

**ANALISIS KUALITAS MADU YANG BEREDAR  
DI KOTA SEMARANG BERDASARKAN  
PARAMETER MASSA JENIS, INDEKS BIAS, DAN  
TEGANGAN PERMUKAAN**

**SKRIPSI**

Diajukan guna Memenuhi Sebagian Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh :  
**NOOR AISYAH ISTIANI**  
NIM : 1403066016

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noor Aisyah Istiani

NIM : 1403066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**ANALISIS KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI KOTA  
SEMARANG BERDASARKAN PARAMETER MASSA JENIS,  
INDEKS BIAS, DAN TEGANGAN PERMUKAAN**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 16 Agustus 2018

Pembuat Pernyataan,



**Noor Aisyah Istiani**

**NIM: 1403066016**



**KEMENTERIAN AGAMA R.I.  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295  
Fax. 7615387 Semarang 50185

**PENGESAHAN**

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota  
Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis,  
Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan

Nama : Noor Aisyah Istiani

NIM : 1403066016

Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo  
dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 23 Oktober 2018

**DEWAN PENGUJI**

Ketua

**Agus Sudarmanto, M.Si.**  
NIP. 197708232009121001

Sekretaris

**Edi Daenuri Anwar, M.Si.**  
NIP. 197907262009121002

Penguji I

**Muhammad Ardhi K., M.Sc.**  
NIP. 198210092011011010

Penguji II

**Drs. H. Jasuri, M.Si.**  
NIP. 196710141994031005

Pembimbing I

**Andi Fadlan, S.Si. M.Sc.**  
NIP. 198009152005011006

Pembimbing II,

**Arsini, M.Sc**  
NIP. 198408122011012011



**NOTA DINAS**

Semarang, 16 Agustus 2018

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

Di Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias dan Tegangan Permukaan**

Penulis : **Noor Aisyah Istiani**


NIM : 1403066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Pembimbing I,



**Andi Fadlan, S. Si., M. Sc.**

NIP. 19800915 200501 1 006

## **NOTA DINAS**

Semarang, 16 Agustus 2018

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo  
Di Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias dan Tegangan Permukaan**

Penulis : **Noor Aisyah Istiani**

NIM : 1403066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Pembimbing II,



**Arsini, M. Sc.**

NIP. 19840812 201101 2 011

## ABSTRAK

Judul : **Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan**

Penulis : Noor Aisyah Istiani

NIM : 1403066016

Madu banyak dimanfaatkan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Mengingat banyaknya manfaat dari madu, sebagian oknum memanfaatkan pandangan di kalangan masyarakat yang mengira dengan mahalnyanya madu berarti menjamin kualitasnya. Kualitas madu dapat diketahui melalui beberapa faktor, di antaranya yaitu berdasarkan nilai konduktivitas listrik, pH, rotasi optik, massa jenis, indeks bias, tegangan permukaan, warna, dan aroma madu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di kota Semarang berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Madu yang digunakan dalam penelitian ini adalah madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng dengan merek Madu Pramuka, Madu Nusantara, dan Asli Madu yang beredar di kota Semarang. Hasil penelitian ini adalah kualitas madu dari yang paling tinggi sampai yang paling rendah berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan secara berturut-turut untuk madu jenis randu adalah Asli Madu, Madu Nusantara dan Madu Pramuka, sedangkan untuk madu jenis kelengkeng adalah Asli Madu, Madu Pramuka dan Madu Nusantara.

**Kata kunci:** madu, massa jenis, indeks bias, tegangan permukaan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa mengkaruniakan rahmat, hidayah, inayah, serta nikmat-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat manusia dari zaman jahiliyah hingga zaman islamiyah.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, kerjasama, dukungan, dan fasilitas sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Muhibbin, selaku Rektor UIN Walisongo.
2. Dr. H. Ruswan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Andi Fadllan, S.Si., M.Sc dan Arsini, M.Sc selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk

membimbing dan memberikan saran kepada Penulis dalam penulisan skripsi ini.

5. Segenap Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal pengetahuan selama di bangku kuliah.
6. Dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
7. Widyastuti, S.Pd selaku PLP Laboratorium Fisika UIN Walisongo Semarang.
8. Keluarga tercinta, Ayah Pramuji dan Ibu Jamini yang telah memberikan semangat, do'a, dan dukungan baik secara moril maupun materiil dengan ketulusan dan keikhlasan do'anya sehingga skripsi ini dapat selesai. Serta adik M. Arif Kurniawan tersayang yang selalu memberi dukungan yang luar biasa kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat tercinta Ranti Septianingrum, Anisa Wisdatul Izza, Alvi nur, dan Nadlifa Al-qonita yang selalu menjadi tempat berbagi cerita, memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
10. Sahabat sekaligus saudara "Keluarga yang Bahagia" (Bela Maulina, Qorina Huda, Musrotin, Anisa Ulfi, Uswatun, M. Sunari, Alif Putra, Nanang Hermawan, Abd. Rouf, Asror)



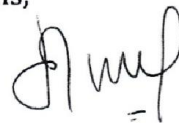
yang selalu mendukung, menasehati, menemani serta selalu ada dalam keadaan suka maupun duka.

11. Teman-teman pendidikan fisika 2014, khususnya PF 2014 A yang selalu member dukungan.
12. Teman-teman PPL SMK N 4 Semarang dan tim KKN-MIT V posko 21 Kelurahan Plalangan, Gunungpati, Semarang.
13. Pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian ini yang tidak dapat disebutkan seluruhnya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini.

Semarang, 16 Agustus 2018

Penulis,



**Noor Aisyah Istiani**

NIM: 1403066016

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	<b>1</b>
B. Rumusan Masalah .....	<b>6</b>
C. Tujuan Penelitian .....	<b>6</b>
D. Manfaar Penelitian .....	<b>6</b>
E. Batasan Masalah .....	<b>6</b>
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b> .....	<b>8</b>
A. Kajian Teori .....	<b>8</b>
1. Madu .....	<b>8</b>
2. Komposisi Madu .....	<b>9</b>
3. Kualitas Madu .....	<b>10</b>
4. Jenis dan Macam-macam Madu .....	<b>15</b>
5. Kelebihan dan Kekurangan Madu .....	<b>18</b>
6. Massa Jenis .....	<b>25</b>
7. Indeks Bias .....	<b>25</b>
8. Tegangan Permukaan .....	<b>27</b>
B. Kajian Pustaka .....	<b>30</b>
<b>BAB III : METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>34</b>

A. Jenis Penelitian .....	34
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
C. Bahan dan Alat.....	35
D. Proses Penelitian .....	41
E. Teknik Analisis Data .....	44
<b>BAB IV : DESKripsi DAN ANALISIS DATA .....</b>	<b>46</b>
A. Deskripsi Data .....	46
B. Analisis Data .....	54
<b>BAB V : PENUTUP .....</b>	<b>69</b>
A. Kesimpulan .....	69
B. Saran .....	70
<b>Daftar Pustaka</b>	
<b>Lampiran-lampiran</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Syarat mutu madu	12
Tabel 3.1	Jadwal penelitian	35
Tabel 4.1	Nilai massa jenis madu randu	48
Tabel 4.2	Nilai massa jenis madu kelengkeng	49
Tabel 4.3	Nilai indeks bias madu jenis randu	51
Tabel 4.4	Nilai indeks bias madu jenis kelengkeng	52
Tabel 4.5	Nilai tegangan permukaan madu jenis randu	53
Tabel 4.6	Nilai tegangan permukaan madu jenis kelengkeng	54
Tabel 4.7	Ralat massa madu	56
Tabel 4.8	Nilai massa jenis semua madu	58
Tabel 4.9	Ralat indeks bias	60
Tabel 4.10	Nilai indeks bias semua madu	63
Tabel 4.11	Ralat tegangan permukaan	64
Tabel 4.12	Nilai tegangan permukaan semua madu	67

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Pembiasan cahaya oleh dua medium yang berbeda kerapatan	27
Gambar 2.2	Sudut kontak	29
Gambar 2.3	Naiknya cairan pada pipa kapiler	29
Gambar 3.1	Bahan Penelitian	36
Gambar 3.2	Neraca ohaus	36
Gambar 3.3	Piknometer	37
Gambar 3.4	Pipet	38
Gambar 3.5	Laser	38
Gambar 3.6	Kit hukum Snellius	39
Gambar 3.7	<i>Beaker glass</i>	40
Gambar 3.8	Pipa kapiler	40
Gambar 3.9	Mistar	41
Gambar 3.10	Sampel madu	42

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Besaran</b>	<b>Satuan</b>
$\rho$	Massa jenis	kg/m <sup>3</sup>
$V$	Volume	m <sup>3</sup>
$m$	Massa	kg
$n$	Indeks bias	
$\theta_i$	Sudut datang	
$\theta_r$	Sudut bias	
$\gamma$	Tegangan permukaan	N/m
$r$	Jari-jari pipa kapiler	m
$h$	Ketinggian	m
$g$	Percepatan gravitasi	m/s <sup>2</sup>
$\theta$	Sudut kontak	

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>
Lampiran 1	Dokumentasi observasi
Lampiran 2	Dokumentasi wawancara
Lampiran 3	Hasil wawancara
Lampiran 4	Data perhitungan massa jenis madu
Lampiran 5	Data perhitungan indeks bias madu
Lampiran 6	Data perhitungan tegangan permukaan
Lampiran 7	Dokumentasi penelitian
Lampiran 8	Surat penunjukan pembimbing
Lampiran 9	Surat izin riset
Lampiran 10	Surat peminjaman alat
Lampiran 11	Surat keterangan melakukan penelitian





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Lebah telah disebutkan dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 68 – 69, banyak manfaat yang dapat diambil dari lebah untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia. Banyak manfaat yang dapat diambil dari lebah yang memiliki nilai ekonomis tinggi, di antaranya adalah madu, *royal jelly*, tepung sari (polen), lem lebah (propolis), malam lebah, bisa lebah (*bee venom*), pupa, dan sarang lebah (Rosdiana, 2008).

Madu adalah zat pemanis alami yang dihasilkan lebah dari bahan baku dasar nektar. Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan kelenjar tanaman dalam bentuk larutan gula. Madu berbentuk cairan kental, warnanya bening atau kuning pucat, sampai coklat kekuningan. Rasanya manis dengan aroma yang enak dan segar. Madu sangat erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat. Madu berbeda dengan gula, madu mengandung glukosa dan fruktosa sehingga saat diminum langsung diserap oleh darah dan cepat menghasilkan energi, sedangkan gula mengandung sukrosa, baru bisa diserap setelah beberapa jam kemudian. Keberagaman madu ditentukan oleh musim, jenis bunga yang dikonsumsi lebah, dan jenis lebahnya sendiri. Madu mengandung air, glukosa, fruktosa, sukrosa, asam amoniak,

dan asam lemak. Madu juga mengandung mineral-mineral penting seperti kalsium, fosfor, potasium, sodium, besi, magnesium, dan tembaga. Menurut Hammad (2014), apabila di dalam tubuh kekurangan unsur-unsur ini dapat menyebabkan seseorang terkena kurang darah. Selain itu madu juga mengandung beberapa vitamin, di antaranya vitamin C dan vitamin B kompleks. Madu juga mengandung asam organik dan berbagai enzim.

