

# ANALISIS KUALITAS MADU BERDASARKAN PARAMETER MASSA JENIS, INDEKS BIAS DAN TEGANGAN PERMUKAAN SEBAGAI ALTERNATIF PEMBELAJARAN

## ANALYSIS OF HONEY QUALITY BASED ON PARAMETERS OF DENSITY, REFRACTIVE INDEKS AND SURFACE TENSION AS AN ALTERNATIVE LEARNING

**Jesika Gabreila Taro, Muslimin, Haeruddin, I Wayan Darmadi**  
Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Tadulako, Palu, Indonesia  
[jesikataro@gmail.com](mailto:jesikataro@gmail.com)

### Kata Kunci

Kualitas Madu, Alternatif Pembelajaran

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kualitas madu berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan sebagai alternative pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian experiment research (Penelitian eksperimen). Teknik analisis yang digunakan adalah analisis statistik deskriptif. Sampel penelitian ini adalah madu flora dengan jenis madu multiflora dan madu monoflora. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kualitas madu yang tinggi sampai yang rendah berdasarkan parameter massa jenis sebesar  $1,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , indeks bias sebesar 1,26 dan tegangan permukaan sebesar  $9,12 \times 10^{-5} \text{ N/m}$  kemudian madu monoflora dengan massa jenis sebesar  $1,13 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , indeks bias sebesar 1,16 dan tegangan permukaan sebesar  $7,23 \times 10^{-5} \text{ N/m}$ . Nilai SNI yang terdaftar di BPOM untuk massa jenis madu adalah 1331,25  $\text{kg/m}^3$  dan indeks bias sebesar 1,475 – 1,504. Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa madu yang diteliti belum sesuai dengan SNI yang dikeluarkan oleh BPOM.

### Keywords

Honey Quality, Learning Alternative

### Abstract

This study aims to determine how the quality of honey based on the parameters of density, refractive index and surface tension as a learning alternative. The research method used is experiment research. The analysis technique used is descriptive statistical analysis. The sample of this research is flora honey with multiflora honey and monoflora honey. The results of this study show that the highest to the lowest quality of honey based on density of  $1,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a refractive index of 1,26 and a surface tension of  $9,12 \times 10^{-5} \text{ N/m}$  then monoflora honey with a density of  $1,13 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a refractive index of 1,16 and a surface tension of  $7,23 \times 10^{-5} \text{ N/m}$ . The SNI value registered at BPOM for the density of honey is 1331,25  $\text{kg/m}^3$  and the refractive index is 1,475–1,504. This shows that the results of this study indicate that the honey studied is not in accordance with the SNI issued by BPOM.

©2024 The Author  
p-ISSN 2338-3240  
e-ISSN 2580-5924

Received 15/01/2024; Revised 28/01/2024; Accepted 10/02/2024; Available Online 30/04/2024

\*Corresponding Author: [fisika@yahoo.co.id](mailto:fisika@yahoo.co.id)

## PENDAHULUAN

Madu merupakan zat manis yang didapatkan dari nektar tanaman. Komposisi madu yaitu Air, Levulosa (Fruktosa), Dektrosa (Glukosa), Sukrosa, Mineral, Dektrin dan Zat lain. Adapun mineral yang terkandung di dalam madu antara lain: Natrium, kalsium, Magnesium, Kuprum, Aluminium, Ferrum, Kalium dan Fosfor. Sedangkan Vitamin yang terkandung dalam madu antara lain : Vitamin B1, B2, B3, BP, Be, H, K, C, asam pantotenat<sup>1</sup>. Cairan nektar yang manis kaya akan gula yang diproduksi bunga dari tumbuh- tumbuhan sewaktu mekar untuk

menarik penyebuk seperti serangga. Nektar kemudian disintesis oleh lebah dan tersimpan didalam sel-sel sarang lebah. Meski demikian madu berbeda dengan gula, madu berbentuk cairan kental dengan warna yang cukup beragam yaitu bening sampai warna coklat kekuningan<sup>2</sup>.

Madu dapat dikonsumsi secara langsung oleh manusia karena kandungan madu adalah glukosa dan fruktosa sehingga dapat diserap langsung oleh darah kemudian diolah menjadi energi bagi tubuh. Berbeda dengan gula yang didalamnya terkandung sukrosa, pada umumnya baru bisa diserap oleh tubuh setelah beberapa

jam usai dikonsumsi. Madu memiliki keberagaman yang ditentukan oleh jenis lebah dan jenis bunga yang dikonsumsi. Madu memiliki kandungan gula, vitamin, mineral serta enzim yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Sehingga madu banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat dan kosmetik perawatan bagi kecantikan<sup>3</sup>.

