

ADSORBSI PEROKSIDA MINYAK JELANTAH DENGAN HIDROKSIAPATIT ASAL TULANG AYAM: PENGARUH ALKALINITAS AKTIVATOR

Nurfiansyah^{1*}, Srinanda Israwati²

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang Jalan Perintis Kemerdekaan KM.10 Tamalanrea, Makassar 90245.

²Universitas Negeri Makassar Jalan Mallengkeri Raya, Parang Tambung, Tamalate, Makassar, 90224.

*E-mail: nurfiansyah@poliupg.ac.id

Riwayat Article

Received: 08 September 2025; Received in Revision: 28 September 2025; Accepted: 29 September 2025

Abstract

Cooking oil is a staple commodity in Indonesia with a high consumption rate; however, repeated use significantly increases the peroxide value, which is harmful to health. Therefore, improving the quality of used cooking oil is necessary through the application of effective adsorbents. This study aimed to evaluate the ability of hydroxyapatite (HAp) derived from chicken bones activated with NaOH to reduce the peroxide value of used cooking oil and to determine the optimum activation conditions. HAp preparation involved boiling, drying, calcination at 400 °C, and sieving at 60–100 mesh. Activation was carried out using NaOH concentrations of 5–25% (w/v) at 100 °C for 1.5 hours, followed by heating at 600 °C for 3 hours. Adsorption was conducted by mixing 1 g of activated HAp into 25 mL of used cooking oil, and the peroxide value was analyzed using the iodometric method (SNI 2902:2011). NaOH activation promoted partial dissolution, producing Ca(OH)₂ and Na₃PO₄, which enhanced the surface area and porosity. The results indicated an optimum adsorption performance at 15% NaOH concentration with 24.66% efficiency, while higher concentrations reduced efficiency due to pore blockage. In conclusion, base-activated HAp effectively reduced the peroxide value of used cooking oil.

Keywords: Hydroxyapatite, Chicken Bone, Used Cooking Oil, Peroxide, NaOH Activation

Abstrak

Minyak goreng merupakan kebutuhan pokok masyarakat Indonesia dengan tingkat konsumsi yang tinggi, namun praktik penggunaan ulang dapat meningkatkan bilangan peroksida yang berbahaya bagi kesehatan. Upaya perbaikan mutu minyak jelantah diperlukan melalui pemanfaatan adsorben yang efektif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kemampuan hidroksiapatit (HAp) dari tulang ayam yang diaktivasi dengan NaOH dalam menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah serta menentukan kondisi optimum aktivasi. Preparasi HAp dilakukan melalui perebusan, pengeringan, kalsinasi pada 400 °C, dan pengayakan 60–100 mesh. Aktivasi dilakukan dengan variasi NaOH 5–25% (w/v) pada suhu 100 °C selama 1,5 jam, kemudian dipanaskan pada 600 °C selama 3 jam. Adsorpsi dilakukan dengan mencampurkan 1 g HAp aktif ke dalam 25 mL minyak jelantah, dan bilangan peroksida dianalisis menggunakan metode iodometri (SNI 2902:2011). Aktivasi HAp dengan NaOH memicu pelarutan parsial menghasilkan Ca(OH)₂ dan Na₃PO₄, sehingga meningkatkan luas permukaan dan porositas. Hasil menunjukkan daya serap optimum pada konsentrasi NaOH 15% dengan efisiensi 24,66%, namun menurun pada konsentrasi lebih tinggi akibat penyumbatan pori. Disimpulkan bahwa HAp teraktivasi basa mampu menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah dengan efektif

