

Studi Benefisiasi Grafit Asal Kalimantan Barat Menggunakan Metode Flotasi

Christin Palit^{1}, Mira Meirawaty², Himmes Fitra Yuda² dan Riskaviana Kurniawati¹*

1. Prodi Teknik Pertambangan, FTKE, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

2. Prodi Teknik Geologi, FTKE, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

**christinpalit@trisakti.ac.id*

SARI

Grafit telah menjadi perhatian utama karena struktur dan sifat konduktivitasnya yang sangat baik, menjadikannya bahan penting dalam aplikasi penyimpanan energi seperti superkapasitor dan baterai. Namun, industrialisasi terkait grafit belum sepenuhnya terbentuk. Dalam rangka mempercepat proses industrialisasi ini, diperlukan optimalisasi terhadap pengolahan grafit untuk meningkatkan nilai tambah dari mineral berharga grafit tersebut. Salah satu proses konsentrasi yang dapat dilakukan terhadap grafit yaitu dengan metode flotasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas grafit melalui proses flotasi guna mendapatkan karbon grafit yang lebih tinggi. Sampel yang digunakan pada studi ini adalah grafit yang berasal dari Kalimantan Barat. Beberapa pengujian karakterisasi dilakukan, yaitu mulai dari analisis petrografi dengan mikroskop optik, analisis mineralogi dengan XRD dan analisis kadar karbon pada grafit dengan uji *Carbon Analyzer* LECO. Penelitian ini menguji beberapa variabel flotasi, yaitu fraksi ukuran (-80 mesh dan +80 mesh) dan pH (8, 9, dan 10), untuk menemukan kondisi optimal yang menghasilkan perolehan berat (*yield*) tertinggi. Variabel flotasi yang menghasilkan *yield* tertinggi didapatkan pada fraksi ukuran -80 mesh dengan pH 10, yaitu sebesar 33,3%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk flotasi grafit dalam peningkatan kadar karbon dapat dicapai dengan pengaturan fraksi ukuran yang lebih halus dan pH yang lebih tinggi (basa). Hasil penelitian diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi flotasi dalam pemanfaatan grafit sebagai material penting dalam aplikasi penyimpanan energi.

Kata kunci: grafit, flotasi, fraksi ukuran, pH, penyimpanan energi

How to Cite: Palit, C., Meirawaty, M., Yuda, H.M., dan Kurniawati, R. 2025. Studi Benefisiasi Grafit Asal Kalimantan Barat Menggunakan Metode Flotasi. Jurnal Geomine, 13 (1): 309-315.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

+6281241908133

Article History:

Submit February 10, 2025

Received in from March 13, 2025

Accepted April 3, 2025

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





ABSTRACT

Graphite has taken center stage due to its excellent structure and conductivity properties, making it an important material in energy storage applications such as supercapacitors and batteries. However, graphite-related industrialization has not yet been fully established. In order to accelerate this industrialization process, optimization of graphite processing is required to increase the added value of the valuable mineral graphite. One of the concentration processes that can be carried out on graphite is the flotation method. This study aims to improve the quality of graphite through the flotation process in order to obtain higher graphite carbon. The sample used in this study is graphite from West Kalimantan. Several characterization tests were carried out, starting from petrographic analysis with an optical microscope, mineralogical analysis with XRD and analysis of carbon content in graphite with the LECO Carbon Analyzer test. This study tested several flotation variables, namely size fraction (-80 mesh and +80 mesh) and pH (8, 9, and 10), to find the optimal conditions that produce the highest yield. The flotation variable that produced the highest yield was obtained at a size fraction of -80 mesh with a pH of 10, which amounted to 33.3%. The results of this study indicate that optimal conditions for graphite flotation in increasing carbon content can be achieved by setting a finer size fraction and a higher pH (alkaline). The results are expected to contribute to the development of flotation technology in the utilization of graphite as an important material in energy storage applications.

