

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Basheer, A. A., Mbianda, X. Y., Burakov, A., Galunin, E., Burakova, I., Mkrtyan, E., Tkachev, A., & Grachev, V. (2019). Graphene based adsorbents for remediation of noxious pollutants from wastewater. *Environment International*, 127(January), 160–180. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.029>
- Ang, P. K., Chen, W., Wee, A. T. S., & Kian, P. L. (2008). Solution-gated epitaxial graphene as pH sensor. *Journal of the American Chemical Society*, 130(44), 14392–14393. <https://doi.org/10.1021/ja805090z>
- Ayu. (2016). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Kitin Dari Limbah Kulit Udang Putih. *Sripsi*.
- Aziz, N. S. A., Azmi, M. K. N., & Hashim, A. M. (2017). One-pot green synthesis of highly reduced graphene oxide decorated with silver nanoparticles. *Sains Malaysiana*, 46(7), 1083–1088. <https://doi.org/10.17576/jsm-2017-4607-10>
- Chang, C. F., DucTruong, Q., & Chen, J. R. (2013). Erratum: Graphene sheets synthesized by ionic-liquid-assisted electrolysis for application in water purification (Applied Surface Science (2013) 264 (329-334)). *Applied Surface Science*, 286, 429. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.10.040>
- Edward Tandy, Ismail Fahmi Hasibuan, & Hamidah Harahap. (2012). Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 34–38. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1416>
- Fikri, A. A., & Dwandaru, W. S. B. (2016). Pengaruh Variasi Konsentrasi Surfaktan Dan Waktu Ultrasonikasi Terhadap Sintesis Material Graphene Dengan Metode Liquid Sonification Exfoliation Menggunakan Tweeter Ultrasonication Graphite Oxide Generator. *Jurnal Fisika Volume*, 5(3), 188–197.
- Gadipelli, S., & Guo, Z. X. (2015). Graphene-based materials: Synthesis and gas sorption, storage and separation. *Progress in Materials Science*, 69(October), 1–60. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2014.10.004>
- Gao, X. (2013). *Synthesis , Characterization , Chemical Reduction and Biological Application of Graphene Oxide*.
- Hidayat, A., Setiadi, S., & Hadisantoso, E. P. (2019). Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (Cocos nucifera). *Al-Kimiya*, 5(2), 68–73. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3810>
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., & Sholehah, A. (2020). Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i1.7519>

- H. Wang, X. Yuan, Y. Wu, H. Huang, G. Zeng, Y. Liu, X. Wang, N. Lin, Y. Qi, *Applied Surface Science* 279 (2013) 432.
- Ilhami, M. R., Ilhami, M. R., & Susanti, D. (2014). Pengaruh Massa Zn Dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur Dan Sifat Elektrik Material Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), F185–F190. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/6610>
- Jihong, W., Ying, D., Yan, W., Qing, L., Hongyan, W., & Qing, W. (2018). Adsorption of graphene on an Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> surface: A molecular dynamics simulation study. *Journal of Adhesion*, 94(3), 238–253. <https://doi.org/10.1080/00218464.2016.1260453>
- Junaidi, M., & Susanti, D. (2014). Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonikasi dan Waktu Tahan Hydrothermal terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Material Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), F13–F18. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5396>
- Kong, Q., Preis, S., Li, L., Luo, P., Wei, C., Li, Z., Hu, Y., & Wei, C. (2019). Relations between metal ion characteristics and adsorption performance of graphene oxide: A comprehensive experimental and theoretical study. *Separation and Purification Technology*, 115956. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115956>
- Li, J., Zeng, X., Ren, T., & van der Heide, E. (2014). The preparation of graphene oxide and its derivatives and their application in bio-tribological systems. *Lubricants*, 2(3), 137–161. <https://doi.org/10.3390/lubricants2030137>
- Mohan, S., Kumar, V., Singh, D. K., & Hasan, S. H. (2017). Effective removal of Lead ions using Graphene oxide-MgO nanohybrid from aqueous solution: Isotherm, Kinetic and Thermodynamic modeling of adsorption. In *Biochemical Pharmacology*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.03.031>
- Mustanti, L. F. (2018). Universitas Sumatera Utara Skripsi. *Analisis Kesadahan Total Dan Alkalinitas Pada Air Bersih Sumur Bor Dengan Metode Titrimetri Di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara*, 44–48.
- Nanocomposites, I. R. (2014). *Discover more interesting articles and news on the subject! Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema!*
- Neolaka, Y. A. B., Lawa, Y., Naat, J. N., Riwu, A. A. P., Iqbal, M., Darmokoesoemo, H., & Kusuma, H. S. (2020). The adsorption of Cr(VI) from water samples using graphene oxide-magnetic (GO-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) synthesized from natural cellulose-based graphite (kusambi wood or *Schleichera oleosa*): Study of kinetics, isotherms and thermodynamics. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 6544–6556. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.040>
- Nurfauziah, R., Fadillah, Z. R., & Setyaningrum, S. (2021). *Adsorpsi Logam Cu dengan Graphene Oksida*. 6(2), 96–100. <https://doi.org/10.37033/fjc.v6i2.326>

