

Uji Fungsional Metode Ohmic Heating Terhadap Perubahan Mutu Madu Karet Pada Proses Pasteurisasi

Functional Test of The Ohmic Heating Method for Changes in The Quality of Rubber Honey in The Pasteurization Process

Anang Latriyanto^{1*}, Sasongko Aji Wibowo^{2,3}, Khoiril Anam¹, Muhammad Amin Muzaki¹, Vincentia Veni Vera¹, Istifar Yogi Prayogi¹

¹ Department of Agricultural Engineering and Biosystem, Brawijaya University, Malang, Indonesia

² Department of Agricultural Industrial Technology, Brawijaya University, Malang, Indonesia

³ Industrial Engineering, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia

Email*): anangl@ub.ac.id

Received:
14 June 2023

Revised:
10 August 2023

Accepted:
10 September 2023

Published:
29 September 2023

DOI:
10.29303/jrpb.v11i2.535

ISSN 2301-8119
e-ISSN 2443-1354

Tersedia online di
<http://jrpb.unram.ac.id/>

Abstract: Honey is produced by bees in the form of a thick liquid and has a sweet taste derived from flower nectar. Heating honey aims to prevent the cooling process by reducing the water content in honey. Heating using an ohmic heater is carried out by passing an alternating current (AC) to the food which is a conductive material. The purpose of this study was to determine the level of heating, energy efficiency used, and changes in the quality of the honey content using several ohmic heating methods. The methodology used is the heating process is carried out until the honey temperature reaches 63°C, using 3 frequency variations, namely 250 Hz, 150 Hz, and 50 Hz. The results showed that testing using rubber honey using 3 frequency variations of the fastest temperature penetration rate was in the heating process using a frequency of 50 Hz which took 6 minutes with a penetration rate value of 10.5°C/Minute. The smallest electric power and electric current using a frequency of 150 Hz. Heating honey using an ohmic heater using 3 frequency variations found that, does not affect the moisture content and the degree of brix value in honey.

Keywords: honey; ohmic heating; pasteurization

Abstrak: Madu dihasilkan oleh lebah yang berbentuk cairan kental dan memiliki rasa manis berasal dari nektar bunga. Pemanasan madu karet bertujuan mencegah proses fermentasi dengan cara mengurangi kadar air pada madu karet. Pemanasan dengan menggunakan pemanas ohmic dilakukan dengan cara mengalirkan arus bolak balik (AC) pada bahan makanan yang merupakan material konduktif. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui laju pemanasan, efisiensi energi yang digunakan, dan perubahan mutu pada kandungan madu karet dengan menggunakan beberapa metode pemanas ohmic. Metodologi yang digunakan adalah proses pemanasan metode ohmic pada suhu holding mencapai 63°C, dengan menggunakan 3 variasi frekuensi, yaitu 50, 150, dan 250 Hz. Hasil penelitian menunjukkan pengujian laju pemanasan madu karet tersebut pada pemanasan Ohmic menggunakan frekuensi 50 Hz yang membutuhkan waktu selama 6 menit dengan nilai laju penetrasi sebesar 10,5°C/menit. Sedangkan terhadap penurunan jumlah kapang dan khamir, pemanasan dengan metode Ohmic menurunkan penurunan 1 sd 2 log cycle. Konsumsi arus listrik terkecil pada frekuensi 150 Hz. Pemanasan madu karet menggunakan pemanas ohmic menggunakan 3 variasi frekuensi didapatkan bahwa, tidak terdapat pengaruh terhadap kadar air dan nilai derajat brix pada madu karet.

Kata kunci: madu; ohmic heating; pasteurisasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Madu karet dihasilkan oleh lebah yang berbentuk cairan kental dan memiliki rasa manis berasal dari nektar bunga (Evahelda et al., 2017). Nektar terdiri dari gula sebanyak 20-60% dan air sebanyak 40%-80% (Adji Suranto, 2004). Jenis gula yang menjadi komponen utama madu karet yaitu glukosa dan fruktosa. Madu karet juga memiliki beberapa zat-zat lain yang terkandung di dalamnya seperti vitamin, asam organik, mineral dan zat aromatik. Kandungan pada madu karet berbeda-beda tergantung pada nektar bunga yang digunakan oleh lebah. Komposisi alami pada madu karet dapat dipengaruhi oleh jenis nektar dari tanaman (Huang, 2010). Dari beberapa zat yang terkandung pada madu karet, kandungan zat tersebut banyak digunakan sebagai bahan obat-obatan guna menjaga mempertahankan daya tahan tubuh, salah satunya adalah kandungan anti oksidan (Wulandari, 2017). Selain itu madu karet juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Novita, 2010). Banyaknya manfaat yang terkandung pada madu karet ini menjadi alasan mengapa madu karet sangat diminati oleh masyarakat.

