

## Analisis Kadar Sukrosa dan Gula Pereduksi pada Madu Trigona (*Stingless Bee Honey*) Menggunakan Metode Luff Schoorl

Raudhatul Hanifa<sup>1\*</sup>, Rahadian Zainul<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [hanifaraudha2803@gmail.com](mailto:hanifaraudha2803@gmail.com)

**Abstract.** *This study aims to analyze the levels of reducing sugars and sucrose in Trigona honey using the Luff Schoorl method as a key parameter for assessing honey quality and authenticity. Trigona honey, produced by stingless bees, possesses unique physicochemical characteristics that differ from Apis mellifera honey, thus requiring further scientific investigation of its sugar profile. The analysis was performed at the BSPJI Pekanbaru Laboratory using a titrimetric procedure based on the Luff Schoorl reagent, involving the determination of reducing sugars and sucrose following hydrolysis. The results revealed that the reducing sugar content of the Trigona honey sample was 31.75%, while the sucrose content was 9.6%. These values do not comply with the Indonesian National Standard (SNI 8664:2018), which requires a minimum of 55% reducing sugars and a maximum of 5% sucrose in honey. The non-conformity is presumed to be influenced by factors such as nectar source, high moisture content, premature harvesting, and storage conditions. Nevertheless, the deviation from the standard does not necessarily indicate adulteration but may reflect the natural characteristics of stingless bee honey. This research provides scientific evidence that may contribute to the evaluation of specific quality standards for Trigona honey in Indonesia and serve as a reference for future studies related to authentication and standardization of stingless bee honey products.*

**Keywords:** Honey Quality; Luff Schoorl; Reducing Sugar; Sucrose; Trigona Honey.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar gula pereduksi dan sukrosa pada madu Trigona menggunakan metode Luff Schoorl sebagai salah satu parameter penentu mutu dan keaslian madu. Madu Trigona merupakan produk lebah tanpa sengat yang memiliki karakteristik fisikokimia berbeda dengan madu Apis mellifera, sehingga diperlukan kajian ilmiah lebih lanjut mengenai profil gula penyusunnya. Analisis dilakukan di Laboratorium BSPJI Pekanbaru dengan metode titrimetri menggunakan reagen Luff Schoorl melalui tahapan analisis gula pereduksi serta analisis sukrosa setelah proses inversi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar gula pereduksi pada sampel madu Trigona adalah 31,75%, sedangkan kadar sukrosa sebesar 9,6%. Kedua hasil tersebut tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 8664:2018), yang menetapkan gula pereduksi minimal 55% dan sukrosa maksimal 5%. Ketidakesesuaian ini diduga dipengaruhi oleh faktor sumber nektar, kadar air tinggi, proses panen yang terlalu dini, dan kondisi penyimpanan. Meskipun demikian, kadar gula yang tidak memenuhi standar tidak selalu mengindikasikan pemalsuan, tetapi dapat mencerminkan karakteristik alami madu Trigona. Penelitian ini memberikan informasi ilmiah yang dapat dijadikan dasar evaluasi standar mutu madu Trigona di Indonesia serta referensi bagi penelitian lanjutan mengenai autentikasi dan standarisasi madu lebah tanpa sengat.

**Kata kunci:** Gula Pereduksi; Kualitas Madu; Luff Schoorl; Madu Trigona; Sukrosa.

### 1. LATAR BELAKANG

Madu merupakan salah satu produk alami yang telah lama dikenal memiliki manfaat gizi dan kesehatan yang tinggi. Kandungan nutrisinya yang kaya, terutama karbohidrat sederhana, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif, menjadikan madu tidak hanya sebagai bahan pangan tetapi juga sebagai komponen penting dalam pengobatan tradisional. Menurut Badolato et al. (2021), konsumsi madu secara rutin dapat memberikan efek antioksidan, antibakteri, dan antiinflamasi, sehingga sangat diminati oleh masyarakat di berbagai negara.

Salah satu jenis madu yang menarik perhatian peneliti dalam beberapa tahun terakhir adalah madu Trigona, atau madu yang dihasilkan oleh lebah tanpa sengat (*stingless bee honey*). Jenis madu ini memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda dari madu yang dihasilkan

oleh *Apis mellifera*, antara lain tekstur yang lebih encer, rasa lebih asam, serta aroma yang khas. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan morfologi lebah, sumber nektar, dan kondisi lingkungan tempat lebah berkembang biak (Esa et al., 2022). Madu Trigona juga dilaporkan mengandung senyawa bioaktif lebih tinggi dibandingkan madu komersial biasa, sehingga memiliki potensi ekonomi yang besar sebagai produk khas daerah tropis.