Jika diperhatikan dengan seksama, madu asli mengandung butiran-butiran kecil yang terdiri dari serbuk sari dan serpihan lilin yang akan menambah nilai gizi pada madu. Seperti yang kita ketahui, madu mengandung banyak zat yang mampu menangkal bakteri di dalam tubuh. Sayangnya peminatan yang banyak kadang membuat beberapa oknum bermain kotor dengan membuat madu oplosan atau bahkan madu palsu. Sebagian oknum seringkali memanfaatkan pandangan konsumen yang mengira bahwa madu yang dijual dengan harga tinggi adalah madu yang memiliki kualitas paling baik. Padahal kenyataannya madu termahal sekalipun tidak menjamin komposisi madu adalah bahan yang bagus bahkan bisa lebih rendah dari madu biasa.

Kualitas madu yang baik juga dapat ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya berdasarkan massa jenis, warna madu, aroma madu, tegangan permukaan dan viskositas madu. Massa jenis dan kekentalan madu juga dapat dijadikan sebagai parameter yang dapat membedakan antara madu alami dan madu buatan<sup>4</sup>. Dengan mengetahui parameter tersebut dapat diketahui jumlah air yang terkandung di dalam madu. Indeks bias adalah derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Tegangan permukaan madu bervariasi bergantung dari sumber nektarnya. Madu memiliki tegangan permukaan yang rendah sehingga sering digunakan untuk campuran kosmetik<sup>5</sup>. Dalam penelitian ini, jenis madu yang dipilih adalah jenis madu yang berasal dari salah satu peternakan lebah madu yang ada di Kota Palu yang berada di Kelurahan Balaroa yaitu madu jenis multiflora dan monoflora.

Analisis kualitas madu dengan menggunakan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan dapat menjadi pendekatan yang inovatif dan menarik dalam pembelajaran fisika. Densitas adalah ukuran kerapatan madu, yang berhubungan dengan komposisi dan konsentrasi zat terlarut dalam madu. Indeks bias mempengaruhi cara cahaya melewati madu dan memberikan informasi tentang kemurnian dan kualitas optiknya. Sementara itu, tegangan permukaan berhubungan dengan gaya tarik menarik antara molekul madu, yang dapat menjelaskan sifat permukaan dan interaksi antar

molekul. Dengan menggunakan parameter ini, siswa dapat menerapkan prinsip-prinsip fisika dalam eksperimen nyata. Ini membantu cara memahami konsep fisika seperti konservasi energi dan optik kemudian menghubungkannya dengan aplikasi praktis dalam mengamati produk alami<sup>6</sup>. Eksperimen ini menggabungkan teori dengan praktik sebagai metode pembelajaran alternatif.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini sangat penting dilaksanakan agar masyarakat dapat mengetahui bagaimana kualitas madu yang dikonsumsi. Dengan demikian, peneliti mengangkat judul "Analisis Kualitas Madu Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan Sebagai Alternatif Pembelajaran".

## METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian eksperimen (experiment research) adalah penelitian dengan melakukan sebuah studi yang objektif, sistematis dan terkontrol untuk memprediksi fenomena<sup>7</sup>. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan standar pengujian massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan. Data diperoleh dari hasil percobaan yang dilakukan

Teknik analisis yang digunakan adalah statistik deskriptif yaitu analisis yang digunakan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum<sup>8</sup>.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Tadulako. Madu yang digunakan adalah madu flora yang dengan jenis madu multiflora dan madu monoflora. Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 15 – 20 Mei 2024 di peternakan lebah madu yang berada di Kelurahan Balaroa Kota Palu. Pengujian massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan dilakukan pada tanggal 26 Mei – 15 Juni 2024.

Berdasarkan uji kualitas madu didapatkan data massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan. Data yang diperoleh diralat terlebih dahulu dengan menggunakan dua ralat yaitu ketidakpastian relatif untuk menghitung tingkat keakuratan data massa jenis. Sedangkan ralat sistematis untuk menghitung tingkat keakuratan data indeks bias dan tegangan permukaan dengan langkah:

1. Menentukan ketidakpastian relatif massa jenis, dengan menggunakan persamaan:  $KTP_r = \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\%$  (1)
2. Menentukan nilai terbaik dari besaran yang diamati menggunakan persamaan:  $\bar{X} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots}{n}$  (2)
3. Menghitung standar deviasi rata – rata dengan persamaan:  $S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  (3)
4. Menghitung kesalahan relatif data hasil pengamatan menggunakan persamaan : keseksamaan =  $\frac{S_x}{\bar{X}} \times 100\%$  (4)
5. Menghitung ketelitian data hasil pengamatan menggunakan persamaan:  $Ketelitian = 100\% - keseksamaan$  (5)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Deskripsi Data**

**a.) Data Massa Jenis Madu**

Data massa jenis madu diukur menggunakan gelas ukur dengan volume 50 ml, dan massa gelas sebesar 71,97 gram. Untuk menentukan massa madu adalah massa gelas ukur yang berisi madu dikurangi massa gelas ukur. Massa jenis madu diperoleh dengan membagi massa madu dengan volume madu yang sama dengan volume gelas ukur yang digunakan atau dengan menggunakan persamaan:  $\rho = \frac{m}{v}$  (6)

Dimana:  $\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )  $m$  = massa (kg)  $v$  = volume ( $\text{m}^3$ ). Data perhitungan massa jenis madu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Perhitungan Massa Jenis Madu