Madu banyak dimanfaatkan dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Selain dikonsumsi secara langsung, madu juga dimanfaatkan untuk industri makanan, industri minuman, industri farmasi, industri jamu, dan industri kosmetik. Industri makanan dan minuman yang menggunakan bahan baku madu sebagai bahan penolong adalah roti, biscuit, kue-kue, susu, sari buah dan sajian makanan. Sementara bagi industri jamu, madu mengandung vitamin, mineral, dan karbohidrat seperti fruktosa, glukosa dan gula lainnya. Di dalam industri kosmetik, madu menjadi campuran yang berguna menjadikan rambut, bibir, dan kulit menjadi lebih halus dan indah (Ahmed et al., 2003).

Madu asli biasanya tidak terlalu jernih, melainkan mengandung sedikit gula ketika diterawang ke cahaya. Jika memperhatikan madu secara seksama, akan ditemui butiran-butiran kecil. Butiran-butiran ini terdiri dari serbuk sari,

serpihan lilin atau koloid. Semua zat tersebut menambah nilai gizi madu. Hammad (2014) dalam bukunya menyatakan banyak produk madu yang beredar di pasaran tidak murni lagi akibat ulah tangan-tangan jail di antaranya, madu dicampur dengan glukosa, madu dicampur dengan tepung yang disangrai, madu dicampur dengan sukrosa, molasses, gula tebu atau dengan cairan manis.

Mengingat banyaknya manfaat dari madu, sebagian oknum sering melakukan siasat dengan cara melambungkan harga madu. Oknum tersebut memanfaatkan pandangan di kalangan konsumen yang mengira dengan mahalnya madu berarti menjamin kualitasnya. Padahal, bisa jadi madu jenis ini adalah madu yang berkualitas terendah. Ada sebuah penelitian tentang komposisi madu yang terbilang mahal di pasaran. Hasilnya, bahwa madu termahal sekalipun tidak menjamin komposisi bahan yang bagus bahkan lebih rendah dari madu biasa (Hammad, 2014).

Berdasarkan hasil wawancara dengan penjual Madu Pramuka di Jalan Prof. Dr. Hamka No. 10 Ngaliyan, di kota Semarang terdapat 5 toko Madu Pramuka, yaitu di Jalan Kusumawardani Raya No. 8 Simpang Lima, di Jalan Prof. Dr. Hamka No. 10 Ngaliyan, di Gedung Kuarda, di Jalan Wonodri Baru No. 25 dan di Jalan Sukun Raya No. 13 Srandol Wetan Banyumanik. Madu Pramuka tidak hanya memproduksi satu

jenis madu saja. Madu yang diproduksi oleh Madu Pramuka antara lain madu randu, madu karet, madu kelengkeng, madu sonokeling, madu rambutan, madu kaliandra, madu multiflora, madu hutan, madu propolis, madu super, royal jelly, bee pollen, dan bee propolis, dari beberapa jenis madu yang diproduksi madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng lebih banyak dipilih oleh masyarakat (Imam, wawancara 11 Mei 2018).

Madu jenis randu dan kelengkeng dipilih dalam penelitian ini karena lebih banyak dikonsumsi oleh masyarakat, kemudian dicari madu merek lain yang memproduksi madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng yang beredar di kota Semarang yaitu Madu Nusantara dan Asli Madu. Penjual Madu Nusantara di kota Semarang terletak di Jalan Brigjend Katamso No. 5 Peterongan, di Jawa Tengah pusat penjualan Madu Nusantara ada di kota Solo, di kota Semarang hanya terdapat 1 penjual Madu Nusantara (Restu, Wawancara 16 Mei 2018). Selain dijual di toko Madu Nusantara juga dijual di supermarket, akan tetapi Madu Nusantara yang dijual di supermarket tidak lengkap seperti yang dijual di toko Madu Nusantara. Asli Madu adalah merek madu rumahan yang dikelola Bapak Widodo yang bekerja sama dengan peternak lebah madu di daerah Jawa Timur. Pembelian Asli Madu di rumah Bapak Widodo di Taman

Beringin Elok 2 Blok E6. Pelanggan Asli Madu tidak hanya dari masyarakat Semarang tetapi sudah sampai ke luar kota. Selain madu jenis randu dan kelengkeng, di Asli Madu juga menjual madu sarang (madu beserta sarang lebahnya)(Widodo, Wawancara 17 Mei 2018).

Kualitas madu dapat ditentukan oleh beberapa faktor, di antaranya yaitu berdasarkan nilai konduktivitas listrik, pH, rotasi optik, massa jenis, viskositas, tegangan permukaan, warna madu, dan aroma madu (James et al., 2009). Massa jenis dan kekentalan madu merupakan salah satu parameter yang dapat membedakan madu alami dan madu buatan, selain itu dengan mengetahui parameter tersebut dapat diketahui jumlah air yang terkandung 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.

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 yang Beredar di Kota Semarang**

**Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan”.**

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas madu yang beredar di kota Semarang berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan?

**C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui urutan kualitas madu yang beredar di kota Semarang berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan.

**D. Manfaat Penelitian**

1. Agar masyarakat dapat membedakan kualitas madu yang beredar di kota Semarang.
2. Membantu masyarakat dalam memilih madu yang akan dikonsumsi.

**E. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, peneliti hanya memfokuskan pada tiga merek madu yang beredar di kota Semarang, yaitu Madu Pramuka, Madu Nusantara dan Asli Madu dan memilih

jenis madu yang banyak dikonsumsi masyarakat, yaitu madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng. Peneliti lebih memfokuskan pada massa jenis madu, indeks bias madu, dan tegangan permukaan untuk mengetahui urutan kualitas madu-madu tersebut.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Kajian Teori

##### 1. Madu

Madu adalah zat pemanis alami yang dihasilkan lebah dari bahan baku dasar nektar. Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan kelenjar tanaman dalam bentuk larutan gula. Madu berbentuk cairan kental, warnanya bening atau kuning pucat, sampai coklat kekuningan. Rasanya manis dengan aroma yang enak dan segar. Kandungan energi dalam madu sangat tinggi, 1 kg madu setara dengan 50 butir telur, 5,6 liter susu atau 1,7 kg daging (Rosdiana, 2008).

Madu murni merupakan kumpulan dari sari bunga. Madu asli biasanya tidak terlalu jernih, melainkan mengandung sedikit gula ketika diterawang ke cahaya. Jika memperhatikan madu secara seksama, akan ditemui butiran-butiran kecil. Butiran-butiran ini terdiri dari serbuk sari, serpihan lilin atau koloid. Semua zat tersebut menambah nilai gizi madu (Hammad, 2014).

Madu berbeda dengan gula, madu mengandung glukosa dan fruktosa sehingga saat diminum, langsung diserap oleh darah dan cepat menghasilkan energi, sedangkan gula mengandung sukrosa baru bisa diserap



setelah beberapa jam kemudian. Keberagaman madu ditentukan oleh musim, jenis bunga yang dikonsumsi lebah, dan jenis lebahnya sendiri.

Menurut Hammad (2014), berdasarkan sumber nektarnya madu dibagi menjadi 2, yaitu madu monofloral dan madu multifloral. Madu monofloral adalah madu yang sumber bunganya dari satu jenis sari bunga. Madu multifloral adalah madu yang sumber bunganya berasal dari berbagai sari bunga. Beberapa jenis madu monofloral di antaranya, yaitu madu randu, madu kelengkeng, madu kopi, madu mahoni, dan madu karet.

## 2. Komposisi Madu

Zat-zat atau senyawa yang terdapat dalam madu sangat kompleks (Sihombing, 2005). Departemen Pertanian Amerika Serikat (1978) mencatat kandungan setiap 100 gram madu adalah (Rosdiana, 2008):

- a. Zat gula glukosa 34,0 %, fruktosa 40,45 %, sukrosa 1,9 %, dextrin dan gom 1,5 %.
- b. Mineral Calcium 5 mg, Fosfor 15 – 17 mg, zat besi 0,4 – 1,0 mg, Mangan, Chlor, Magnesium, Kalium, Belerang, Aluminium, dan Silikat.
- c. Vitamin C: 1 – 6 mg, vitamin B1: 0,0031 – 0,0091 mg, vitamin B2: 0,035 – 0,145 mg, vitamin B6: 0,210 – 0,440

mg, asam panthothemat 0,047 – 0,190 mg, asam nikotinat 0,04 – 0,94 mg.

d. Enzim invertase, catalase, inulase, peroxidase.

e. Asam-asam organik: asam formiat, asam asetat, asam malat, asam citrate, asam suksinat, asam-asam amino, zat warna carotene, xanthophly, protein 0,3 – 0,5 %.

f. Zat-zat aromatis terpen, aldehida, ester, manitol, dulcitol, maltose, melizitosa.

Madu mengandung air, glukosa, fruktosa, sukrosa, asam amoniak, dan asam lemak selain itu, juga mengandung mineral penting seperti kalsium, fosfor, potasium, sodium, besi, magnesium, dan tembaga. Tubuh manusia jika kekurangan unsur-unsur tersebut dapat menyebabkan seseorang terkena kurang darah. Kandungan vitamin dalam madu merangsang tubuh untuk memproduksi protein dan hormon, serta menjaga tubuh dari berbagai penyakit (Hammad, 2014).

### 3. Kualitas Madu

Kualitas madu merupakan pertimbangan yang sangat penting, karena itu sangat perlu diperhatikan bahwa madu harus murni, bersih dari kotoran, misalnya lalat, insek lain, dan bulu-bulu. Kualitas madu ditentukan oleh beberapa hal di antaranya viskositas, konduktivitas

listrik, pH, kadar air, dan warna madu (Apriani, Gusnedi & Darvina, 2013).

Warna madu beragam, mulai dari kuning jernih hingga semu hitam. Penyebabnya adalah zat warna yang terdapat pada tanaman. Warna merupakan salah satu kriteria mutu madu. Madu yang disimpan dalam jangka waktu yang lama maka warna madu akan cenderung lebih tua. Madu mengandung bahan tertentu sehingga mempunyai sifat kental. Madu yang berkualitas memiliki kekentalan yang tinggi. Semakin kental madu, maka kualitasnya semakin bagus. Kekentalan madu dipengaruhi oleh kadar air yang dikandung oleh madu tersebut.

Di Indonesia, untuk kualitas madu sudah ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-3545-2013 seperti yang tercantum pada tabel 2.1, dimana standar tersebut merupakan kriteria dari mutu madu yang telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN) dan merupakan hasil revisi dari SNI tahun 1994.

Madu memiliki keunggulan karena karakteristiknya. Karakteristik fisik madu, di antaranya viskositas, densitas, sifat menarik air, tegangan permukaan, suhu, warna, aroma, rasa, sifat mengkristal, dan rotasi optik. Kualitas madu berdasarkan ISO

(*International Organization of Standardization*) tahun 1999, tercantum pada tabel 2.2 (Rehman, Khan, dan Maqbool, 2008).