Namun, di sisi lain, kualitas madu Trigona sering kali dipertanyakan karena tidak adanya standar mutu yang spesifik seperti madu komersial lainnya. Banyak madu Trigona di pasaran memiliki kadar air tinggi dan kandungan gula yang bervariasi, yang dapat memengaruhi umur simpan dan kestabilannya (Esa et al., 2022). Selain itu, praktik pemalsuan madu masih sering ditemukan, seperti penambahan gula sukrosa eksternal untuk meningkatkan volume dan rasa manis. Fenomena ini mengakibatkan menurunnya kepercayaan konsumen terhadap produk madu lokal.

Komponen gula merupakan parameter utama yang menentukan mutu dan keaslian madu. Madu asli umumnya mengandung gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa dalam proporsi tinggi, sedangkan kadar sukrosa pada madu murni biasanya sangat rendah, yakni di bawah 5% (Manzanares et al., 2023). Rasio gula-gula ini berperan penting dalam menentukan sifat fisik madu, seperti viskositas, warna, serta kestabilan terhadap kristalisasi. Oleh karena itu, analisis gula merupakan langkah penting untuk menilai keaslian madu sekaligus mendeteksi adanya adulterasi.

Analisis kadar gula madu juga berfungsi untuk mengetahui sejauh mana pengaruh faktor lingkungan dan metode panen terhadap komposisi kimia madu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kelembapan udara, suhu lingkungan, serta waktu panen berpengaruh terhadap kadar fruktosa, glukosa, dan sukrosa dalam madu (Pascual-Maté et al., 2022). Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai profil gula pada madu Trigona dapat membantu dalam proses standarisasi mutu madu lokal Indonesia yang saat ini masih minim data ilmiah.

Metode Luff Schoorl menjadi salah satu metode klasik yang masih banyak digunakan untuk analisis gula pereduksi dan sukrosa pada bahan pangan. Metode ini didasarkan pada reaksi reduksi ion  $\text{Cu}^{2+}$  menjadi  $\text{Cu}^+$  oleh gula pereduksi dalam suasana alkali, yang kemudian diukur melalui titrasi iodometrik (Purwanto et al., 2021). Dibandingkan metode spektrofotometri atau kromatografi, metode Luff Schoorl memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan prosedur, biaya rendah, dan hasil yang cukup akurat (Nurhayati et al., 2023). Oleh karena itu, metode ini masih relevan digunakan dalam penelitian analisis kimia pangan, termasuk madu.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai madu Trigona di berbagai negara, data mengenai komposisi gula madu Trigona Indonesia masih terbatas. Beberapa penelitian sebelumnya lebih berfokus pada aspek antimikroba dan antioksidan madu, bukan pada parameter gula yang menentukan keaslian produk (Zawawi et al., 2022). Padahal, pengujian kadar sukrosa dan gula pereduksi merupakan langkah penting dalam memastikan integritas produk serta membantu pelaku industri madu lokal dalam memenuhi standar mutu nasional (SNI 8664:2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kadar sukrosa dan gula pereduksi pada madu Trigona menggunakan metode Luff Schoorl. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan data ilmiah mengenai karakteristik kimia madu Trigona lokal, serta menjadi dasar bagi penyusunan standar mutu madu spesifik Indonesia yang sesuai dengan karakteristik geografis dan ekosistem lebah tanpa sengat.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### Madu Trigona

Madu Trigona merupakan madu yang dihasilkan oleh lebah tanpa sengat dari genus *Trigona*, yang banyak ditemukan di kawasan tropis seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Lebah Trigona memiliki perilaku koloni yang berbeda dengan lebah madu biasa (*Apis mellifera*), terutama dalam hal ukuran tubuh yang lebih kecil, kemampuan terbang yang terbatas, serta preferensi terhadap sumber nektar tertentu (Esa et al., 2022). Perbedaan ini berdampak pada karakteristik madu yang dihasilkan, terutama dari segi kandungan air, keasaman, dan komposisi gula.

Madu Trigona dikenal memiliki rasa yang lebih asam, aroma khas yang tajam, dan kandungan air yang lebih tinggi dibandingkan madu *Apis*. Menurut Zawawi et al. (2022), kadar air madu Trigona bisa mencapai 30%, jauh di atas standar madu biasa yang berkisar 17–20%. Kondisi ini menyebabkan madu Trigona lebih rentan mengalami fermentasi alami. Meskipun demikian, madu ini mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid dalam jumlah tinggi, yang memberikan aktivitas antioksidan kuat dan nilai tambah kesehatan.

