

## ANALISIS MUTU MADU SETELAH PROSES PASTEURISASI DAN PENDINGINAN CEPAT

*Analysis of Honey Quality After Pasteurization Process and Fast Cooling*

**Sasongko Aji Wibowo<sup>1\*</sup>, Anang Latriyanto<sup>2</sup>, Vincentia Veni Vera<sup>2</sup>, Bambang Susilo<sup>2</sup>, Sumardi Hadi Sumarlan<sup>2</sup>, La Choviya Hawa<sup>2</sup>, Elok Zubaidah<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,  
Jalan Semolowaru 45 Surabaya 60118, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya,  
Jalan Veteran No.1, Malang 65145, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya,  
Jalan Veteran No.1, Malang 65145, Indonesia

Email\*): [sasongkoaji@untag-sby.ac.id](mailto:sasongkoaji@untag-sby.ac.id)

### ABSTRACT

*Honey has beneficial for the body's metabolic process in humans. However, post-handling is required for hygroscopic properties. Honey quality is influenced by moisture content. High moisture content impacts the honey to be fermented with the Khamir. It can be reduced by pasteurization and evaporation process. The pasteurization and temperature evaporation process should not exceed 70°C because it will damage the quality of honey. This research applied ohmic heating for pasteurization, vacuum cooling for evaporation, and cooling processes using temperatures below 70°C. This study aims to analyze changes in diastase enzymes, water content, Brix, and viscosity using ohmic heating for the pasteurization process and fast cooling with vacuum cooling. The results showed the measuring raw diastase enzymes on honey ( $12,06 \pm 0,146$ ) after pasteurization ( $8,79 \pm 0,132$ ) and cooling ( $7,98 \pm 0,327$ ). The results indicated the initial moisture content of honey ( $17,1 \pm 0,153\%$ ) after pasteurization ( $16,4 \pm 0,306\%$ ) and cooling ( $14,1 \pm 0,153\%$ ). The results of the raw Brix ( $62,7 \pm 0,577$  °Brix) after pasteurization ( $64,3 \pm 0,577$  °Brix) and cooling to ( $65 \pm 0,000$  °Brix). The results of the raw viscosity measure ( $5,681 \pm 0,002$  poise) after pasteurization ( $5,921 \pm 0,013$  poise) and cooling to ( $9,506 \pm 0,000$  poise). This study improved honey with diastase enzyme and moisture content based on the standard quality (SNI), viscosity closed to the standard quality (SNI), nevertheless, Brix could not extend standard quality (U.S. Patent Application Publication).*

**Keywords:** honey; quality; ohmic heating; vacuum cooling

### ABSTRAK

Madu berguna untuk proses metabolisme tubuh pada manusia namun memiliki sifat higroskopis sehingga perlu penanganan pascapanen. Kualitas madu dipengaruhi oleh kadar air. Kadar air yang tinggi menyebabkan madu mudah berfermentasi dengan khamir. Proses pengolahan pascapanen madu yaitu pasteurisasi dan evaporasi. Pada proses pasteurisasi dan evaporasi suhu yang digunakan tidak boleh melebihi 70°C karena akan merusak kualitas madu. Penggunaan *ohmic heating* untuk pasteurisasi dan *vacuum cooling* untuk proses evaporasi dan pendinginan

menggunakan suhu di bawah 70°C. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan enzim diastase, kadar air, total padatan terlarut, dan viskositas madu karet setelah proses pasteurisasi menggunakan *ohmic heating* dan setelah pendinginan cepat menggunakan *vacuum cooling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengukuran enzim diastase raw memiliki nilai DN yaitu  $12,06 \pm 0,146$ , setelah dipasteurisasi yaitu  $8,79 \pm 0,132$  dan setelah pendinginan yaitu  $7,98 \pm 0,327$ . Hasil pengukuran kadar air raw sebesar  $17,1 \pm 0,153\%$ , setelah pasteurisasi sebesar  $16,4 \pm 0,306\%$  dan setelah pendinginan menjadi  $14,1 \pm 0,153\%$ . Hasil pengukuran total padatan terlarut pada madu raw sebesar  $62,7 \pm 0,577$  °Brix, setelah dipasteurisasi sebesar  $64,3 \pm 0,577$  °Brix, dan setelah pendinginan menjadi  $65 \pm 0,000$  °Brix. Hasil pengukuran viskositas raw sebesar  $5,681 \pm 0,002$  poise, kemudian setelah di pasteurisasi sebesar  $5,921 \pm 0,013$  poise, dan setelah pendinginan yaitu menjadi  $9,506 \pm 0,000$  poise. Penelitian ini menghasilkan madu dengan kadar air dan enzim diastase yang memenuhi baku mutu, viskositas mendekati baku mutu, walaupun total padatan terlarut belum memenuhi baku mutu.