Pengukuran	Madu Multiflora		Madu Monoflora	
	Massa Madu (kg)	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )	Massa Madu (kg)	Massa Jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
Pengukuran1	$6,06 \times 10^{-2}$	$1,21 \times 10^3$	$5,78 \times 10^{-2}$	$1,16 \times 10^3$
Pengukuran2	$6,19 \times 10^{-2}$	$1,24 \times 10^3$	$5,63 \times 10^{-2}$	$1,13 \times 10^3$
Pengukuran3	$6,19 \times 10^{-2}$	$1,24 \times 10^3$	$5,62 \times 10^{-2}$	$1,12 \times 10^3$
Pengukuran4	$6,18 \times 10^{-2}$	$1,24 \times 10^3$	$5,62 \times 10^{-2}$	$1,12 \times 10^3$
Pengukuran5	$6,18 \times 10^{-2}$	$1,24 \times 10^3$	$5,63 \times 10^{-2}$	$1,13 \times 10^3$
<b>Rata-Rata</b>		<b><math>1,23 \times 10^3</math></b>		<b><math>1,13 \times 10^3</math></b>

**b.) Data Indeks Bias Madu**

Pengukuran indeks bias madu menggunakan prinsip pembiasan pada zat cair. Alat yang digunakan untuk memperoleh nilai indeks bias ini adalah pengukur indeks bias sederhana yang terdiri dari statif, klem, laser,

dan bola lampu kaca bening, mistar dan dudukan statif. Penentuan nilai indeks bias menggunakan persamaan:  $n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$  (7) Dimana  $n$  = indeks bias  $\sin \theta_i$  = besar sudut datang  $\sin \theta_r$  = besar sudut bias. Data Perhitungan indeks bias madu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Perhitungan Indeks Bias Madu

Jarak Simpangan n	Madu Multiflora			Madu Monoflora		
	Sudut Datang (°)	Sudut Bias (°)	Indeks Bias	Sudut Datang (°)	Sudut Bias (°)	Indeks Bias
3 cm	6,95	5,69	1,22	5,85	5,13	1,14
	6,13	5,31	1,15	5,85	5,13	1,14
	6,95	5,69	1,22	5,57	4,56	1,22
4 cm	9,96	7,76	1,28	8,05	7,57	1,06
	9,96	7,76	1,28	7,78	6,63	1,17
	10,23	8,13	1,26	7,78	6,63	1,17
5 cm	13,97	10,91	1,28	9,42	7,76	1,21
	13,97	10,91	1,28	8,6	7,38	1,16
	13,97	10,91	1,28	9,42	7,76	1,21
<b>Rata-rata</b>		<b>1,26</b>	<b>Rata-rata</b>		<b>1,16</b>	

**c.) Data Tegangan Permukaan Madu**

Pengukuran tegangan permukaan madu menggunakan metode kenaikan pada pipa kapiler. Pipa kapiler yang digunakan dalam penelitian ini berjari – jari  $0,57 \times 10^{-3} \text{ m}$  dengan sudut kontak  $72^\circ$ . Penentuan nilai tegangan permukaan dapat menggunakan persamaan:

$$\gamma = \frac{1rh\rho g}{2\cos\theta}$$
 (8)

Dimana:  $\gamma$  = tegangan permukaan (N/m),  $r$  = jari – jari pipa kapiler (m),  $h$  = ketinggian (m),  $\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ ),  $g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ ) dan  $\theta$  = sudut kontak. Data perhitungan tegangan permukaan madu dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data Perhitungan Tegangan Permukaan Madu

Pengukuran	Madu Monoflora		
	Massa Jenis Madu ( $\text{Kg/m}^3$ )	Ketinggian (m)	Tegangan Permukaan (N/m)
1	$1,13 \times 10^3$	$7,3 \times 10^{-2}$	$7,43 \times 10^{-5}$
2	$1,13 \times 10^3$	$6,7 \times 10^{-2}$	$6,82 \times 10^{-5}$
3	$1,13 \times 10^3$	$7,3 \times 10^{-2}$	$7,43 \times 10^{-5}$
<b>Rata-rata</b>	<b><math>1,13 \times 10^3</math></b>	<b><math>7,1 \times 10^{-2}</math></b>	<b><math>7,23 \times 10^{-5}</math></b>
Pengukuran	Madu multiflora		
	Massa Jenis Madu ( $\text{Kg/m}^3$ )	Ketinggian (m)	Tegangan Permukaan (N/m)
1	$1,23 \times 10^3$	$8,7 \times 10^{-2}$	$9,64 \times 10^{-5}$
2	$1,23 \times 10^3$	$8,00 \times 10^{-2}$	$8,87 \times 10^{-5}$
3	$1,23 \times 10^3$	$8,00 \times 10^{-2}$	$8,87 \times 10^{-5}$
<b>Rata-rata</b>	<b><math>1,23 \times 10^3</math></b>	<b><math>8,23 \times 10^{-2}</math></b>	<b><math>9,12 \times 10^{-5}</math></b>

**ANALISIS DATA**

**a.) Massa Jenis Madu**

Berikut ini nilai perhitungan massa jenis madu berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

1. Contoh perhitungan massa jenis madu multiflora adalah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{6,19 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-5}}$$

$$\rho = 1,24 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

2. Contoh perhitungan massa jenis madu monoflora adalah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{5,62 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-5}}$$

$$\rho = 1,12 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

Data yang diperoleh kemudian dihitung nilai ketidakpastiannya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian seperti berikut.