Tabel 2.1 Syarat mutu madu

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Aktifitas enzim diastase	DN	min. 3
2.	Hidroksimetil furfural	-	maks. 40
3.	Air	%, b/b	maks. 22
4.	Gula reduksi	%, b/b	min. 60
5.	Sukrosa	%, b/b	maks. 10
6.	Keasaman	-	maks. 40
7.	Padatan yang tak larut dalam air	%, b/b	maks. 0,5
8.	Abu	%, b/b	maks. 0,5
9.	Cemaran logam	-	-
	Timbale (Pb)	mg/kg	maks. 1,0
	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 5,0
10.	Cemaran arsen	mg/kg	maks. 0,5

Karakteristik fisika madu yang terdaftar di BPOM memiliki nilai massa jenis sebesar 1331,25 kg/m<sup>3</sup>, viskositas sebesar 3,631 poise dan indeks bias sebesar 1,5 (Amaliya, Riad, dan Sugiarto, 2016).

Menurut Suranto (2007), madu mempunyai banyak keunggulan karena karakteristiknya. Sepuluh karakteristik fisis madu adalah sebagai berikut:

a. Kekentalan (*viskositas*)

Madu yang baru diekstrakan berbentuk cairan kental. Kekentalannya tergantung dari komposisi madu, terutama kandungan airnya. Bila suhu meningkat, kekentalan madu akan menurun.

b. Kepadatan (*densitas*)

Madu mempunyai ciri khas yaitu kepadatannya akan mengikuti gaya gravitasi sesuai berat jenis. Bagian madu yang kaya akan air (densitasnya rendah) akan berada di atas madu yang lebih padat dan kental. Densitas madu tergantung pada kadar air madu, biasanya densitas madu lebih besar dari densitas air sebesar 50%.

c. Sifat menarik air (*higroskopis*)

Madu bersifat menyerap air sehingga akan bertambah encer dan akan menyerap kelembapan udara sekitarnya.

d. Tegangan permukaan (*surface tension*)

Madu memiliki tegangan permukaan yang rendah sehingga sering digunakan sebagai campuran kosmetik. Tegangan permukaan madu bervariasi tergantung sumber nektarnya dan berhubungan dengan kandungan zat koloid.

e. Suhu

Madu mempunyai sifat lambat menyerap suhu lingkungan, tergantung dari komposisi dan derajat pengkristalannya. Dengan sifat yang mampu mengantarkan panas dan kekentalan yang tinggi menyebabkan madu mudah mengalami overheating (kelebihan panas) sehingga pengadukan dan pemanasan madu haruslah dilakukan secara hati-hati.

f. Warna

Warna madu bervariasi dari transparan hingga tidak berwarna seperti air, dari warna terang hingga hitam. Warna dasar madu adalah kuning kecoklatan seperti gula caramel. Warna madu dipengaruhi oleh sumber nektar, usia madu dan penyimpanan.

g. Aroma

Aroma madu yang khas disebabkan oleh kandungan zat organiknya yang mudah menguap (*volatil*). Aroma madu bersumber dari zat yang dihasilkan sel kelenjar bunga yang bercampur dalam nektar dan juga karena proses fermentasi dan gula, asam amino dan vitamin selama pematangan madu.

h. Rasa

Rasa madu yang khas ditentukan oleh kandungan asam organik dan karbohidratnya, juga dipengaruhi oleh sumber nektarnya. Kebanyakan madu rasanya manis dan agak asam.

i. Sifat mengkristal

Madu cenderung mengkristal pada proses penyimpanan di suhu kamar. Banyak orang berfikir bila madu mengkrtistal berarti kualitas madu buruk atau sudah ditambah gula.

j. Memutar optik

Madu memiliki kemampuan mengubah sudut putaran cahaya terpolarisasi. Kemampuan ini disebabkan kandungan zat gula yang spesifik dalam madu.

4. Jenis dan Macam-macam Madu

Berdasarkan sumber nektarnya, jenis-jenis madu dibedakan menjadi 3, yaitu:

a. Madu Flora

Madu flora atau madu bunga adalah madu murni yang dihasilkan oleh nektar bunga. Madu ini terdiri dari 2 jenis madu, yaitu:

- 1) Madu Monoflora, adalah madu yang dihasilkan dari nektar yang bersumber dari satu jenis bunga saja.
  - 2) Madu multiflora, adalah madu yang dihasilkan dari nektar yang bersumber lebih dari satu jenis bunga.
- b. Madu Ekstraflora
- Madu ekstraflora* yaitu madu yang dihasilkan oleh lebah dari nektar yang terdapat di luar bunga yaitu bagian tanaman lain seperti daun, cabang, dan batang.
- c. Madu embun
- Madu embun (*honey dew*) yaitu madu yang dihasilkan oleh lebah dari sekresi serangga tertentu yang sering terdapat pada tumbuhan-tumbuhan atau kelopak bunga (Rostita,2007).

Pembagian jenis madu, kebanyakan diambil dari nama sesuai dengan tempat asal daerah madu yang dihasilkan, misalnya Madu Sumbawa yang berasal dari pulau Sumbawa, Madu Sumatra, Madu Kalimantan, Madu Ambon, Madu Papua, dan lain sebagainya.

Penamaan jenis madu ada juga yang diambil dari nama asal nektar atau nama asal bunga dari tanaman



tersebut, contohnya Madu Bunga Karet, Madu Bunga Randu (Kapuk), Madu Bunga Kaliandra, Madu Bunga Jambu Mede, Madu Bunga Sonokeling, Madu Bunga Kopi, Madu Bunga Jambu Air, Madu Bunga Durian, Madu Bunga Apel, Madu Bunga Mangga, Madu Bunga Rambutan, Madu Bunga Mahoni, Madu Bunga Kurma, Madu Bunga Cengkeh, dan lain sebagainya (Pil-tei.com diakses 30 Oktober 2018). Karakteristik beberapa jenis madu sebagai berikut:

- a. Madu Randu, diambil dari nektar bunga pohon randu, umumnya memiliki aroma randu yang khas serta rasanya yang manis sedikit asam, warnanya coklat terang.
- b. Madu Kaliandra, diperoleh dari sari nektar bunga kaliandra, warnanya cenderung kuning dan rasa manisnya khas.
- c. Madu Karet, diambil dari nektar bunga karet, madu ini memiliki cirri khas yaitu mudah mengkristal karena di dalam madu karet terdapat banyak enzim diastase.
- d. Madu Kelengkeng, madu ini memiliki warna coklat cerah agak kuning dengan aroma khas seperti buah kelengkeng (Eprints.undip.ac.id diakses 3 November 2018).
- e. Madu Manuka, diambil dari bunga manuka (*Leptospermum scoparium*), yaitu sejenis pohon the.

Madu manuka memiliki warna yang gelap dan cita rasa yang khas.

- f. Madu Akasia, memiliki warna kuning susu dan memiliki aroma yang lembut, memiliki kandungan fruktosa yang tinggi.
- g. Madu Limau, madu ini memiliki warna kuning kehijau-hijauan.
- h. Madu Heather, memiliki warna kuning gelap atau merah kecoklat-coklatan, rasanya menyengat dan lembut. Madu ini memiliki keunikan, yaitu akan membeku dalam keadaan diam dan akan mencair jika diguncangkan.
- i. Madu lobak, memiliki warna putih pucat rasa manisnya menyengat karena mengandung glukosa yang tinggi sehingga lebih cepat mengkristal.
- j. Madu Citrus, lebih dikenal dengan nama “Madu Jeruk” madu ini berwarna terang dengan cita rasa yang lezat (Aden, 2015).

#### 5. Kelebihan dan Kekurangan Madu

Madu memiliki banyak khasiat bagi manusia, hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam Al-Qur’an surat An-Nahl ayat 68-69:

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ  
 ٦٨ ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ  
 مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ٦٩

Artinya: “Dan Rabbmu mewahyukan kepada lebah, ‘buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan tempat-tempat yang dibuat manusia’. Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Rabbmu yang telah dimudahkan (bagimu). Dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Rabb) bagi orang-orang yang memikirkan” (An-Nahl: 68-69).

Banyak sekali khasiat madu bagi manusia di antaranya, adalah:

a. Sebagai antimikroba

Sejumlah studi laboratorium menunjukkan bahwa madu mempunyai spesifikasi kandungan antimikroba. Ilmu kedokteran modern, telah membuktikan hasil analisis di laboratorium bahwa bakteri berbahaya sekalipun tidak akan bisa lahir dan hidup di dalam madu. Dr. Sacitt, guru besar ilmu bakteri Institut Pertanian America Serikat telah melakukan percobaan dengan meletakkan beberapa bakteri dalam wadah. Kemudian wadah tersebut ia penuhi dengan madu. Hasilnya sebagai berikut (Hammad, 2014):

- 1) Dalam waktu 5 jam, sejumlah bakteri mati.
- 2) Dalam waktu 10 jam, bakteri dosentari penyebab disentri mati.
- 3) Dalam waktu 48 jam bakteri typhoid mati. Bakteri Albara typhoid penyebab radang usus mati.
- 4) Dalam waktu 4 hari, bakteri penyebab bronchitis mati.

b. Sebagai antikanker

Lebah mengeluarkan beberapa 20ntise yang mencegah pecahnya sel-sel serbuk sari yang terdapat dalam madu. Dr. Haafas dari Prancis, mengatakan, titik utama dalam pengkajian dan pengobatan penyakit kanker adalah mencegah terpecahnya sel-sel kanker.

Dr. Zakaria Al-Khayyath, seorang guru besar ilmu pengetahuan medis di Pusat Riset Nasional Mesir menjelaskan bahwa 20ntise zink dalam madu mempunyai peranan penting dalam melawan sel-sel kanker (Hammad,2014).

c. Khasiat madu bagi wanita

Bagi wanita madu dapat dimanfaatkan untuk kecantikan. Orang mencampur madu dengan susu untuk masker wajah. Mereka percaya bahwa cairan itu mampu memberikan nutrisi bagi kulit, mencerahkan

dan melindunginya dari bakteri. Selain itu madu juga dapat mengurangi rasa mual pada wanita hamil.

Madu digunakan untuk mempermudah proses persalinan di Cina., hal itu dilakukan dengan menyuntikkan madu ke dalam otot. Hasilnya, persalinan lebih mudah karena leher rahim lebih cepat membuka. Hal tersebut disebabkan karena madu mengandung bahan *prostaglandin* yang dikenal bisa menambah efektivitas kontraksi rahim dan pembukaan leher rahim (Hammad, 2014).

d. Sebagai obat

Madu digunakan untuk menyembuhkan peradangan dan luka, dan sebagai zat antiseptik untuk peradangan di dalam tubuh. Mengonsumsi madu menyebabkan tubuh memproduksi serotonin lebih banyak dalam otak, suatu senyawa kimia yang mampu memberikan ketenangan (Rosdiana, 2008).

Madu sangat ampuh untuk menghilangkan letih, lelah, lesu dan membantu menurunkan hipertensi, mengatasi berbagai gejala penyakit seperti panas dalam, flu, demam, masuk angin, kurang darah, serangan jantung, liver, dan TBC.