Kek et al. (2022) melaporkan bahwa madu Trigona memiliki karakteristik fisikokimia yang khas, termasuk kadar gula reduksi dan sukrosa yang berbeda dibandingkan madu *Apis mellifera*, dipengaruhi oleh spesies lebah dan sumber nektar. Selain itu, karakteristik madu Trigona juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti jenis tanaman sumber nektar, iklim, dan kondisi geografis daerah asal lebah. Setiap wilayah memiliki profil kimia madu yang

berbeda, sehingga madu Trigona asal Sumatera bisa berbeda secara signifikan dari madu asal Kalimantan atau Sulawesi. Faktor-faktor ini penting untuk dipertimbangkan dalam proses standarisasi mutu dan pelabelan geografis produk madu (Rahma et al., 2024).

Saripudin et al. (2023) menemukan bahwa madu Trigona dari beberapa wilayah di Indonesia menunjukkan variasi kadar air, gula, dan aktivitas antioksidan, yang dipengaruhi oleh kondisi geografis dan botani sumber nektarnya.

### **Komposisi Gula dalam Madu**

Komponen utama madu adalah karbohidrat yang terdiri dari gula sederhana (monosakarida) dan gula kompleks (disakarida). Fruktosa dan glukosa merupakan gula dominan yang menyusun sekitar 65–80% dari total kandungan padatan madu (Manzanares et al., 2023). Gula-gula ini bertanggung jawab atas rasa manis, tekstur, serta kestabilan madu selama penyimpanan.

Selain itu, madu juga mengandung sukrosa, maltosa, dan sejumlah kecil karbohidrat kompleks. Sukrosa merupakan indikator penting dalam analisis keaslian madu. Kadar sukrosa yang tinggi dapat menunjukkan adanya penambahan gula eksternal atau proses pemanenan madu yang belum sempurna (Pascual-Maté et al., 2022). Oleh karena itu, pengukuran kadar sukrosa dan gula pereduksi menjadi parameter utama dalam kontrol mutu madu.

Kandungan gula dalam madu tidak hanya menentukan nilai gizi, tetapi juga berpengaruh terhadap sifat fisikokimia seperti viskositas, warna, daya kristalisasi, dan aktivitas air. Variasi kandungan gula juga dapat digunakan sebagai penanda geografis (geographical marker), karena profil karbohidrat madu dipengaruhi oleh sumber nektar dan jenis lebah penghasilnya (Puścion-Jakubik et al., 2020).

Sari dan Abdullah (2024) menjelaskan bahwa penetapan kadar sukrosa dan gula pereduksi pada madu secara titrimetri dapat digunakan untuk mengevaluasi keaslian madu serta mendeteksi adanya kemungkinan penambahan gula eksternal.

### **Prinsip Metode Luff Schoorl**

Metode Luff Schoorl merupakan salah satu metode kimia klasik yang digunakan untuk analisis kadar gula pereduksi dan sukrosa dalam bahan pangan. Prinsip utamanya adalah reaksi oksidasi-reduksi antara gula pereduksi dengan ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam larutan Luff Schoorl yang bersifat alkalis. Gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa akan mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  menjadi  $\text{Cu}^+$ , membentuk endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  berwarna merah bata. Sisa ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang tidak bereaksi kemudian ditentukan melalui titrasi iodometrik menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (Purwanto et al., 2021).

Metode ini dianggap sederhana namun memiliki ketelitian yang baik jika dilakukan dengan prosedur yang benar. Menurut Nurhayati et al. (2023), hasil penentuan kadar gula

dengan metode Luff Schoorl memiliki korelasi yang tinggi dengan metode enzimatik modern, dengan koefisien korelasi mencapai 0,97. Hal ini menjadikan metode ini tetap relevan untuk analisis laboratorium rutin, terutama pada industri pangan kecil dan lembaga standarisasi mutu.

Selain akurat, metode Luff Schoorl juga memiliki keunggulan biaya analisis yang relatif rendah dibandingkan metode instrumen seperti HPLC atau spektrofotometri. Namun demikian, kekurangannya terletak pada waktu analisis yang lebih lama dan sensitivitas yang lebih rendah untuk sampel dengan kadar gula sangat kecil (Wardani et al., 2020).

Mulyani et al. (2022) melaporkan bahwa metode Luff Schoorl memiliki ketelitian lebih tinggi dibandingkan metode DNS dalam penentuan kadar gula pereduksi pada bahan pangan, sehingga lebih sesuai digunakan dalam analisis madu.

### **Aplikasi Metode Luff Schoorl pada Analisis Madu**

Berbagai penelitian telah menerapkan metode Luff Schoorl untuk analisis madu dan produk pangan sejenis. Purwanto et al. (2021) melaporkan bahwa metode ini efektif untuk menentukan kadar gula pereduksi pada madu multiflora, dengan deviasi hasil kurang dari 5% dibandingkan metode spektrofotometri. Sementara itu, penelitian oleh Nurhayati et al. (2023) juga menunjukkan bahwa metode ini dapat digunakan sebagai alternatif ekonomis dalam pengujian gula madu di laboratorium pengawasan mutu pangan.