Keywords: Hidroksiapatit, Tulang Ayam, Minyak Jelantah, Peroksida, Aktivasi NaOH

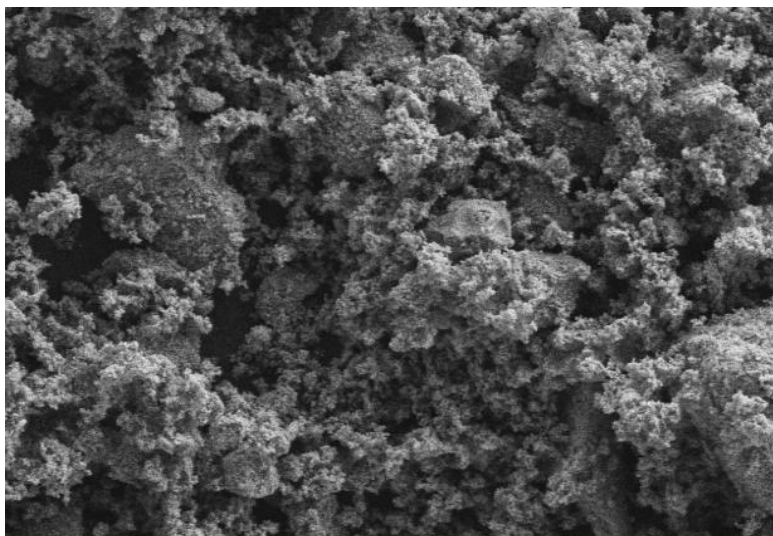
1. Introduction

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia, baik di rumah tangga maupun usaha kuliner. Data Badan Pangan Nasional menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi minyak goreng masyarakat Indonesia pada tahun 2023 mencapai 0,227 kg per kapita per minggunya (Sehusman, 2023). Tingginya konsumsi ini sering diiringi dengan praktik penggunaan ulang minyak goreng oleh masyarakat maupun pedagang, meskipun pemakaian berulang lebih dari 3–4 kali diketahui dapat menurunkan mutu minyak. Pemanasan berulang menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi dan hidrolisis yang ditandai dengan peningkatan bilangan

peroksida, asam lemak bebas, perubahan warna, bau tengik, serta pembentukan senyawa radikal bebas yang berpotensi membahayakan kesehatan (Dinda Robiatul Al Qory et al., 2021).

Menurut SNI 7709:2019, minyak goreng yang layak konsumsi harus memiliki bilangan peroksida ≤ 10 meq O_2/kg (Luthfiah et al., 2025). Namun, penelitian lapangan menunjukkan bahwa banyak minyak jelantah yang beredar melebihi ambang batas tersebut. Misalnya, studi di Pujasera SuBang sampel minyak goreng pedagang gorengan memiliki bilangan peroksida di atas 10 meq O_2/kg (Surya Mucti et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya perbaikan mutu minyak jelantah agar aman dikonsumsi.

Berbagai penelitian telah melaporkan penggunaan adsorben alami untuk menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah, antara lain karbon aktif dari batok kelapa (Fathurrahmaniah et al., 2022), zeolit (Akbar et al., n.d.), maupun biomassa seperti daun trembesi (Tya Intani et al., n.d.). Hasilnya menunjukkan efektivitas tertentu, namun masih terdapat kelemahan seperti kebutuhan dosis adsorben yang besar, waktu kontak lama, serta keterbatasan bahan baku. Sementara itu, hidroksiapatit (HAp) dikenal sebagai material berpori dengan kemampuan adsorpsi tinggi dan banyak digunakan dalam pemurnian limbah cair serta adsorpsi logam berat (Zou et al., 2024). Strukturnya berpori seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Namun, penerapan HAp secara spesifik untuk menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah masih jarang dilaporkan, sehingga terdapat peluang penelitian pada bidang ini.



Gambar 1. Analisis SEM Hidroksiapatit (Sumber (Doostmohammadi et al., 2011))

Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh alkalinitas aktivator pada HAp. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan hidroksiapatit dalam menurunkan bilangan peroksida minyak jelantah serta menentukan kondisi operasional optimum untuk proses adsorpsi peroksida pada minyak jelantah.