Keywords: *graphite, flotation, size fraction, pH, energy storage*

PENDAHULUAN

Grafit merupakan bentuk mineral dari karbon murni, yang merupakan salah satu mineral yang memiliki banyak kegunaan dalam industri karena sifat fisik dan karakteristiknya yang bervariasi (Wakamatsu & Numata, 1991). Grafit dengan lapisan struktur atom tertentu harus tahan terhadap suhu tinggi, korosi, dan guncangan termal sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri (Wang dkk., 2021). Aplikasi grafit sangat banyak sekali diantaranya untuk elektroda karbon, pensil, cawan lebur, refraktori, permukaan pengecoran, pelumas, kampas rem, pelapis konduktif, bantalan, dan baterai, nuklir, *wind and solar power, fuel cells*, semi konduktor dan graphene (Yarangga, 2017). Seperti yang telah disebutkan, salah satu pemanfaatan grafit yaitu dalam hal aplikasi penyimpanan energi (*energy storage system*) yang digunakan dalam energi baru terbarukan misalnya sebagai superkapasitor dan baterai yang berkinerja tinggi (Florena dkk., 2016). Namun, industrialisasi terkait grafit ini belum sepenuhnya berkembang. Dalam rangka mempercepat proses industrialisasi ini, diperlukan optimalisasi terhadap pengolahan grafit untuk meningkatkan nilai tambah dari mineral berharga grafit tersebut. Proses benefisiasi untuk mendapatkan grafit berkualitas tinggi salah satunya yaitu dengan metode flotasi (Chehreh dkk., 2016; H. Wang dkk., 2016, 2018). Metode ini memanfaatkan sifat hidrofobisitas alami grafit yang memungkinkan pemisahan dari mineral pengotornya (Acharya dkk., 1996; Chen dkk., 2023; Dey & Pathak, 2005; Kaya & Canbazoglu, 2007; Vasumathi dkk., 2015).

Ada beberapa variasi atau variabel flotasi yang menentukan keberhasilan dari keseluruhan proses flotasi. Salah satunya yaitu skema reagen yang digunakan. Dalam flotasi, bijih grafit akan diolah dengan menggunakan minyak hidrokarbon sebagai kolektor dalam meningkatkan hidrofobisitas dari grafit (Patil dkk., 2000). Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan kerosene sebagai reagen kolektor untuk meningkatkan hidrofobisitas grafit. Selain kolektor pada penelitian ini juga menggunakan minyak pinus sebagai *frother*. Sodium karbonat ditambahkan untuk mendapatkan kondisi pH yang sesuai dan natrium silikat ditambahkan sebagai depresan untuk menekan mineral pengotor yang ada dalam bijih grafit. Selain reagen pada penelitian ini juga akan menginvestigasi pengaruh fraksi ukuran dan pH yang digunakan

dalam proses flotasi. Pengaturan pH dalam proses flotasi grafit memainkan peranan penting dalam meningkatkan selektivitas dan efisiensi pemisahan grafit dari mineral pengotor lainnya (Celep, 2021). pH yang lebih asam cenderung meningkatkan kemampuan mineral pengotor untuk terbuang lebih cepat dalam flotasi, sementara pH basa meningkatkan selektivitas terhadap grafit (Liu & Zhang, 2021). Sejumlah penelitian lebih lanjut mengungkapkan pentingnya pemilihan ukuran partikel bijih untuk mencapai hasil flotasi yang optimal. Ukuran partikel yang lebih kecil cenderung meningkatkan laju flotasi karena memperluas permukaan kontak antara mineral dan reagen. Oleh karena itu, maka dipilihlah dua parameter flotasi yaitu variasi pH dan fraksi ukuran untuk diinvestigasi lebih lanjut dalam penelitian ini.