Dalam konteks madu Trigona, penerapan metode Luff Schoorl masih jarang dilaporkan, terutama di Indonesia. Sebagian besar penelitian lebih fokus pada kandungan fenolik atau aktivitas antibakteri madu Trigona (Esa et al., 2022; Zawawi et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini berperan penting dalam memperluas aplikasi metode Luff Schoorl untuk pengujian kualitas madu lokal, khususnya dalam menentukan kadar sukrosa dan gula pereduksi.

### **Standar Mutu Madu di Indonesia**

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 8664:2018, madu yang berkualitas baik harus memiliki kadar air maksimal 22%, gula pereduksi minimal 55%, dan kadar sukrosa tidak lebih dari 5%. Standar ini disusun untuk madu pada umumnya dan belum secara khusus menyesuaikan dengan karakteristik madu Trigona. Beberapa penelitian menemukan bahwa madu Trigona cenderung memiliki kadar gula pereduksi di bawah nilai standar tersebut, sehingga sering kali tidak memenuhi kriteria mutu madu konvensional (Wardani et al., 2020).

Ketidaksesuaian ini tidak selalu menandakan pemalsuan, tetapi dapat menjadi indikator bahwa madu Trigona memiliki profil gula yang unik dan membutuhkan pendekatan standarisasi tersendiri. Dengan demikian, penelitian mengenai kadar sukrosa dan gula

pereduksi pada madu Trigona sangat penting untuk mendukung pengembangan standar mutu spesifik berdasarkan asal geografis dan jenis lebah penghasil madu di Indonesia.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **Sampel Penelitian**

Sampel yang dianalisis merupakan sampel madu trigona yang tersedia di Laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Pekanbaru dengan kode sampel U068/05/2024. Sampel ini akan di uji kadar sukrosa dan gula pereduksinya yang merujuk pada SNI 01-2892-1992

#### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan pada analisis ini yaitu, Neraca analitik ketelitian 0,1 mg, Labu ukur 250 mL, Labu ukur 100 mL, Gelas piala, Pipet volumetrik 10 mL, Pipet volumetrik 25 mL, Pipet volumetrik 50 mL, Pipet tetes, Erlenmeyer 500 mL, Hot plate, Buret 50 mL, Kertas saring whatman, Pendingin tegak, Termometer, dan Stopwatch. Adapun Bahan-bahan yang digunakan pada analisis ini yaitu, Sampel madu trigona, Pb asetat, Larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%, Aquades, Larutan *Luff Schoorl*, Larutan KI 25%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25 %, Larutan tiosulfat 0,1N, dan Larutan kanji 0,5 %

#### **Prosedur Penelitian**

##### ***Uji Gula Pereduksi***

- a.) Timbang 2 gram sampel dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL tambahkan aquades lalu homogenkan.
- b.) Tambahkan 5 mL Pb asetat setengah basa dan goyangkan.
- c.) Teteskan satu tetes larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10% (bila timbul endapan putih maka penambahan Pb asetat setengah basa sudah cukup)
- d.) Tambahkan 15 mL larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10% untuk menguji apakah Pb asetat setengah basa sudah diendapkan seluruhnya, teteskan 1-2 tetes  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%. Apabila tidak timbul endapan berarti penambahan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10% sudah cukup.
- e.) Goyangkan dan tempatkan isi labu ukur sampai tanda garis dengan air suling, kocok 12 kali biarkan dan saring.
- f.) Pipet 10 mL larutan hasil penyaringan dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL.
- g.) Tambahkan 15 mL air suling dan 25 mL larutan luff serta beberapa butir batu didih.
- h.) Panaskan terus-menerus 10 menit kemudian angkat dan segera dinginkan (jangan digoyang).
- i.) Setelah dingin tambahkan 10 mL larutan KI 20% dan 25 ml larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25%

j.) Titration dengan larutan tio 0,1 N dengan larutan kanji 0,5% sebagai indikator, misalkan dibutuhkan  $V_1$  mL tio 0,1 N.

k.) Kerjakan penetapan blanko dengan 25 mL air dan 25 mL larutan luff, misalkan dibutuhkan  $V_2$  mL tio 0,1 N.