Permintaan madu karet yang semakin meningkat oleh masyarakat menjadi peluang yang besar bagi industri madu karet. Acuan pengukuran mutu madu karet yang beredar di pasaran diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) no. 8664:2018. Hasil pengolahan industri madu karet yang bermutu tinggi harus memenuhi syarat mutu yang berlaku. Namun, penanganan madu karet yang tidak tepat setelah dipetik dari sarang juga dapat menyebabkan kualitas madu karet menurun.

Salah satu proses yang dapat menyebabkan proses kerusakan pada mutu madu karet adalah proses pemanasan (Subramanian et al., 2007). Pendegradasian senyawa bioaktif terjadi pada pemanasan madu karet pada suhu diatas 70°C yang dapat mempengaruhi kualitas madu karet (Turhan et al., 2008). Madu karet kaya akan mineral dan mudah terurai sehingga sangat sensitif terhadap suhu panas. Memanaskan madu karet di atas 70°C juga dapat menyebabkan perubahan warna, rasa, dan granulasi madu karet, sehingga pemanasan pada suhu ini juga tidak dianjurkan (Ghazali, 1994). Enzim merupakan salah satu kandungan di dalam madu karet yang terdenaturasi pada suhu panas, sehingga akan menurunkan kualitas madu karet (Raeymaekers et al., 2006). Namun tetap perlu dilakukan proses pemanasan madu karet untuk mencegah terjadinya proses fermentasi pada madu karet (Subramanian et al., 2007).

Hasil pemanasan pada suhu 63°C, madu karet tersebut memiliki penurunan kadar air sebanyak 3% (Wibowo et al., 2022), sedangkan menurut Kek et al. (2014) pasteurisasi madu karet dengan menggunakan suhu 60°C memiliki kadar air madu karet yang lebih rendah dibandingkan dengan pasteurisasi dengan menggunakan suhu 50°C. Pemanasan madu karet dengan menggunakan dehumidifier pada suhu 40°C dengan tujuan untuk mengurangi kadar air pada madu karet dengan prinsip teknik evaporasi menunjukkan, semakin lama waktu pengeringan, maka semakin menurun kadar air pada madu karet, dimana kadar air madu karet turun 2% dengan waktu 3 jam (Halwany et al., 2020). Pada industri madu karet, proses pasteurisasi madu karet banyak yang dilakukan dengan cara konvensional, yaitu pemanasan dilakukan menggunakan 2 tabung (*Double Jackets*). Kelemahan pasteurisasi konvensional terletak pada pengukuran suhu madu karet, pada alat konvensional pengukuran madu karet dilakukan secara berulang-ulang yaitu setiap 20 menit sekali dan dengan menggunakan termometer raksa sehingga suhu tidak terkontrol dengan baik. Selain itu, pengukuran suhu yang dilakukan hanya pada permukaan tabung sehingga bagian tengah tabung tidak terdeteksi. Operator pada alat ini juga harus memiliki tingkat konsentrasi yang tinggi, hal ini disebabkan jika terjadi keterlambatan dalam mematikan kompor pada saat suhu 70°C maka akan menyebabkan *over heat* dan merusak kualitas madu karet yang dipasteurisasi.

Teknologi pemanas ohmic adalah memanfaatkan arus bolak balik (AC) yang digunakan untuk proses pemanasan dengan cara mengalir bahan tanpa perantara. Proses pemanasan ini juga disebut dengan *joule heating* atau *resistance heating*. Pemanasan dengan menggunakan ohmic merupakan *alternative* yang dapat digunakan untuk meminimalkan kerusakan dan mempertahankan mutu dari produk (Sofia et al., 2017). Kelebihan dari proses pemanasan ohmic adalah sumber panas yang berasal dari bahan itu sendiri, sehingga waktu pemanasan pada pemanas ohmic lebih cepat dan panas yang lebih merata dibandingkan dengan pemanasan konvensional. Selain itu suhu dapat lebih mudah untuk dikendalikan, sehingga kandungan pada mutu madu karet akan lebih terjaga.

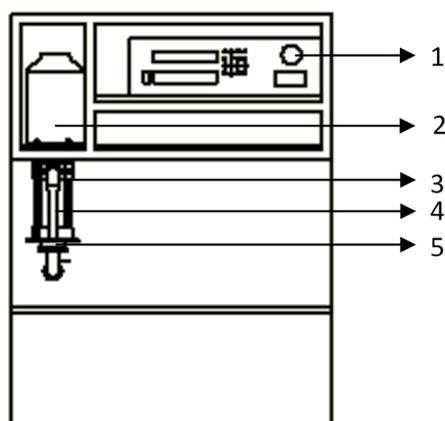
Tujuan

Tujuan studi ini untuk mengetahui laju pemanasan, laju aliran arus listrik pada pasteurisasi madu karet metode Ohmic pada tegangan terpilih. Selain itu untuk mengetahui perubahan mutu pada madu karet dan angka kapang dan khamir.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin pasteurisasi ohmic heating tipe SPD-01 oleh Dr. Ir. Anang Latriyanto, M.Si yang dapat dilihat pada Gambar 1 dengan sistem kontrol yang berfungsi sebagai pengatur suhu pada saat mesin dioperasikan, sensor suhu termokopel type-K, moisture analyzer Shimadzu MOC 120H sebagai pengukur kadar air, timbangan digital Mini Platform Scale 2kg 0.1g - i2000, refraktometer brix ATC 60-92 % merk krisbow. Bahan yang digunakan adalah madu karet cair. Penelitian dilakukan di laboratorium Lastrindo *Engineering* kota Malang pada bulan November sampai Desember 2022.