**Kata kunci:** madu; mutu; *ohmic heating*; *vacuum cooling*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Produksi madu di Indonesia dapat terjadi sepanjang tahun sehingga berpotensi untuk usaha peternakan lebah didukung oleh keadaan alam yang kaya akan ragam tanaman berbunga, (Maliaentika, *et al.*, 2016). Madu merupakan cairan alami yang pada umumnya memiliki rasa manis dihasilkan oleh lebah madu (*Apis sp*) dari sari bunga tanaman (*flora nectar*) atau bagian lain dari tanaman (Evahelda, *et al.*, 2017). Madu mengandung vitamin B1, B2, B6, C, K, niasin, asam pantotanat, biotin, dan asam folat. Enzim yang terdapat dalam madu yaitu enzim diastase, invertase, glukosa oksidase, peroksidase, dan lipase yang berguna untuk proses metabolisme tubuh pada manusia (Suranto, 2004). Selain itu, madu dapat membantu menyembuhkan beberapa penyakit seperti infeksi pada saluran pencernaan dan pernafasan, meningkatkan kecepatan pertumbuhan jaringan baru, serta meningkatkan kebugaran tubuh (Wulandari, 2017).

Mutu madu dipengaruhi oleh kadar air dalam madu. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 8664:2018), kadar air maksimal madu, yaitu 22%. Kadar air yang tinggi menyebabkan madu mudah berfermentasi oleh khamir dari genus *Zygosaccharomyces* yang tahan terhadap konsentrasi gula yang tinggi, sehingga kadar

air pada madu dipertahankan rendah agar umur simpannya lebih lama (Harjo, *et al.*, 2017). Selain itu madu memiliki sifat higroskopis (Evahelda, *et al.*, 2017). Sifat higroskopis pada madu menjadi tantangan bagi para peternak madu untuk dapat menurunkan kadar air pada madu agar penyimpanan madu dapat bertahan lama. Mutu madu juga dapat dilihat berdasarkan aktivitas enzim diastase, gula pereduksi, brix, pH, viskositas, kadar air, dan kerapatan massa jenis (Singh, *et al.*, 2018).

Penghambatan proses fermentasi pada madu dapat dilakukan dengan pasteurisasi dan evaporasi. Pasteurisasi dilakukan untuk menghilangkan patogen mikroorganisme dan mempertahankan madu pada suhu ruang, tanpa fermentasi, serta mempertahankan rasa dan tekstur (Schvezov, *et al.*, 2020). Suhu sangat berpengaruh pada proses pasteurisasi dan evaporasi madu. Madu akan mengalami kerusakan pada suhu di atas 70°C (Wibowo, *et al.*, 2021).

Secara umum mutu madu pada proses pasteurisasi dan pendinginan secara konvensional masih memiliki nilai yang rendah. Di sisi lain, penelitian Aulia, *et al.*, *al* (2021) menunjukkan bahwa pendinginan menggunakan *vacuum cooling* menghasilkan data nilai mutu madu yang lebih baik dibandingkan dengan pendinginan konvensional. Pada penelitian Andriani, *et al.*, (2021) pasteurisasi

menggunakan metode *ohmic heating* dapat lebih menjaga sifat fisik dan kimia pada madu, yaitu mengurangi angka kapang khamir, menjaga kandungan gula pereduksi serta total enzim diastase pada madu sialang dibandingkan dengan metode konvensional. Pasteurisasi dan pendinginan dengan metode tersebut menggunakan suhu di bawah 70°C. Pada penelitian ini dilakukan penelitian menggunakan kedua metode tersebut.

### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan enzim diastase, kadar air, total padatan terlarut, dan viskositas madu karet setelah pemanasan menggunakan *ohmic heating* dan pendinginan *vacuum cooling*.

### METODE PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

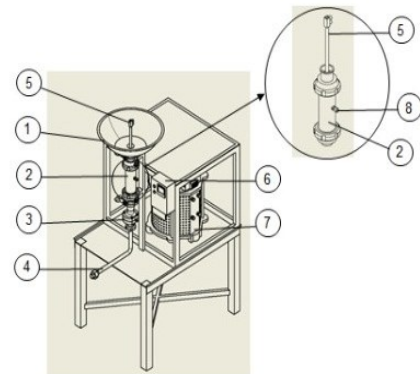
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah suspeed Tipe SPD-1 dan *vacuum cooling* VC-1 rancangan Anang Lastriyanto, spektrofotometer Vis 721 350-1020 nm (OEM), refraktometer, viskometer NDJ-1S, Kuvet quartz, timbangan Digital, *Moisture Balance* MOC-120H Shimadzu, Heater Nanoteach 1 ltr NT-1703 *Multicooker*, gelas ukur herma, batang pengaduk, labu ukur herma 50 ml dan 100 ml, gelas beaker lwaki 100 ml, pipet ukur lwaki 1 ml dan 10 ml, elenmeyer herma 100 ml dan 250 ml, statif, spatula, *thermometer*, mikropipet Gragonlab 100-1000 µl. Bahan yang digunakan madu karet, aquades, DNSA (3,5 *dinitrosulfuric acid*), potassium sodium tartarate ( $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ ), NaOH, Amilum soluble analisis Merck, Iodin Analisis, potassium iodine analisis, NaCl, buffer asetat.