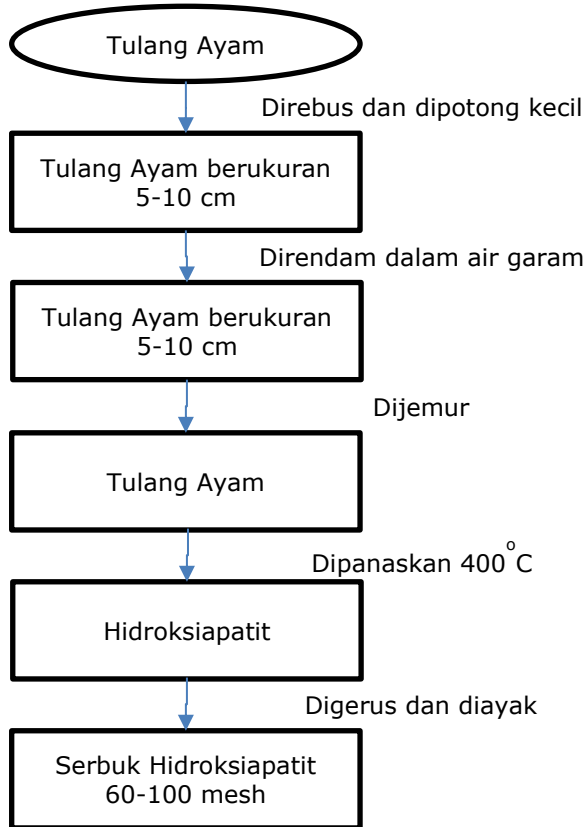
Urgensi penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap kesehatan masyarakat, mengingat konsumsi minyak jelantah dengan bilangan peroksida tinggi dapat meningkatkan risiko penyakit degeneratif. Selain itu, pemanfaatan HAp dari limbah tulang atau cangkang telur sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, menghasilkan solusi ramah lingkungan, murah, dan berkelanjutan dalam upaya perbaikan mutu minyak jelantah.

2. Methodology

Bahan utama yang digunakan adalah tulang ayam sebagai sumber hidroksiapatit, minyak jelantah yang diperoleh dari rumah tangga, serta bahan kimia pendukung yaitu natrium hidroksida (NaOH), akuades, dan larutan iodometri sesuai standar SNI 2902:2011 dengan grade p.a.. Alat yang digunakan meliputi furnace, oven, ayakan (60–100 mesh), peralatan gelas, serta hotplate stirrer.

2.1. Preparasi Serbuk Hidroksiapatit

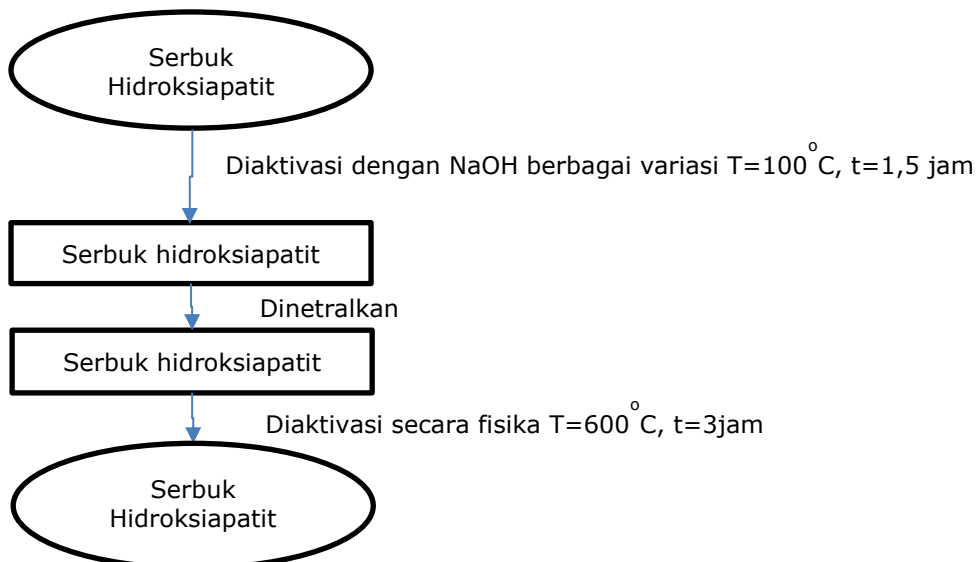
Tulang ayam dibersihkan dari sisa daging, kemudian dipotong berukuran $\pm 5-10$ cm. Tulang direbus selama 2-4 jam, dicacah kasar, direndam dengan larutan garam, lalu dibilas menggunakan akuades. Selanjutnya, tulang dijemur hingga kering dan dipanaskan dalam furnace pada suhu $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam untuk menghilangkan sisa organik. Padatan yang diperoleh digerus dan diayak hingga diperoleh ukuran 60-100 mesh.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Serbuk Hidroksiapatit