Gambar 1. Alat Pasteurisasi System Pemanas Ohmic (1) voltager regulator, (2) corong input, (3) bak air dingin, (4) pipa output, (5) elektroda luar

Alat pasteurisasi ini menggunakan system pemanas ohmic dirancang untuk membantu mengatasi kelemahan yang dimiliki alat pasteurisasi konvensional. Pasteurisasi dengan alat ini mampu menyebarkan panas secara merata sehingga laju penetrasi panas stabil. Pengontrolan suhu menggunakan kontrol suhu otomatis untuk mencegah terjadinya *over heat*. Kapasitas alat yaitu 100 liter/jam, dengan daya 500-700 watt, dimensi 61 m x 84 m x 64 m, dan frekuensi 50-250 Hz. Alat ini menggunakan sistem *batch*.

Metode

Tahap pertama yaitu pengujian pengamatan laju penetrasi pemanasan pada sampel madu karet. Sebanyak 600 ml madu karet diambil dan dimasukkan pada tabung pemanasan, pengamatan suhu dari awal pada bahan sebelum dipanaskan sampai madu karet dipanaskan sampai suhu 63°C. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 3 variasi frekuensi, yaitu 250 Hz, 150 Hz, dan 50 Hz dengan 3 kali ulangan. Setelah itu dilakukan pengamatan laju penetrasi suhu, laju daya dan laju arus listrik yang digunakan.

Tahap selanjutnya adalah pengujian mutu madu karet, parameter yang digunakan adalah kadar air dan brix. Parameter yang digunakan sesuai dengan persyaratan mutu madu SNI 8664:2018.

Parameter Pengamatan

a. Laju Penetrasi Panas

Laju penetrasi panas menjadi faktor penting dalam proses pasteurisasi. Laju penetrasi panas menunjukkan proses perpindahan panas pada bahan atau material. Laju penetrasi adalah perbandingan kenaikan suhu dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pemanasan.

$$P = \frac{T}{t} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

P = Laju penetrasi panas (°C/menit)

T = Suhu (°C)

t = Waktu (s)

b. Kadar air

Kadar air menunjukkan presentase banyaknya air yang terdapat dalam bahan. Kadar air berpengaruh pada karakteristik bahan seperti penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan, sehingga kadar air pada bahan menjadi pertimbangan mutu pada bahan pangan. Kelembaban relative (Rh) menyebabkan kadar air madu karet meningkat. Rata-rata kelembaban relative (Rh) Indonesia berkisar antara 60-90% dan menghasilkan kadar air madu karet berkisar antara 18-33% (Sihombing, 2005). Menurut Prasetyo et al. (2014) kandungan kadar air madu karet yang tinggi menyebabkan tumbuh dan berkembangnya khamir pada madu karet.

Pengukuran kadar air pada madu karet yang dipasteurisasi menunjukkan jumlah air yang hilang pada saat proses pasteurisasi. Pengukuran dilakukan dengan alat moisture analyzer. Pengukuran kadar air dilakukan pada sampel yang diambil sebelum dan sesudah proses pemanasan dengan menggunakan mesin pasteurisasi ohmic heating. Pengukuran madu karet dilakukan dengan cara 3 gram berat madu karet dimasukkan piring alat moisture analyzer secara merata. Pengujian kadar air berdasarkan petunjuk Rosidah et al. (2020).

c. Total Padatan Terlarut (TPT)

TPT dinyatakan dalam derajat Brix, menunjukkan tingkat kandungan gula (kemanisan) baik gula pereduksi dan gula non pereduksi (Megavitry et al., 2019) di dalam sebuah cairan. Pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan alat refraktometer. Prinsip kerja alat refraktometer adalah dengan melewati cahaya kedalam alat yang melewati larutan sampel untuk menentukan jumlah zat terlarut. Pengujian total padatan terlarut merujuk yang dilakukan oleh Misto, (Misto et al., 2016). Jika kandungan gula pada sebuah cairan semakin tinggi maka semakin tinggi pula nilai brixnya (Turkmen et al., 2011).