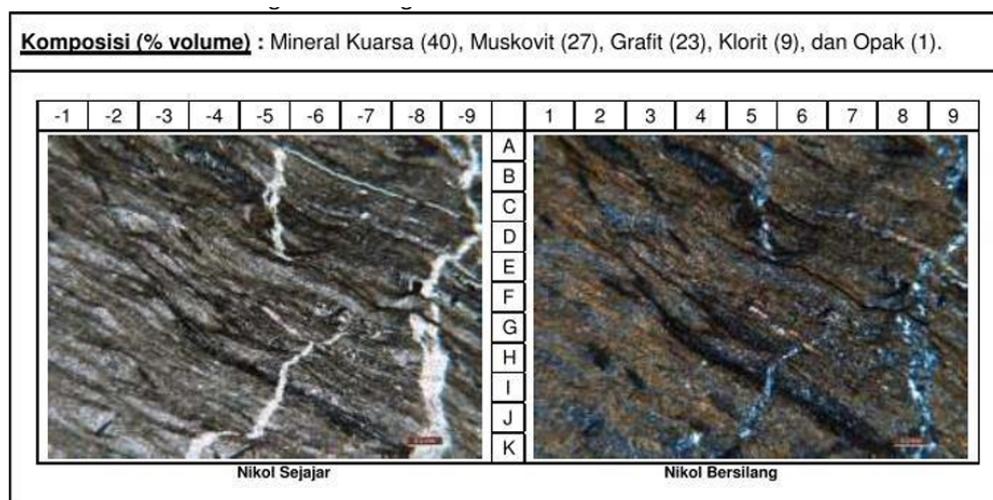
METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan bijih grafit yang berasal dari Sanggau, Kalimantan Barat, Indonesia. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan utama. Tahapan pertama yaitu proses karakterisasi grafit. Sampel grafit di reduksi ukurannya terlebih dahulu menggunakan *jaw crusher* dan *hammer mill*. Sampel yang telah di reduksi ukurannya tersebut kemudian dilakukan pengayakan dan *sampling* sehingga terbagi menjadi dua bagian, yaitu sampel umpan yang berukuran -200 mesh dan sampel untuk proses flotasi yang menggunakan fraksi ukuran 80 mesh. Sampel umpan yang telah direduksi ukurannya tersebut kemudian akan dilakukan karakterisasi melalui pengujian petrografi-mineragrafi dengan mikroskop optik, uji mineralogi dengan *X-ray Diffraction* (XRD) dan uji kadar karbon dengan menggunakan *Carbon Analyzer* LECO. Pada tahap yang kedua yaitu proses flotasi. Flotasi dilakukan dengan menggunakan mesin flotasi *batch* yang berkapasitas 2,5L. Kerosene digunakan sebagai kolektor pada penelitian ini. Eksperimen flotasi dilakukan pada berbagai rentang pH yaitu 8, 9 dan 10 dan fraksi ukuran tertahan 80 mesh dan lolos 80 mesh.

HASIL PENELITIAN

a. Analisis Petrografi-Mineragrafi Sampel Umpan

Analisis petrografi-mineragrafi dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik terhadap sampel umpan grafit. Gambar 1 menyajikan hasil petrografi grafit umpan yang diteliti.



Gambar 1. Hasil petrografi sampel grafit yang diteliti

Gambar 1 menunjukkan hasil petrografi sampel grafit yang digunakan. Hasil dari fotomikrograf diketahui bahwa sampel berstruktur filitik, menunjukkan relik bedding, disusun oleh mineral kuarsa (H,8), muskovit (G,5), klorit (B,-1), Grafit (J,7), dan opak (F,8).

b. Analisis Mineralogi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD)

Tabel 1. Hasil XRD sampel grafit yang diteliti

Phase name	Formula	Weight Ratio (%)
Quartz	Si O ₂	58
Calcite	Ca (C O ₃)	11.1
Muscovite 2M1 - from Monte Botte Donato, Calabria, Italy	(K _{0.82} Na _{0.18}) (Fe _{0.03} Al _{1.97}) (Al Si ₃) O ₁₀ (O H) ₂	14.4
Graphite	C	0.23
Amesite - from Mount Sobotka, Poland	(Mg _{4.15} Al _{1.85}) (Si _{2.15} Al _{1.85} O ₁₀) (O H) ₈	16.27

