
R^2	0,74

5. Isoterm Adsorpsi Langmuir bentuk Non-Linear (Program Solver)

Konsentrasi (mg/L)	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	q_eL (mg/g)	Res ²
10	2,53	3,70	3,73	0,01
25	8,35	7,59	8,06	0,22
50	17,03	11	10,84	0,02
75	35,74	13	13,13	0,01
100	57,54	15,52	14,15	1,87
150	95,78	14,93	14,92	0,01
250	176,27	14,49	15,50	1,01

$$q_e = \frac{q_m \cdot K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e}$$

Parameter	Nilai
K	0,12
Qmax	16,25
RSS	3,16

6. Isoterm Adsorpsi Freundlich bentuk Non-Linear (Program Solver)

Konsentrasi (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qeF (mg/g)	Res^2
10	2,53	3,70	6,33	6,94
25	8,35	7,59	8,34	0,58
50	17,03	11	9,84	1,35
75	35,74	13	11,67	1,75
100	57,54	15,52	13,03	6,21
150	95,78	14,93	14,66	0,07
250	176,27	14,49	16,88	5,71

$$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n}$$

Parameter	Nilai
K	5,11
N	0,23
RSS	22,62

7. Isoterm Adsorpsi Sips bentuk Non-Linear (Program Solver)

Konsentrasi (mg/L)	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	qeS (mg/g)	Res^2
10	2,53	3,70	3,27	0,18
25	8,35	7,59	8,022	0,18
50	17,03	11	11,05	0,02
75	35,74	13	13,33	0,10
100	57,54	15,52	14,24	1,64
150	95,78	14,93	14,87	0,04

250	176,27	14,49	15,29	0,64

$$Q_e = \frac{q_m \cdot K_s \cdot C_e^{1/n}}{1 + K_s \cdot C_e^n}$$

Parameter	Nilai
K	0,12
N	1,15
Qmax	15,72
RSS	4,76

Lampiran 7. Kinetika Adsorpsi

1. Kinetika Orde Satu Semu

Waktu	qt (mg/g)	qe (mg/g)	(qe-qt)	log (qe-qt)
5	10,04	12,17	2,13	0,32
10	11,70	12,17	0,47	-0,32
20	12,03	12,17	0,14	-0,84
40	12,17	12,17	0	0
60	12,13	12,17	0,04	-1,38
90	12,11	12,17	0,05	-1,24
120	12,10	12,17	0,06	-1,16

2. Kinetika Orde Dua Semu

Waktu	qt (mg/g)	t/qt
5	10,04	0,49
10	11,70	0,85
20	12,03	1,66
40	12,17	3,28
60	12,13	4,94
90	12,11	7,42
120	12,10	9,91

Lampiran 8. Penentuan Koefisien Selektivitas Adsorpsi

1. Koefisien Selektivitas Adsorpsi Ion Logam Pb(II) pada masing-masing Larutan Biner Pb(II)/Cd(II), Pb(II)/Cu(II), Pb(II)/Ni(II) dari 50 mg Adsorben Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄)

No.	Biner	Selektivitas Adsorpsi Larutan Biner		
		Koefisien Distribusi (Kd)		Koefisien selektivitas (α)
		Pb ²⁺	Cd ²⁺	
1	Pb/Cd	4,31	1,00	4,28

No.	Biner	Selektivitas Adsorpsi Larutan Biner		
		Koefisien Distribusi (Kd)		Koefisien selektivitas (α)
		Pb ²⁺	Cu ²⁺	
2	Pb/Cu	5,55	-0,10	5,66

No.	Biner	Selektivitas Adsorpsi Larutan Biner		
		Koefisien Distribusi (Kd)		Koefisien selektivitas (α)
		Pb ²⁺	Ni ²⁺	
3	Pb/Ni	3,53	0,63	5,75

2. Koefisien Selektivitas Adsorpsi Ion Logam Pb(II) pada masing-masing Larutan Kuartener Pb(II)/Cd(II)/Cu(II)/Ni(II) dari 50 mg Adsorben Nanopartikel Magnetit (Fe₃O₄)

No.	Kuartener	Selektivitas Adsorpsi Larutan Kuartener						
		Koefisien Distribusi (Kd)				Koefisien selektivitas (α)		
		Pb ²⁺	Cd ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Cd ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺
1.	Cu/Cd/Pb/Ni	1,57	2,03	0,19	0,41	1,22	1,37	3,81

Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian



Gambar 23. Larutan FeCl_3



Gambar 24. Larutan FeSO_4



Gambar 25. Larutan FeCl_3 dengan penambahan FeSO_4 dan NH_4OH



Gambar. 26 Proses penyaringan



Gambar. 27 Hasil sintesis



Gambar 28. Penentuan pH optimum



Gambar 29. Proses shaker



Gambar 30. Proses penyaringan adsorben dengan larutan



Gambar 31. Proses Analisis menggunakan AAS