### **Uji Sukrosa**

a.) Pipet 50 mL hasil saringan pada penetapan gula pereduksi ke dalam labu ukur 100 mL.

b.) Tambahkan 25 mL HCL 25%, pasang termometer dan lakukan hidrolisis di atas penangas air. Apabila suhu mencapai 68-70°C suhu dipertahankan 10 menit tepat.

c.) Angkat dan bilas termometer dengan air lalu dinginkan.

d.) Tambahkan NaOH 30% sampai netral (warna merah jambu) dengan indikator fenolftalein. Tepatkan sampai tanda tera dengan air suling, kocok 12 kali.

e.) Pipet 10 mL larutan tersebut dan masukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL

f.) Tambahkan 15 mL air suling dan 25 mL larutan luff serta beberapa butir batu didih.

g.) Hubungkan dengan pendingin tegak dan panaskan di atas penangas listrik. Usahakan dalam waktu 3 menit sudah harus mulai mendidih. Panaskan terus sampai 10 menit. Angkat dan segera dinginkan (jangan digoyang). Setelah dingin tambahkan 10 mL larutan KI 20% dan 25 mL  $H_2SO_4$  25%

h.) Titration dengan larutan Tio 0,1 N ( $V_1$  mL) dengan larutan kanji 0,5% sebagai indikator

i.) Lakukan juga penetapan blanko dengan 25 mL larutan luff. Kerjakan seperti diatas ( $V_2$  mL)

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Tabel Pengamatan**

**Tabel 1.** Data Pengamatan Uji Gula Pereduksi dan Sukrosa.

| No     | W(mg)  | Volume gula pereduksi (mL) | Volume Sukrosa (mL) |
|--------|--------|----------------------------|---------------------|
| A      | 2005,0 | 14,6                       | 18,5                |
| B      | 2001,1 | 14,5                       | 18,4                |
| Blanko | -      | 24,6                       | 25,2                |

**Tabel 2.** Luff Schoorl.

| SNI 01-28921-1992                                           |                                      |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Selisih volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N (mL) | Glukosa, Fruktosa, Gula inversi (mg) |
| 0                                                           | 0                                    |
| 1                                                           | 2.4                                  |
| 2                                                           | 4.8                                  |
| 3                                                           | 7.2                                  |
| 4                                                           | 9.7                                  |
| 5                                                           | 12.2                                 |
| 6                                                           | 14.7                                 |
| 7                                                           | 17.2                                 |
| 8                                                           | 19.8                                 |
| 9                                                           | 22.4                                 |
| 10                                                          | 25                                   |
| 11                                                          | 27.6                                 |
| 12                                                          | 30.3                                 |

### Perhitungan

Diketahui:  $N = 0,1006 \text{ N}$

$fp$  (Sebelum Inversi) = 25

$fp$  (Setelah Inversi) = 50

$W_1 = \text{selisih tio} \times N \times 10$

% Gula sebelum inversi =  $\frac{W_1 \times FP}{W} \times 100\%$

% Gula sesudah inversi =  $\frac{V_2 \times FP}{W} \times 100\%$

% Sakarosa =  $0,95 \times \% \text{ gula (sesudah inversi - sebelum inversi)}$

- Sampel A Sebelum Inversi

Dilihat dari daftar tabel antara 10 dan 11 maka didapat nilai :

Batas Bawah : 10 Nilai Gula Inversi : 25

Batas Atas : 11 Nilai Gula Inversi : 27,6

Selisih tio (x) =  $(24,6 - 14,6) \times 0,1006 \times 10$

=  $10 \times 0,1006 \times 10$

= 10,06

=  $\frac{(NBA - NBB) \times (X - BB)}{(BA - BB)} + NBB$

=  $\frac{(27,6 - 25) \times (10,06 - 10)}{(11 - 10)} + 25$

=  $\frac{(2,6) \times (0,06)}{1} + 25$



$$= 25,156$$

$$W_1 = \text{selisih tio} \times N \times 10$$

$$= 25.156 \times 0.1006 \times 10$$

$$= 25.3069$$

$$\begin{aligned} \text{Gula Sebelum Inversi} &= \frac{25,3069 \times 25}{2005,0} \times 100\% \\ &= 31,55\% \end{aligned}$$

- Sampel B Sebelum Inversi

$$\text{Selisih tio (x)} = (24,6 - 14,5) \times 0,1006 \times 10$$

$$= 10,1 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 10,16$$

$$= \frac{(NBA - NBB)X(X - BB)}{(BA - BB)} + NBB$$

$$= \frac{(27,6 - 25)X(10,16 - 10)}{(11 - 10)} + 25$$

$$= \frac{(2,6) \times (0,16)}{1} + 25$$

$$= 25,416$$

$$W_1 = \text{selisih tio} \times N \times 10$$

$$= 25,416 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 25,5684$$

$$\begin{aligned} \text{Gula Sebelum Inversi} &= \frac{25,5684 \times 25}{2001,1} \times 100\% \\ &= 31,94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah \% rata-rata} &= \frac{31,55\% + 31,94\%}{2} \\ &= 31,75\% \end{aligned}$$