#### Metode

##### Pengolahan Madu

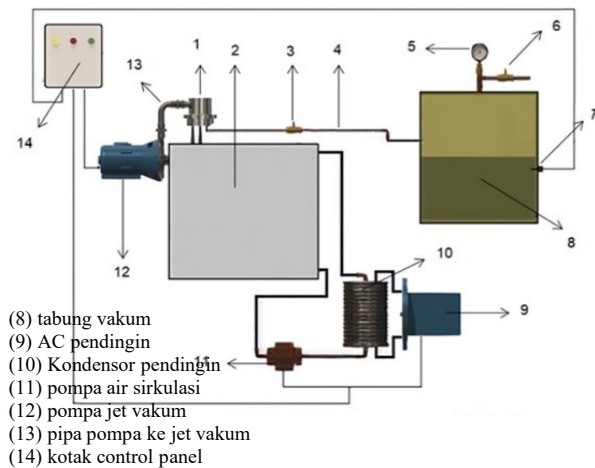
Madu karet dipasteurisasi pada suhu 65°C selama 5 menit menggunakan alat *Suspeed* (Gambar 1), yaitu alat pemanasan super cepat dengan sistem *ohmic heating*.

Madu yang telah dipasteurisasi didinginkan menggunakan *vacuum cooling* dengan suhu 30°C tekanan 8 KPa. Skema alat dapat dilihat pada Gambar 2. Parameter yang diamati, yaitu enzim diastase, total padatan terlarut, kadar air, dan viskositas. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengolahan data dilakukan dengan mencari nilai rata-rata, kemudian data disajikan dalam bentuk grafik.



- Keterangan :
- (1) corong input
  - (2) bak air dingin
  - (3) elektroda luar
  - (4) pipa output
  - (5) elektroda dalam
  - (6) control panel
  - (7) voltage regulator
  - (8) termokopel

Gambar 1. Skema alat pemanasan super cepat dengan sistem *ohmic heating*



- (8) tabung vakum
- (9) AC pendingin
- (10) Kondensor pendingin
- (11) pompa air sirkulasi
- (12) pompa jet vakum
- (13) pipa pompa ke jet vakum
- (14) kotak control panel

Gambar 2. Skema alat *vacuum cooling* Pemanasan *ohmic heating* menerapkan kontak antara bahan pangan

dengan beberapa elektroda yang memiliki perbedaan potensial atau tegangan. Pemanasan dengan prinsip ini tidak merusak dinding sel, cepat, sistem pemanasannya relatif seragam dan merata, sehingga dapat mengurangi jumlah total panas kontak dengan produk jika dibandingkan dengan pemanasan secara konvensional (Zainuddin, 2012).

Prinsip pendingin vakum, yaitu mekanisme perpindahan panas dengan prinsip evaporasi. Titik didih air menurun seiring dengan terjadinya penurunan tekanan di lingkungan. Penurunan tekanan di sekitarnya dapat meningkatkan penguapan permukaan dan kelembaban internal pada suhu rendah sehingga terjadi pelepasan panas dan pendinginan yang cepat (Feng, *et al.*, 2012). Pendinginan cepat akan mengurai waktu panas yang terkandung dalam madu sehingga dapat mempertahankan mutu madu.

#### Aktivitas Enzim Diastase

Uji aktivitas Enzim Diastase dilakukan dengan menghitung DN (*Diastase Number*) dengan menggunakan metode *schade* mengacu pada penelitian Ariandi & Khaerati (2018). Data waktu untuk mencapai absorbansi 0,235 yang diperoleh dari regresi linear diolah menjadi DN dengan memasukkan ke dalam Persamaan 1.

$$DN = \frac{300}{tx} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

DN = *Diastase Number*

tx = Regresi linear waktu

#### Pembuatan Larutan Iodium

Ditimbang sebanyak 0,44 gram iodine dan 1,1 gram kalium iodine/potassium iodide selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas ukur. Campuran kedua kemudian diencerkan dengan ditambahkan aquades hingga 50 ml.

#### Pembuatan larutan Iodium Encer

Ditimbang sebanyak 2 gram potassium iodide kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur. Ditambahkan larutan induk iodidum sebanyak 5 ml. Campuran kedua kemudian diencerkan dengan ditambahkan aquades hingga 100 ml.

#### Pembuatan Larutan Pati

Sebanyak 1 gram amylum soluble analisis, kemudian diencerkan dengan aquades sebanyak 44 ml, kemudian dipanaskan selama 5 menit dan didinginkan lalu diencerkan hingga 50 ml.

