

## **PENURUNAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUNAKAN ABU KALSINASI DARI BEBERAPA BAHAN ADSORBEN**

### ***REDUCTION OF FREE FATTY ACID LEVELS IN WASTE-COOKED OIL BY USING CALCINATION ASH FROM SEVERAL ADSORBENT MATERIALS***

**Rafi Firmana Hadyanto\*, Ritson Purba, Daniel, Ade Shiva Rizki**

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman  
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75321, Kalimantan Timur, Indonesia

\*Corresponding Author : [rafihardy17@gmail.com](mailto:rafihardy17@gmail.com)

#### **Article History**

Submitted : 9 July 2025

Accepted: 12 August 2025

#### **ABSTRACT**

Cooking oil has a primary function as a heat transfer medium in food processing. Repeated use of cooking oil can reduce its quality, which is often referred to as used cooking oil. Many people use cooking oil repeatedly to save money without considering the impact. The purpose of this study was to determine the results of refining used cooking oil in terms of free fatty acid (FFA) levels through the adsorption method using calcined ash from several different types of adsorbents, namely chicken eggshells, *Tegillarca granosa* shells, zeolite, and bricks. Based on the results of the study, the results of the FFA content of the used cooking oil sample were 2.735%. The results of the FFA content of the used cooking oil sample after being adsorbed using calcined ash from chicken eggshells, blood cockle shells, zeolite, and bricks were 0.638%, 0.464%, 1.691%, and 0.921%, respectively. Of the four adsorbent materials, the type of adsorbent obtained is calcined blood cockle shell ash which is the most effective in reducing the ALB levels of used cooking oil samples, which is 83.03%. Then followed by chicken egg shells, which is 76.67%, bricks, which is 66.32%, and commercial zeolite, which is 38.17%.

**Keywords:** Waste Cooking Oil, Free Fatty Acid, Adsorption, Adsorbent, Calcination.

#### **1. PENDAHULUAN**

Minyak goreng memiliki fungsi utama sebagai media penghantar panas dalam proses pengolahan makanan. Fungsi ini sangat penting saat penggorengan, dan saat ini permintaan akan minyak goreng terus meningkat.<sup>1</sup> Kenaikan jumlah populasi manusia berkontribusi pada peningkatan penggunaan minyak goreng. Bahan baku utama untuk produksi minyak goreng meliputi kelapa sawit, kelapa, kedelai, jagung, dan lainnya. Pada tahun 2018, konsumsi minyak goreng dari kelapa sawit mencapai 8.233 ton per tahun.<sup>2</sup>

Minyak goreng memiliki batasan dalam penggunaannya saat penggorengan. Penggunaan minyak goreng yang berulang dapat mengurangi kualitasnya, yang sering disebut sebagai minyak jelantah. Beberapa faktor yang dapat merusak minyak goreng antara lain kontak dengan udara, pemanasan berlebih, interaksi dengan bahan makanan, dan adanya bahan masakan yang terbakar saat digoreng. Dampak dari faktor-faktor ini meliputi perubahan warna, peningkatan viskositas, kenaikan kadar asam lemak bebas, peroksida, dan penurunan bilangan iodium.<sup>3</sup> Selama proses penggorengan, berbagai reaksi kimia seperti hidrolisis dan oksidasi terjadi, yang berkontribusi pada pembentukan komponen asam lemak bebas.<sup>1</sup>

Banyak orang yang menggunakan minyak goreng secara berulang demi menghemat biaya tanpa memperhatikan dampaknya. Solusi yang diharapkan untuk mengatasi masalah tersebut

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



adalah mengolah minyak jelantah melalui proses pemurnian, dengan tujuan untuk menghemat biaya tanpa membahayakan kesehatan. Pemurnian minyak jelantah dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode adsorpsi. Metode ini dipilih karena prosesnya yang sederhana dan lebih ekonomis. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pemurnian minyak jelantah ditinjau dari kadar asam lemak bebasnya melalui metode adsorpsi menggunakan 4 bahan adsorben yang berbeda yaitu cangkang telur ayam, cangkang *tegillarca granosa*, zeolit, dan batu bata.

Penelitian terdahulu mengenai penurunan kadar asam lemak bebas minyak jelantah melalui metode adsorpsi yaitu pada penelitian yang dilakukan oleh Robiah,<sup>4</sup> diperoleh hasil optimum penurunan kadar asam lemak bebas minyak jelantah menggunakan zeolit sebesar 59,2% dengan waktu adsorpsi 180 menit. Pada penelitian yang dilakukan oleh Budiarti,<sup>5</sup> diperoleh hasil optimum penurunan kadar asam lemak bebas minyak jelantah menggunakan cangkang telur sebesar 88,88% dengan berat adsorben 10 gram dan ukuran partikel adsorben 60 mesh.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan yaitu *hot plate*, termometer, *magnetic stirrer*, penjepit buaya, buret, neraca digital, neraca analitik, gelas beaker, Erlenmeyer, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, *bulb*, *bulb filler*, botol reagen, botol semprot, kaca arloji, corong kaca, batang pengaduk, spatula lab, batang pengaduk, oven, *furnace*, cawan *furnace*, keranjang alat, dan ayakan 100 mesh.

#### 2.1.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel minyak jelantah, aquades, larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,1 N, larutan KOH 0,1 N, indikator fenolftalein, cangkang telur ayam, cangkang *tegillarca granosa*, zeolit, batu bata, kertas saring, kertas label, *aluminium foil*, *plastic wrap*, dan tisu.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1. Kalsinasi

Cangkang telur ayam dicuci dengan air. Cangkang telur ayam dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Cangkang telur ayam dipanaskan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu  $120^\circ\text{C}$ . Cangkang telur ayam dipotong-potong atau dikecilkan ukurannya. Cangkang telur ayam dikalsinasi menggunakan *furnace* selama 3 jam pada suhu  $1000^\circ\text{C}$  (**Gambar 1**). Hasil kalsinasi dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Cangkang *tegillarca granosa*, zeolit, dan batu bata dikalsinasi dengan prosedur yang sama.



**Gambar 1.** Alat *furnace*

#### 2.2.2. Standarisasi Larutan KOH 0,1 N

Sebanyak 5 mL larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,1 N dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,1 N ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein. Larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,1 N dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga berubah warna. Volume titrasi dicatat. Titrasi dilakukan secara

duplo. Rata-rata volume titrasi dihitung. Larutan KOH 0,1 N dihitung konsentrasi yang sesungguhnya.

### 2.2.3. Penentuan Awal Kadar Asam Lemak Bebas Sampel Minyak Jelantah

Sebanyak 1 liter sampel minyak jelantah disaring menggunakan kertas saring. Sampel minyak jelantah ditimbang sebanyak 5 gram. Sampel minyak jelantah dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Sampel minyak jelantah ditambahkan 20 mL etanol 96% dan dihomogenkan. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan diberi lubang kecil pada aluminium foil. Sampel minyak jelantah dipanaskan hingga mendidih. Sampel minyak jelantah didinginkan pada suhu ruang. Sampel minyak jelantah ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein. Sampel minyak jelantah dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga berubah warna. Volume titrasi dicatat. Sampel minyak jelantah dihitung kadar asam lemak bebas (ALB). **Persamaan 1** digunakan dalam perhitungan kadar ALB.

$$\text{Kadar ALB} = \frac{V \text{ KOH} \times N \text{ KOH} \times \text{Mr asam lemak sampel}}{\text{Massa sampel} \times 1000} \times 100\%$$

**Persamaan 1**

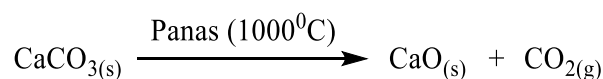
### 2.2.4. Adsorpsi Asam Lemak Bebas Sampel Minyak Jelantah

Sebanyak 25 gram sampel minyak jelantah dimasukkan ke dalam 4 gelas beaker yang berbeda. Sampel minyak jelantah dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C. Masing-masing sampel minyak jelantah ditambahkan adsorben yang berbeda yaitu kalsinasi cangkang telur ayam, kalsinasi cangkang *tegillarca granosa*, kalsinasi zeolit, dan kalsinasi batu bata sebanyak 2,5 gram. Sampel minyak jelantah diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 90 menit. Sampel minyak jelantah disaring dengan menggunakan kertas saring. Sampel minyak jelantah ditentukan kadar asam lemak bebasnya dari masing-masing perlakuan dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri (seperti pada prosedur 2.2.3).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

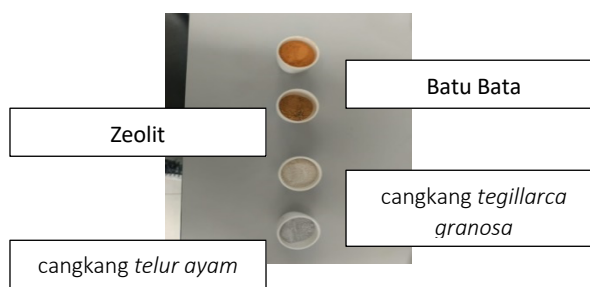
### 3.1 Kalsinasi

Pada tahap ini, bertujuan untuk mendekomposisi atau menghilangkan semua zat yang tidak dibutuhkan, serta untuk membentuk senyawa oksida yang diinginkan. Bahan adsorben yang dikalsinasi yaitu cangkang *tegillarca granosa*. Sebelum dikalsinasi, cangkang *tegillarca granosa* dipreparasi terlebih dahulu, seperti dibersihkan dan dikeringkan, serta digerus untuk membersihkan kotoran yang nampak pada permukaan, mengurangi kandungan air dan memperluas sisi aktif pada permukaan. Cangkang *tegillarca granosa* dikalsinasi untuk mendekomposisi senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) menjadi kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Reaksi dekomposisi  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$

Berdasarkan reaksi pada **Gambar 2**, terjadi peristiwa peluruhan akibat pemanasan dalam suhu yang tinggi, sehingga mengakibatkan terjadinya pelepasan karbon dalam bentuk gas karbon dioksida.<sup>6</sup> Alasan dilakukan kalsinasi pada suhu 1000°C yaitu dikarenakan pada suhu < 900°C, persentase kandungan  $\text{CaO}$  lebih rendah karena waktu dan suhu kalsinasi belum membuat seluruh partikel dalam sampel berubah menjadi  $\text{CaO}$ .<sup>7</sup> Dari hasil kalsinasi, diperoleh serbuk cangkang telur ayam berwarna abu-abu, serbuk cangkang *tegillarca granosa* berwarna putih, serbuk zeolit berwarna coklat, dan serbuk batu bata berwarna jingga (**Gambar 3**).



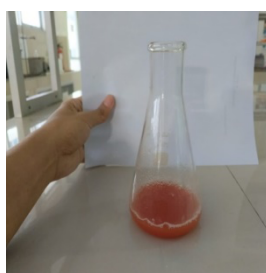
**Gambar 3.** Hasil kalsinasi

### 3.2 Standarisasi Larutan KOH 0,1N

Pada tahap ini, bertujuan untuk mengetahui konsentrasi larutan KOH yang sesungguhnya. KOH dalam bentuk padatan memiliki sifat higroskopis atau mudah menyerap uap air dan pada bentuk larutan cenderung tidak stabil, sehingga larutan KOH perlu distandarisasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan analisis kuantitatif. Pada tahap ini, dilakukan berdasarkan prinsip titrasi asidimetri yaitu suatu metode yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan basa dengan menggunakan larutan standar asam yang telah diketahui konsentrasinya. Diperoleh volume rata-rata titrasi yaitu sebesar 5,2 mL. Diperoleh konsentrasi larutan KOH yang sesungguhnya yaitu sebesar 0,096 N.

### 3.3 Penentuan Awal Kadar Asam Lemak Bebas Sampel Minyak Jelantah

Pada tahap ini, bertujuan untuk menentukan kadar asam lemak bebas pada sampel minyak jelantah sebelum diadsorpsi. Sehingga dapat mengetahui penurunan kadar asam lemak bebas pada sampel minyak jelantah setelah diadsorpsi. Pada tahap ini, dilakukan berdasarkan prinsip titrasi alkalimetri yaitu suatu metode yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan asam dengan menggunakan larutan standar basa yang telah diketahui konsentrasinya. Sebanyak 20 mL etanol 96% ditambahkan ke dalam 10,0351 gram sampel minyak jelantah dan dipanaskan hingga mendidih bertujuan untuk melarutkan minyak/lemak agar dapat bereaksi dengan basa KOH. Gugus OH<sup>-</sup> dari KOH yang berlebih akan dideteksi oleh indikator fenolftalein yang ditandai dengan perubahan warna yang berbeda daripada sebelumnya. Sehingga menandakan tercapainya titik akhir titrasi (TAT) dan proses titrasi dihentikan. Diperoleh hasil titrasi berupa larutan berwarna jingga dengan volume titrasi sebesar 11,15 mL (**Gambar 4**). Diperoleh kadar asam lemak bebas sampel minyak jelantah sebesar 2,735%.

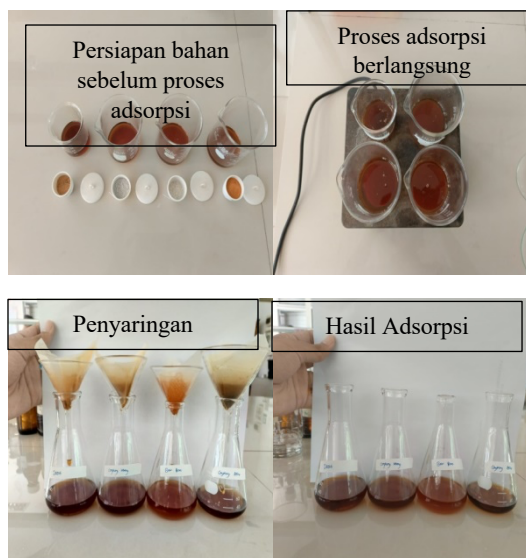


**Gambar 4.** Hasil titrasi penentuan kadar ALB sampel minyak jelantah

### 3.4 Adsorpsi Asam Lemak Bebas Sampel Minyak Jelantah

Pada tahap ini, bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada sampel minyak jelantah menggunakan serbuk cangkang *tegillarca granosa*, serbuk zeolit. Adsorpsi merupakan peristiwa penjerapan molekul suatu zat pada permukaan zat lain karena ketidakseimbangan gaya pada permukaan. Zat yang teradsorpsi disebut adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut adsorben. Ada dua metode adsorpsi yaitu adsorpsi secara fisika (*physisorption*) dan adsorpsi secara kimia (*chemisorption*). Cangkang *tegillarca granosa* dapat mengadsorpsi asam lemak bebas dari sampel minyak jelantah secara fisika dan secara kimia menggunakan kandungan

dominan basa CaO yang berpori. **Gambar 5** menunjukkan tahapan adsorpsi sampel minyak jelantah.



**Gambar 5.** Tahapan adsorpsi sampel minyak jelantah

**Tabel 1.** Hasil adsorpsi sampel minyak jelantah

No.	Perlakuan	Kadar ALB (%)	Efektivitas (%)
1.	Sampel minyak jelantah + serbuk cangkang telur ayam	0,638	76,67
2.	Sampel minyak jelantah + serbuk cangkang <i>tegillarca granosa</i>	0,464	83,03
3.	Sampel minyak jelantah + serbuk zeolit	1,691	38,17
4.	Sampel minyak jelantah + serbuk batu bata	0,921	66,32

Berdasarkan hasil pada **Tabel 1**, diperoleh efektivitas tersebut adsorben dalam mengadsorpsi sampel minyak jelantah yaitu sebesar 83,03% oleh serbuk cangkang *tegillarca granosa*. Kemudian, secara berturut-turut diikuti oleh serbuk cangkang telur ayam yaitu sebesar 76,67%, serbuk batu bata yaitu sebesar 66,32%, dan serbuk zeolit yaitu sebesar 38,17%. Hasil efektivitas yang diperoleh pada cangkang *tegillarca granosa* dan cangkang telur ayam besar, pada batu bata sedang, dan pada zeolit kecil. Hal ini kemungkinan dikarenakan proses adsorpsi kimia yang dominan akibat adanya penambahan suhu dan waktu kontak yang lama, sehingga basa CaO dari cangkang telur ayam dan cangkang *tegillarca granosa* akan lebih maksimal mengadsorpsi asam lemak bebas, sedangkan silika dan alumina dari zeolit dan batu bata akan kurang maksimal dalam mengadsorpsi asam lemak bebas.<sup>8</sup> Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Rahayu & Purnavita,<sup>9</sup> dimana terjadi penurunan bilangan asam pada minyak goreng bekas yang lebih signifikan seiring kenaikan suhu (rentang suhu 40-100°C). Cangkang *tegillarca granosa* dapat memberikan hasil adsorpsi yang lebih tinggi

daripada cangkang telur ayam dikarenakan kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang lebih tinggi yaitu sebesar 95-99%.<sup>10</sup> Hal ini juga dapat dilihat dari warna serbuk cangkang *tegillarca granosa* yang lebih putih daripada serbuk cangkang telur ayam, menandakan kandungan  $\text{CaO}$  yang lebih banyak. Zeolit memberikan hasil adsorpsi yang lebih rendah daripada batu bata. Seharusnya zeolit mampu memberikan daya adsorpsi yang lebih baik berdasarkan pemanfaatannya yang meluas sebagai adsorben daripada batu bata. Hal ini kemungkinan dikarenakan suhu kalsinasi pada  $1000^\circ\text{C}$  menyebabkan zeolit yang bersifat kristalin dan punya pori teratur akan mengalami kerusakan struktur dan transformasi ke bentuk amorf. Sehingga terjadi penurunan daya adsorpsi pada zeolit akibat luas permukaan aktif yang menurun drastis.<sup>11</sup> Kemudian dari segi ukuran pori, zeolit memiliki ukuran pori yang kecil (mikropori),<sup>8</sup> sedangkan batu bata memiliki ukuran pori sedang hingga besar (mesopori-makropori),<sup>12</sup> sehingga batu bata akan lebih optimal dalam mengadsorpsi asam lemak bebas yang memiliki ukuran molekul besar. Selain itu, zeolit dan batu bata yang digunakan tidak dianalisa *X-Ray Fluorescence* (XRF), sehingga rasio Si/Al nya tidak dapat diketahui secara pasti.