d. Jumlah Kapang dan Khamir

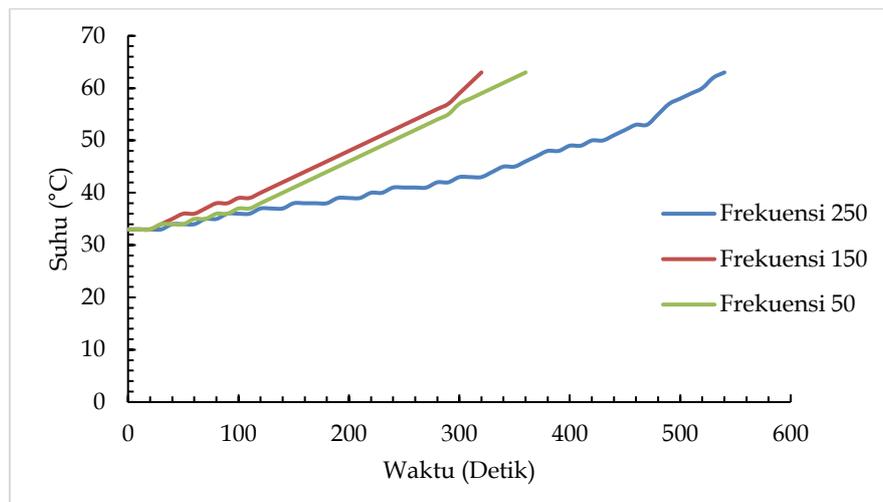
Metode yang digunakan dalam Uji AKK yaitu metode tuang (*Pour Plate*) berdasarkan tingkat pengenceran. Sebanyak 1 ml larutan dipipet ke dalam cawan petri steril kemudian dimasukkan 10-20 ml media, untuk menghindari kontaminasi luar selama penuangan media, cawan petri tidak boleh dibuka lebar. Setelah itu ratakan dengan hati-hati dengan gerakan melingkar. Setelah padat diinkubasi dengan suhu dan waktu yang sesuai. Kemudian hitung koloni yang didapat (Lay, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada industri produksi madu karet proses pasteurisasi menjadi proses yang harus dilakukan untuk menjaga umur simpan madu karet karena produksi yang besar sehingga penyimpanan dilakukan pada gudang penyimpanan sebelum didistribusikan. Kerusakan akan terjadi jika tidak dilakukan proses pasteurisasi terutama pada kandungan enzim yang terkandung pada madu karet. Pengolahan madu karet pada industri melakukan pemanasan pada bahan dengan tujuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat mempermudah pengemasan serta menunda terjadinya kristalisasi. Pemanasan dengan suhu lebih dari 70°C dapat mengakibatkan kerusakan pada kandungan madu karet.

Laju Penetrasi Suhu

Laju penetrasi suhu dilakukan dengan menggunakan madu karet. Pengujian dilakukan dengan 3 variasi frekuensi, yaitu 250 Hz, 150 Hz, dan 50 Hz. Hasil pengujian laju penetrasi pada 3 varian frekuensi disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik laju penetrasi panas pada 3 variasi frekuensi

Berdasarkan hasil pada Gambar 2, pemanasan madu karet tercepat terjadi pada frekuensi 50 Hz, diikuti dengan frekuensi 150 Hz, dan 250 Hz. Pemanasan dengan frekuensi 150 Hz membutuhkan rerata waktu selama 5,3 menit, diikuti pemanasan dengan menggunakan frekuensi 50 Hz yang membutuhkan rerata waktu selama 6 menit, dan terakhir menggunakan frekuensi 250 Hz yang membutuhkan rerata waktu 9 menit. Laju penetrasi suhu dilakukan pada suhu awal 33°C sampai suhu akhir 63°C. Nilai laju penetrasi panas menggunakan 3 variasi frekuensi suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

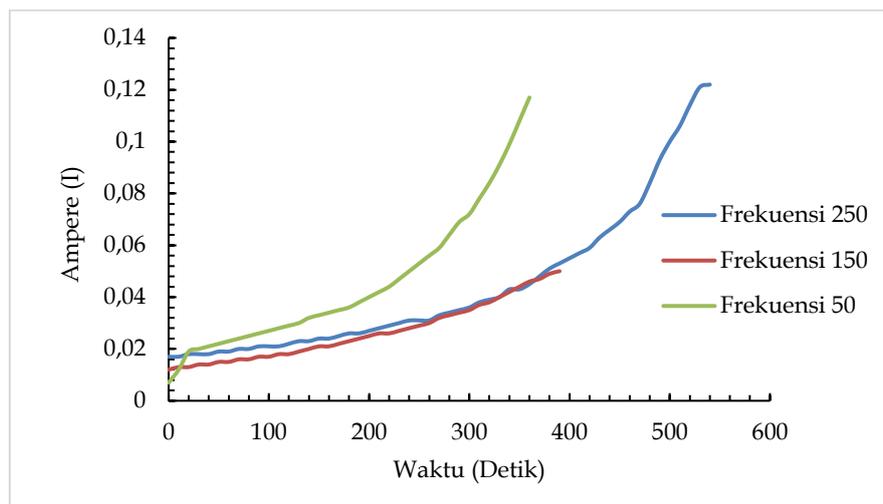
Tabel 1. Nilai laju penetrasi panas

No.	Frekuensi (Hz)	Nilai (°C/Menit)
1	250	7
2	50	10,5
3	150	11,8

Hasil menunjukkan nilai laju penetrasi panas pada frekuensi 150 Hz menunjukkan nilai paling besar dengan nilai rerata 11,8°C/menit dengan standar deviasi 0,85, dibandingkan frekuensi 50 Hz dengan nilai rerata 10,5°C/menit dengan standar deviasi 0,26, dan frekuensi 250 Hz dengan nilai rerata 7°C/menit dengan standar deviasi 0,34. Nilai standar deviasi yang mendekati nilai nol menunjukkan keakuratan data yang digunakan. Semakin rendah frekuensi jangkauan getaran yang dihasilkan akan semakin jauh sehingga pemanasan terjadi lebih cepat, seperti pada penelitian Fattah (2016) pada frekuensi 62,5 KHz terjadi pengerasan sampai ketebalan 5 mm sedangkan pada frekuensi 58,25 KHz terjadi pengerasan sampai ketebalan 7 mm.