Khasiat beberapa jenis madu berdasarkan sumber nektarnya, antara lain:

- a. Madu randu, berkhasiat meningkatkan daya tahan tubuh, menyembuhkan sariawan, dan memperlancar fungsi otak.
- b. Madu kaliandra, berkhasiat membantu pengobatan hipertensi, meningkatkan produksi hormon, melancarkan fungsi saluran pencernaan, dan mengatasi insomnia.
- c. Madu karet, berkhasiat membantu mengatasi keputihan, mengobati alergi dan gatal-gatal, dan meningkatkan imunitas dan vitalitas tubuh.
- d. Madu hutan, berkhasiat mengobati anemia dan darah rendah, meningkatkan stamina dan kekebalan tubuh, mengobati luka bakar, mengobati rematik, dan meningkatkan nafsu makan.
- e. Madu manuka, berkhasiat menurunkan demam dan meredakan flu, mengobati infeksi, dan mengobati radang.
- f. Madu kelengkeng, berkhasiat memperbaiki fungsi ginjal, melancarkan buang air kecil, membantu proses pemulihan pasca operasi, dan meningkatkan imunitas.

- g. Madu rambutan, berkhasiat mengobati sakit magh, memperbaiki fungsi ginjal, dan sangat baik dikonsumsi oleh ibu hamil.
- h. Madu strawberry, berkhasiat meningkatkan daya tahan tubuh, memperbaiki fungsi otak, dan meningkatkan nafsu makan.
- i. Madu multiflora, berkhasiat menyembuhkan darah rendah dan darah tinggi, meningkatkan daya tahan tubuh, dan memperlancar fungsi otak.
- j. Madu kopi, berkhasiat meningkatkan daya tahan tubuh, menyembuhkan insomnia, dan memperlancar fungsi otak.

Madu sangat banyak sekali manfaatnya bagi manusia, akan tetapi madu juga memiliki kekurangan, diantaranya:

- a. Madu tidak baik diberikan kepada anak yang berusia dibawah 2 tahun. menurut Dr. Arianti Widodo, SpA, kandungan *Clostridium Botulinum* dalam madu memiliki efek yang berpotensi merusak tubuh anak usia bayi. Senyawa tersebut berperan melumpuhkan otot-otot dan memiliki efek botoks untuk menghilangkan kerutan wajah. Anak usia satu tahun ke bawah belum memiliki kemampuan yang baik

untuk merespon senyawa ini sehingga dapat menyebabkan kejang otot (Fatimah, 2013).

- b. Botulisme (keracunan bakteri), madu mentah berpotensi mengandung spora bakteri botulisme. Botulisme ditandai dengan kram perut, mual, diare, demam, mutah, mulut kering, dan otot melemah. Jika tidak ditangani dengan tepat, penyakit ini bisa menyebabkan kematian.
- c. Alergi, madu mentah masih memiliki kandungan serbuk sari asli, beberapa orang yang alergi dengan serbuk sari bisa mengalami reaksi alergi tertentu. Reaksi alergi yang ditimbulkan antara lain sulit bernapas, pusing, gatal, muncul ruam, dan pembengkakan (Hellosehat.com diakses 6 November 2018).

Mengonsumsi madu dalam jumlah yang banyak juga kurang baik bagi tubuh, diantaranya dapat menyebabkan meningkatnya kadar gula dalam darah, penambahan berat badan, sembelit dan masalah perut, mempengaruhi saluran gastrointestinal (Suara.com diakses 15 November 2018).



## 6. Massa Jenis

Massa jenis sebuah fluida dilambangkan dengan huruf Yunani  $\rho$  (rho), yaitu massa fluida ( $m$ ) per satuan volume ( $V$ ). Massa jenis biasanya digunakan untuk mengkarakteristikkan kerapatan suatu fluida (Munson, Young & Okiishi, 2004). Massa jenis merupakan sifat khas dari suatu zat murni. Besaran-besaran yang mempengaruhi massa jenis antara lain temperatur dan tekanan (efeknya kecil untuk zat cair dan padat) (Giancoli, 2001). Untuk menentukan nilai massa jenis menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Massa jenis dan kekentalan madu merupakan salah satu parameter yang dapat membedakan madu alami dan madu buatan, selain itu dengan mengetahui parameter tersebut dapat diketahui jumlah air yang terkandung dalam madu (James et al., 2009).

## 7. Indeks Bias

Bila sebuah gelombang cahaya menumbuk sebuah antar muka halus yang memisahkan dua material transparan seperti udara dan kaca, udara dan air, maka pada umumnya sebagian gelombang cahaya itu akan dipantulkan dan sebagian lagi dibiaskan. Pembiasan

adalah ketika seberkas cahaya melewati bidang batas kedua medium yang berbeda, maka berkas cahaya itu akan dibiaskan. Menurut Jenkins dan White (2001), indeks bias adalah perbandingan laju cahaya dalam ruang hampa  $c$  terhadap laju tersebut dalam medium.

Indeks bias adalah derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Lambang indeks bias mutlak adalah  $n$ . indeks bias mutlak  $n$  untuk cahaya yang bergerak dari vakum (udara) menuju suatu medium tertentu, yang dinyatakan dengan persamaan Snellius:

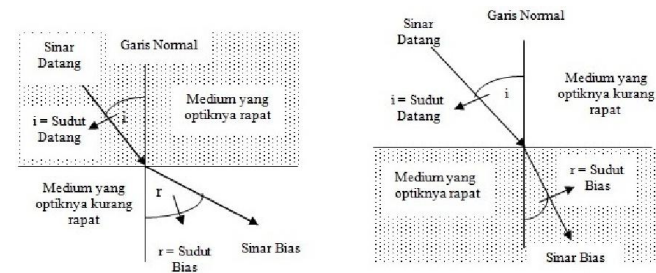
$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \quad (2.2)$$

Hukum-hukum Snellius mendasari kaidah-kaidah optika geometris berbunyi sebagai berikut:

- a. Sinar datang, garis normal, sinar pantul, dan sinar bias, semuanya terletak pada satu bidang datar.
- b. Sudut pantul sama dengan sudut datang.
- c. Perbandingan antara sinus sudut datang ( $\theta_i$ ) dan sudut bias ( $\theta_r$ ) adalah tetap, artinya tidak bergantung pada sudut datang (Soedjo, 1992).

Sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat maka sinar akan dibiaskan mendekati garis normal, dan sebaliknya jika sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat

maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal, seperti pada gambar 2.1.



(Sumber: Adistiana, 2018)

Gambar 2.1 Pembiasan cahaya oleh dua medium yang berbeda kerapatannya

Pengukuran indeks bias dilakukan berkali-kali kemudian dicari nilai rata-rata sebagai nilai eksperimen (James et al., 2009).

## 8. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan didefinisikan sebagai gaya ( $F$ ) per satuan panjang ( $L$ ) yang bekerja melintasi semua garis pada permukaan. Tegangan permukaan dilambangkan dengan huruf Yunani  $\gamma$  (gamma) (Giancoli, 2001). Nilai tegangan permukaan berkurang jika temperatur meningkat (Munson, Young & Okiishi, 2004). Secara matematis tegangan permukaan dituliskan dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{F}{L} \quad (2.3)$$

Metode dalam penentuan tegangan permukaan, salah satunya adalah dengan metode kenaikan kapiler. Menurut Munson, Young & Okiishi (2004) metode kenaikan kapiler terjadi, jika sebuah tabung kecil terbuka dimasukkan ke dalam air, permukaan air di dalam tabung akan naik di atas permukaan air di luar tabung. Dalam situasi ini terdapat gaya tarik (adhesi) antara dinding tabung dan molekul zat cair yang cukup kuat untuk mengatasi gaya tarik antarmolekul (kohesi) dan menariknya ke dinding. Pada metode kenaikan pipa kapiler terjadi keseimbangan antara gaya ke atas dan gaya kebawah.

$$\text{Gaya ke bawah: } F = \pi r^2 h \rho g \quad (2.4)$$

$$\text{Gaya ke atas: } F' = 2 \pi r \gamma \cos \theta \quad (2.5)$$

$$\text{sehingga, } 2 \pi r \gamma \cos \theta = \pi r^2 h \rho g \quad (2.6)$$

$$\gamma = \frac{1 r h \rho g}{2 \cos \theta} \quad (2.7)$$

dimana,

$\gamma$  = tegangan permukaan

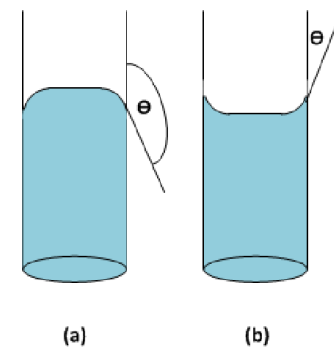
$r$  = jari-jari pipa kapiler

$h$  = ketinggian

$\rho$  = massa jenis

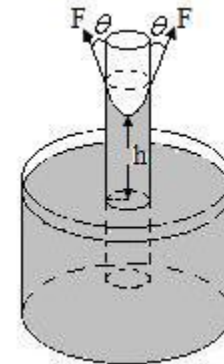
$g$  = percepatan gravitasi

$\theta$  = sudut kontak



(sumber: Tipler, 1998)

Gambar 2.2 Sudut kontak (a) untuk  $\theta > 90^\circ$  (b) untuk  $\theta < 90^\circ$



(sumber: Tipler, 1998)

Gambar 2.3 Naiknya cairan pada pipa kapiler

Sudut kontak ( $\theta$ ) untuk madu adalah  $72^\circ$  (Chee et al., 2018). Tegangan permukaan madu bervariasi bergantung dari sumber nektarnya.

## B. Kajian Pustaka

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sukmawati, Alfiana Noor, dan Firdaus mahasiswa Universitas Hasanudin Makasar dengan judul "*Quality Analysis of Honey Mallawa Parameters Based on Physical Chemistry*". Penelitian ini melakukan pengujian tentang kualitas madu yang diperoleh dari hutan di Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah viskositas, berat jenis, gula pereduksi, sukrosa, enzim diastase, dan HMF. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari 5 titik madu di hutan Mallawa. Dari penelitian yang dilakukan, hasil yang diperoleh menunjukkan rata-rata berat jenis madu Mallawa adalah 1,373 g/mL, viskositas sebesar 10,9651 P, HMF sebesar 49,120 mg/Kg, gula pereduksi sebesar 70,752 %b/b, sukrosa sebesar 3,25 b/b dan enzim diastase sebesar 3.805 DN.

Perbedaan penelitian ini terletak pada tujuan penelitian dan sampel madu yang digunakan, penelitian sebelumnya bertujuan untuk menentukan kualitas dari madu dengan melakukan uji viskositas, berat jenis, gula pereduksi, sukrosa, enzim diastase, dan HMF dengan sampel madu yang tersebar di hutan Mallawa Sulawesi selatan, sedangkan penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui kualitas madu menggunakan parameter fisika yaitu massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan dengan sampel madu yang beredar di kota Semarang.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Elisa Kasli, dan Rida Royani yang berjudul “Menentukan Kemurnian Larutan Melalui Indeks Bias dari Beberapa Madu”. Penelitian ini menggunakan 2 sampel madu yaitu madu Tj dan madu Harokah. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur indeks bias madu dengan metode pembiasan. Nilai indeks bias untuk madu Tj dengan sudut datang  $20^\circ$  adalah 1,228 dan untuk sudut datang  $40^\circ$  indeks biasnya 1,213, sedangkan untuk madu Harokah dengan sudut datang  $20^\circ$  indeks biasnya 1,147 dan untuk sudut datang  $40^\circ$  indeks biasnya 1,126. Dari penelitian yang dilakukan diketahui bahwa nilai indeks bias madu Tj lebih besar dari pada indeks bias madu Harokah, sehingga dari penelitian ini disimpulkan bahwa madu kemasan merek Tj lebih murni dari pada madu hutan Harokah.