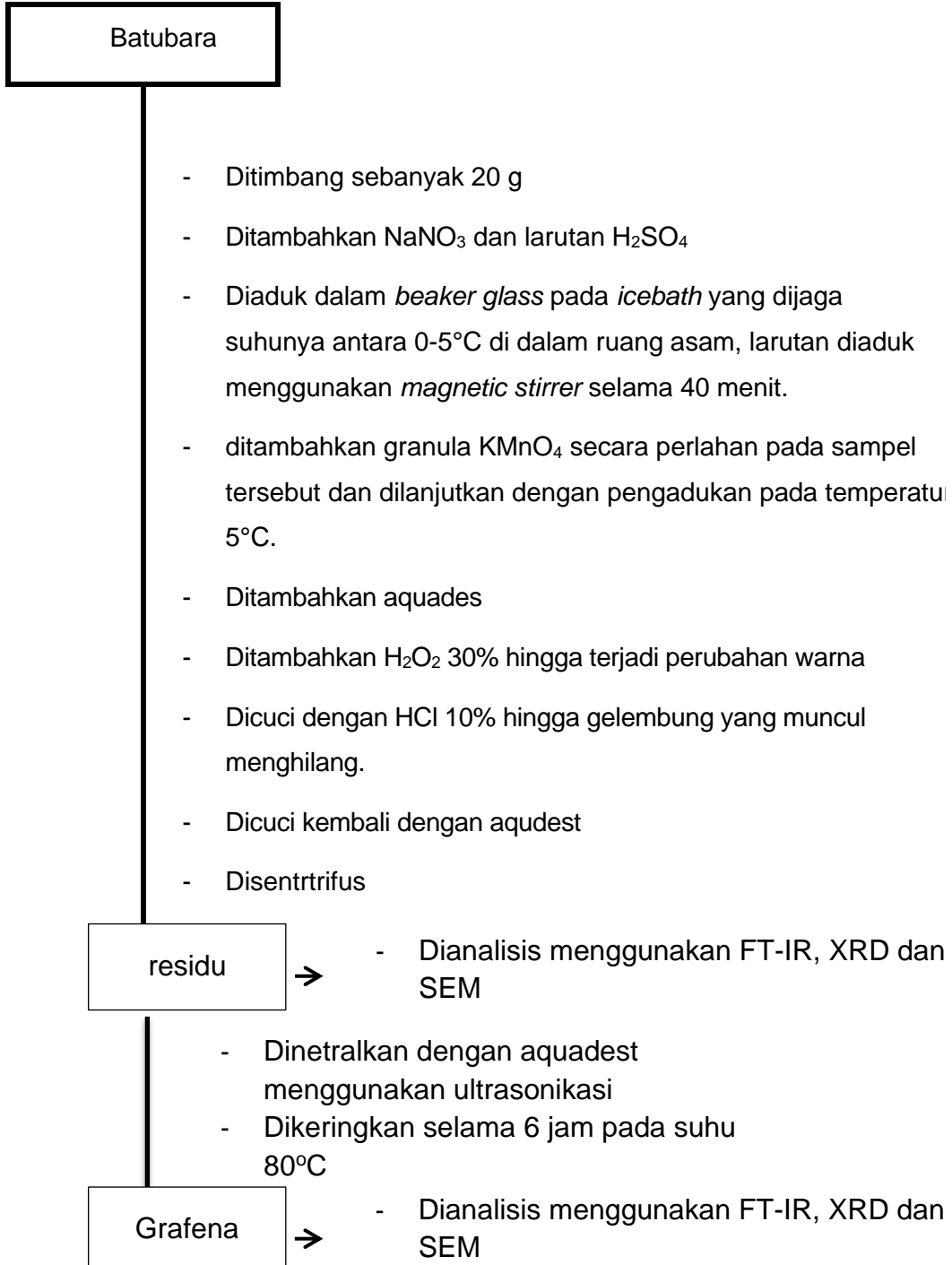
- Peng, H., & Travas-Sejdic, J. (2009). Simple aqueous solution route to luminescent carbogenic dots from carbohydrates. *Chemistry of Materials*, 21(23), 5563–5565. <https://doi.org/10.1021/cm901593y>
- Peres, N. M. R. (2010). Colloquium: The transport properties of graphene: An introduction. *Reviews of Modern Physics*, 82(3), 2673–2700. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.82.2673>
- Powell, C., & Beall, G. W. (2015). Graphene oxide and graphene from low grade coal: Synthesis, characterization and applications. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 20(5–6), 362–366. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2015.11.003>
- Pratiwi, P. D. (2016). Preparasi Nanomaterial Karbon menggunakan Metode Liquid Mechanical Exfoliation Dibantu oleh Linear Alkylbenzene Sulfonate dengan Variasi Waktu Pencampuran. In *Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Yogyakarta*.
- Purwandari, V., Gea, S., Wirjosentono, B., Haryono, A., Rahayu, S., & Hutapea, Y. A. (2020). The exfoliation process of sawahlunto coal into graphene through the modified hummer method. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13(1), 593–600. <https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1315473>