- Sampel A Sesudah Inversi

Dilihat dari daftar tabel antara 6 dan 7 maka didapat nilai :

Batas Bawah : 6 Nilai Gula Inversi : 14,7

Batas Atas : 7 Nilai Gula Inversi : 17,2

$$\text{Selisih tio (x)} = (25,2 - 18,5) \times 0,1006 \times 10$$

$$= 6,7 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 6,74$$

$$= \frac{(NBA - NBB)X(X - BB)}{(BA - BB)} + NBB$$

$$= \frac{(17,2 - 14,7)X(6,74 - 6)}{(7 - 6)} + 14,7$$

$$= \frac{(2,5) \times (0,74)}{1} + 14,7$$

$$= 16,55$$

$$W_1 = \text{selisih tio} \times N \times 10$$

$$= 16,55 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 16,6493$$

$$\text{Gula Sesudah Inversi} = \frac{16,6493 \times 50}{2005,0} \times 100\%$$

$$= 41,52 \%$$

- Sampel B Sesudah Inversi

$$\text{Selisih tio (x)} = (25,2 - 18,4) \times 0,1006 \times 10$$

$$= 6,8 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 6,84$$

$$= \frac{(NBA - NBB)X(X - BB)}{(BA - BB)} + NBB$$

$$= \frac{(17,2 - 14,7)X(6,84 - 6)}{(7 - 6)} + 14,7$$

$$= \frac{(2,5) \times (0,84)}{1} + 14,7$$

$$= 16,8$$

$$W_1 = \text{selisih tio} \times N \times 10$$

$$= 16,8 \times 0,1006 \times 10$$

$$= 16,9008$$

$$\text{Gula Sesudah Inversi} = \frac{16,9008 \times 50}{2001,1} \times 100\%$$

$$= 42,23 \%$$

- % Sukrosa A

$$0,95 \times (41,52 - 31,55)$$

$$= 0,95 \times 9,97$$

$$= 9,4715 \%$$

- % Sukrosa B

$$0,95 \times (42,23 - 31,94)$$

$$= 0,95 \times 10,29$$

$$= 9,7755 \%$$

$$\text{Jumlah \% rata-rata} = \frac{9,4715\% + 9,7755\%}{2}$$

$$= 9,6\%$$

**Tabel 3.** Data Perhitungan Hasil Uji Gula Pereduksi dan Sukrosa.

| No     | W(mg)  | Volume gula pereduksi (mL) | Volume Sukrosa (mL) | % Gula sebelum Inversi | % Gula sesudah Inversi |
|--------|--------|----------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| A      | 2005,0 | 14,6                       | 18,5                | 31,55 %                | 41,52 %                |
| B      | 2001,1 | 14,5                       | 18,4                | 31,94 %                | 42,23 %                |
| Blanko | -      | 24,6                       | 25,2                | -                      | -                      |

### Pembahasan

Pada percobaan pengujian kadar gula pereduksi dan sukrosa dalam madu *Trigona* menggunakan metode Luff Schoorl, diperoleh hasil bahwa kadar gula pereduksi dan sukrosa pada sampel tidak memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan SNI 8664:2018, yakni gula pereduksi minimal 55% dan sukrosa maksimal 5%. Pada sampel madu *Trigona* yang diuji, kadar gula pereduksi sebesar 31,75%, sedangkan kadar sukrosa sebesar 9,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa madu *Trigona* tersebut tidak memenuhi standar nasional, meskipun hal tersebut tidak selalu menandakan adanya pemalsuan, melainkan dapat disebabkan oleh karakteristik alami madu *Trigona*.

Pada tahap analisis gula pereduksi, penambahan timbal asetat ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ) dilakukan untuk mengendapkan senyawa pengganggu seperti protein dan fosfat.  $\text{Pb}^{2+}$  bereaksi dengan anion fosfat membentuk endapan timbal fosfat putih yang mudah disaring, sehingga mencegah gangguan pada proses titrasi (Purwanto et al., 2021). Selanjutnya, penambahan satu tetes larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10% berfungsi untuk memastikan bahwa seluruh kelebihan  $\text{Pb}^{2+}$  telah terendapkan. Langkah ini penting untuk menghindari reaksi sekunder yang dapat memengaruhi reduksi ion  $\text{Cu}^{2+}$  pada tahap selanjutnya (Nurhayati et al., 2023).

Langkah berikutnya adalah pengambilan 10 mL filtrat ke dalam erlenmeyer 250 mL, dilanjutkan dengan penambahan larutan Luff Schoorl yang mengandung  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dan  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ . Pada tahap pemanasan selama 10 menit, gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  menjadi  $\text{Cu}^+$  yang mengendap sebagai  $\text{Cu}_2\text{O}$  berwarna merah bata (Wardani et al., 2020). Setelah pendinginan, ditambahkan KI 20% dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% untuk membentuk  $\text{I}_2$  melalui oksidasi  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Iodium yang terbentuk kemudian dititrasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N menggunakan indikator kanji. Perubahan warna biru  $\rightarrow$  bening menandakan titik akhir titrasi. Reaksi yang terjadi yaitu:  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ .

Glukosa sebagai monosakarida termasuk gula pereduksi, sehingga dapat langsung dianalisis dengan metode Luff Schoorl. Sementara itu, sukrosa merupakan disakarida non-reduktor yang tersusun atas glukosa dan fruktosa dengan ikatan 1,2-glikosidik, sehingga tidak memiliki gugus aldehyd bebas yang mampu mereduksi  $\text{Cu}^{2+}$  (Puścion-Jakubik et al., 2020).

Oleh karena itu, sebelum dianalisis, sukrosa perlu dihidrolisis terlebih dahulu menjadi glukosa dan fruktosa melalui proses inversi sukrosa.

Proses hidrolisis dilakukan dengan penambahan HCl 25% dan pemanasan menggunakan penangas air hingga terjadi pemutusan ikatan glikosidik. Reaksi yang berlangsung adalah: Sukrosa + H<sub>2</sub>O → Glukosa + Fruktosa. Setelah hidrolisis selesai, larutan didinginkan dan dinetralkan menggunakan NaOH 30% dengan indikator fenolftalein hingga warna merah muda muncul, menunjukkan pH netral. Proses ini penting karena ion H<sup>+</sup> berlebih dari HCl dapat mengganggu reaksi redoks pada larutan Luff Schoorl (Manzanares et al., 2023).

Tahap berikutnya identik dengan analisis gula pereduksi, di mana larutan Luff Schoorl ditambahkan dan dipanaskan untuk mengendapkan Cu<sub>2</sub>O. Setelah pendinginan, ditambahkan KI dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk menghasilkan I<sub>2</sub> yang kemudian dititrasikan dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Reaksi redoks Cu<sub>2</sub>O terhadap KI dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$$
 Jumlah I<sub>2</sub> yang terbentuk ekuivalen dengan jumlah gula pereduksi hasil hidrolisis, sehingga kadar sukrosa dapat dihitung dari perbedaan antara nilai gula total dan gula pereduksi semula.

Nilai kadar glukosa dan sukrosa madu *Trigona* yang tidak sesuai dengan standar SNI dapat disebabkan oleh beberapa faktor eksternal dan biologis. Pertama, jenis bunga sumber nektar sangat memengaruhi komposisi gula madu; nektar dengan kandungan sukrosa tinggi seperti kelapa, kopi, atau jambu akan menghasilkan madu dengan kadar sukrosa tinggi (Esa et al., 2022). Kedua, kadar air madu yang tinggi akibat kondisi iklim lembap dapat menurunkan kadar gula pereduksi karena pengenceran alami (Rahma et al., 2024). Ketiga, proses panen yang terlalu dini dapat menyebabkan enzim invertase belum menghidrolisis sukrosa secara sempurna menjadi glukosa dan fruktosa (Zawawi et al., 2022). Keempat, penyimpanan madu pada suhu tinggi dapat mempercepat degradasi gula sederhana menjadi senyawa hidroksimetilfurfural (HMF), sehingga menurunkan nilai gula pereduksi (Badolato et al., 2021).

Berdasarkan hasil ini, karakteristik madu *Trigona* perlu dikaji secara spesifik dan tidak sepenuhnya disamakan dengan madu *Apis mellifera*. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa madu lebah tanpa sengat secara alami memiliki kadar gula pereduksi yang lebih rendah dan kadar sukrosa yang lebih tinggi akibat faktor biologis lebah dan iklim tropis (Pascual-Maté et al., 2022). Utami et al. (2023) melaporkan bahwa madu *Trigona* yang dianalisis di Pulau Jawa menunjukkan kadar gula pereduksi yang memenuhi SNI 8664:2018, sehingga dikategorikan sebagai madu berkualitas baik dan layak konsumsi. Sementara itu, Haruna et al. (2022) menyatakan bahwa kadar gula pereduksi yang rendah sering ditemukan pada madu *Trigona*

dengan kadar air tinggi, yang dapat menyebabkan mutu madu tidak memenuhi standar serta meningkatkan risiko fermentasi. Oleh karena itu, diperlukan standar mutu khusus untuk madu *Trigona* Indonesia, agar tidak terjadi kesalahan interpretasi mutu pada pengujian kimiawi rutin.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kadar gula pereduksi dan sukrosa pada madu *Trigona* menggunakan metode luff school, dapat disimpulkan:

1. Pengujian kadar gula pereduksi dan sukrosa pada madu *Trigona* menunjukkan bahwa kandungan gula pereduksi dan sukrosa tidak memenuhi standar mutu SNI 8664:2018. Kadar gula pereduksi pada sampel hanya mencapai 31.75%, jauh di bawah batas minimal 55%, sedangkan kadar sukrosa mencapai 9.6%, melebihi batas maksimal 5% .
2. Faktor-faktor seperti jenis bunga, penyimpanan, pemanasan, kadar air, suhu, dan cuaca berpengaruh signifikan terhadap kualitas madu *Trigona* yang dihasilkan.