Perbedaan penelitian ini terletak pada tujuan penelitian dan cara pengambilan data indeks bias. Penelitian sebelumnya bertujuan untuk menentukan nilai indeks bias dari madu merek Tj dan madu hutan Harokah, pada penelitian sebelumnya pengambilan data nilai indeks bias menggunakan prinsip pembiasan pada kaca plan

parallel, dimana sinar datang dari udara tidak langsung mengenai zat cair melainkan mengenai salah satu sisi wadah zat cair. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas madu berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan, pada penelitian ini pengambilan data nilai indeks bias menggunakan prinsip pembiasan pada zat cair, dimana sinar datang dari udara langsung mengenai permukaan zat cair.

3. Penelitian yang dilakukan Rita Amalya, Raid Syech, dan Sugianto mahasiswa Universitas Riau dengan judul “Pengaruh Sifat Fisika Terhadap Kemurnian Madu yang Beredar di Kota Pekanbaru”. Penelitian ini melakukan pengujian tentang pengaruh sifat fisika terhadap kemurnian madu yang beredar di kota Pekanbaru. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah *density*, *viscosity*, dan *electrical conductivity*. Penelitian ini menggunakan 4 sampel madu, yaitu madu asli sialang, madu yang memiliki nomor BPOM, madu yang tidak memiliki nomor BPOM, dan madu sialang yang diperoleh langsung dari sarang madu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai densitas untuk setiap sampel adalah sebesar 1241,75 kg/m<sup>3</sup>, 1331,25 kg/m<sup>3</sup>, 1296,50 kg/m<sup>3</sup>, dan 1153,00 kg/m<sup>3</sup>. Nilai viskositas rata-rata



sebesar 1,643 poise, 3,631 poise, 2,843 poise, dan 1,257 poise. Nilai konduktivitas listrik rata-rata  $29,8 \times 10^{-6}$  s/cm,  $31,8 \times 10^{-6}$  s/cm,  $54,4 \times 10^{-6}$  s/cm, dan  $36,0 \times 10^{-6}$  s/cm.

Perbedaan penelitian ini terletak pada tujuan penelitian dan sampel yang digunakan. Penelitian sebelumnya, bertujuan untuk mengetahui pengaruh sifat fisika terhadap kemurnian madu yang beredar di kota Pekanbaru, sedangkan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di kota Semarang berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan. Pada penelitian terdahulu menggunakan 4 sampel madu, yaitu madu sialang, madu yang mempunyai nomer BPOM, madu yang tidak mempunyai nomor BPOM, dan madu sialang yang langsung diperas langsung dari sarang madu, sedangkan pada penelitian ini menggunakan 6 sampel madu dari dua jenis madu yang berbeda.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen (*experiment research*) adalah penelitian dengan melakukan sebuah studi yang objektif, sistematis dan terkontrol untuk memprediksi fenomena (Siregar, 2014). Penelitian ini dilakukan sesuai dengan standar pengujian massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan. Data diperoleh dari hasil percobaan yang dilakukan. Hasil dari percobaan dibandingkan dengan standar kualitas madu yang telah dikeluarkan oleh ISO (*International Organization of Standardization*) tahun 1999.

#### B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 15 – 31 Mei 2018 di Laboratorium Fisika Dasar UIN Walisongo Semarang. Adapun jadwal penelitian ini ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Tempat
1.	Pengambilan sampel madu	15 - 17 Mei 2018	Madu Pramuka, Madu Nusantara, Asli Madu
2.	Pengujian massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan	18 - 31 Mei 2018	Laboratorium Fisika Dasar UIN Walisongo Semarang

### C. Bahan dan Alat

#### 1. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah madu. Madu yang digunakan yaitu madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng. Madu yang digunakan adalah madu dengan merek Madu Pramuka, Madu Nusantara, dan Asli Madu. Bahan penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1, secara berturut-turut dari sebelah kiri ke kanan adalah Madu Nusantara jenis randu, Madu Nusantara jenis kelengkeng, Madu Pramuka jenis kelengkeng, Madu Pramuka jenis randu, Asli Madu jenis kelengkeng dan Asli Madu jenis randu.



Gambar 3.1 Bahan Penelitian

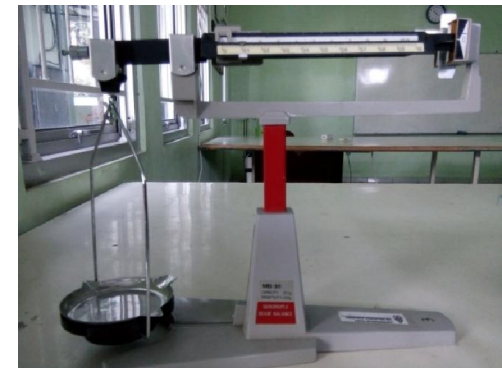
## 2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya:

### a. Alat untuk pengukuran massa jenis

#### 1) Neraca ohaus

Neraca ohaus digunakan untuk menimbang massa dari piknometer kosong dan piknometer yang sudah diisi dengan madu.



Gambar 3.2 Neraca ohaus

## 2) Píknometer

Píknometer digunakan untuk mengukur volume dan massa dari madu. Massa madu yaitu massa píknometer yang sudah diisi madu dikurangi dengan massa píknometer yang masih kosong. Píknometer yang digunakan mempunyai volume 50 ml.



Gambar 3.3 Píknometer

## 3) Pipet

Pipet digunakan untuk memudahkan memasukkan madu ke dalam píknometer.

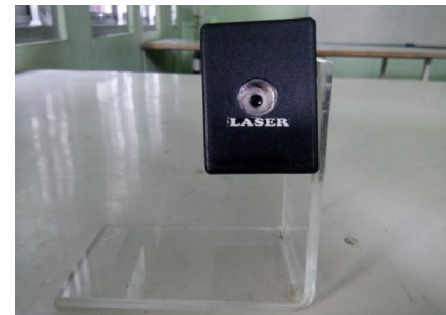


Gambar 3.4 Pipet

b. Alat untuk pengukuran indeks bias

1) Laser

Laser digunakan sebagai pemberi sinar datang pada percobaan penentuan indeks bias madu. Laser dipilih dalam percobaan indeks bias karena laser mempunyai satu panjang gelombang, sehingga ketika sinar laser mengenai zat cair akan mudah diamati.



Gambar 3.5 Laser

## 2) Kit Hukum Snellius

Kit Hukum Snellius digunakan untuk menentukan nilai indeks bias zat cair. Alat terdiri dari wadah akuarium yang terdapat 2 busur dibagian tengahnya. Busur dibagian atas untuk menentukan sinar datang, dan busur di bagian bawah untuk mengukur sinar biasnya. Kit Hukum Snellius yang digunakan berukuran 13 cm x 5 cm x 6 cm dan dapat menampung  $\pm 350$  ml madu.



Gambar 3.6 Kit Hukum Snellius

### c. Alat untuk pengukuran tegangan permukaan

#### 1) *Beaker glass*

*Beaker glass* digunakan sebagai wadah pada saat pengambilan data nilai tegangan permukaan. *Beaker glass* yang digunakan mempunyai volume 50 ml.



Gambar 3.7 *Beaker glass*

## 2) Pipa kapiler

Pipa kapiler digunakan untuk mengetahui naik atau turunnya suatu permukaan dari zat cair. Pipa kapiler yang digunakan mempunyai diameter  $1,15 \pm 0,05$  mm.



Gambar 3.8 Pipa kapiler



### 3) Mistar

Mistar digunakan untuk mengukur kenaikan pada pipa kapiler.



Gambar 3.8 Mistar

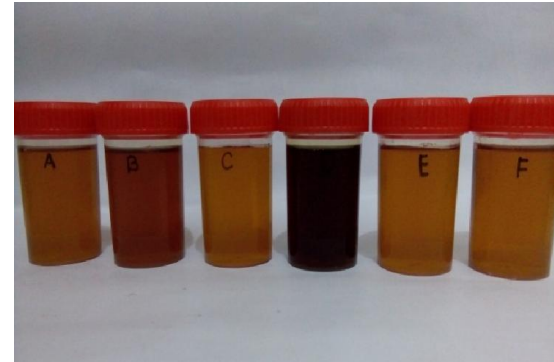
## D. Proses Penelitian

### 1. Pengambilan sampel madu

Dalam penelitian ini menggunakan enam sampel madu, yaitu madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng. Madu yang digunakan adalah madu dengan merek Madu Pramuka, Madu Nusantara, dan Asli Madu.

Madu yang dijadikan sampel diperoleh dari penjual Madu Pramuka (Jl Prof. Dr. Hamka No. 8, Ngaliyan, Semarang), penjual Madu Nusantara (Jl Brigjend Katamso No. 5, Peterongan, Semarang Selatan), dan penjual Asli Madu (Taman Bringin Elok No. II, Bringin, Ngaliyan, Kota Semarang). Asli Madu adalah merek madu rumahan milik

Bapak Widodo yang bekerja sama dengan peternak lebah di Jawa Timur.



Gambar 3.10 Sampel madu yang digunakan

2. Pengukuran massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan madu

Pengukuran massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan madu dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar UIN Walisongo Semarang.

a. Pengukuran massa jenis madu

Pengukuran massa jenis madu menggunakan alat piknometer. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengukur massa piknometer kosong serta mengukur massa piknometer yang telah diisi oleh madu. Piknometer yang digunakan mempunyai volume 50 ml, sehingga volume madu juga 50 ml. Setelah mendapatkan

data massa dan volume madu, selanjutnya dapat menentukan nilai massa jenis madu dengan menggunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

b. Pengukuran indeks bias madu

Pengukuran indeks bias madu menggunakan prinsip pembiasan pada zat cair. Langkah-langkah untuk mengukur indeks bias madu yaitu (Arsini, dkk, 2016):

- 1) Mempersiapkan kit hukum Snellius.
- 2) Mengisi kit hukum Snellius dengan madu sampai batas tengah-tengah busur derajat.
- 3) Memvariasi sudut datang yang digunakan, yaitu 30°, 45°, dan 60°.
- 4) Mengamati perubahan sudut bias dari masing-masing sudut datang yang digunakan.
- 5) Selanjutnya menentukan nilai indeks bias madu dengan menggunakan persamaan:

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \quad (3.2)$$

c. Pengukuran tegangan permukaan madu

Pengukuran tegangan permukaan madu menggunakan metode kenaikan pipa kapiler. Langkah-langkah untuk mengukur tegangan permukaan madu yaitu (Basuki, Bismo, 2003):

- 1) Menentukan massa jenis madu terlebih dahulu menggunakan piknometer.
- 2) Mengisi gelas ukur dengan madu, kemudian memasukkan pipa kapiler ke dalam gelas ukur, sehingga madu di kapiler naik.
- 3) Ketinggian permukaan di dalam kapiler dan diluar kapiler diukur menggunakan mistar, kemudian dihitung selisih tinggi permukaan sebagai  $h$ .
- 4) Selanjutnya menentukan nilai tegangan permukaan madu dengan menggunakan persamaan:

$$\gamma = \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta} \quad (3.3)$$

#### E. Teknik Analisis Data

Berdasarkan uji kualitas madu didapatkan data massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan. Data yang diperoleh diralat terlebih dahulu dengan ralat sistematis untuk menghitung tingkat keakuratan datanya dengan langkah (Arsini dkk, 2016):

1. Menentukan nilai terbaik dari besaran yang diamati menggunakan persamaan:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots}{n} \quad (3.4)$$

dengan  $n$  adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.