- Purwandari, Vivi, Gea, S., & Wijosentono, B. (2019). Analisa XRD Terhadap Perubahan Struktur Dan Kristalinitas Karbonisasi Batubara Sawahlunto – Sijunjung Sumatera Barat. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 2(1), 88–91. <https://doi.org/10.32734/st.v2i1.321>
- Putri, N. P., Kusumawati, D. H., Agustina, L., & Munasir. (2019). Effect of calcination temperature on characteristics of reduced Graphene Oxide (rGO) made from old coconut shell. *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1171/1/012042>
- Rajesh, V., & Rajesh, N. (2018). SC. *Biochemical Pharmacology*. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.07.042>
- Safitri, D. A., Susanti, D., & Nurdiansah, H. (2017). Analisis Pengaruh Doping Nitrogen Terhadap Sifat Kapasitif Superkapasitor Berbahan Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i1.21409>
- Sembodo, B. (2005). Isoterm Kesetimbangan Adsorpsi Timbal Pada Abu Sekam Padi. *Ekuilibrum*, 4(2), 100–105.
- Shofa. (2016). Pembuatan karbon aktif berbahan baku ampas tebu dengan aktivasi kalium hidroksida = Preparation of activated carbon from sugarcane bagasse by potassium hydroxide activation. 1135.
- Sugiarti, S., & Darmawan, N. (2015). Synthesis of fluorescence carbon nanoparticles from ascorbic acid. *Indonesian Journal of Chemistry*, 15(2), 141–145. <https://doi.org/10.22146/ijc.21207>
- Supraptiah, E., Ningsih, A. S., & Hilwatulisan, H. (2019). Kinetika Adsorpsi Mn dengan Memanfaatkan Bottom Ash Batubara pada Larutan Artifisial