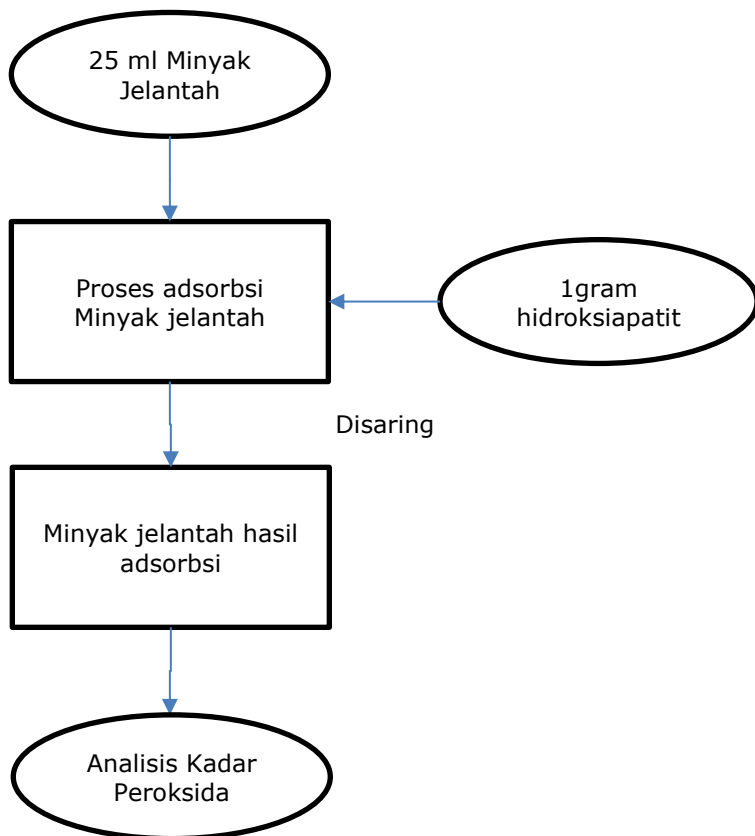
2.2. Aktivasi Serbuk Hidroksiapatit

Serbuk hidroksiapatit direndam dalam larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% (w/v). Perendaman dilakukan pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1,5 jam. Setelah itu, padatan dipisahkan, dicuci dengan akuades hingga pH netral, lalu dikeringkan. Tahap aktivasi dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam.



2.3. Proses Adsorpsi

Adsorpsi dilakukan dengan mencampurkan 1 gram serbuk hidroksiapatit aktif ke dalam 25 mL minyak jelantah. Campuran diaduk pada suhu ruang selama waktu kontak tertentu hingga mencapai kesetimbangan.

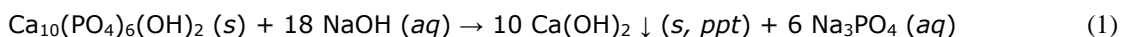


2.4. Analisis Bilangan Peroksida

Perubahan pada hidroksiapatit dilakukan dengan melakukan pada massa hidroksiapatit. Kualitas minyak jelantah pada penelitian ini dilakukan dengan pengukuran kadar peroksida. Kadar peroksida pada minyak jelantah sebelum dan sesudah adsorpsi dianalisis menggunakan metode titrasi iodometri sesuai prosedur dalam SNI 2902:2011. Bilangan peroksida dinyatakan dalam satuan meq O₂/kg.

3. Result and Discussion

Proses aktivasi pada hidroksiapatit tulang ayam menyebabkan terjadinya penurunan massa yang signifikan. Pada Tabel 1 ditunjukkan variasi pengurangan berat akibat adanya reaksi antara aktivator dengan hidroksiapatit. Berdasarkan reaksi (1) hidroksiapatit akan larut dalam larutan basa. Strukturnya akan berubah menjadi Ca(OH)₂ yang akan memisah sebagai endapan.