Laju Arus Listrik

Arus listrik menunjukkan jumlah muatan listrik yang mengalir pada suatu rangkaian yang berpindah dari satu titik ke titik lainnya dengan satuan ampere. Laju arus listrik disajikan pada gambar berikut.

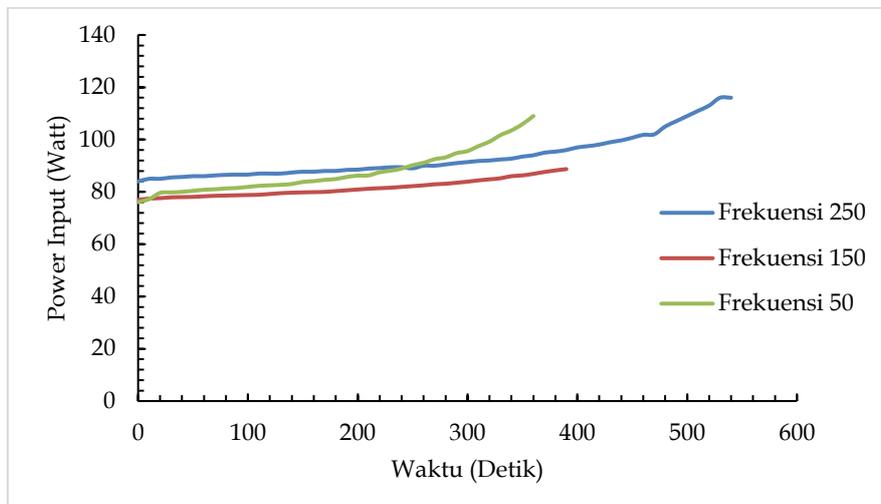


Gambar 3. Laju arus listrik berdasarkan 3 variasi frekuensi

Pada Gambar 3. Laju arus listrik berdasarkan 3 variasi frekuensi, dengan 3 kali pengulangan menunjukkan hasil rerata kenaikan arus listrik terkecil terjadi pada pemanasan menggunakan frekuensi 150 Hz dengan nilai kuat arus rerata sebesar 0,05 ampere. Kemudian diikuti kenaikan arus listrik pada pemanasan menggunakan frekuensi 50 Hz dengan nilai kuat arus rerata sebesar 0,117 ampere. Sedangkan kenaikan arus listrik tertinggi terjadi pada pemanasan menggunakan frekuensi 250 Hz dengan nilai kuat arus rerata sebesar 0,122 ampere. Kuat arus listrik dipengaruhi oleh tegangan dan hambatan, sedangkan hambatan yang berasal dari bahan berbeda-beda, semakin tinggi hambatan maka arus listrik yang dibutuhkan akan rendah (Yasi et al., 2021). Pada penelitian ini tegangan dan hambatan yang digunakan sama, sehingga frekuensi optimum yang digunakan pada madu karet menggunakan alat ohmic adalah 150 Hz.

Laju daya listrik

Daya listrik adalah nilai total energi pada sebuah rangkaian yang didapatkan dalam satuan waktu. Laju daya listrik disajikan pada gambar berikut.