KMnO<sub>4</sub>. *Prosiding SENIATI*, 5(1), 220–227.

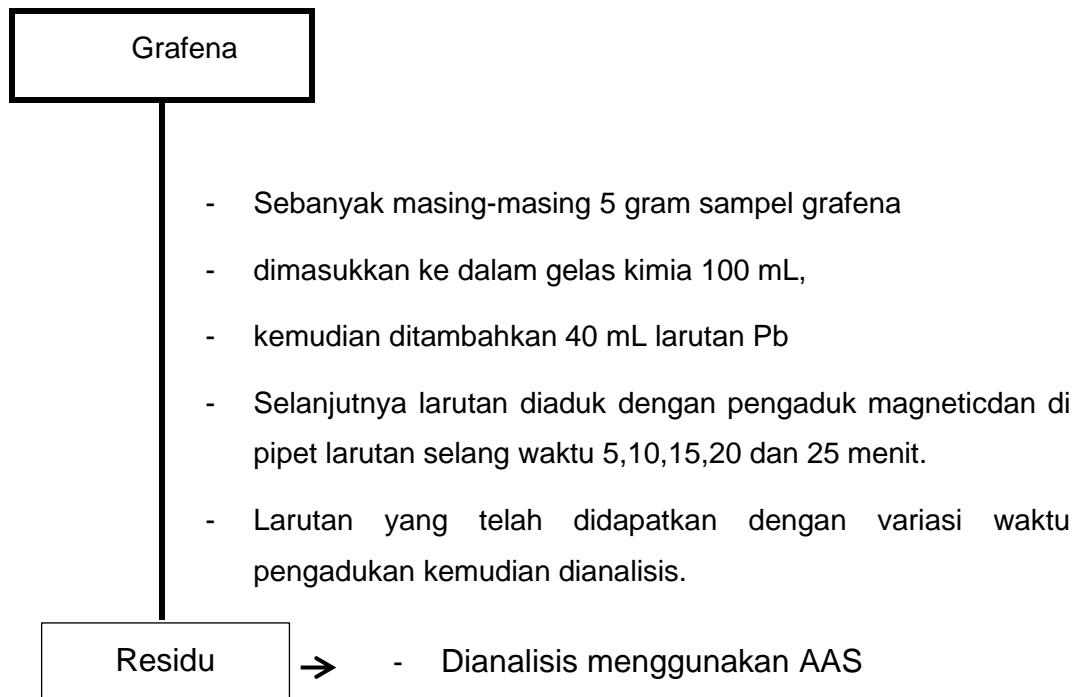
- Suwandana, R., Suwandana, R. F., & Susanti, D. (2015). Analisis Pengaruh Massa Reduktor Zinc Terhadap Sifat Kapasitif Superkapasitor Material Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 95–100.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., Hidayat, S., & -, F. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar (Halaman 26 s.d. 29). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56), 26–29. <https://doi.org/10.22146/jfi.24354>
- Takai, K., Tsujimura, S., Kang, F., & Inagaki, M. (2020). Preparation of graphene. *Graphene*, 39–171. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819576-5.00002-5>
- Taufantri, Y., Irdhawati, I., & Asih, I. A. R. A. (2016). Sintesis dan Karakterisasi Grafena dengan Metode Reduksi Grafit Oksida Menggunakan Pereduksi Zn. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 17–23. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.2233>
- Terrones, M., Botello-Méndez, A. R., Campos-Delgado, J., López-Urías, F., Vega-Cantú, Y. I., Rodríguez-Macías, F. J., Elías, A. L., Muñoz-Sandoval, E., Cano-Márquez, A. G., Charlier, J. C., & Terrones, H. (2010). Graphene and graphite nanoribbons: Morphology, properties, synthesis, defects and applications. *Nano Today*, 5(4), 351–372. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2010.06.010>
- Thebora, M. E., Kurnia Nastira Ningsih, & Muhammad Irhash Shalihin. (2020). SINTESIS GRAFENA DARI LIMBAH PELEPAH SAWIT (*Elaeis Sp.*) DENGAN METODE REDUKSI GRAFIT OKSIDA MENGGUNAKAN PEREDUKSI Zn. *Jurnal Khazanah Intelektual*, 3(2), 462–476. <https://doi.org/10.37250/newkiki.v3i2.48>
- Wang, S., Yi, M., & Shen, Z. (2016). The effect of surfactants and their concentration on the liquid exfoliation of graphene. *RSC Advances*, 6(61), 56705–56710. <https://doi.org/10.1039/c6ra10933k>
- Wang, X., Zhi, L., & Mu, K. (2008). 透明電極1.Pdf. *Nano Letters*, 8, NO. 1, 323–327.
- Zhao, X., Zhang, L., Murali, S., Stoller, M. D., Zhang, Q., Zhu, Y., & Ruoff, R. S. (2012). Incorporation of manganese dioxide within ultraporous activated graphene for high-performance electrochemical capacitors. *ACS Nano*, 6(6), 5404–5412. <https://doi.org/10.1021/nn3012916>
- Zhou, Q., Zhao, Z., Zhang, Y., Meng, B., Zhou, A., & Qiu, J. (2012). Graphene sheets from graphitized anthracite coal: Preparation, decoration, and application. *Energy and Fuels*, 26(8), 5186–5192. <https://doi.org/10.1021/ef300919d>