Ralat massa jenis madu multiflora :

Dik:  $v = 5 \times 10^{-5}$

$$\Delta m = \frac{1}{2} NST \text{ neraca} = \frac{1}{2} \cdot 1 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\Delta v = \frac{1}{2} NST \text{ gelas ukur} = \frac{1}{2} \cdot 5 \times 10^{-6} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Delta \rho = \sqrt{\left| \frac{1}{v} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot \Delta m \right|^2 + \left| \frac{m}{v^2} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot \Delta v \right|^2}$$

$$\Delta \rho = \sqrt{\left| \frac{1}{5 \times 10^{-5}} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot 5 \times 10^{-6} \right|^2 + \left| \frac{6,16 \times 10^{-2}}{(5 \times 10^{-5})^2} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot 2,5 \times 10^{-6} \right|^2}$$

$$\Delta \rho = \sqrt{1.690,00444}$$

$$\Delta \rho = 41,11 \text{ kg/m}^3$$

$$KTP_m = \Delta \rho = 41,11 \text{ kg/m}^3$$

$$KTP_r = \frac{\Delta \rho}{\rho} \times 100\% = \frac{41,11}{1,23 \times 10^3} \times 100\%$$

$$= 3,34\%$$

$$\text{Ketelitian} = 100\% - 3,34\% = 96,66\%$$

Ralat massa jenis madu monoflora :

Dik:  $v = 5 \times 10^{-5}$

$$\Delta m = \frac{1}{2} NST \text{ neraca} = \frac{1}{2} \cdot 1 \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\Delta v = \frac{1}{2} NST \text{ gelas ukur} = \frac{1}{2} \cdot 5 \times 10^{-6} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\Delta \rho = \sqrt{\left| \frac{1}{v} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot \Delta m \right|^2 + \left| \frac{m}{v^2} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot \Delta v \right|^2}$$

$$\Delta \rho = \sqrt{\left| \frac{1}{5 \times 10^{-5}} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot 5 \times 10^{-6} \right|^2 + \left| \frac{5,65 \times 10^{-2}}{(5 \times 10^{-5})^2} \right|^2 \cdot \left| \frac{2}{3} \cdot 2,5 \times 10^{-6} \right|^2}$$

$$\Delta \rho = \sqrt{1.420,00444}$$

$$\Delta \rho = 37,68 \text{ kg/m}^3$$

$$KTP_m = \Delta \rho = 37,68 \text{ kg/m}^3$$

$$KTP_r = \frac{\Delta \rho}{\rho} \times 100\%$$

$$= \frac{37,68}{1,13 \times 10^3} \times 100\% = 3,33\%$$

$$\text{Ketelitian} = 100\% - 3,33\% = 96,67\%$$

Data dan perhitungan dari contoh diatas, diketahui bahwa nilai rata – rata massa madu multiflora dan madu monoflora secara berturut turut yaitu nilai rata – rata massa madu multiflora  $6,16 \times 10^{-2} \text{ kg}$  sehingga nilai rata – rata massa jenis madu multiflora adalah  $1,123 \times 10^3 \pm 41,11 \text{ kg/m}^3$  dengan ketelitian 96,66%. sedangkan massa madu monoflora sebesar  $5,65 \times 10^{-2} \text{ kg}$  sehingga nilai rata – rata massa jenis madu monoflora adalah  $1,13 \times 10^3 \pm 37,68 \text{ kg/m}^3$  dengan ketelitian 96,67%.

**b.) Indeks Bias Madu**

Berikut ini nilai perhitungan indeks bias madu berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

1. Contoh perhitungan indeks bias madu multiflora:

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$$

$$n = \frac{\sin 6,95^\circ}{\sin 5,69^\circ} = \frac{0,121}{0,099}$$

$$n = 1,22$$

Data yang diperoleh kemudian dihitung nilai ketidakpastiannya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

Tabel 4 Ralat Indeks Bias Madu Multiflora

$n$	$\bar{n}$	$\rho - \bar{n}$	$(\rho - \bar{n})^2$
1,22	1,261111	-0,04111	0,00169
1,25		-0,01111	0,000123
1,22		-0,04111	0,00169
1,28		0,018889	0,000357
1,28		0,018889	0,000357
1,26		-0,04111	0,00000123
1,28		0,018889	0,000357
1,28		0,018889	0,000357
1,28		0,018889	0,000357
1,28		0,018889	0,000357

$$\bar{n} = \frac{\sum \bar{n}}{9} = \frac{11,35}{9} = 1,261111$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (n - \bar{n})^2}{(n - 1)}} = \sqrt{\frac{0,005289}{9 - 1}} = \sqrt{0,000661}$$

$$= 0,025712$$

$$\text{keseksamaan} = \frac{S_n}{\bar{n}} = \frac{0,025712}{1,261111} \times 100\% = 2,03\%$$

$$\text{ketelitian} = 100\% - 2,03\% = 97,97$$

Data dan perhitungan dari contoh diatas, diketahui bahwa nilai rata – rata indeks bias madu multiflora sebesar  $1,26 \pm 0,02$  dengan ketelitian 97,97%.