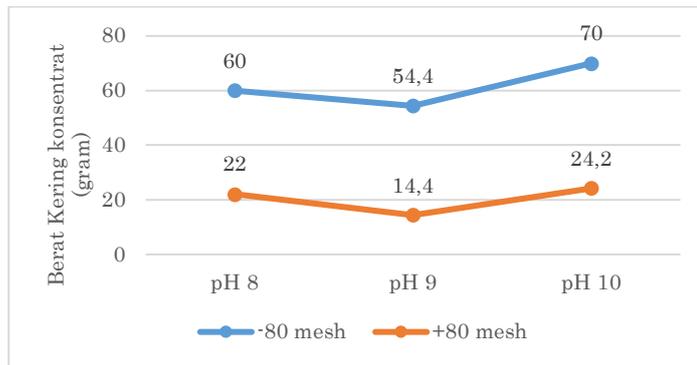
Berdasarkan analisis mineralogi bijih grafit dengan menggunakan difraksi sinar-X seperti Tabel 1, hasil XRD menunjukkan bahwa sampel mengandung mineral grafit dengan kadar karbon (C) sebesar 0,23%. Selain grafit terdapat juga mineral non grafit yaitu kuarsa, kalsit, muskovit, dan amesit. Mineral kuarsa mendominasi pada sampel umpan yang diuji yaitu sebesar 58%. Hal ini menunjukkan bahwa kuarsa merupakan salah satu mineral pengotor yang perlu diperhatikan dalam proses pengolahan grafit. Selain mineral kuarsa, terdapat juga mineral kalsit, muscovit dan amesit yang memiliki kadar masing-masing berurutan sebesar 11,1%, 14,4% dan 16,27%. Hal ini serupa dengan hasil analisis mineralogi dengan XRD yang dilakukan oleh beberapa peneliti terhadap sampel grafit mereka. Mineral non grafit yang hadir pada sampel grafit diantaranya kuarsa dan kalsit (Florena dkk., 2016).

c. Analisis Kadar Karbon dan Total Karbon

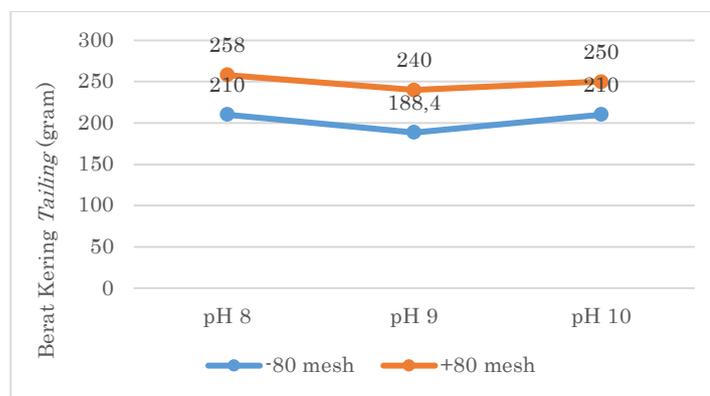
Untuk mengetahui kadar karbon dan total karbon yang ada dalam sampel umpan dilakukan pengujian kadar karbon menggunakan Uji *Carbon Analyzer* LECO. Berdasarkan uji carbon analyzer LECO di ketahui kadar karbon grafit yaitu 0,49% dengan total karbon 0,75%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar karbon pada grafit sangat kecil karena tidak sampai 1%. Hal ini mengkonfirmasi hasil analisis petrografi dan analisis mineralogi yang sebelumnya telah dilakukan.

d. Analisis Hasil Flotasi

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas grafit adalah dengan meningkatkan kadar karbon pada grafit. Salah satu metode yang dapat dilakukan yaitu flotasi. Dengan memanfaatkan sifat kehidrofobikan dari permukaan mineral maka metode ini dapat diterapkan. Pada penelitian ini dilakukan proses flotasi untuk mineral grafit. Adapun variabel yang divariasikan yaitu fraksi ukuran. Fraksi ukuran yang digunakan yaitu – 80 mesh dan +80mesh. Adapun persen solid yang digunakan pada penelitian ini yaitu 20% solid (w/v). Kerosene digunakan sebagai kolektor pada penelitian ini, minyak digunakan sebagai *frother*, natrium silikat sebagai depresan dan natrium karbonat sebagai pH modifier. Flotasi pada penelitian ini divariasikan pada pH 8, 9, dan 10. Sedangkan Gambar 2 dan 3 menunjukkan grafik tren jumlah perolehan berat kering yang di dapatkan pada konsentrat dan *tailing* pada setiap pH untuk masing-masing fraksi ukuran.