## Lampiran

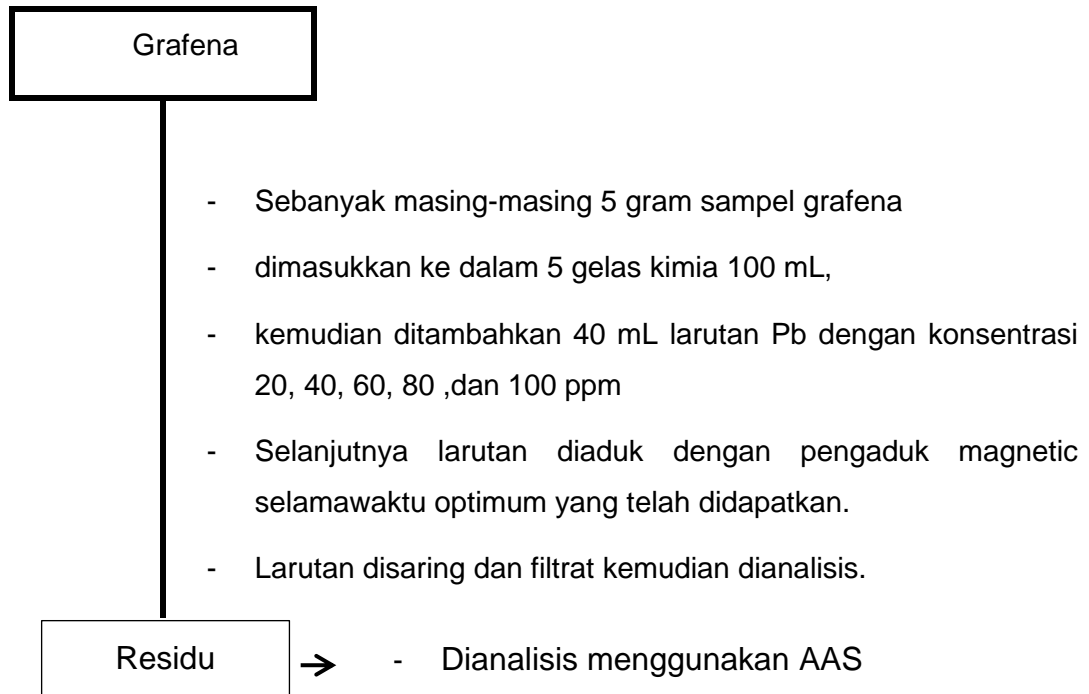
### Lampiran 1. Sintesis Grafena



**Lampiran 2. Pengujian Grafena sebagai adsorben pada logam Pb dengan variasi waktu kontak**



Lampiran 3. Pengujian Grafena sebagai adsorben pada logam Pb dengan variasi Konsntrasi Logam dengan waktu kontak optimum



#### Lampiran 4. Pembuatan Larutan Baku Kerja 1000 ppm

Diketahui :

$$\text{Ar Pb} = 207,19 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Mr Pb(NO}_3)_2 = 331,19 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Volume} = 1 \text{ Liter}$$