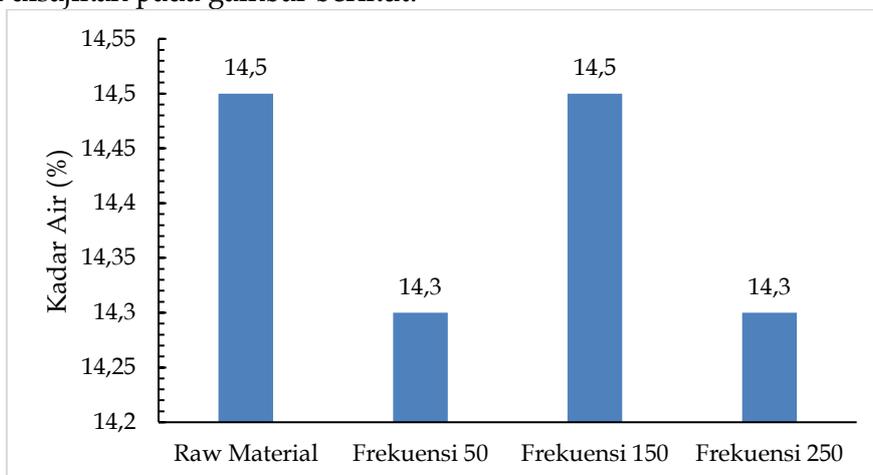


Gambar 4. Laju daya listrik berdasarkan 3 variasi frekuensi

Pada Gambar 4, laju daya listrik berdasarkan 3 variasi frekuensi dan 3 ulangan menghasilkan terjadi kenaikan daya listrik yang berbeda pada pemanasan menggunakan bahan madu karet. Kebutuhan daya listrik paling rendah terjadi pada pemanasan dengan menggunakan frekuensi 150 Hz, nilai dari daya listrik rerata yang dibutuhkan adalah 88,7 watt dan standar deviasi 0,15, kemudian diikuti dengan pemanasan menggunakan frekuensi 50 Hz dengan nilai kebutuhan daya listrik rerata sebesar 109 watt dan standar deviasi 0,19, serta kebutuhan daya paling besar terjadi pada pemanasan dengan menggunakan frekuensi 250 Hz dengan nilai rerata 116 watt dan standar deviasi 0,28. Hal ini sebanding dengan semakin tinggi kuat arus yang digunakan maka daya yang dihasilkan akan semakin meningkat (Fauzi et al., 2018).

Kadar Air

Kadar air menunjukkan presentase banyaknya air yang terdapat dalam bahan. Pengukuran nilai kadar air madu karet dilakukan menggunakan alat moisture balance. Hasil pengukuran disajikan pada gambar berikut.



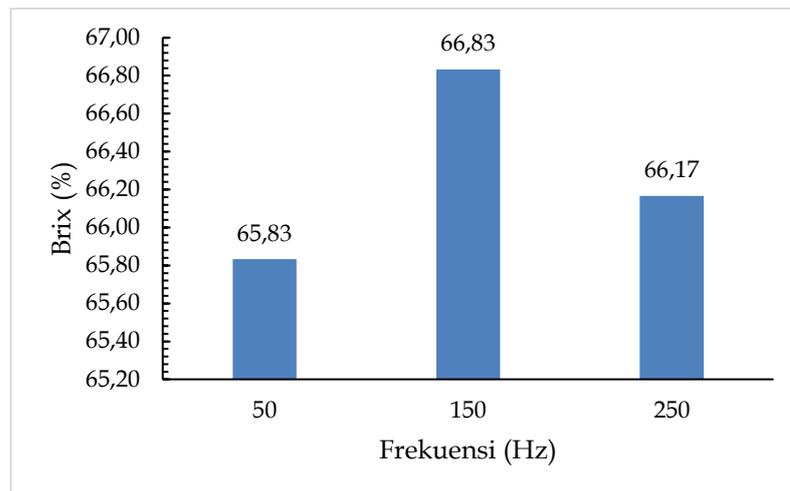
Gambar 5. Nilai kadar air madu karet

Gambar 5. Nilai kadar air madu karet. Hasil pengukuran nilai kadar air menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Nilai kadar air pada *raw material* menunjukkan nilai kadar air sebesar 14,5% dan standar deviasi 0,13, nilai ini sama dengan pemanasan dengan menggunakan frekuensi 150 Hz dengan standar deviasi 0,09. Sedangkan pemanasan dengan menggunakan frekuensi 50 Hz dan 250 Hz menunjukkan nilai yang sama, yaitu 14,3% dengan standar deviasi berturut-turut yaitu 0,07 dan 0,08. Semakin kecil nilai standar deviasi menunjukkan keakuratan data yang digunakan.

Pemanasan yang dilakukan dengan pemanas ohmic dengan menggunakan frekuensi 50 Hz, 150 Hz, dan 250 Hz tidak berpengaruh signifikan pada nilai kadar air pada madu karet. Hal ini dikarenakan pada proses pasteurisasi dengan menggunakan pemanas ohmic dapat meminimalisir proses evaporasi pada madu karet. Pada penelitian Wibowo et al. (2022) penurunan kadar air madu karet setelah proses pasteurisasi menggunakan ohmic tidak berpengaruh secara signifikan yaitu dari 17,1 % menjadi 16,4%.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Perubahan nilai total padatan terlarut pada masing-masing perlakuan dinyatakan dalam derajat Brix diukur menggunakan alat brix *refraktometer* dengan skala 60-92 %. Hasil pengamatan ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 6. Nilai total padatan terlarut madu karet

Pada Gambar 6 nilai pengamatan TPT madu karet menunjukkan bahwa pemanasan madu karet dengan menggunakan frekuensi 150 Hz menunjukkan nilai TPT paling tinggi dengan nilai rerata 66,83% dan standar deviasi 0,29, diikuti dengan pemanasan menggunakan frekuensi 250 Hz dengan nilai rerata 66,17% dan standar deviasi 0,59 dan frekuensi 50 Hz dengan nilai rerata 65,83% dan standar deviasi 0,29. Nilai standar deviasi menunjukkan keakuratan data pada ulangan.