2. Menghitung deviasi standar rata-rata dengan persamaan:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (3.5)$$

3. Menghitung keseksamaan data hasil pengamatan menggunakan persamaan:

$$\text{Keseksamaan} = 100\% - \left( \frac{s_x}{\bar{x}} \right) 100\%$$

4. Menghitung nilai hasil pengamatan setelah diralat dengan persamaan:

$$\Delta x = \bar{x} \pm s_x \quad (3.6)$$

Setelah semua data hasil pengujian diperoleh, maka tahap selanjutnya adalah analisis data. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik 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 (Sugiyono, 2010). Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel.

## **BAB IV**

### **DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA**

#### **A. Deskripsi Data**

Madu yang digunakan dalam penelitian ini adalah madu dengan merek Madu Pramuka, Madu Nusantara dan Asli Madu yang beredar di kota Semarang. Madu yang digunakan adalah madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng yang diperoleh dari masing-masing penjual madu.

Madu Pramuka dipilih sebagai salah satu sampel dalam penelitian ini karena peneliti menganggap Madu Pramuka cukup terkenal di kalangan masyarakat Semarang terbukti dengan adanya 5 toko Madu Pramuka yang tersebar di Kota Semarang yaitu di Jalan Kusumawardani Raya No. 8 Simpang Lima, di Jalan Prof. Dr. Hamka No. 10 Ngaliyan, di Gedung Kuarda, di Jalan Wonodri Baru No. 25 dan di Jalan Sukun Raya No. 13 Srandol Wetan Banyumanik. Madu yang diproduksi oleh Madu Pramuka antara lain madu randu, madu karet, madu kelengkeng, madu sonokeling, madu rambutan, madu kaliandra, madu multiflora, madu hutan, madu propolis, madu super, royal jelly, bee pollen, dan bee propolis, dari beberapa jenis madu yang diproduksi madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng lebih banyak dipilih

oleh masyarakat. Madu Nusantara dan Asli Madu dipilih sebagai sampel karena memproduksi madu jenis randu dan madu jenis kelengkeng. Di kota Semarang hanya terdapat satu toko Madu Nusantara, selain dijual di toko, Madu Nusantara juga dapat di peroleh di supermarket dan apotik. Asli Madu adalah merek madu rumahan milik Bapak Widodo yang bekerja sama dengan peternak lebah madu di Jawa Timur. Pelanggan Asli Madu tidak hanya dari masyarakat Semarang tetapi sudah sampai ke luar kota.

#### 1. Data massa jenis madu

Massa jenis masing-masing madu diukur menggunakan alat piknometer. Piknometer yang digunakan mempunyai volume 50 ml, dan massa piknometer yaitu 30,93 gram. Massa madu adalah massa piknometer berisi madu dikurangi dengan massa piknometer kosong.

Perhitungan massa jenis madu menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

dimana ( $m$ ) adalah massa madu yang diukur massa jenisnya, dan ( $V$ ) adalah volume madu yang berarti sama dengan volume piknometer yaitu 50 ml. Data perhitungan setiap massa jenis madu dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk nilai massa jenis madu randu dan tabel

4.2 untuk nilai massa jenis madu kelengkeng. Pengukuran massa jenis masing-masing madu dilakukan sebanyak 6 kali agar data yang diperoleh lebih akurat.

Tabel 4.1 Nilai massa jenis madu randu

No	Jenis madu	Merek madu	Massa Madu (kg)	Massa Jenis Madu (kg/m <sup>3</sup> )
1.	Madu jenis randu	Madu Pramuka	$69,93 \times 10^{-3}$	1398,60
2.			$69,94 \times 10^{-3}$	1398,80
3.			$69,94 \times 10^{-3}$	1398,80
4.			$69,94 \times 10^{-3}$	1398,80
5.			$69,95 \times 10^{-3}$	1399,20
6.			$69,94 \times 10^{-3}$	1398,80
7.		Madu Nusantara	$70,42 \times 10^{-3}$	1408,40
8.			$70,43 \times 10^{-3}$	1408,60
9.			$70,42 \times 10^{-3}$	1408,40
10.			$70,42 \times 10^{-3}$	1408,40
11.			$70,41 \times 10^{-3}$	1408,20
12.			$70,43 \times 10^{-3}$	1408,60
13.		Asli Madu	$71,20 \times 10^{-3}$	1424,00
14.			$71,21 \times 10^{-3}$	1424,20
15.			$71,20 \times 10^{-3}$	1424,00
16.			$71,21 \times 10^{-3}$	1424,20
17.			$71,22 \times 10^{-3}$	1424,40
18.			$71,22 \times 10^{-3}$	1424,40



Tabel 4.2 Nilai massa jenis madu kelengkeng

No	Jenis madu	Merek madu	Massa Madu (kg)	Massa Jenis Madu (kg/m <sup>3</sup> )
1.	Madu jenis kelengkeng	Madu Pramuka	$71,31 \times 10^{-3}$	1426,20
2.			$71,32 \times 10^{-3}$	1426,40
3.			$71,31 \times 10^{-3}$	1426,20
4.			$71,30 \times 10^{-3}$	1426,00
5.			$71,32 \times 10^{-3}$	1426,40
6.			$71,31 \times 10^{-3}$	1426,20
7.		Madu Nusantara	$70,39 \times 10^{-3}$	1407,80
8.			$70,38 \times 10^{-3}$	1407,60
9.			$70,38 \times 10^{-3}$	1407,60
10.			$70,40 \times 10^{-3}$	1407,00
11.			$70,40 \times 10^{-3}$	1408,00
12.			$70,39 \times 10^{-3}$	1407,80
13.		Asli Madu	$71,33 \times 10^{-3}$	1426,60
14.			$71,33 \times 10^{-3}$	1426,60
15.			$71,34 \times 10^{-3}$	1426,80
16.			$71,34 \times 10^{-3}$	1426,80
17.			$71,34 \times 10^{-3}$	1426,80
18.			$71,34 \times 10^{-3}$	1426,80

## 2. Data indeks bias madu

Pengukuran indeks bias madu menggunakan prinsip pembiasan pada zat cair. Alat yang digunakan untuk memperoleh nilai indeks bias madu yaitu kit hukum Snellius, dan laser. Sudut datang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sudut 30°, 45°, dan 60°. Pengukuran indeks bias dilakukan secara berulang, agar data yang diperoleh bervariasi dan lebih akurat, untuk sudut datang 30°, pengukuran sudut biasnya dilakukan

sebanyak 3 kali, untuk sudut datang  $45^\circ$  pengukuran sudut biasanya dilakukan sebanyak 3 kali, begitu juga untuk sudut datang  $60^\circ$  pengukuran sudut biasanya dilakukan sebanyak 3 kali.

Perhitungan indeks bias madu menggunakan persamaan:

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \quad (4.2)$$

dimana ( $n$ ) adalah nilai indeks bias madu, ( $\theta_i$ ) adalah besar sudut datang, dan ( $\theta_r$ ) adalah besar sudut bias. Data perhitungan setiap indeks bias madu dapat dilihat pada tabel 4.3 untuk nilai indeks bias madu randu dan tabel 4.4 untuk nilai indeks bias madu kelengkeng.

Tabel 4.3 Nilai indeks bias madu jenis randu

No	Merek madu	Sudut Datang	Sudut Bias	Indeks Bias
1.	pramuka	30°	21°	1,39
2.			21°	1,39
3.			21°	1,39
4.		45°	30°	1,41
5.			30°	1,41
6.			30°	1,41
7.		60°	38°	1,41
8.			38°	1,41
9.			38°	1,41
10.	Nusantara	30°	20°	1,46
11.			20°	1,46
12.			20°	1,46
13.		45°	30°	1,41
14.			30°	1,41
15.			30°	1,41
16.		60°	40°	1,35
17.			40°	1,35
18.			40°	1,35
19.	Asli Madu	30°	21°	1,39
20.			21°	1,39
21.			21°	1,39
22.		45°	29°	1,46
23.			29°	1,46
24.			29°	1,46
25.		60°	38°	1,41
26.			38°	1,41
27.			38°	1,41

Tabel 4.4 Nilai indeks bias madu jenis kelengkeng

No	Merek madu	Sudut Datang	Sudut Bias	Indeks Bias
1.	Pramuka	30°	20°	1,46
2.			20°	1,46
3.			20°	1,46
4.		45°	30°	1,41
5.			30°	1,41
6.			30°	1,41
7.		60°	37°	1,44
8.			37°	1,44
9.			37°	1,44
10.	Nusantara	30°	20°	1,46
11.			20°	1,46
12.			20°	1,46
13.		45°	30°	1,41
14.			30°	1,41
15.			30°	1,41
16.		60°	39°	1,37
17.			39°	1,37
18.			39°	1,37
19.	Asli Madu	30°	20°	1,46
20.			20°	1,46
21.			20°	1,46
22.		45°	29°	1,46
23.			29°	1,46
24.			29°	1,46
25.		60°	37°	1,44
26.			37°	1,44
27.			37°	1,44

### 3. Data tegangan permukaan

Pengukuran tegangan permukaan madu menggunakan metode kenaikan pada pipa kapiler. Pipa kapiler yang digunakan dalam penelitian ini berjari-jari

$0,57 \times 10^{-3}$  m. Perhitungan tegangan permukaan menggunakan persamaan:

$$\gamma = \frac{1}{2} \frac{rh\rho g}{\cos \theta} \quad (4.3)$$

dimana ( $\gamma$ ) adalah nilai tegangan permukaan,  $r$  adalah jari-jari pipa kapiler, ( $h$ ) adalah selisih ketinggian, ( $g$ ) adalah percepatan gravitasi, dan ( $\theta$ ) adalah sudut kontak besarnya  $72^\circ$  (Chee et al., 2018).