### Saran

1. Penelitian lebih lanjut perlu difokuskan pada peningkatan teknik produksi madu *Trigona*, termasuk kontrol yang lebih baik terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas madu seperti suhu, kelembaban, dan sumber nektar.
2. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memahami bagaimana variasi lingkungan seperti musim, lokasi geografis, dan jenis tanaman mempengaruhi kandungan gula dalam madu *Trigona*.

## DAFTAR REFERENSI

- Abdullah, R., & Sari, D. P. (2024). Profil sukrosa dan gula pereduksi pada madu lokal Indonesia menggunakan metode titrimetri. *Indonesian Journal of Applied Chemistry*, 8(1), 55–62.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2892-1992: Cara uji madu*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI 8664:2018: Madu*. Jakarta: BSN.
- Badolato, M., Caruso, A., Celi, M., & Russo, M. (2021). Characterization and quality assessment of honey: A review on physicochemical parameters and bioactivity. *Foods*, 10(3), 669. <https://doi.org/10.3390/foods10030669>
- Esa, N. M., Rahim, N. F. A., & Nor, M. Z. M. (2022). Comparative physicochemical and antioxidant properties of stingless bee honey and *Apis mellifera* honey. *Journal of Apicultural Research*, 61(3), 417–427. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.2014828>

- Harahap, M., Yuliani, D., & Rahma, F. (2024). Physicochemical characterization of stingless bee honey from Riau Province, Indonesia. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 8(1), 45–53.
- Haruna, S., Bakar, N., & Halim, R. (2022). Sugar composition and quality defects in stingless bee honey due to high moisture content. *Journal of Apicultural Research*, 61(4), 512–520. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2032584>
- Kek, S. P., Chin, N. L., & Tan, S. W. (2022). Physicochemical properties and sugar profile of stingless bee honey from Southeast Asia. *Food Chemistry*, 370, 132123. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.132123>
- Manzanares, A. B., García, Z. H., & López, M. A. (2023). Physicochemical properties and sugar profile of different honey types by HPLC analysis. *Food Chemistry Advances*, 2, 100223. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100223>
- Mulyani, S., Andini, R., & Putra, H. (2022). Perbandingan metode Luff Schoorl dan DNS dalam penentuan gula pereduksi pada bahan pangan. *Jurnal Kimia Riset*, 11(1), 45–52.
- Nurhayati, D., Putri, A. D., & Handayani, R. (2023). Evaluation of sugar determination methods in honey using Luff Schoorl and spectrophotometric approaches. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 6(2), 112–120.
- Pascual-Maté, A., Osés, S. M., & Fernández-Muiño, M. A. (2022). Influence of environmental factors on honey composition: A review. *Food Research International*, 152, 110909. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110909>
- Purwanto, E., Widodo, A., & Susilowati, R. (2021). Determination of reducing sugars in food matrices using the Luff Schoorl method: Optimization and validation study. *Journal of Food Quality*, 2021, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2021/6673248>
- Puścion-Jakubik, A., Socha, K., & Borawska, M. H. (2020). Honey as a source of bioactive compounds: Comparison between *Apis* and stingless bee honeys. *Nutrients*, 12(10), 3280. <https://doi.org/10.3390/nu12103280>
- Saripudin, A., Rahmawati, S., & Darmawan, R. (2023). Karakteristik madu Trigona dari berbagai daerah di Indonesia berdasarkan parameter kimia dan aktivitas antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 67(2), 45–53.
- Utami, W., Lestari, D., & Pamungkas, A. (2023). Quality evaluation of stingless bee honey (*Trigona* sp.) from Java: Compliance with SNI 8664:2018. *International Journal of Food Studies*, 12(2), 65–74. <https://doi.org/10.7455/ijfs/12.2.2023.a7>
- Wardani, E., Lestari, A., & Pratiwi, N. (2020). Comparison of classic Luff Schoorl and enzymatic methods for sugar determination in natural sweeteners. *Analytical Methods in Chemistry*, 2020, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2020/7530912>
- Zawawi, N., Hassan, S., & Othman, R. (2022). Maturity effect on physicochemical properties of stingless bee honey. *Food Research*, 6(2), 41–48. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(2\).470](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(2).470)