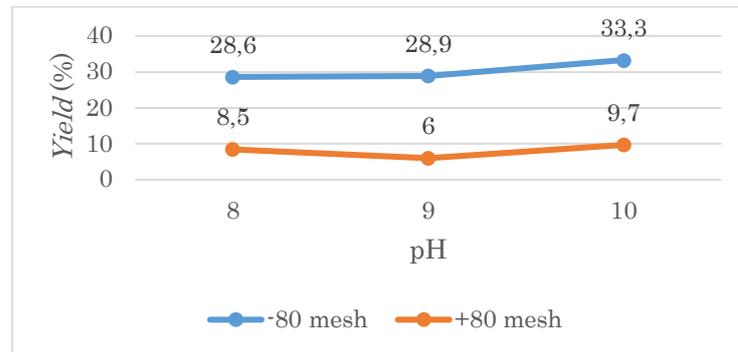


Gambar 2. Grafik berat kering konsentrat hasil flotasi pada variasi fraksi ukuran



Gambar 3. Grafik berat kering *tailing* hasil flotasi pada variasi fraksi ukuran

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa kedua fraksi ukuran menunjukkan trend yang sama. Untuk fraksi ukuran -80 mesh, pada pH 8 diperoleh berat kering konsentrat sebesar 60 gram, kemudian menurun pada pH 9 menjadi 54,4 gram dan naik kembali pada pH 10 yaitu 70 gram. Trend yang sama juga terjadi pada fraksi ukuran +80mesh. Pada pH 8, berat kering konsentrat yang dihasilkan yaitu 22 gram, lalu menurun pada pH 9 menjadi 14,4 gram dan naik kembali pada pH 10 yaitu 24,4 gram. Hasil terbaik diperoleh pada variasi fraksi ukuran -80mesh pada pH 10 yaitu 70 gram. Hal ini berkaitan dengan proses liberasi. Proses pemisahan dengan flotasi berlangsung lebih baik pada ukuran -80mesh. Karena ukuran partikel mampu untuk diangkat oleh gelembung udara yang dihasilkan, sehingga menghasilkan lebih banyak berat kering dibandingkan dengan fraksi ukuran +80mesh. Sedangkan pada Gambar 3, terlihat bahwa kedua fraksi ukuran menunjukkan trend yang sama. Untuk fraksi ukuran -80 mesh, pada pH 8 diperoleh berat kering *tailing* sebesar 210 gram, kemudian menurun pada pH 9 menjadi 188,4 gram dan naik kembali pada pH 10 yaitu 210 gram. Trend yang sama juga terjadi pada fraksi ukuran +80mesh. Pada pH 8, berat kering *tailing* yang dihasilkan yaitu 258 gram, lalu menurun pada pH 9 menjadi 240 gram dan naik kembali pada pH 10 yaitu 250 gram. Terlihat pada *tailing*, berat yang diperoleh lebih banyak. Untuk perolehan berat (*yield*) hasil flotasi diperoleh nilai seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Perolehan berat (*yield*) hasil flotasi

Berdasarkan grafik, pada fraksi ukuran -80 mesh menunjukkan trend kenaikan dari pH 8 sampai pH 10. pH 8 mendapatkan *yield* sebesar 28,6 %, pH 9 28,9% dan pH 10 yaitu 33,3%. Perolehan berat (*yield*) yang tertinggi pada fraksi ukuran -80 mesh didapatkan pada pH 10 yaitu 33,3%, sedangkan pada fraksi ukuran +80 mesh menunjukkan tren yang berbeda. Dimana pada pH 8 mendapatkan *yield* 8,5% lalu turun menjadi 6% pada pH 9 dan naik kembali pada pH 10 yaitu 9,7%. Dari kedua fraksi tersebut, *yield* terbaik didapatkan pada fraksi ukuran -80mesh dalam pH 10 yaitu 33,3%. Oleh karena itu pH 10 merupakan pH terbaik untuk melakukan flotasi grafit untuk mendapatkan perolehan *yield* terbanyak.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Beberapa pengujian dilakukan untuk karakterisasi dari grafit yang digunakan. Berdasarkan karakterisasi sampel yang dilakukan, terbukti bahwa sampel merupakan grafit dibuktikan dengan kehadiran mineral grafit pada hasil pengujian Petrografi-Mineragrafi dan XRD. Berdasarkan Uji carbon analyzer LECO di ketahui kadar karbon grafit yaitu 0,49% dengan total karbon 0,75%. Selain mineral grafit, pada sampel umpan terdapat mineral lainnya yaitu diantaranya muskovit, kalsit dan kuarsa, yang dibuktikan dari hasil petrografi-mineragrafi dan pengujian XRD.
- Perolehan berat (*yield*) flotasi tertinggi didapatkan pada variasi fraksi ukuran -80mesh pada pH 10 yaitu 33,3%.

PUSTAKA

- Acharya, B. C., Rao, D. S., Prakash, S., Reddy, P. S. R., & Biswal, S. K. (1996). Processing of low grade graphite ores of Orissa, India. *Minerals Engineering*, 9(11), 1165–1169.
- Celep, O. (2021). Effect of flotation and potassium hydroxide pretreatment of an antimonial refractory ore on the extraction of silver by cyanidation. *Minerals Engineering*, 172, 107171. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.107171>
- Chehreh Chelgani, S., Rudolph, M., Kratzsch, R., Sandmann, D., & Gutzmer, J. (2016). A review of graphite beneficiation techniques. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 37(1), 58–68.
- Chen, Y., Li, S., Lin, S., Chen, M., Tang, C., & Liu, X. (2023). Promising energy-storage applications by flotation of graphite ores: A review. *Chemical Engineering Journal*, 454, 139994.
- Dey, S., & Pathak, P. N. (2005). Comparative studies of amenability to processing of graphite from different sources. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 58(5), 905–910.



- Florena, F. F., Syarifuddin, F., Hanam, E. S., Trisko, N., Kustiyanto, E., Enilisiana, E., Rianto, A., & Arinton, G. (2016). Floatability study of graphite ore from southeast Sulawesi (Indonesia). *AIP Conference Proceedings*, 1712(1).
- Kaya, O., & Canbazoglu, M. (2007). A study on the floatability of graphite ore from Yozgat Akdagmadeni (Turkey). *The Journal of Ore Dressing*, 9(17), 40.
- Liu, S., & Zhang, Y. (2021). Synthesis of CPVC-modified SnS₂/TiO₂ composite with improved visible light-driven photocatalysis. *Materials Research Bulletin*, 135, 111125. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2020.111125>
- Patil, M. R., Shivakumar, K. S., Rudramuniyappa, M. V., & Rao, R. B. (2000). Flotation studies on graphite ores of Shivaganga area, Madurai district, Tamilnadu. *Journal of Metallurgy and Materials Science*, 42(4), 233–241.
- Vasumathi, N., Kumar, T. V. V., Ratchambigai, S., Rao, S. S., & Raju, G. B. (2015). Flotation studies on low grade graphite ore from eastern India. *International Journal of Mining Science and Technology*, 25(3), 415–420.
- Wakamatsu, T., & Numata, Y. (1991). Flotation of graphite. *Minerals Engineering*, 4(7–11), 975–982.
- Wang, H., Feng, Q., Tang, X., & Liu, K. (2016). Preparation of high-purity graphite from a fine microcrystalline graphite concentrate: Effect of alkali roasting pre-treatment and acid leaching process. *Separation Science and Technology*, 51(14), 2465–2472.
- Wang, X., Bu, X., Ni, C., Zhou, S., Yang, X., Zhang, J., Alheshibri, M., Peng, Y., & Xie, G. (2021). Effect of scrubbing medium's particle size on scrubbing flotation performance and mineralogical characteristics of microcrystalline graphite. *Minerals Engineering*, 163, 106766.
- Yarangga, A. A. (2017). Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan Sem/Edx pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat. *ReTII*.