Tabel 4.5 Nilai tegangan permukaan madu randu

No	Merek madu	Massa Jenis Madu ( $\text{kg/m}^3$ )	Ketinggian (m)	Tegangan Permukaan Madu ( $\text{N/m}$ )
1.	Madu Pramuka	1398,67	$0,35 \times 10^{-2}$	$44,25 \times 10^{-3}$
2.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,25 \times 10^{-3}$
3.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,01 \times 10^{-3}$
4.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,25 \times 10^{-3}$
5.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,25 \times 10^{-3}$
6.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,01 \times 10^{-3}$
7.	Madu Nusantara	1408,43	$0,35 \times 10^{-2}$	$44,95 \times 10^{-3}$
8.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,95 \times 10^{-3}$
9.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,37 \times 10^{-3}$
10.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,37 \times 10^{-3}$
11.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,95 \times 10^{-3}$
12.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,37 \times 10^{-3}$
13.	Asli Madu	1424,20	$0,35 \times 10^{-2}$	$45,45 \times 10^{-3}$
14.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,94 \times 10^{-3}$
15.			$0,35 \times 10^{-2}$	$45,45 \times 10^{-3}$
16.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,94 \times 10^{-3}$
17.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,94 \times 10^{-3}$
18.			$0,35 \times 10^{-2}$	$45,45 \times 10^{-3}$

Tabel 4.6 Nilai tegangan permukaan madu kelengkeng

No	Merek madu	Massa Jenis Madu (kg/m <sup>3</sup> )	Ketinggian (m)	Tegangan Permukaan Madu (N/m)
1.	Madu Pramu ka	1426,23	$0,40 \times 10^{-2}$	$52,02 \times 10^{-3}$
2.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,02 \times 10^{-3}$
3.			$0,35 \times 10^{-2}$	$45,51 \times 10^{-3}$
4.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,02 \times 10^{-3}$
5.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,02 \times 10^{-3}$
6.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,02 \times 10^{-3}$
7.	Madu Nusantara	1407,80	$0,35 \times 10^{-2}$	$44,92 \times 10^{-3}$
8.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,34 \times 10^{-3}$
9.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,92 \times 10^{-3}$
10.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,34 \times 10^{-3}$
11.			$0,40 \times 10^{-2}$	$51,34 \times 10^{-3}$
12.			$0,35 \times 10^{-2}$	$44,92 \times 10^{-3}$
13.	Asli Madu	1426,73	$0,40 \times 10^{-2}$	$52,03 \times 10^{-3}$
14.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,03 \times 10^{-3}$
15.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,03 \times 10^{-3}$
16.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,03 \times 10^{-3}$
17.			$0,35 \times 10^{-2}$	$45,53 \times 10^{-3}$
18.			$0,40 \times 10^{-2}$	$52,03 \times 10^{-3}$

## B. Analisis Data

### 1. Massa jenis

Berikut ini perhitungan nilai massa jenis madu berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya. Setelah data massa jenis diperoleh, kemudian dihitung nilai ralatnya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

## a. Madu jenis randu

Contoh perhitungan massa jenis Madu Pramuka jenis madu randu adalah sebagai berikut:

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

$$\rho = \frac{69,93 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,60 \text{ kg/m}^3$$

Contoh perhitungan massa jenis Madu Nusantara adalah sebagai berikut:

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

$$\rho = \frac{70,42 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,40 \text{ kg/m}^3$$

Contoh perhitungan massa jenis Asli Madu adalah sebagai berikut:

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

$$\rho = \frac{71,20 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1424,00 \text{ kg/m}^3$$

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

Tabel 4.7 Ralat massa jenis madu

No.	$P$	$\bar{\rho}$	$\rho - \bar{\rho}$	$(\rho - \bar{\rho})^2$
1.	1398,60	1398,67	$7 \times 10^{-2}$	$49 \times 10^{-4}$
2.	1398,80		$13 \times 10^{-2}$	$169 \times 10^{-4}$
3.	1398,80		$13 \times 10^{-2}$	$169 \times 10^{-4}$
4.	1398,80		$13 \times 10^{-2}$	$169 \times 10^{-4}$
5.	1398,20		$47 \times 10^{-2}$	$2209 \times 10^{-4}$
6.	1398,80		$13 \times 10^{-2}$	$169 \times 10^{-4}$

$$\bar{\rho} = \frac{\sum \rho}{n} = \frac{8392,00}{6} = 1398,67$$

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum(\rho - \bar{\rho})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{2934 \times 10^{-4}}{5}} = 24,22 \times 10^{-2}$$

$$\text{kesalahan relatif} = \frac{24,22 \times 10^{-2}}{1398,67} \times 100\% = 0,02\%$$

$$\text{ketelitian} = 100\% - 0,02\% = 99,98\%$$

Data dan perhitungan dari contoh di atas dapat diketahui bahwa massa rata-rata Madu Pramuka sebesar  $69,94 \times 10^{-3}$  kg sehingga nilai massa jenis Madu Pramuka adalah  $1398,67 \pm 24,22 \times 10^{-2}$  kg/m<sup>3</sup> dengan ketelitian 99,98%.

Selain contoh perhitungan di atas, pada perhitungan massa jenis yang lain nilai massa jenis Madu Nusantara yang memiliki massa rata-rata  $70,42 \times 10^{-3}$  kg adalah  $1408,43 \pm 15,06 \times 10^{-2}$  kg/m<sup>3</sup> dengan ketelitian 99,99%. Perhitungan massa jenis Asli Madu yang mempunyai massa  $71,21 \times 10^{-3}$  kg



adalah  $1424,20 \pm 1,78 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^{-3}$  dengan ketelitian 99,99%. Asli Madu memiliki nilai massa jenis paling tinggi dan Madu Pramuka memiliki nilai massa jenis paling rendah.

b. Madu jenis kelengkeng

Perhitungan massa jenis Madu Pramuka yang memiliki massa  $71,31 \times 10^{-3} \text{ kg}$  adalah sebesar  $1426,23 \pm 15,06 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^{-3}$  dengan ketelitian 99,99%. Perhitungan massa jenis Madu Nusantara yang memiliki massa  $70,39 \times 10^{-3} \text{ kg}$  adalah sebesar  $1407,80 \pm 1,78 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^{-3}$  dengan ketelitian 99,99%, dan perhitungan massa jenis Asli Madu yang memiliki massa  $71,34 \times 10^{-3} \text{ kg}$  adalah sebesar  $1426,73 \pm 10,33 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^{-3}$  dengan ketelitian 99,93%. Massa jenis Asli Madu mempunyai nilai massa jenis paling tinggi, dan massa jenis Madu Nusantara mempunyai nilai massa jenis paling rendah.

Madu yang memiliki massa jenis paling besar adalah madu yang jumlah partikel atau molekulnya paling banyak (Amaliya, Syech & Sugianto, 2015). Madu yang jumlah partikelnya lebih banyak, lebih kental jika dibandingkan dengan madu yang partikel atau

molekulnya lebih sedikit. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai massa jenis madu jika diurutkan dari yang paling tinggi sampai yang paling rendah untuk madu jenis randu adalah Asli Madu, Madu Nusantara, dan Madu Pramuka, sedangkan massa jenis untuk madu jenis kelengkeng jika diurutkan dari yang paling tinggi sampai yang paling rendah nilai massa jenisnya adalah Asli Madu, Madu Pramuka dan Madu Nusantara.

Madu dengan merek Asli Madu memiliki nilai massa jenis yang lebih besar jika dibandingkan dengan massa jenis madu merek yang lain, hal ini disebabkan karena jumlah partikel di dalam Asli Madu lebih banyak daripada madu yang lainnya, hal ini dapat dilihat dari besarnya massa Asli Madu dibandingkan madu yang lain. Berdasarkan perhitungan, nilai massa jenis madu dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Nilai massa jenis semua madu

No.	Jenis madu	Merek madu	Massa jenis madu
1.	Madu randu	Madu Pramuka	1398,67 kg/m <sup>3</sup>
2.		Madu Nusantara	1408,43 kg/m <sup>3</sup>
3.		Asli Madu	1424,20 kg/m <sup>3</sup>
4.	Madu kelengkeng	Madu Pramuka	1426,23 kg/m <sup>3</sup>
5.		Madu Nusantara	1407,80 kg/m <sup>3</sup>
6.		Asli Madu	1426,73 kg/m <sup>3</sup>

## 2. Indeks bias

Berikut ini perhitungan nilai indeks bias madu berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya. Setelah data indeks bias diperoleh, kemudian dihitung nilai ralatnya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

## a. Madu jenis randu

Contoh perhitungan indeks bias Madu Pramuka dengan sudut datang  $30^\circ$  adalah sebagai berikut:

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 21^\circ} = \frac{0,5}{0,358}$$

$$n = 1,39$$

Contoh perhitungan indeks bias Madu Pramuka dengan sudut datang  $45^\circ$  adalah sebagai berikut:

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0,707}{0,5}$$

$$n = 1,41$$

Contoh perhitungan indeks bias Madu Pramuka dengan sudut datang  $60^\circ$  adalah sebagai berikut:

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 38^\circ} = \frac{0,866}{0,615}$$

$$n = 1,41$$

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

Tabel 4.9 Ralat indeks bias

N o.	$N$	$\bar{n}$	$n - \bar{n}$	$(n - \bar{n})^2$
1.	1,39	1,40	- 0,001	0,00001
2.	1,39		- 0,001	0,00001
3.	1,39		- 0,001	0,00001
4.	1,41		0,001	0,00001
5.	1,41		0,001	0,00001
6.	1,41		0,001	0,00001
7.	1,41		0,001	0,00001
8.	1,41		0,001	0,00001
9.	1,41		0,001	0,00001

$$\bar{n} = \frac{\sum n}{x} = \frac{12,63}{9} = 1,40$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (n - \bar{n})^2}{(x-1)}} = \sqrt{\frac{0,00009}{8}} = 0,01$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,01}{1,41} \times 100\% = 0,7\%$$

$$\text{Ketelitian} = 100\% - 0,7\% = 99,3\%$$

Data dan perhitungan dari contoh di atas dapat diketahui bahwa indeks bias Madu Pramuka dengan sudut datang  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $60^\circ$  adalah  $1,40 \pm 0,01$  dengan ketelitian 99,3%.

Perhitungan indeks bias Madu Nusantara dengan sudut datang yang sama yaitu  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $60^\circ$  adalah  $1,41 \pm 0,04$  dengan ketelitian 96,7%. Perhitungan indeks bias Asli Madu dengan sudut datang yang sama adalah  $1,42 \pm 0,03$  dengan ketelitian 97,8%. Indeks bias Asli Madu jenis madu randu mempunyai nilai indeks bias yang paling tinggi. Indeks bias Madu Pramuka jenis madu randu mempunyai nilai indeks bias madu paling rendah.

b. Madu jenis kelengkeng

Madu Pramuka jenis madu kelengkeng mempunyai nilai indeks bias sebesar  $1,43 \pm 0,03$  dengan ketelitian 98,4%. Madu Nusantara mempunyai nilai indeks bias sebesar  $1,41 \pm 0,03$  dengan ketelitian 96,7%. Asli Madu memiliki nilai indeks bias sebesar  $1,45 \pm 0,01$  dengan ketelitian 99,3%. Asli Madu mempunyai nilai indeks bias yang paling tinggi. Madu Nusantara mempunyai nilai indeks bias madu paling rendah.