2. Contoh perhitungan indeks bias madu monoflora:

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$$

$$n = \frac{\sin 5,85^\circ}{\sin 5,13^\circ} = \frac{0,102}{0,089}$$

$$n = 1,14$$

Data yang diperoleh kemudian dihitung nilai ralatnya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

Tabel 5 Ralat Indeks Bias Madu Monoflora

$n$	$\bar{n}$	$\rho - \bar{n}$	$(\rho - \bar{n})^2$
1,14	1,164444	-0,02444	0,00169
1,14		-0,02444	0,00598
1,22		-0,05556	0,003086
1,06		-0,10444	0,010909
1,17		0,005556	0,0000309
1,17		0,005556	0,0000309
1,21		0,005556	0,002075
1,16		-0,00444	0,0000198
1,21		0,045556	0,002075

$$\bar{n} = \frac{\sum \bar{n}}{9} = \frac{10,48}{9} = 1,164444$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(n - \bar{n})^2}{(n - 1)}} = \sqrt{\frac{0,019422}{9 - 1}} = \sqrt{0,002428}$$

$$= 0,049272$$

$$keseksamaan = \frac{S_n}{\bar{n}} = \frac{0,049272}{1,164444} \times 100\% = 4,23\%$$

$$ketelitian = 100\% - 4,23\% = 95,77\%$$

Data dan perhitungan dari contoh diatas, diketahui bahwa nilai rata - rata indeks bias madu monoflora sebesar  $1,16 \pm 0,04$  dengan ketelitian 95,77%.

**c.) Tegangan Permukaan Madu**

Berikut ini nilai perhitungan tegangan permukaan berdasarkan perhitungan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

1. Contoh perhitungan tegangan permukaan madu mutiflora:

$$\gamma = \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{10,57 \times 10^{-1} \cdot 8,7 \cdot 1,23 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 9,64 \times 10^{-2} \text{ dyne/cm} = 9,64 \times 10^{-5} \text{ N/m}$$

2. Contoh perhitungan tegangan permukaan madu monoflora:

$$\gamma = \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{10,57 \times 10^{-1} \cdot 7,3 \cdot 1,13 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 7,43 \times 10^{-2} \text{ dyne/cm} = 7,43 \times 10^{-5} \text{ N/m}$$

Data yang diperoleh kemudian dihitung nilai ketidakpastiannya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

Tabel 6 Ralat Tegangan Permukaan Madu Multiflora

$\gamma$	$\bar{\gamma}$	$\rho - \bar{\gamma}$	$(\rho - \bar{\gamma})^2$
$9,64 \times 10^{-5}$	$9,12 \times 10^{-5}$	$5,17 \times 10^{-6}$	$2,67 \times 10^{-11}$
$8,87 \times 10^{-5}$		$-2,59 \times 10^{-6}$	$6,69 \times 10^{-12}$
$8,87 \times 10^{-5}$		$-2,59 \times 10^{-6}$	$6,69 \times 10^{-12}$

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum \bar{\gamma}}{3} = \frac{27,38 \times 10^{-5}}{3} = 9,12 \times 10^{-5}$$

$$S_\gamma = \sqrt{\frac{\sum(\gamma - \bar{\gamma})^2}{(n - 1)}} = \sqrt{\frac{4,01 \times 10^{-11}}{5 - 1}} = \sqrt{2,01 \times 10^{-11}}$$

$$= 4,4787 \times 10^{-6}$$

$$keseksamaan = \frac{S_\gamma}{\bar{\gamma}} = \frac{4,4787 \times 10^{-6}}{9,12 \times 10^{-5}} \times 100\% = 4,91\%$$

$$ketelitian = 100\% - 4,91\% = 95,09\%$$

Data dan perhitungan dari contoh diatas dapat diketahui bahwa nilai rata - rata tegangan permukaan madu monoflora adalah  $9,12 \times 10^{-5} \text{ N/m} \pm 4,4787 \times 10^{-5}$  dengan ketelitian 95,09%.