Ditanyakan : massa (g)  $\text{Pb(NO}_3)_2 = \dots?$

Penyelesaian :

$$\text{ppm} = \frac{\text{Ar}}{\text{Mr}} \times \frac{\text{mg}}{\text{V}}$$

$$1000 = \frac{207,19 \text{ gr/mol}}{331,19 \text{ gr/mol}} \times \frac{\text{mg}}{1 \text{ L}}$$

$$\text{mg} = \frac{1000 \times 331,19 \times 1}{207,19}$$

$$= 1598,4 \text{ mg}$$

$$= 1,5984 \text{ gram}$$

Pembuatan Larutan Uji Sampel Ion  $\text{Pb}^{2+}$  40 ppm dalam 100 mL

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

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 40 \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$



Maka 4 mL  $Pb^{2+}$  pada larutan baku kerja dilarutkan dalam 100 mL aquades.

#### Lampiran 5. Pembuatan Larutan Standar

Diketahui :

Volumme setelah pengenceran ( $V_2$ ) = 500 mL

Konsentrasi sebelum pengenceran ( $M_2$ ) = 100 ppm

Konsentrasi sebelum pengenceran ( $M_1$ ) = 1000 ppm

Ditanyakan : volume yang akan diencerkan ( $V_1$ ).....?

Penyelesaian :

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

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 500 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

#### Untuk 1 ppm

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 1 \text{ ppm}$$

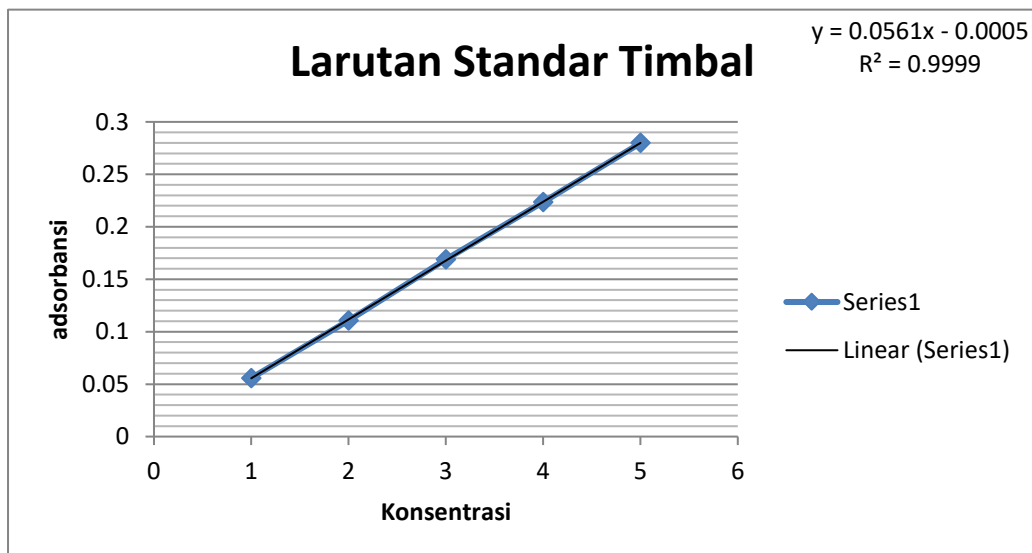
$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Sedangkan untuk konsentrasi 2, 3, 4, 5 ppm didapat dengan perhitungan yang sama



Lampiran 6. Kurva Larutan Standar

NO	KONSENTRASI	ABSORBANSI
1	1	0,0558
2	2	0,1107
3	3	0,1689
4	4	0,2236
5	5	0,2798



Lampiran 7. Perhitungan efektivitas grafena oksida dalam larutan dengan variasi waktu kontak dan variasi konsentrasi serta presentasi penyisihan logam

1. Perhitungan efektivitas grafena yang teradsorpsi pada variasi waktu kontak

No	waktu	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)	Efektivitas adsorpsi (mg/g)
1	5	3,4314	36,5686	1,8284
2	10	2,9501	37,0499	1,8524
3	15	2,7647	37,2353	1,8617
4	20	2,5811	37,4189	1,8709
5	25	2,6524	37,3476	1,86738