Pemanasan yang dilakukan dengan pemanas ohmic menggunakan 3 variasi frekuensi, tidak mempengaruhi nilai TPT pada madu karet. Hasil ini didukung dengan penelitian (Andriani, 2021), yang berpendapat bahwa hasil pasteurisasi menggunakan metode *ohmic heating* menjaga kandungan madu karet silangan dibandingkan dengan pasteurisasi dengan menggunakan metode konvensional ataupun metode ekstraksi lainnya. Jika kandungan gula pada sebuah cairan semakin tinggi maka semakin tinggi pula nilai TPT (Turkmen dan Eksi, 2011). Menurut Khasanah et al. (2017) nektar adalah salah satu yang mempengaruhi kandungan nilai total gula terlarut pada madu karet. Madu karet dengan nilai TPT yang tinggi menjadi pilihan terbaik konsumen karena memiliki rasa yang manis (Susanto, 2007).

Penurunan Angka Kapang dan Khamir

Hasil uji mikrobiologi menunjukkan bahwa pasteurisasi dengan pemanas Ohmik pada madu karet menggunakan frekuensi 50, 150, dan 250 Hz, adalah sebagai berikut: i. Pada frekuensi 50 Hz mampu menurunkan angka kapang dan khamir pada madu karet dari 4×10^1 propagul/mL dan $5,3 \times 10^2$ cfu/mL. ii. Pada frekuensi 150 Hz mampu menurunkan angka kapang dan khamir pada madu karet dari 2×10^1 propagul/mL dan $7,2 \times 10^2$ cfu/mL. iii. Pada frekuensi 250 Hz mampu menurunkan angka kapang dan khamir pada madu karet dari $3,5 \times 10^1$ propagul/mL dan $2,7 \times 10^2$ cfu/mL. Berdasarkan nilai tersebut, besarnya frekuensi diduga menimbulkan perbedaan tingkat lethal pada pasteurisasi. Hal ini sejalan dengan riset yang dilakukan oleh Cho, et al. (2016) yang menyatakan bahwa semakin tinggi frekuensi menimbulkan current-shock.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengujian menggunakan madu karet dengan menggunakan 3 variasi frekuensi yaitu 50 Hz, 150 Hz, dan 250 Hz menunjukkan bahwa semakin kecil frekuensi maka laju penetrasi suhu semakin cepat yaitu pada proses pemanasan dengan menggunakan frekuensi 50 Hz yang membutuhkan waktu selama 6 menit dengan nilai laju penetrasi sebesar $10,5^\circ\text{C}/\text{Menit}$. Daya listrik dan arus listrik terkecil adalah dengan menggunakan frekuensi 150 Hz. Pemanasan madu karet menggunakan pemanas ohmic menggunakan 3 variasi frekuensi didapatkan bahwa, tidak terjadi pengaruh terhadap kadar air dan nilai TPT pada madu karet.

Pasteurisasi madu karet dengan metode Ohmic menggunakan 3 variasi frekuensi, yaitu 50, 150, dan 250 Hz, menunjukkan laju pemanasan madu karet tercepat didapatkan pada frekuensi 50 Hz sebesar $10,5^\circ\text{C}/\text{menit}$. Sedang terhadap penurunan jumlah kapang dan khamir, pemanasan dengan metode Ohmic menurunkan penurunan 1 sd 2 log cycle. Konsumsi arus listrik terkecil pada frekuensi 150 Hz. Pemanasan madu karet menggunakan pemanas ohmic pada tiga variasi frekuensi didapatkan bahwa, tidak terdapat pengaruh terhadap kadar air dan total padatan terlarut pada madu karet.

Saran

Perlu dilakukan pengujian lanjut terhadap kandungan madu karet secara lengkap, umur simpan, sifat listrik, serta cemaran logam pada madu karet hasil pasteurisasi dengan metode Ohmic.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti telah didanai dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui skema RISPRO dengan kontrak No.: PRJ-45/LPDP/2019. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

PENDANAAN

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui skema RISPRO dengan kontrak No.: PRJ-45/LPDP/2019.

CONFLICT OF INTEREST

Dengan ini Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun.

DAFTAR REFERENSI

Adji Suranto, S. (2004). *Khasiat & manfaat madu herbal*: AgroMedia.