Tabel 7 Ralat Tegangan Permukaan Madu Monoflora

$\gamma$	$\bar{\gamma}$	$\rho - \bar{\gamma}$	$(\rho - \bar{\gamma})^2$
$7,43 \times 10^{-5}$	$7,23 \times 10^{-5}$	$2,04 \times 10^{-6}$	$4,15 \times 10^{-12}$
$6,82 \times 10^{-5}$		$-4,07 \times 10^{-6}$	$1,66 \times 10^{-11}$
$7,43 \times 10^{-5}$		$2,04 \times 10^{-6}$	$4,15 \times 10^{-12}$

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum \bar{\gamma}}{3} = \frac{21,68 \times 10^{-5}}{3} = 7,23 \times 10^{-5}$$

$$S_\gamma = \sqrt{\frac{\sum(\gamma - \bar{\gamma})^2}{(n - 1)}} = \sqrt{\frac{2,49 \times 10^{-11}}{5 - 1}} = \sqrt{1,24 \times 10^{-11}}$$

$$= 3,59 \times 10^{-6}$$

$$keseksamaan = \frac{S_\gamma}{\bar{\gamma}} = \frac{3,59 \times 10^{-6}}{7,23 \times 10^{-5}} \times 100\% = 4,88\%$$

$$ketelitian = 100\% - 4,88\% = 95,12\%$$

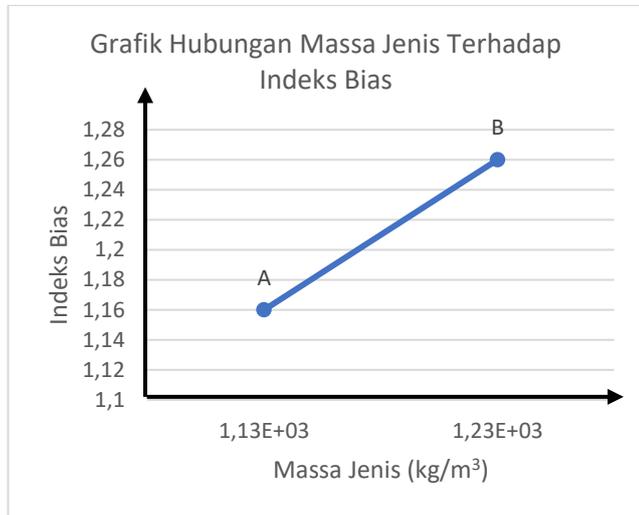
Data dan perhitungan dari contoh diatas dapat diketahui bahwa nilai rata - rata tegangan permukaan madu monoflora adalah  $7,23 \times 10^{-5} \text{ N/m} \pm 3,59 \times 10^{-6}$  dengan ketelitian 95,12%.

Berdasarkan data - data yang ada diatas, maka perbandingan nilai rata - rata massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan Nilai Rata-Rata Massa Jenis, Indeks Bias Dan Tegangan Permukaan

No	Madu	$\bar{\rho}$	$\bar{n}$	$\bar{\gamma}$
1	Multiflora	1,23 $\times 10^3$	1,26	9,12 $\times 10^{-5}$
2	Monoflora	1,13 $\times 10^3$	1,16	7,23 $\times 10^{-5}$

**d.) Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Indeks Bias**



Gambar 1 Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Indeks Bias

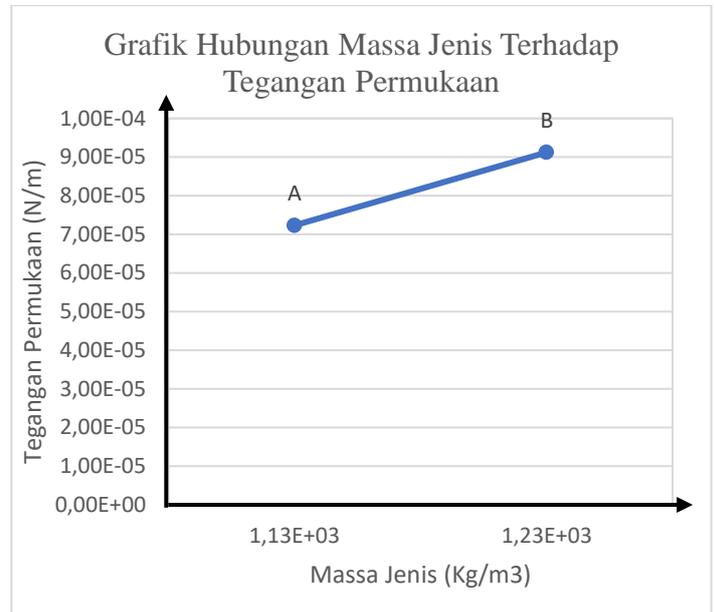
Berdasarkan grafik pada Gambar 1, terlihat bahwa nilai massa jenis akan mempengaruhi nilai indeks bias pada madu. Pada grafik madu monoflora di simbolkan sebagai A dan madu multiflora sebagai B.