#### Kalibrasi Larutan Pati

Larutan pati diambil 5 ml dan ditambahkan 10 ml larutan iodine encer sehingga menjadi larutan pati encer. Diambil 0,5 ml larutan pati encer ditambahkan 10 ml larutan iodine encer, kemudian ditambahkan aquades sampai didapatkan nilai absorbansi  $0,760 \pm 0,02$ . Penentuan nilai absorbansi menggunakan panjang gelombang 660 nm dengan alat spektrofotometer.

#### Pembuatan larutan Buffer Asetat pH 5,3

CH<sub>3</sub>COONa dilarutkan sebanyak 4,35 gram menggunakan aquades hingga 25 ml. Kemudian ditambahkan 0,5 ml CH<sub>3</sub>COOH dan dihomogenkan. Diukur pH dari larutan tersebut; jika kurang dari 5,3 maka ditambahkan sodium asetat (CH<sub>3</sub>COONa), jika pH lebih dari 5,3 ditambahkan asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH).

#### Pembuatan Larutan NaCl 0,5 M

Natrium klorida sebanyak 0,73 gram dilarutkan dalam air mendidih sebanyak 25 ml.

#### Pengukuran Sampel Madu

Pada 10 gram madu karet ditambahkan sebanyak 15 ml air dan 5 ml buffer asetat lalu dihomogenkan. Bahan lalu dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan 3 ml NaCl, kemudian ditambahkan air hingga 50 ml dan dihomogenkan. Selanjutnya diambil 10 larutan sampel dan dimasukkan ke dalam

erlenmeyer 250 ml. Erlenmeyer dimasukkan ke dalam *waterbath* dengan suhu 40°C serta Erlenmeyer yang berisi 10 ml larutan pati selama 15 menit. Sejumlah 5 ml larutan pati dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi larutan sampel, kemudian setiap 5 menit diambil 1 ml campuran larutan sampel dan pati ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 10 ml larutan iodine encer dan aquades sebanyak hasil kalibrasi, kemudian diukur absorbansinya dengan panjang gelombang 660 nm.

#### Pengukuran Total Padatan Terlarut

Pengukuran total padatan terlarut berdasarkan penelitian Parmitasari & Hidayanto. (2013). Pengukuran menggunakan alat Refraktometer Brix 0% - 32% ATC. Prinsip alat yang digunakan, yaitu dengan melewatkan cahaya ke dalam sampel. Total padatan terlarut diukur pada masing-masing sampel. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan selanjutnya dirata-rata.

#### Pengukuran Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan menggunakan alat *Moisture Analyzer* Shimadzu MOC 120H. Analisa kadar air pada madu mengacu pada SNI-2018. Kadar air diukur pada masing-masing sampel. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan selanjutnya dirata-rata.

#### Pengukuran Viskositas

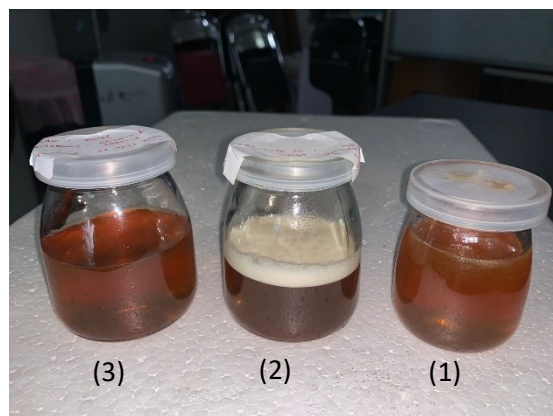
Pengukuran Viskositas mengacu pada penelitian Apriani (2013). Viskositas diukur menggunakan *viscometer* NDJ-1S untuk mengetahui kekentalan madu. Pemilihan *spindle* nomor 2 dengan kecepatan 60 rpm, hal tersebut dikarenakan nilai poise madu masuk dalam range nilai tersebut. Viskositas diukur pada masing-masing sampel. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan selanjutnya dirata-rata.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Madu

Perbedaan raw madu, setelah pasteurisasi dan pendinginan dengan

*vacuum cooling* dapat dilihat pada Gambar 3.



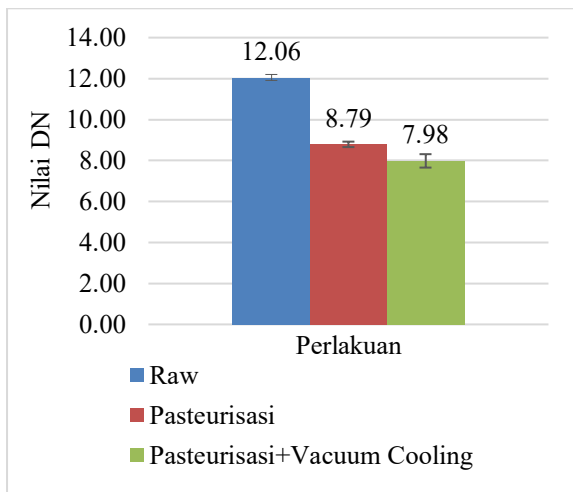
**Gambar 3.** Madu Karet

Pada Gambar 3 terlihat bahwa raw madu sebelum dipasteurisasi memiliki buih. Setelah dipasteurisasi, buih yang ditimbulkan semakin banyak, tetapi setelah pendinginan vakum, buih pada madu menghilang. Buih pada raw menunjukkan bahwa madu memiliki kadar air yang tinggi (Fatma, *et al.*, 2017). Setelah dilakukan pasteurisasi, buih menjadi lebih banyak. Hal ini disebabkan karena dua hal, yaitu adanya protein yang terdenaturasi dan terjadi penurunan tegangan permukaan sehingga terbentuklah buih. Pembentukan buih menunjukkan adanya kandungan gula asli pada madu (Prabowo, *et al.*, 2019). Pencegahan kerusakan mutu madu dilakukan dengan proses pendinginan cepat menggunakan *vacuum cooling* sehingga panas yang tertahan pada madu tidak berlangsung lama. Selain itu *vacuum cooling* juga menyebabkan penurunan kadar air, karena terjadi proses evaporasi. Pada penelitian menunjukkan madu setelah proses pendinginan tidak memiliki buih lagi dan lebih kental.

#### Aktivitas Enzim Diastase

Enzim diastase yang terdapat pada madu ditambahkan lebah pada saat

pematangan madu di sarang. Enzim ini dapat mengubah karbohidrat kompleks (polisakarida) menjadi karbohidrat yang sederhana (monosakarida). Pada penelitian ini, pengukuran aktivitas enzim diastase menggunakan nilai DN. Hasil perhitungan DN pada raw, sesudah dipasteurisasi dengan *ohmic heating*, dan sesudah didinginkan *vacuum cooling* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran DN Madu Karet

Nilai rata-rata DN pada raw adalah  $12,06 \pm 0,146$ ; setelah dipasteurisasi dengan *ohmic heating* mengalami penurunan menjadi  $8,79 \pm 0,132$ . Setelah pendinginan menggunakan *vacuum cooling*, nilai DN madu karet menurun menjadi  $7,98 \pm 0,327$ . Hal ini menunjukkan bahwa adanya penurunan nilai DN setelah dipasteurisasi dan didinginkan disebabkan karena enzim diastase dipengaruhi oleh temperatur; temperatur tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada enzim diastase (Tulandi, 2019). Namun, penelitian Andriani (2021) menunjukkan bahwa hasil pasteurisasi menggunakan metode *ohmic heating* dapat menjaga sifat fisik dan kimia pada madu sialang, yaitu menjaga kandungan gula pereduksi serta total enzim diastase dibandingkan metode konvensional. Metode konvensional merupakan metode pasteurisasi dengan sumber panas dari api yang kemudian dipenetrasikan ke dalam

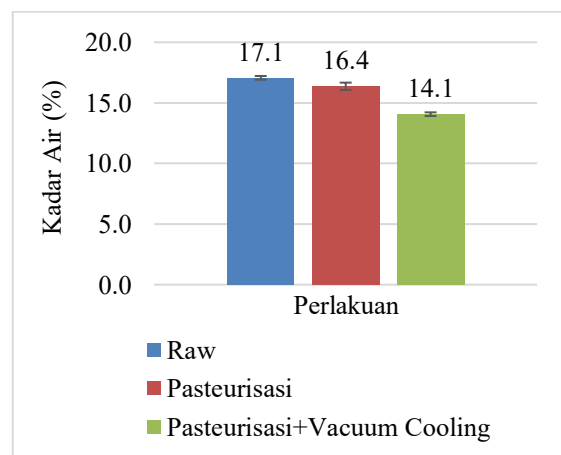
tabung pemanas madu. Pada metode konvensional setelah proses pemanasan, panas masih tersimpan lama di dalam bahan sehingga enzim diastase mengalami kerusakan yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan pendinginan cepat. *Vacuum cooling* merupakan pendinginan cepat, sehingga dapat memperpendek waktu panas yang tersimpan pada bahan (Singh, *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian untuk uji aktivitas enzim madu karet sudah memenuhi standar SNI 001-3553-203, yaitu lebih dari 3 DN. Madu yang memiliki nilai nilai DN di atas 3 dapat dijadikan sebagai imunomodulator, yaitu senyawa yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh (Akuba & Pakaya, 2020).

Standar deviasi menunjukkan jarak antara titik maksimum dan minimum dari hasil pengujian. Pada penelitian ini standar deviasi pada pengukuran nilai DN madu karet di bawah 50%. Semakin kecil nilai standar deviasi, menunjukkan keakuratan data yang digunakan.

### Kadar Air

Kadar air menentukan kualitas madu. Uji kadar air pada penelitian ini menggunakan alat *moisture balance*. Hasil perhitungan kadar air pada raw, sesudah dipasteurisasi dengan *ohmic heating*, dan sesudah didinginkan *vacuum cooling* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perhitungan Kadar Air Madu Karet

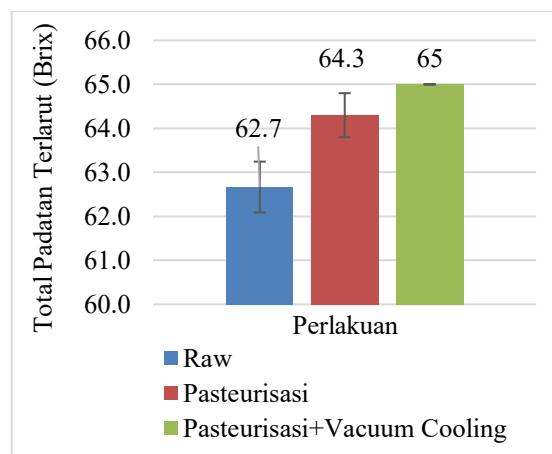
Kadar air madu karet yang diperoleh pada penelitian ini adalah  $17,1 \pm 0,153\%$ , setelah proses pasteurisasi menurun menjadi  $16,4 \pm 0,306\%$ . Setelah proses pendinginan, kadar air madu karet menurun hingga  $14,1 \pm 0,153\%$ . Penurunan kadar air pada saat pasteurisasi disebabkan karena adanya pemanasan (Suhaela, *et al.*, 2016). Penggunaan *Vacuum Cooling* dapat menurunkan kadar air madu pada suhu rendah dengan memanfaatkan tekanan tinggi sehingga titik didih air dapat menurun dan mempertahankan mutu madu (Suhartini, *et al.*, 2018). Hal ini sesuai dengan penelitian Aulia, *et al.* (2021) yang menunjukkan penurunan kadar air dengan penggunaan *vacuum cooling* lebih signifikan dibandingkan dengan pendinginan secara konvensional. Kadar air pada madu karet memenuhi standar SNI, yaitu maksimal 22%. Kadar air yang rendah meminimalkan proses fermentasi pada saat penyimpanan madu (Hasan, *et al.*, 2020).

Kadar air pada madu dipengaruhi oleh letak geografis, asal bunga, sumber makanan lebah, periode panen madu, dan keadaan meteorologis wilayah. Sumber pangan lebah merupakan nektar bunga, dimana nektar bunga dipengaruhi oleh musim dan letak geografis. Pada saat musim hujan, kuantitas dari nektar rendah, sehingga madu yang dihasilkan pun memiliki kandungan gula atau kadar air yang tinggi (Fatma, *et al.*, 2017).

Standar deviasi pada pengukuran kadar air di bawah 50%. Semakin kecil nilai standar deviasi menunjukkan keakuratan data yang digunakan.

### Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut suatu bahan meliputi gula pereduksi, gula non pereduksi, asam-asam organik, pektin, garam, dan protein yang mempengaruhi °Brix (Megavitry, *et al.*, 2019). Hasil perhitungan total padatan terlarut pada raw, sesudah dipasteurisasi dengan *ohmic heating*, dan sesudah didinginkan *vacuum cooling* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Total Padatan Terlarut Madu Karet

Kadar total padatan terlarut pada penelitian yang dilakukan menyebutkan bahwa nilai total padatan terlarut pada raw sebanyak  $62,7 \pm 0,577$  °Brix. Setelah dilakukan pasteurisasi dengan menggunakan *ohmic heating* menjadi  $64,3 \pm 0,577$  °Brix. Kadar total padatan terlarut meningkat setelah dilakukan pendinginan dengan *vacuum cooling* menjadi  $65 \pm 0,000$  °Brix.

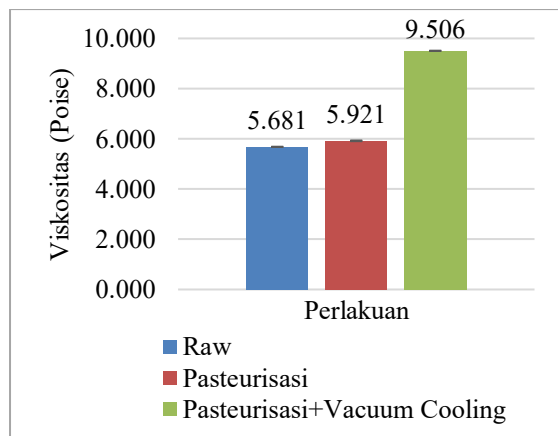
Menurut U.S. Patent Application Publication, standar mutu gula total yang baik pada madu berkisar antara 76-82°Brix. Berdasarkan hasil penelitian, total padatan madu karet tidak memenuhi standar mutu gula total yang baik, tetapi pengolahan menggunakan *vacuum cooling* dapat meningkatkan total padatan terlarut. Penelitian Lastriyanto & Aulia (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *vacuum cooling* dapat meningkatkan total padatan terlarut pada madu singkong.