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0561X - 0,0005$$

untuk mengetahui nilai konsentrasi logam  $Pb^{2+}$  pada waktu kontak 5 menit

$$\begin{aligned} y &= 0,0561X - 0,0005 \\ 0,0561X &= 0,1920 + 0,0005 \\ x &= 0,1925 \\ &= 3,4314 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan dengan variasi waktu 10, 15, 20, 25 menit didapat dengan perhitungan yang sama

2. Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Grafena dari variasi waktu pengadukan

$$W = \frac{C_0 - C_t}{W_a} \times V$$

$$W = \text{Efektivitas adsorpsi (mg/L)}$$

$$C_0 = \text{Konsentrasi awal (mg/L)}$$

$C_t$  = Konsentrasi sisa (mg/L)

$W_a$  = Massa adsorben (g)

$V$  = Volume (L)

Diketahui :

$C_0$  = 40 mg/L

$C_t$  = 3,4314 mg/L

$W$  = 2 g

$V$  = 0,1 L

Ditanyakan : Eektivitas Adsorpsi Grafena ( $W_a$ ).....?

Penyelesaian :

$$W_a \frac{40 - 3,4314}{2} \times 0,1 = 1,8284$$

Untuk Eektivitas Adsorpsi Grafena dari variasi waktu pengadukan 10, 15, 20, 25 menit didapat dengan perhitungan yang sama.

3. Perhitungan Jumlah logam  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi pada variasi Konsentrasi larutan sampel logam  $Pb^{2+}$

No	waktu	Konsentrasi (mg/L)	Konsentrasi teradsorpsi (mg/g)	Efektivitas adsorpsi (mg/g)
1	20	1,4920	18,508	0,9254
2	40	2,1070	37,893	1,8946
3	60	2,9804	57,0196	2,8509
4	80	3,4938	76,5062	3,8253
5	100	4,0553	95,9447	4,7972

$$y = ax + b$$

$$y = 0,0561X - 0,0005$$

Perhitungan Jumlah Ion  $Pb^{2+}$  dalam Grafena dengan variasi Konsentrasi larutan sampel  $Pb^{2+}$  20 ppm

$$1. y = 0,0561X - 0,0005$$

$$0,0561X = 0,0832 + 0,0005$$

$$x = 0,0837$$

$$= 1,4920 \text{ mg/L}$$

Untuk perhitungan dengan variasi Konsentrasi larutan sampel  $Pb^{2+}$  40, 60, 80, 100 ppm didapat dengan perhitungan yang sama

## 4. Perhitungan efektivitas adsorpsi dari variasi konsentrasi

$$W = \frac{C_0 - C_t}{W_a} \times V$$

W = Efektivitas adsorpsi (mg/L)

C<sub>0</sub> = Konsentrasi awal (mg/L)

C<sub>t</sub> = Konsentrasi sisa (mg/L)

W<sub>a</sub> = Massa adsorben (g)

V = Volume (L)

Diketahui :

Konsentrasi larutan 20 ppm

C<sub>0</sub> = 20 mg/L

C<sub>t</sub> = 1,4920 mg/L

W = 2 g

V = 0,1 mL





Ditanyakan : efektivitas adsorpsi.....?

Penyelesaian :

$$W_a = \frac{20 - 1,4920}{2} \times 0,1 = 0,9254$$

Untuk Efektivitas Adsorpsi Grafena dari variasi konsentrasi 40, 60, 80, 100 ppm didapat dengan perhitungan yang sama

## Lampiran 4: Dokumentasi

perlakuan	gambar
Batubara + $\text{NaNO}_3$ + $\text{H}_2\text{SO}_4$	
+ $\text{KMnO}_4$	
+ $\text{H}_2\text{O}_2$ 30%	
+ $\text{HCl}$ 10%	



<p>Hasil centrifuse</p>	
<p>+ H<sub>2</sub>O dan di Ultrasonik</p>	
<p>Hasil 6 jam pada suhu 80°</p>	
<p>Waktu pengontakan Grafena dengan logam timbal dengan Variasi waktu dan konsentrasi</p>	