Nilai massa jenis dari madu lebih besar jika dibandingkan dengan massa jenis dari air. Hal ini dikarenakan partikel – partikel yang ada pada madu lebih rapat jika dibandingkan dengan partikel – partikel yang ada pada air<sup>9</sup>. Madu yang memiliki nilai indeks bias paling tinggi adalah madu dengan massa jenis yang tinggi<sup>10</sup>. Semakin rapat suatu partikel zat maka besar sudut biasnya akan semakin kecil, sehingga nilai indeks biasnya akan semakin besar. Jika semakin besar massa jenis dari madu maka indeks bias madu akan mengalami peningkatan secara linear karena banyaknya molekul didalam madu sehingga nilai indeks bias madu murni tanpa campuran akan lebih tinggi dibanding indeks bias madu campuran<sup>11</sup>.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata – rata massa jenis madu multiflora sebesar  $1,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  dan rata – rata nilai massa jenis madu monoflora sebesar  $1,13 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  sedangkan nilai massa jenis madu yang terdaftar di BPOM sebesar  $1331,25 \text{ kg/m}^3$ . Nilai rata – rata indeks bias untuk madu multiflora sebesar 1,261 dan

madu monoflora sebesar 1,164 sedangkan nilai indeks bias yang terdaftar di BPOM adalah 1,475 – 1,504. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa besar massa jenis dan indeks bias tidak sesuai dengan nilai massa jenis berdasarkan SNI yang terdaftar di BPOM.

**e.) Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Tegangan Permukaan**



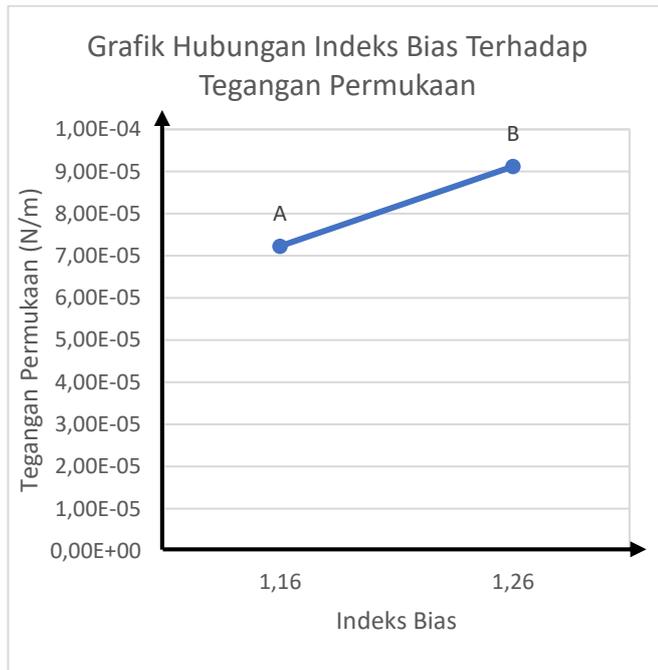
Gambar 2 Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Indeks Bias

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa nilai massa jenis akan mempengaruhi tegangan permukaan pada madu multiflora dan madu monoflora. Pada grafik madu monoflora di simbolkan sebagai A dan madu multiflora di simbolkan sebagai B. Faktor yang mempengaruhi nilai tegangan permukaan salah satunya adalah massa jenis, jika nilai massa jenis semakin besar, maka semakin besar kerapatan partikel – partikel yang berada didalam zat cair tersebut. Cairan yang memiliki gaya tarik menarik yang besar antar molekulnya maka nilai tegangan permukaannya juga besar<sup>13</sup>. Tegangan permukaan madu lebih kecil dibandingkan tegangan permukaan air yaitu sebesar  $72 \times 10^{-3} \text{ N/m}^4$ .

Nilai rata – rata dari tegangan permukaan madu multiflora sebesar  $9,12 \times 10^{-5} \text{ N/m}$  dengan nilai rata – rata massa jenis sebesar  $1,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  dan madu monoflora sebesar  $7,23 \times 10^{-5} \text{ N/m}$  dengan nilai rata – rata massa jenis sebesar  $1,13 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Hasil dari penelitian ini menunjukkan jika massa jenis madu semakin besar maka nilai tegangan permukaan madu akan semakin besar begitu juga sebaliknya. Hal

ini sejalan dengan teori berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Salam (2017)<sup>15</sup>.

#### f.) Grafik Hubungan Indeks Bias Terhadap Tegangan Permukaan



Gambar 3 Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Indeks Bias

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, terlihat bahwa nilai indeks bias juga berpengaruh pada kenaikan nilai tegangan permukaan madu multiflora dan madu monoflora. Pada grafik madu monoflora disimbolkan sebagai A dan madu multiflora sebagai B. Semakin besar nilai indeks bias maka semakin besar nilai tegangan permukaan, begitu juga sebaliknya.

Besar nilai tegangan permukaan akan mengikuti besar nilai dari massa jenis dan indeks bias. Jika massa jenis suatu zat semakin besar maka nilai indeks bias suatu zat linear dengan nilai massa jenisnya<sup>16</sup>. Hasil dari penelitian ini menunjukkan jika semakin besar nilai indeks bias madu maka semakin besar pula nilai tegangan permukaan pada madu. Madu multiflora memiliki tegangan permukaan sebesar  $9,12 \times 10^{-5}$  dengan indeks bias 1,26 kemudian madu monoflora sebesar  $7,23 \times 10^{-5}$  dengan indeks bias 1,16.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kualitas madu dari yang paling tinggi sampai yang paling rendah

berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan secara berturut – turut adalah madu multiflora kemudian madu monoflora. Nilai rata – rata massa jenis madu secara berturut – turut untuk madu multiflora sebesar  $1,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , sedangkan rata – rata massa jenis madu monoflora sebesar  $1,13 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Nilai rata – rata indeks bias madu secara berturut – turut untuk madu multiflora sebesar 1,26 dan madu monoflora sebesar 1,16. Nilai tegangan permukaan madu secara berturut – turut untuk madu multiflora sebesar  $9,12 \times 10^{-5} \text{ N/m}$  dan madu monoflora sebesar  $7,23 \times 10^{-5} \text{ N/m}$ . Nilai massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan yang diperoleh belum sesuai dengan SNI yang dikeluarkan oleh BPOM dimana nilai massa jenis madu yang terdaftar di BPOM sebesar  $1331,25 \text{ kg/m}^3$  dan indeks bias sebesar 1,475 – 1,504. Hal ini menunjukkan bahwa madu yang diteliti memiliki kualitas yang kurang baik.

##### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka penulis menyarankan agar masyarakat dapat lebih teliti dan berhati – hati dalam membeli madu yang akan dikonsumsi sehari – hari. Peneliti selanjutnya, guru dan siswa yang hendak menggunakan alat yang sama dapat lebih memperhatikan parameter yang mempengaruhi indeks bias seperti kaca yang ditempati madu dan besar sudut yang terbentuk. Jika hendak menggunakan alat pengukuran indeks bias yang sama maka peneliti selanjutnya, guru dan siswa baiknya dapat lebih memperhatikan sudut yang akan digunakan. Untuk hasil yang lebih maksimal sebaiknya tidak menggunakan sudut lebih dari  $12^\circ$ . Untuk hasil yang lebih maksimal peneliti selanjutnya, guru dan siswa yang hendak menggunakan alat ini dapat menggunakan kisi untuk melihat besar pembiasan. Untuk hasil yang lebih maksimal peneliti selanjutnya, guru dan siswa yang hendak menggunakan alat ini dapat menggunakan kisi untuk melihat besar pembiasan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rompas, J. J. I., Kiroh, H. J., Kawatu, M. M. H., & Rotinsulu, M. D. (2023). MENGENAL LEBAH MADU (Apis spesies) PENERBIT: YAYASAN BINA LENTERA INSAN.
- [2] Hidayatullah, M., Handoko, C., & Maring, A. J. (2022). SNI Madu dan Manfaat Madu Untuk Kesehatan. *STANDAR: Better Standard Better Living*, 1(6), 23–26.
- [3] Aini, W. N., Hidayah, N., & Ambarwati, N. S. (2019). Pengurangan Jerawat pada Kulit Wajah dengan Madu Manuka. *Prosiding*

- Seminar Nasional Dan Call for Papers, 3(November), 154-160.
- [4] BPOM. (2017). Produk Pangan untuk Industri Rumah Tangga: Madu. In Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan, Deputi III, Badan POM RI
- [5] Rusdiana, R. (2015). Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. Skripsi, 1-15. <http://eprints.walisongo.ac.id/5883/1/103611018.pdf>
- [6] Siregar, S. 2014. Statistik Deskriptif untuk Penelitian Dilengkapi Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS Versi 17. Jakarta:Rajawali Press
- [7] Sugiyono. 2010. *Statistik unuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- [8] Arsini, Sheilla R., Qisthi F., Rida H. 2016. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar II*. Semarang: Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- [9] BPOM. (2017). Produk Pangan untuk Industri Rumah Tangga: Madu. In *Direktorat Surveilans dan Penyuluhan Keamanan Pangan, Deputi III, Badan POM RI*.
- [10] South African Government, Town, C., & Fay, D. L. (2021) In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952.(IssueJuly). <https://justice.gov.za/vq/gbv/NSP-GBVF-FINAL-DOC-04-05.pdf>
- [11] Yuberti. (2020). *Konsep Materi Fisika Dasar 2*.
- [12] Evi,J."Analisis hubungan Antara Konsentrasi Kemurnian Madu Dengan Sifat Fisiknya," *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 12-16, Juni 2021.
- [13] Chee, M.W.L, S Balaji, G.L Cuckston, J.R Davidson, D.I Wilson. 2018. Pendant Drops Shed from a Liquid Lens Formed by Liquid Draining Down the Inner Wall of a wide Vertical tube. *Experimental Thermal and Fluid Science*. Vol 9 Page 364 - 374.
- [14] Pengenalan Pembelajaran Tentang Lebah Madu (Honey Bees).
- [15] Salam, R. (2017). Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan Pada Tinta Print Dengan Bahan Dasar Arang Sabut Kelapa. Skripsi. Jurusan.
- [16] Supeno, B., & Erwan. (2016). Basuki, A.S., Setijo B. 2003. *Buku Panduan Praktikum Kimia Fisika*. Depok: Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.