- Andriani, A. F. (2021). *Pengaplikasian Alat Ohmic pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang*. Universitas Brawijaya
- Cho, W. I., Yi, J. Y., & Chung, M. S. (2016). Pasteurization of fermented red pepper paste by ohmic heating. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.015>
- Evahelda, E., Pratama, F., & Santoso, B. (2017). Sifat fisik dan kimia madu karet dari nektar pohon karet di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *Jurnal Agritech*, 37(4), 363-368. doi:<https://doi.org/10.22146/agritech.16424>
- Fattah, F. J. J. T. (2016). HUBUNGAN ANTARA KEKERASAN MATERIAL DENGAN FREKUENSI PEMANASAN INDUKSI PADA BAJA ST60. 5(2).
- Fauzi, F., Syukriyadin, S., & Syukri, M. J. J. K., *Informasi Teknologi, dan Elektro*. (2018). Analisis Besaran Frekuensi Terhadap Daya Listrik Pada Rangkaian Transmisi Listrik Nirkabel. 3(4).
- Ghazali, H. M. J. A. F. J. (1994). Effect of microwave heating on the storage and properties of starfruit honey. *ASEAN Food J.*, 9, 30-35. doi:<https://doi.org/10.3136/fstr.9.49>
- Halwany, W., Hakim, S. S., Rahmanto, B., Wahyuningtyas, R. S., Siswadi, Andriani, S., & Lestari, F. (2020). A simple reducing water content technique for stingless bee honey (*Heterotrigona itama*) in South Kalimantan. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 935(1), 012011. doi:10.1088/1757-899X/935/1/012011
- Huang, Z. J. A. B. J. (2010). Honey bee nutrition. 150(8), 773-776.
- Kek, S. P., Chin, N. L., Yusof, Y. A., Tan, S. W., & Chua, L. S. (2014). Total Phenolic Contents and Colour Intensity of Malaysian Honeys from the *Apis* spp. and *Trigona* spp. Bees. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 150-155. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.022>
- Khasanah, R., Parman, S., & Agung Suedy, S. W. (2017). Kualitas Madu Lokal Dari Lima Wilayah Di Kabupaten Wonosobo. 2017, 9 %J *Jurnal Akademika Biologi*. doi:<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19520/18512>
- Lay, B.W., 1994. Analisis mikroba di laboratorium. PT Raja Grafindo Persada. *Jakarta*, 167.
- Megavitry, R., Laga, A., Syarifuddin, A., & Widodo, S. (2019). *PENGARUH SUHU GELATINISASI DAN WAKTU SAKARIFIKASI TERHADAP PRODUKSI SIRUP GLUKOSA SAGU*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Misto, Tri Mulyono, & Alex. (2016). Sistem Pengukuran Kadar Gula dalam Cairan menggunakan Sensor Fotodiode Terkomputerisasi. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 17 No. 1. doi:<https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/111774>
- Novita, M. (2010). Pengaruh Madu Terhadap Bakteri Pada Susu Pasteurisasi.

- Prasetyo, & Andy, B. (2014). *Perbandingan mutu madu karet lebah Apis mellifera berdasarkan kandungan gula pereduksi dan non pereduksi di kawasan karet (Hevea brasiliensis) dan rambutan (Nephelium lappaceum)*. Universitas Brawijaya,
- Raeymaekers, B. J. E. M., & Assessment. (2006). A prospective biomonitoring campaign with honey bees in a district of Upper-Bavaria (Germany). *Environmental Monitoring Assessment*, 116, 233-243. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-006-7389-8>
- Rosidah, I., Zainuddin, Z., Agustini, K., Bunga, O., & Pudjiastuti, L. J. F. J. I. I. K. (2020). Standardisasi Ekstrak Etanol 70% Buah Labu Siam (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). 7(1), 13-20.
- Rusli, N., 2018. Formulasi permen jeli sari buah singi (*Dillenia serrata* Thunbr) kombinasi madu menggunakan gelatin. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 1(2), pp.99-103. DOI: <https://doi.org/10.29313/jiff.v1i2.3707>
- Sihombing, D. (2005). Ilmu Ternak Lebah Madu, Yogyakarta. In: Gadjah Mada University Press.
- Sofia, E. M., & Latriyanto, A. J. J. T. P. (2017). Optimasi Proses Pemanasan Ohmic Terhadap Perubahan Warna dan Total Mikroba Sari Buah Mangrove (*Sonneratia Caseolaris*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(1), 61-74. doi:<https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.01.7>
- Subramanian, R., Umesh Hebbar, H., & Rastogi, N. K. (2007). Processing of Honey: A Review. *International Journal of Food Properties*, 10(1), 127-143. doi:10.1080/10942910600981708
- Susanto, A. (2007). *Terapi madu: Niaga Swadaya*.
- Turhan, I., Tetik, N., Karhan, M., Gurel, F., & Reyhan Tavukcuoglu, H. (2008). Quality of honeys influenced by thermal treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 41(8), 1396-1399. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.09.008>
- Turkmen, İ., & Eksi, A. (2011). Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. *Food Chemistry*, 127(3), 1404-1407. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.118>
- Wibowo, S. A., Latriyanto, A., Vera, V. V., Susilo, B., Sumarlan, S. H., Hawa, L. C., & Zubaidah, E. J. J. I. R. P. d. B. (2022). Analisis Mutu Madu karet Setelah Proses Pasteurisasi dan Pendinginan Cepat. 10(2), 203-212.
- Wulandari, D. D. J. J. K. R. (2017). Analisa kualitas madu (keasaman, kadar air, dan kadar gula pereduksi) berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 16-22.
- Yasi, R. M., & Hadi, C. F. J. J. Z. (2021). Pengaruh Tegangan Terhadap Besar Kuat Arus Listrik Pada Persamaan Hukum OHM. 3(1), 34-36.