Mekanisme pelarutan inilah yang berperan penting dalam membuka dan memperluas struktur hidroksiapatit, sehingga meningkatkan luas permukaan dan ketersediaan pori yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam proses adsorpsi maupun aplikasi lainnya (Mao et al., 2015).

Table 1. Reduksi massa saat aktivasi (Data primer, hasil analisis penulis (2025))

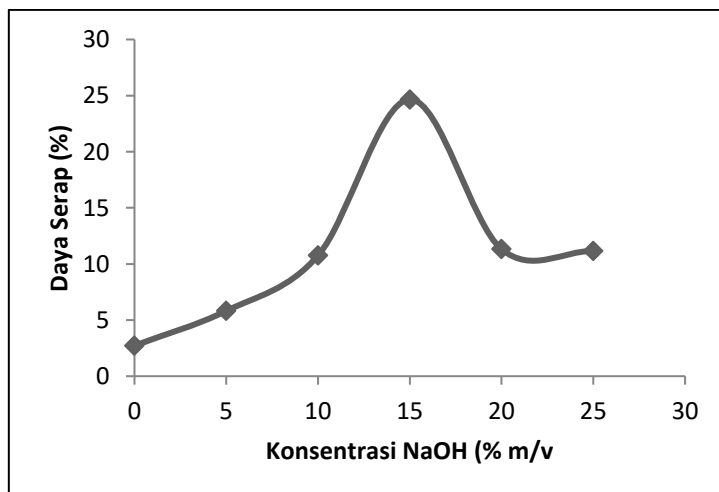
Konsentrasi NaOH (% w/v)	Berat awal hidroksiapatit (gram)	Berat akhir hidroksiapatit (gram)	%Reduksi
5	10.00	7.96	20.40
10	10.00	7.13	28.69
15	10.00	7.11	28.90
20	10.00	7.21	27.85
25	10.00	8.59	14.06

Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh data mengenai daya serap yang tersaji pada Tabel 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daya serap mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi aktivator yang digunakan, hingga mencapai nilai optimum pada konsentrasi 15% w/v. Setelah melewati titik optimum tersebut, terlihat adanya kecenderungan penurunan daya serap pada konsentrasi yang lebih tinggi. Fenomena ini dapat dijelaskan karena pada konsentrasi berlebih, aktivator justru dapat menutupi atau menyumbat pori-pori hidroksiapatit, sehingga luas permukaan efektif yang tersedia untuk proses adsorpsi menjadi berkurang (Zulaiha, 2019). Hal ini didukung juga pada data di tabel 1 dimana penurunan % reduksi massa tulang ayam

Tabel 2 Daya serap hidroksiapatit (Data primer, hasil analisis penulis (2025))

Konsentrasi NaOH (% w/v)	Bilangan peroksida minyak jelantah (mg O ₂ /100 g)	Peroksida terserap (mg O ₂ /100 g)	Daya serap %
0	7.42	0.20	2.72
5	7.20	0.42	5.82
10	6.88	0.74	10.75
15	6.11	1.51	24.66
20	6.85	0.78	11.32
25	6.91	0.77	11.15

Penurunan daya serap dapat dilihat jelas pada Gambar 1. Hal ini terjadi karena semakin banyak struktur berpori yang ikut larut seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH yang digunakan dalam proses aktivasi. Kondisi tersebut pada akhirnya menyebabkan kerusakan dan hilangnya sebagian struktur pori yang semula berperan penting dalam proses adsorpsi. Akibatnya, luas permukaan aktif hidroksiapatit menjadi berkurang sehingga kemampuan daya serapnya menurun secara signifikan (Vina Amalia et al., 2017).



Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dengan daya serap terhadap peroksida

4. Conclusion

Hidroksiapatit (HAp) yang diperoleh dari tulang ayam dan diaktivasi menggunakan NaOH terbukti mampu menurunkan bilangan peroksida pada minyak jelantah. Aktivasi optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 15% (w/v), dengan daya serap mencapai 24,66%. Namun, pada konsentrasi lebih tinggi daya serap mengalami penurunan akibat kerusakan struktur berpori HAp.

Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan aktivasi berperan penting dalam meningkatkan luas permukaan dan ketersediaan pori HAp untuk proses adsorpsi. Secara praktis, pemanfaatan HAp dari limbah tulang ayam berpotensi menjadi solusi ramah lingkungan, murah, dan berkelanjutan untuk memperbaiki mutu minyak jelantah, sehingga dapat mengurangi risiko kesehatan akibat konsumsi minyak dengan bilangan peroksida tinggi (diatas 10 meq O₂/kg).

Penelitian mengenai penyerapan peroksida dengan hidroksiapatit masih kurang, disarankan penelitian selanjutnya lebih menekankan mengenai peningkatan performa hidroksiapatit dalam mengadsorpsi peroksida. Variabel aktivator dapat ditekankan pada proses-proses yang lebih ramah lingkungan seperti menggunakan bioaktivator seperti aktivitas enzim mikrobiologi.

Referensi

- Akbar, T., Hendro, A., Ferdy, E. D., & Edward, L. (n.d.). Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorbent Zeolit dan Bleaching Earth. *Indonesian Journal of Halal*, 4(1), 16–24.
- Dinda Robiatul Al Qory, Zainuddin Ginting, & Syamsul Bahri. (2021). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Dari Biji Salak (*Salacca Zalacca*) Sebagai Adsorben Alami Dengan Aktivator H₂SO₄. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(10), 26–36.
- Doostmohammadi, A., Monshia, A., Salehic, R., Fathia, M. H., Seyedjafarid, E., Shafiee, A., & Soleimanif, M. (2011). Cytotoxicity evaluation of 63S bioactive glass and bone-derived hydroxyapatite particles using human bone-marrow stem cells. *Biomedical Papers*, 155(4), 209–212. <https://doi.org/10.5507/bp.2011.028>
- Fathurrahmaniah, Ewisahrani, & Eva Nursa'ban. (2022). Potensi Arang Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Jurnal PIPA: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), 19–23. <https://doi.org/10.36312>
- Luthfiyah, P., Jannah, L., Hidayati, M., Away, W., & Sari, R. D. Y. (2025). Potential of Bamboo Powder As An Adsorbent to Regenerate Used Cooking Oil. *SPIN-Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 7(1), 91–96. <https://doi.org/10.20414/spin.v7i1.13442>
- Mao, Z. L., Yang, X. J., Zhu, S. L., Cui, Z. D., & Li, Z. Y. (2015). Effect of Na⁺ and NaOH concentrations on the surface morphology and dissolution behavior of hydroxyapatite. *Ceramics International*, 41(3), 3461–3468. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.10.162>
- Sehusman. (2023). Buletin Konsumsi Pangan. In *Buletin Konsumsi Pangan* (Vol. 14, Issue 14, pp. 50–60). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Surya Mucti, Rita Purwasih, & Irna Dwi Destiana. (2023). Analisis Perilaku Penggunaan dan Mutu Minyak Goreng yang Dipakai oleh Pedagang Gorengan di Pasar Pujasera Subang. *EDUFORTECH*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v8i1>
- Tya Intani, E., Muhammad Faizin, I., Kurnia Mulyani, Z., & Prasanto Bimantio, M. (n.d.). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Biosorben Kombinasi Daun Trembesi (*Samanea Saman*) Dan Mendong (*Fimbristylis Globulosa*). *54 PARTNER*, 29(1), 52–63.
- Vina Amalia, Eko Prabowo Hadisantoso, Dede Hidayat, Riska Farah Diba, Muhamad Fahmi Dermawan, & Siti Wilamah Tsaniyah. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Tulang Hewan. *ALCHEMY: Journal of Chemistry | EISSN*, 5(4), 114–119.
- Zou, Y., Wang, Y., Wang, J., Wang, S., Chen, L., Xi, Y., Xie, R., Yang, J., & Xiao, X. (2024). Preparation of hydroxyapatite and its elimination of excess fluoride from aqueous solution. *RSC Advances*, 14(36), 26103–26114. <https://doi.org/10.1039/d4ra02147a>
- Zulaiha, S. (2019). The utilization of chicken bone activated carbon as an adsorbent and its implementation in chemistry learning. *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 4(1), 9–18. <https://doi.org/10.22437/chp.v4i1.6795>