Madu yang memiliki nilai indeks bias paling tinggi adalah madu yang memiliki nilai massa jenis paling tinggi. Madu yang memiliki massa jenis paling tinggi, partikel-partikelnya lebih rapat jika dibandingkan dengan madu yang memiliki massa jenis rendah (Amalya, Riad, dan Sugiarto). Sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat akan dibiaskan mendekati garis normal. Semakin rapat suatu partikel zat, maka besarnya sudut bias akan semakin kecil, sehingga nilai indeks biasnya semakin besar. Hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, nilai indeks bias dari madu jenis randu jika diurutkan dari yang mempunyai nilai indeks bias paling tinggi sampai yang mempunyai nilai indeks bias paling rendah, yaitu Asli Madu, Madu Nusantara, dan Madu Pramuka. Nilai indeks bias dari madu jenis kelengkeng, jika diurutkan dari yang mempunyai nilai indeks bias paling tinggi sampai yang mempunyai nilai indeks bias paling rendah, yaitu Asli Madu, Madu Pramuka, dan Madu Nusantara.

Berdasarkan perhitungan, nilai indeks bias madu dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Indeks bias semua madu

No.	Jenis madu	Merek madu	Indeks bias madu
1.	Madu randu	Madu Pramuka	1,40
2.		Madu Nusantara	1,41
3.		Asli Madu	1,42
4.	Madu kelengkeng	Madu Pramuka	1,43
5.		Madu Nusantara	1,41
6.		Asli Madu	1,45

### 3. Tegangan permukaan

Berikut ini perhitungan nilai tegangan permukaan madu berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya. Setelah data tegangan permukaan diperoleh, kemudian dihitung nilai ralatnya untuk mengetahui ketelitian dalam penelitian.

#### a. Madu jenis randu

Contoh perhitungan tegangan permukaan Madu Pramuka adalah sebagai berikut:

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,39867 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 44,25 \text{ dyne/cm} = 44,25 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

Contoh perhitungan tegangan permukaan Madu Nusantara adalah sebagai berikut:

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,40843 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 44,95 \text{ dyne/cm} = 44,95 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

Contoh perhitungan tegangan permukaan

Asli Madu adalah sebagai berikut:

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,42420 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 45,45 \text{ dyne/cm} = 45,45 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

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

Tabel 4.11 Ralat tegangan permukaan

No.	$\gamma$	$\bar{\gamma}$	$\gamma - \bar{\gamma}$	$(\gamma - \bar{\gamma})^2$
1.	$44,25 \times 10^{-3}$	46,50 $\times 10^{-3}$	$-2,25 \times 10^{-3}$	$5,06 \times 10^{-6}$
2.	$44,25 \times 10^{-3}$		$-2,25 \times 10^{-3}$	$5,06 \times 10^{-6}$
3.	$44,25 \times 10^{-3}$		$-2,25 \times 10^{-3}$	$5,06 \times 10^{-6}$
4.	$44,25 \times 10^{-3}$		$-2,25 \times 10^{-3}$	$5,06 \times 10^{-6}$
5.	$51,01 \times 10^{-3}$		$4,51 \times 10^{-3}$	$20,34 \times 10^{-6}$
6.	$51,01 \times 10^{-3}$		$4,51 \times 10^{-3}$	$20,34 \times 10^{-6}$

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum \gamma}{n} = \frac{297,02 \times 10^{-3}}{6} = 49,50 \times 10^{-3}$$

$$S_{\gamma} = \sqrt{\frac{\sum (\gamma - \bar{\gamma})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{60,9302 \times 10^{-6}}{5}} = 3,50 \times 10^{-3}$$



$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{3,59 \times 10^{-3}}{46,50 \times 10^{-3}} \times 100\% = 7,7\%$$

$$\text{Ketelitian} = 100\% - 7,7\% = 92,3\%$$

Data dan perhitungan dari contoh di atas dapat diketahui bahwa nilai rata-rata tegangan permukaan Madu Pramuka adalah  $46,50 \times 10^{-3} \pm 3,59 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 92,3%.

Perhitungan nilai tegangan permukaan rata-rata Madu Nusantara sebesar  $48,16 \times 10^{-3} \pm 3,52 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 92,7%. Perhitungan nilai tegangan permukaan rata-rata Asli Madu sebesar  $48,69 \times 10^{-3} \pm 3,55 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 92,8%. Asli Madu memiliki nilai tegangan permukaan paling tinggi dan Madu Pramuka memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah.

b. Madu jenis kelengkeng

Madu Pramuka memiliki nilai tegangan permukaan rata-rata sebesar  $50,93 \times 10^{-3} \pm 2,66 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 94,8%. Madu Nusantara memiliki nilai tegangan permukaan rata-rata sebesar  $48,13 \times 10^{-3} \pm 3,52 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 92,7%. Asli Madu memiliki nilai tegangan permukaan rata-rata sebesar  $50,95 \times 10^{-3} \pm 2,65 \times 10^{-3}$  N/m dengan ketelitian 94,8%. Tegangan

permukaan Asli Madu jenis madu kelengkeng memiliki nilai tegangan permukaan paling tinggi. Tegangan permukaan Madu Nusantara jenis madu kelengkeng memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah.

Faktor yang mempengaruhi nilai tegangan permukaan salah satunya adalah massa jenis, jika nilai massa jenis semakin besar, maka semakin rapat partikel-partikel yang berada di dalam zat cair tersebut, kerapatan partikel ini menyebabkan gaya yang diperlukan untuk memecahkan permukaan cairan semakin besar, karena partikel yang rapat mempunyai gaya tarik menarik antar partikel yang kuat. Cairan yang memiliki gaya tarik antara molekulnya besar, maka tegangan permukaannya juga besar (Yazid, 2015). Dari penelitian yang telah dilakukan, nilai tegangan permukaan madu jenis randu jika diurutkan dari yang memiliki nilai tegangan permukaan paling tinggi sampai yang memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah, yaitu Asli Madu, Madu Nusantara, dan Madu Pramuka. Nilai tegangan permukaan madu jenis kelengkeng jika diurutkan dari yang memiliki nilai tegangan permukaan paling tinggi sampai yang memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah, yaitu Asli Madu, Madu

Pramuka, dan Madu Nusantara. Berdasarkan perhitungan, nilai tegangan permukaan madu dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Tegangan permukaan semua madu

No.	Jenis madu	Merek madu	Tegangan permukaan madu
1.	Madu randu	Madu Pramuka	$46,50 \times 10^{-3}$
2.		Madu Nusantara	$48,16 \times 10^{-3}$
3.		Asli Madu	$48,69 \times 10^{-3}$
4.	Madu kelengkeng	Madu Pramuka	$50,93 \times 10^{-3}$
5.		Madu Nusantara	$48,13 \times 10^{-3}$
6.		Asli Madu	$50,95 \times 10^{-3}$

Berdasarkan teori yang tertera pada bab sebelumnya menyatakan bahwa besarnya nilai massa jenis (*densitas*) dari madu lebih besar 50% 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. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan nilai massa jenis madu lebih besar dari nilai massa jenis air yaitu  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai massa jenis  $1398,67 \text{ kg/m}^3$ ,  $1408,43 \text{ kg/m}^3$ ,  $1424,20 \text{ kg/m}^3$ ,  $1426,23 \text{ kg/m}^3$ ,  $1407,80 \text{ kg/m}^3$ , dan  $1426,73 \text{ kg/m}^3$ . Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang ada bahwa nilai massa jenis madu lebih besar dari pada nilai massa jenis dari air.

Nilai indeks bias suatu zat bergantung dari kerapatan suatu zat itu sendiri, jika suatu zat itu semakin rapat maka indeks bias dari zat tersebut juga semakin besar, begitu juga dengan sebaliknya. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai indeks bias 1,40; 1,41; 1,42; 1,43; 1,41; dan 1,45.

Berdasarkan teori yang ada, bahwa nilai tegangan permukaan madu bervariasi bergantung dari sumber nektarnya. Selain itu tegangan permukaan juga dipengaruhi oleh massa jenis dari suatu zat. Jika massa jenis suatu zat lebih besar maka nilai dari tegangan permukaan zat tersebut juga semakin besar, begitu juga dengan sebaliknya. Dari penelitian yang sudah dilakukan diperoleh nilai tegangan permukaan  $46,50 \times 10^{-3}$  N/m,  $48,16 \times 10^{-3}$  N/m,  $48,69 \times 10^{-3}$  N/m,  $50,93 \times 10^{-3}$  N/m,  $48,13 \times 10^{-3}$  N/m, dan  $50,95 \times 10^{-3}$  N/m. Jika dibandingkan dengan nilai tegangan permukaan air ( $72 \times 10^{-3}$  N/m), nilai tegangan permukaan madu lebih kecil, sehingga madu sering digunakan untuk campuran kosmetik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah 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 untuk madu jenis randu adalah Asli Madu, Madu Nusantara dan Madu Pramuka, sedangkan untuk madu jenis kelengkeng adalah Asli Madu, Madu Pramuka dan Madu Nusantara.

Nilai massa jenis madu secara berturut-turut untuk madu jenis randu merek Madu Pramuka, Madu Nusantara, dan Asli Madu sebesar  $1398,67 \text{ kg/m}^3$ ,  $1408,43 \text{ kg/m}^3$ , dan  $1424,20 \text{ kg/m}^3$  untuk madu jenis kelengkeng dengan merek yang sama sebesar sebesar  $1426,23 \text{ kg/m}^3$ ,  $1407,80 \text{ kg/m}^3$ , dan  $1462,73 \text{ kg/m}^3$ .

Nilai indeks bias madu secara berturut-turut untuk madu jenis randu merek Madu Pramuka, Madu Nusantara, dan Asli Madu sebesar 1,40; 1,41; dan 1,42 untuk madu jenis kelengkeng dengan merek yang sama sebesar 1,43; 1,41; dan 1,45.

Nilai tegangan permukaan madu secara berturut-turut untuk madu jenis randu merek Madu Pramuka, Madu

Nusantara, dan Asli Madu sebesar  $46,50 \times 10^{-3}$  N/m,  $48,16 \times 10^{-3}$  N/m, dan  $48,69 \times 10^{-3}$  N/m, untuk madu jenis kelengkeng dengan merek yang sama sebesar  $50,93 \times 10^{-3}$  N/m,  $48,13 \times 10^{-3}$  N/m, dan  $50,95 \times 10^{-3}$  N/m.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya masyarakat lebih berhati-hati dalam memilih madu yang akan dikonsumsi.
2. Jika dilakukan penelitian lanjutan, dapat dilakukan dengan alat pengukuran massa jenis, indeks bias dan tegangan permukaan yang lain, madu dengan jenis dan merek lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aden. 2015. *Manfaat dan Khasiat Madu Keajaiban Sang Arsitek Alam*. Yogyakarta: Hanger Kreator.
- Adistiana, K.D. 2018. *Peristiwa Pembiasan Cahaya*. Diunduh di <http://www.google.com/amp/s/blog.ruangguru.com/> tanggal 4 Juli 2018.
- Ahmed, A.K., Hoesksstra M.J., Hage J.J., Karim R.B. 2003. Honey-medicated Dressing: Transformation of an Ancient Remedy Into Modern Therapy. *Ann Plast Surg.* 50 (2):143-147
- Amaliya, R., Riad S., Sugianto. 2016. *Pengaruh Sifat Fisika Terhadap Kemurnian Madu yang Beredar di Kota Pekanbaru*. Karya Ilmiah. Riau: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.
- Apriani, D., