



Unjuk Kinerja Mesin Pasteurisasi Pemanas Resistif Dan Pasteurisasi Konvensional Pada Madu Kaliandra

Sasongko Aji Wibowo¹, Muslimin Abdurakhim², Mahya Indra Tama³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: sasongkoaji@untag-sby.ac.id¹, muslimin@untag-sby.ac.id², mahyaindra@untag-sby.ac.id³

Abstrak

Proses pemanasan dalam industri pengolahan madu pada umumnya disebut proses pasteurisasi dengan suhu panas yang digunakan adalah 63°C. Pasteurisasi madu merupakan salah satu proses penting yang harus dilakukan dalam industri produksi madu guna untuk mencegah terjadinya kristalisasi madu dan mempercepat hilangnya buih pada saat proses evaporasi. Proses pasteurisasi suhu yang digunakan tidak boleh lebih dari 70°C. Proses pemanasan yang tidak terkontrol dapat mengubah parameter seperti kerusakan enzim yang terdapat pada madu. Kandungan enzim pencernaan pati madu digunakan sebagai indikator kualitas madu karena kepekaannya terhadap panas. Dari permasalahan mengenai proses pemanasan madu tersebut, Terdapat teknologi inovasi baru yaitu pemanasan cepat menggunakan pemanas resistif. Penerapan pemanas resistif perlu diterapkan pada proses penanganan pascapanen madu untuk menekan kerusakan mutu madu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai laju pemanasan dan durasi proses pemanasan dari pemanas resistif dan pemanas konvensional pada proses pasteurisasi madu. Hasil penelitian penunjukan bahwa proses pemanas resistif memiliki kelebihan dibandingkan pemanas konvensional, proses pemanas resistif lebih efektif dan efisien jika diterapkan dalam industri. Nilai laju pemanasan dan durasi proses pemanasan pada proses pasteurisasi madu dengan metode pemanas resistif lebih baik di bandingkan metode pemanas konvensional.

Kata Kunci: Madu, Pasteurisasi, Pemanas Resistif, Pemanas Konvensional

ABSTRACT

The heating process in the honey processing industry is commonly referred to as the pasteurization process, with a typical heating temperature of 63 °C. Honey pasteurization is a crucial step in the honey production industry, aimed at preventing crystallization and expediting foam loss during evaporation. It is imperative that the temperature utilized in the pasteurization process does not exceed 70°C, as uncontrolled heating processes can adversely affect parameters such as enzyme integrity in honey. The presence of starch-digesting enzymes serves as a key indicator of honey quality because of its sensitivity to heat. To address concerns related to the honey heating process, an innovative technology has emerged, known as fast heating using a resistive heater. The implementation of resistive heating is essential in post-harvest honey processing to mitigate potential damage to honey quality. This research was conducted to assess the heating rate and duration of the heating process for resistive and conventional heaters in honey pasteurization. The research findings indicate that resistive heating outperforms conventional heating, proving to be more effective and efficient when applied in the industry. The heating rate and duration of the heating process in honey pasteurization using the resistive heating method were found to be superior to those of the conventional heating method.

Keywords: Honey, Pasteurization, Resistive Heating, Conventional Heating

A. PENDAHULUAN

Madu, sebagai cairan kental dengan tingkat viskositas yang tinggi dan cita rasa manis yang khas, menjadi perhatian utama dalam bidang pangan dan kesehatan (El-Seedi, *et al* 2022). Kandungan utama madu terdiri dari monosakarida seperti fruktosa dan glukosa, memberikan kontribusi signifikan terhadap profil rasa unik madu (Bucekova *et al* 2023). Sifat-sifat tersebut menjadi dasar penting dalam mengkarakterisasi madu sebagai produk alami yang beragam. Penting untuk mencermati kandungan nutrisi madu, karena selain memberikan kenikmatan rasa, madu juga dikenal sebagai sumber nutrisi yang kaya (Valverde *et al.* 2022). Dalam konteks ini, fruktosa dan glukosa berperan sebagai sumber energi, sementara enzim diastase mendukung proses pencernaan dan metabolisme (Alaerjani, *et al* 2022). Selain itu, keberadaan air, vitamin,

dan mineral dalam madu memberikan nilai tambah yang signifikan terhadap kesehatan manusia (Amaliya, 2016).

Beberapa penelitian mendalam telah menyoroiti kandungan nutrisi dan manfaat kesehatan madu. Sebagai contoh, studi oleh Al-Waili, Saloom, Al-Waili, & Al-Waili (2011) mengungkapkan potensi madu sebagai agen antibakteri dan antioksidan yang dapat mendukung penyembuhan luka. Penelitian oleh Erejuwa, Sulaiman, Ab Wahab, & Sirajudeen (2011) meneliti dampak positif konsumsi madu terhadap kadar gula darah dan lipid darah pada penderita diabetes. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa madu bukan hanya sebagai pemanis alami, tetapi juga sebagai sumber nutrisi yang dapat memberikan manfaat kesehatan yang signifikan. Lebih lanjut, penelitian oleh Ajibola, Chamunorwa, & Erlwanger (2011) mengeksplorasi aktivitas antiinflamasi dan antioksidan madu, menggarisbawahi potensi madu dalam meredakan peradangan dan melawan stres oksidatif dalam tubuh. Temuan-temuan seperti ini memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk memahami dampak kesehatan positif dari konsumsi madu.

Kajian oleh Nikolov (2019) memberikan perspektif yang lebih luas terkait keberagaman madu, mengulas berbagai jenis madu dan variasi kandungan nutrisinya. Oleh karena itu, penelitian-penelitian ini secara bersamaan memperkaya pengetahuan kita tentang madu sebagai produk alam yang tidak hanya memikat dalam rasa tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang substansial.

Proses pasca panen dalam pengolahan madu melibatkan beberapa tahap, termasuk pengumpulan madu, penyaringan, pembersihan, pemanasan, pasteurisasi pada suhu 63°C, penguapan pada suhu 63°C, pendinginan, dan pembotolan, seperti yang dijelaskan oleh Chaudhary

dan Wakhle pada tahun 1999. Standar kualitas madu telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN) dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 8664:2018. SNI ini merupakan hasil penyatuan dua SNI sebelumnya, yaitu SNI Madu 3545:2013 dan SNI Pengelolaan Madu 7889:2013, untuk mencapai standar kualitas tinggi.

Proses pasteurisasi dalam industri pengolahan madu biasanya dilakukan dengan suhu panas sekitar 63°C (White, 1975). Tujuan pasteurisasi madu adalah untuk mencegah terjadinya kristalisasi madu dan mempercepat hilangnya buih selama proses evaporasi (Lazou & Maroulis, 2003). Meskipun demikian, penggunaan suhu pasteurisasi yang tidak terkontrol, terutama melebihi 70°C, dapat merusak kandungan madu, termasuk enzim yang sensitif terhadap panas, seperti enzim pencerna pati (Anklam, 1998). Kadar air dalam madu juga dapat dipengaruhi oleh suhu pengolahan, di mana madu yang diproses pada suhu 60°C memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 70°C dan 80°C (Sherlock, et al., 2010).

Dalam menanggulangi masalah yang muncul sehubungan dengan pemanasan madu, muncul inovasi teknologi baru yang dikenal sebagai pasteurisasi pemanas resistif. Konsep pemanasan resistif menawarkan alternatif yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan dalam pengolahan madu pasca panen, dengan tujuan mengurangi risiko potensial terhadap kualitas madu yang dapat timbul akibat pemanasan konvensional.

Pemanasan resistif melibatkan penggunaan pemanas khusus yang dapat menghasilkan panas dengan cepat dan efisien. Teknologi ini memungkinkan suhu yang diperlukan untuk proses pasteurisasi madu dapat tercapai dengan lebih efektif dibandingkan metode pemanasan konvensional. Hal ini memiliki dampak positif pada menjaga kualitas

madu, mengingat suhu dan durasi pemanasan yang tepat sangat penting untuk mencegah kerusakan nutrisi dan enzim yang esensial dalam madu alami. Pemanasan madu secara konvensional sering kali melibatkan risiko overexposure terhadap suhu tinggi, yang dapat mengakibatkan hilangnya nutrisi penting dan perubahan sifat organoleptik madu. Dengan menggunakan pemanas resistif, proses pemanasan dapat dikendalikan dengan lebih akurat, meminimalkan risiko kerusakan pada komponen-komponen penting dalam madu.

Selain itu, pasteurisasi pemanas resistif juga menawarkan keuntungan dalam hal waktu proses. Kemampuan teknologi ini untuk mencapai suhu yang dibutuhkan dengan cepat mengurangi durasi pemanasan secara keseluruhan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga membantu mempertahankan karakteristik rasa dan aroma madu yang mungkin dapat terpengaruh oleh proses pemanasan yang berkepanjangan. Dengan demikian, penerapan pasteurisasi pemanas resistif dapat dianggap sebagai solusi inovatif yang mengarah pada peningkatan efisiensi, pengendalian yang lebih baik terhadap suhu, dan pemeliharaan kualitas madu dalam industri pengolahan madu pasca panen.

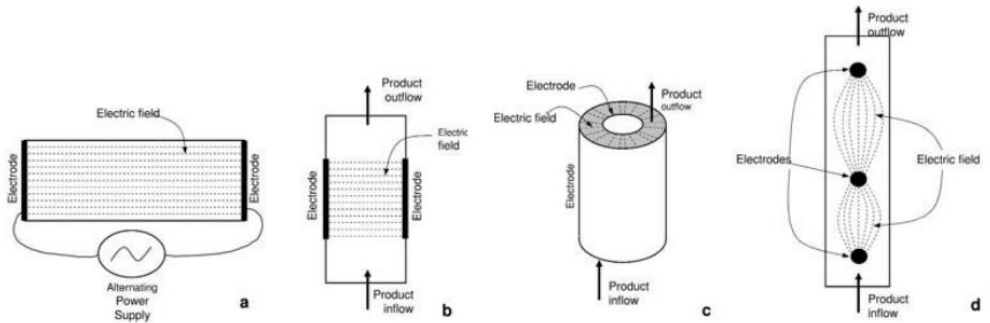
Mengacu pada konteks yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Pertama, berapa durasi pemanasan madu ketika menggunakan metode pemanas resistif dan pemanas konvensional. Kedua berapa nilai laju pemanasan madu saat menggunakan kedua metode tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi durasi pemanasan pada proses pasteurisasi menggunakan metode pemanas resistif dan metode konvensional. Fokus pengamatan dalam penelitian ini terletak pada analisis aspek mekanis,

dengan penekanan pada durasi dan laju pemanasan selama proses pemanasan.

B. METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian terapan, pada penelitian ini, pengamatan dilakukan terhadap uji fungsional pemanas resistif dan pemanas konvensional pada proses pasteurisasi madu. Tegangan yang digunakan pada pemanas resistif adalah 220V dengan 50Hz pemilihan tegangan tersebut berdasarkan penelitian pendahuluan oleh penulis. Pengamatan uji fungsional yang diamati adalah laju pemanasan dan durasi lama waktu pada proses pasteurisasi dengan kedua pendekatan tersebut. Sampel madu yang digunakan adalah madu dengan jenis nektar kaliandra sebanyak 750ml. Setiap sampel dibagi menjadi 30ml per sampel untuk dilakukan pengujian. Percobaan di ulang sebanyak 3 kali ulangan selanjutnya data hasil pengamatan dilakukan rata-rata dan di buat grafik sesuai parameter pengamatan Wibowo S.A., 2021.

Sebuah sistem pemanas resistif terdiri dari setidaknya dua elektroda atau lebih, dan faktor krusial dalam perancangan peralatan pemanasan resistif adalah elektroda. Perbedaan dalam perancangan tersebut sangat tergantung pada lokasi dan posisi yang diinginkan. Rancangan dapat diatur sebagai sistem statis di dalam kontainer atau sebagai sistem aliran kontinu (Sakr dan Shuli, 2014). Berikut ini merupakan skema dari beberapa rancangan dasar pada sistem pemanas resistif. Dalam penelitian ini digunakan rancangan pemanas resistif sistim batch pada gambar 1a.



Gambar 1. Jenis rancangan dasar dari sistem pemanas resistif. (a) sistem batch, dan gambar (b) – (d) adalah sistem kontinu.

Konduktivitas listrik (σ) merupakan parameter yang mengukur kemampuan suatu bahan dalam menyediakan jalur bagi pergerakan muatan listrik. Konduktivitas listrik diukur sebagai rasio antara kerapatan arus dan kuat medan listrik yang diterapkan pada bahan tersebut (Suud, *et al.* 2022). Satuan turunan Standar Internasional (SI) yang digunakan untuk mengukur konduktivitas listrik adalah Siemens per meter (S/m). Untuk setiap jenis bahan, konduktivitas listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{L}{A} \times \frac{I}{V} \quad (1)$$

Dimana :

- σ : Konduktivitas listrik
- A : Luas Penampang (m^2)
- L : Jarak antar elektroda (m)
- I : Arus yang melewati bahan
- V : Tegangan (Volt)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh laju pemanasan terhadap lama proses pemanasan madu dalam permasalahan aplikasi teknologi pemanasan. Metode penelitian melibatkan eksperimen di laboratorium, di mana laju pemanasan diaplikasikan pada proses pemanasan madu, dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tertentu dicatat.

1. Laju Pemanasan

Laju pemanasan adalah ukuran yang menggambarkan seberapa cepat suatu objek atau zat dapat meningkatkan suhunya. Pada penelitian ini, proses pemanasan dilakukan sebanyak 3 kali ualangan dengan suhu awal 35°C sampai 63°C, selanjutnya untuk mengetahui besar laju pemanasan dilakukan perhitungan dengan menghitung nilai konstanta (K) (persamaan 1) pada data yang sudah di olah (Wibowo S.A., 2021). Nilai tersebut dijadikan besaran nilai laju pemanasan pada proses pemanas ohmik dan pemanas konvensional. Hasil laju pemanasan di tunjukan pada Tabel 1.

$$\ell = LN \frac{T\theta - T\infty}{T_o - T\infty} \tag{2}$$

Dimana:

ℓ : Laju Pemanasan (K /detik)

$T\theta$: Suhu sesaat (°C)

$T\infty$: Suhu kesimbangan (°C)

T_o : Suhu awal (°C)

Tabel 1. Laju Pemanasan

No	Sampel	K/Detik	K/Menit
1	Pemanas Resistif	0,00562	0,3372
2	Konvensional	0,00028	0,0168

Dari hasil analisis nilai-nilai yang telah diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa laju pemanasan tertinggi terjadi pada pemanas resistif dengan frekuensi 50 Hz, sedangkan laju pemanasan terlama tercatat pada proses pasteurisasi secara konvensional. Hasil penelitian ini sejalan dengan pandangan Loginova, dkk. (2010) dan Yan, dkk. (2022), yang menyiratkan bahwa pemanasan internal, seperti yang terjadi pada sifat resistif bahan makanan, memiliki kecenderungan lebih cepat dibandingkan dengan pemanasan eksternal.

Pertimbangan lebih lanjut dari Shynkaryk, dkk. (2010) mengungkapkan bahwa pemanasan resistif dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu pasteurisasi yang diinginkan, sehingga berperan dalam meningkatkan efisiensi proses. Sebaliknya, Yan, dkk. (2022) menyoroti pentingnya memahami sifat resistif bahan makanan untuk mengoptimalkan proses pemanasan, yang memiliki dampak signifikan pada aspek waktu, energi, dan kualitas hasil akhir.

Relevansi karakteristik laju pemanasan ini tidak hanya terbatas pada industri pengolahan madu, melainkan dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai sektor pengolahan pangan lainnya. Oleh karena itu, pemahaman konsep pemanasan resistif menjadi krusial dalam perancangan proses produksi pangan yang tidak hanya efisien tetapi juga berkualitas. Selain itu, temuan ini memberikan dasar ilmiah yang dapat menjadi rujukan bagi industri untuk meningkatkan efisiensi proses pasteurisasi dan mengoptimalkan kualitas produk akhirnya.

2. Durasi Proses Pemanasan

Durasi pemanasan madu dapat mengalami variasi yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk suhu awal madu, suhu target, serta teknik dan peralatan yang digunakan dalam proses tersebut. Dalam konteks

industri pengolahan madu, pemanasan madu biasanya dilakukan untuk mencapai suhu yang diperlukan guna menghilangkan kelebihan air atau mengurangi kristalisasi madu. Penting untuk mengawasi dengan hati-hati pengaturan suhu dan durasi pemanasan agar kualitas madu tetap terjaga. Tabel 2 mencantumkan hasil penelitian durasi proses pasteurisasi pada metode pemanas resistif dan proses pemanasan dengan metode konvensional.

Tabel 2. Lama Proses Pemanasan Suhu 35-63 °C.

No	Sampel	Waktu		Rh (%)
		Detik	Menit	
1	Pemanas Resistif	82	1,37	85%
2	Konvensional	590	9,83	85%

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa pemanasan menggunakan pemanas resistif lebih efisien dibandingkan dengan metode pemanasan konvensional. Selanjutnya pengamatan nilai Rh(%) dilakukan menggunakan alat Rh meter yang menunjukkan bahwa nilai Rh lingkungan pada proses pemanasan madu adalah 85%. Hasil penelitian ini sesuai dengan argumen yang dikemukakan oleh Pereira dan Vicente (2010), yang menyebutkan bahwa teknologi pemanas resistif memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan metode pemanasan tradisional. Kelebihan-kelebihan tersebut meliputi kemampuan mencapai suhu yang dibutuhkan dengan cepat, disebut sebagai proses "waktu singkat - suhu tinggi (63°C Suhu Pasteurisasi)" kelangsungan pemrosesan tanpa adanya panas permukaan, kehilangan panas yang lebih rendah, minimnya efek perpindahan panas sisa terhadap sifat organoleptik makanan, dan biaya perawatan yang rendah.

Durasi proses pemanasan madu juga dapat mempengaruhi karakteristik rasa dan aroma madu. Beberapa produsen madu mungkin memilih pemanasan yang singkat untuk menjaga keaslian rasa madu, sementara yang lain mungkin memilih pemanasan yang lebih lama untuk mendapatkan konsistensi cair yang diinginkan atau untuk mencapai tujuan pasteurisasi yang lebih ketat. Pada proses pemanasan madu harus dilakukan dengan hati-hati, karena suhu yang terlalu tinggi atau durasi pemanasan yang berlebihan dapat mengakibatkan kehilangan nutrisi dan enzim yang esensial dalam madu alami. Oleh karena itu, durasi proses pemanasan madu perlu disesuaikan dengan tujuan pengolahan dan kualitas madu yang diinginkan.

D. PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini dapat dirangkum sebagai berikut. Pemanasan dengan menggunakan metode resistif menunjukkan keunggulan dibandingkan dengan metode konvensional, dimana proses pemanasan resistif terbukti lebih efektif dan efisien ketika diterapkan dalam konteks industri. Terdapat perbedaan positif pada nilai laju pemanasan dan durasi proses pemanasan pada proses pasteurisasi madu antara metode pemanas resistif dan metode pemanas konvensional, dimana metode pemanas resistif menunjukkan hasil yang lebih baik. Lebih rinci, penelitian ini mengungkapkan bahwa proses pemanas resistif memberikan kelebihan dalam hal efektivitas dan efisiensi dibandingkan dengan pemanas konvensional. Laju pemanasan yang lebih tinggi dan durasi proses yang lebih singkat pada metode pemanas resistif mengindikasikan performa yang lebih optimal dalam melakukan

pasteurisasi madu. Temuan ini memberikan pemahaman lebih mendalam terkait penerapan teknologi pemanasan resistif dalam industri pengolahan madu dan menggarisbawahi potensi peningkatan kualitas dan efisiensi proses pasteurisasi.