Total padatan terlarut mengalami peningkatan dapat disebabkan karena kandungan kadar air pada madu menurun dan perubahan gula pada madu, aktivitas mikroba mampu mengubah gula menjadi senyawa lainnya (Maliaentika, *et al.*, 2016). Hal ini menyebabkan madu memiliki rasa yang cenderung lebih manis jika memiliki nilai Brix yang tinggi.

Standar deviasi pada pengukuran total padatan terlarut di bawah 60%. Semakin kecil nilai standar deviasi menunjukkan keakuratan data yang digunakan.

## Viskositas

Viskositas merupakan gaya gesekan yang terjadi saat lapisan-lapisan yang bersisian pada sebuah fluida bergerak melewati satu sama lain. Semakin besar viskositas suatu fluida maka semakin sulit pula partikel dalam fluida bergerak (Lubis, 2018). Hasil perhitungan viskositas pada raw, sesudah dipasteurisasi dengan *ohmic heating*, dan sesudah didinginkan *vacuum cooling* dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Hasil Perhitungan Viskositas Madu Karet

Semakin kental madu, kualitasnya semakin tinggi. Pada penelitian ini nilai viskositas raw  $5,681 \pm 0,002$  poise, setelah pasteurisasi meningkat menjadi  $5,921 \pm 0,013$  poise. Proses pendinginan menyebabkan nilai viskositas menjadi  $9,506 \pm 0,000$  poise. Kekentalan pada madu dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada madu, semakin tinggi kadar air, nilai viskositasnya akan rendah (Apriani, *et al.*, 2013).

Proses pasteurisasi pada madu dapat meningkatkan nilai viskositas pada madu sesuai dengan penelitian Wibowo, *et al.* (2021) yang menunjukkan adanya peningkatan nilai viskositas setelah proses pasteurisasi madu. Hal ini disebabkan karena viskositas dipengaruhi oleh suhu; semakin tinggi suhu, nilai viskositas akan menurun secara signifikan. Sumber bunga juga mempengaruhi nilai viskositas pada madu, madu yang bersumber dari bunga dengan kandungan air tinggi atau gula yang

rendah akan menyebabkan nilai viskositas rendah.

Nilai viskositas minimal pada madu yang sesuai standar SNI, yakni 10 poise (Ansyarif, 2018). Pada penelitian ini pendinginan menggunakan *vacuum cooling* dapat membantu meningkatkan nilai viskositas pada madu bahkan mendekati standar viskositas madu.

Standar deviasi pada pengukuran viskositas bawah 30%. Semakin kecil nilai standar deviasi menunjukkan keakuratan data yang digunakan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pengolahan madu karet menggunakan pemanasan menggunakan *ohmic heating* dan pendinginan *vacuum cooling* menghasilkan kandungan enzim diastase dan kadar air yang memenuhi baku mutu, total padatan terlarut belum memenuhi standar, serta viskositas yang mendekati baku mutu. Hasil pengukuran enzim diastase: raw  $12,06 \pm 0,146$  DN, setelah dilakukan pasteurisasi adalah  $8,79 \pm 0,132$  DN dan setelah dilakukan pendinginan vakum menjadi  $7,98 \pm 0,327$  DN. Hasil pengukuran kadar air: raw  $17,1 \pm 0,153\%$ , setelah dilakukan pasteurisasi menjadi  $16,4 \pm 0,306\%$  dan setelah dilakukan pendinginan vakum menjadi  $14,1 \pm 0,153\%$ . Hasil pengukuran total padatan terlarut: raw  $62,7 \pm 0,577$  °Brix, setelah dilakukan pasteurisasi menjadi  $64,3 \pm 0,577$  °Brix, dan setelah dilakukan pendinginan vakum menjadi  $65 \pm 0,000$  °Brix. Hasil pengukuran viskositas: raw  $5,681 \pm 0,002$  poise, setelah dilakukan pasteurisasi menjadi  $5,921 \pm 0,013$  poise, dan pendinginan vakum menjadi  $9,506 \pm 0,000$  poise.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan berbagai jenis madu lainnya untuk mengetahui keefektifan dari alat terhadap jenis madu yang ada di Indonesia.



## DAFTAR REFERENSI

- Suranto, A. (2004). *Khasiat & manfaat madu herbal*: AgroMedia.
- Akuba, J., & Pakaya, M. S. (2020). Uji aktivitas enzim diastase madu hutan mentah Gorontalo sebagai imunomodulator. *Pharmasipha: Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*, 4(2), 30-33.
- Andriani, A. F. (2021). *Pengaplikasian Alat Ohmic pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang*. Universitas Brawijaya.
- Ansyarif, A. R. (2018). *Kajian Sifat Fisikokimia Madu Hutan (Apis dorsata) dari daerah Maros, Pangkep dan Gowa Sulawesi Selatan*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Apriani, D. (2013). Studi tentang nilai viskositas madu hutan dari beberapa daerah di Sumatera Barat untuk mengetahui kualitas madu. *Pillar of Physics*, 2(1).
- Ariandi, A., & Khaerati, K. (2018). *Uji Aktivitas Enzim Diastase, Hidroksimetilfurfural (Hmf), Kadar Gula Pereduksi, Dan Kadar Air Pada Madu Hutan Battang*. Paper presented at the Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M).
- Aulia, A. I., Latriyanto, A., Wibisono, Y., & Ahmad, A. M. (2021). Pengaruh Penggunaan Vacuum Cooling Terhadap Perubahan Mutu Madu Hutan Riau. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), 49-57.
- Evahelda, E., Pratama, F., & Santoso, B. (2017). Sifat fisik dan kimia madu dari nektar pohon karet di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *J Agritech*, 37(4), 363-368.
- Fatma, I. I., Haryanti, S., & Suedy, S. W. A. (2017). Uji kualitas madu pada beberapa wilayah budidaya lebah madu di Kabupaten Pati. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 58-65.
- Feng, C., Drummond, L., Zhang, Z., Sun, D.-W., Wang, Q. J. C. r. i. f. s., & nutrition. (2012). Vacuum cooling of meat products: current state-of-the-art research advances. 52(11), 1024-1038.
- Harjo, S. S. T., Radiati, L. E., & Rosyidi, D. (2017). Perbandingan Madu Karet dan Madu Rambutan Berdasarkan Kadar Air, Aktivitas Enzim Diastase dan Hidroksimetilfurfural (HMF). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 10(1), 18-21.
- Hasan, A. E. Z., Herawati, H., Purnomo, P., & Amalia, L. (2020). Fisikokimia Madu Multiflora Asal Riau Dan Potensinya Sebagai Antibakteri Escherichia coli dan Staphylococcus aureus. *Chemistry Progress*, 13(2).
- Lastriyanto, A., & Aulia, A. (2021). Analisa Kualitas Madu Singkong (Gula Pereduksi, Kadar Air, dan Total Padatan Terlarut) Pasca Proses Pengolahan dengan Vacuum Cooling. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(2), 110-114.
- Lubis, N. A. (2018). The Influence Of Liquid Viscosity On Falling Time By Falling Ball Method. *Fisitek: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*, 2(2), 26-32.
- Maliaentika, S., Yuwono, S. S., & Wijayanti, N. (2016). Optimasi Penurunan Kadar Air Madu Metode Adsorption Drying Dengan Response Surface Methodology (Rsm)[In Press April

- 2016]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(2).
- 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.
- Parmitasari, P., & Hidayanto, E. (2013). Analisis korelasi indeks bias dengan konsentrasi sukrosa beberapa jenis madu menggunakan portable brix meter. *Youngster Physics Journal*, 2(4), 191-198.
- Prabowo, S., Yuliani, Y., Prayitno, Y. A., Lestari, K., & Kusesvara, A. (2019). Penentuan karakteristik fisiko-kimia beberapa jenis madu menggunakan metode konvensional dan metode kimia. *Journal of Tropical AgriFood*, 1(2), 66-73.
- Schvezov, N., Pucciarelli, A. B., Valdes, B., & Dallagnol, A. M. (2020). Characterization of yateí (*Tetragonisca fiebrigi*) honey and preservation treatments: Dehumidification, pasteurization and refrigeration. *Food Control*, 111, 107080.
- Singh, I., & Singh, S. J. J. (2018). Honey moisture reduction and its quality. *J Food Sci Technol*, 55(10), 3861-3871.
- SNI Madu 8664:2018. (2018). Badan Standarisasi Nasional.
- Suhaela, S., Noor, A., & Ahmad, A. (2016). Effect Of Heating and Storage Time Levels 5-(Hydroxy Methyl) Furan-2-Karbaldehida (HMF) In Honey Origin Mallowa. *Marina Chimica Acta*, 17(2).
- Suhartini, E. A., Moechtar, J., & Darmawati, A. (2018). Mutu Produk Madu yang Dijual di Surabaya. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*.5(1), 45-55.
- Tulandi, S. M. (2019). The effect of storage temperature on the quality of honey. *SANITAS*, 10(1), 59-71.
- Wibowo, S. A., Lastriyanto, A., Hawa, L. C., Erwan, E., Junus, M., Jaya, F., . . . Lamerkabel. (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.
- Wulandari, D. D. (2017). Analisa kualitas madu (keasaman, kadar air, dan kadar gula pereduksi) berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 16-22.
- Zainuddin, N. M. (2012). *Studi Proses Produksi Karaginan Murni (Refine Carrageenan) dari Rumput Laut Eucheuma cottonii secara OHMIC: Pengaruh Lama Ekstraksi dan Suhu Alkalisasi*. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makasar.