#### 4. KESIMPULAN

Cangkang telur ayam, cangkang *tegillarca granosa*, zeolit, dan batu bata dapat dimanfaatkan sebagai bahan adsorben dalam menurunkan kadar asam lemak bebas sampel minyak jelantah. Akan tetapi hasil dari penelitian ini masih belum mencukupi standar mutu minyak goreng yaitu maksimal 0,30% untuk kadar asam lemak bebas (SNI 2012). Selain itu juga perlu diperhatikan bahwa masih ada indikator lainnya yang menentukan baik atau buruknya kualitas minyak goreng. Namun dari segi kadar ALB dapat disimpulkan bahwa 4 bahan adsorben pada penelitian ini bekerja dengan baik dalam menurunkan kadar ALB. Dari hasil penelitian ini bahan adsorben yang paling efektif dalam menurunkan kadar ALB secara berturut-turut yaitu cangkang *tegillarca granosa* (83,03%), cangkang telur ayam (76,67%), batu bata (66,32%), dan zeolit (38,17%).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ferdian, M. A., Perdana, R. G., Rahardjo, P. P. Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Ampas Tebu. *Jurnal Agroindustri*, **2022**, 8(2), 147-154.
2. Oko, S., Mustafa, M., Kurniawan, A., & Muslimin, N. A. Pemurnian minyak jelantah dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif dari serbuk gergaji kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*). *Jurnal Riset Teknologi Industri*, **2020**, 14(2), 124-132.
3. Hidayati, F. C., Masturi, & Yulianti, I. Pemurnian minyak goreng bekas pakai (jelantah) dengan menggunakan arang bonggol jagung. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, **2016**, 1(2), 67-70.
4. Robiah, Melani, A., Rifdah, & Apriansyah, Z. Adsorpsi Asam Lemak Bebas Pretreatment CPO Menggunakan Zeolit Alam Proses Kontinyu. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, **2022**, 13(2), 110-114.
5. Budiarti, G. I., Ariesanti, A., Utami, E., Adiyanto, O., & Linarti, U. Characterization of Egg Shell Waste As Adsorbent for Cooking Oil Waste Purification. *Chemica: Jurnal Teknik Kimia*, **2021**, 8(2), 110-116.
6. Hartanti, E. R., Setiani, V., & Nindyapuspa, A. Persentase Kandungan Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ ) Pada Katalis Limbah Kulit Udang. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, **2022**, 5(1), 10-13.
7. Handayani, L., Zuhrayani, R., Putri, N., Nanda, R. Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Nilai Rendemen  $\text{CaO}$  Cangkang Kerang Tiram (*Crassostrea Gigas*). *Jurnal TILAPIA*, **2020**, 1(1), 1-6.
8. Ismadji, S., Soetaredjo, F. E., Santoso, S. M., Putro, J. N., Yuliana, M., Irawaty, W., Hartono, S. B., & Lunardi, V. B. **2021**. Adsorpsi pada Fase Cair: Keseimbangan, Kinetika, dan Termodinamika. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
9. Rahayu, L. H. & Purnavita, S. Pengaruh Suhu dan Waktu Adsorpsi Terhadap Kimia-Fisika Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Pati Aren dan Bentonit. *Jurnal Momentum*, **2014**, 10(2), 35-41.

10. Riyanto, B., Trilaksani, W., Rahmaeni, N. Kalsium Oksida Cangkang Kerang Sebagai Material Reaksi Eksotermis Kemasan Pemanas Sendiri Untuk Pangan Darurat Lokal. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, **2023**, 14(2), 137-147.
11. Wahono, S. K., Prasetyo, D. J., Jatmiko, T. H., Suwanto, A., Pratiwi, D., Hernawan, & Vasilev, K. Transformation of Mordenite-Clinoptilolite Natural Zeolite at Different Calcination Temperatures. *International Conference on Natural Product and Bioresource Sciences*, **2018**, 2, 1-8.
12. Grubesa, I. N., Vracevic, M., Ducman, V., Markovic, B., Szenti, I., & Kukovec, A. Influence of the Size and Type of Pores on Brick Resistance to Freeze-Thaw Cycles. *Materials*, **2020**, 13, 1-12.