Saran

Saran dari peneliti adalah perlunya penelitian lanjutan untuk mencari nilai optimal penggunaan frekuensi dari proses pemanasan resistif, tujuannya adalah untuk mengetahui laju pemanasan dan lama waktu yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Waili, N., Salom, K., & Al-Ghamdi, A. A. (2011). Honey for wound healing, ulcers, and burns; data supporting its use in clinical practice. *TheScientific World Journal*, 11, 766-787.
- Alaerjani, W. M. A., Abu-Melha, S., Alshareef, R. M. H., Al-Farhan, B. S., Ghramh, H. A., Al-Shehri, B. M. A., ... & Mohammed, M. E. A. (2022). Biochemical reactions and their biological contributions in Honey. *Molecules*, 27(15), 4719.
- Amaliya, R., Riad S., Sugianto. Pengaruh Sifat Fisika Terhadap Kemurnian Madu yang Beredar di Kota Pekanbaru. Karya Ilmiah. Riau: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. 2016.
- Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63(4), 549–562.
- Bucekova, M., Godocikova, J., Kohutova, L., Danchenko, M., Barath, P., & Majtan, J. (2023). Antibacterial activity and bee-derived protein content of honey as important and suitable complementary tools for the assessment of honey quality. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105610.

- Chaudhary, O. P., & Wakhle, D. M. (1999). Honey processing plant with moisture reduction unit. *JOURNAL OF INSECT SCIENCE*, 12(1), 46-50.
- El-Seedi, H. R., Eid, N., Abd El-Wahed, A. A., Rateb, M. E., Afifi, H. S., Algethami, A. F., ... & Khalifa, S. A. (2022). Honey bee products: Preclinical and clinical studies of their anti-inflammatory and immunomodulatory properties. *Frontiers in Nutrition*, 8, 761267.
- Erejuwa O, Sulaiman S, Wahab M, Siraju-deen KS, Salleh S, Gurtu S. (2011) Effect Of Glib-enclamide Alone Versus Glibenclamide and Honey On Oxidative Stress In Pancreas Of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Inter-national Journal Of Applied Research In Nat-ural Products*.;4(2):1-10
- Lazou, A. E., & Maroulis, Z. B. (2003). Pasteurization of honey in relation to quality criteria and international standards. *Food Control*, 14(4), 251–256.
- Loginova, K. V., Shynkaryk, M. V., Lebovka, N. I., & Vorobiev, E. (2010). Acceleration of soluble matter extraction from chicory with pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering*, 96(3), 374-379.
- NIKOLOV, B., GOLUBINOVA, I., MARINOV-SERAFIMOV, P., & PETROVA, S. (2019). Trace Element Content of Polyfloral Honey and Beeswax from the Vicinity of Non-Ferrous Metal Plant. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 76, 2.
- Pereira, R. N., Souza, B. W., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. (2010). Effects of electric fields on protein unfolding and aggregation: Influence on edible films formation. *Biomacromolecules*, 11(11), 2912-2918.
- Sakr, M., & Liu, S. (2014). A comprehensive review on applications of ohmic heating (OH). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 262-269.
- Sherlock, O., Dolan, A., Athman, R., Power, A., & Gethin, G. (2010). Comparison of the antimicrobial activity of Ulmo honey from Chile and Manuka honey against methicillin-resistant

- Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(1), 47.
- Suud, H. M., Kusbiantoro, D. E., Rosyady, M. G., & Farisi, O. A. (2022). Jurnal Review: Efektivitas Pengukuran Konduktivitas Listrik Tanah untuk Menduga Kondisi Kesuburan Tanah pada Lahan Pertanian. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 7(2), 71-79.
- Valverde, S., Ares, A. M., Elmore, J. S., & Bernal, J. (2022). Recent trends in the analysis of honey constituents. *Food Chemistry*, 387, 132920.
- White, J. W. (1975). Honey. *Advances in Food Research*, 21, 287–374.
- Wibowo, S. A., Lastriyanto, A., Hawa, L. C., Erwan, E., Junus, M., Jaya, F., ... & Lamerlabel, J. S. A. (2021). Unjuk Kinerja Alat Pasteurisasi pada Proses Pasteurisasi Madu: Studi Kasus PT Kembang Joyo Sriwijaya. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(1), 11-21.
- Yan, S., Wang, X., Wu, Y., Wang, K., Shan, J., & Xue, X. (2022). A metabolomics approach revealed an Amadori compound distinguishes artificially heated and naturally matured acacia honey. *Food Chemistry*, 385, 132631.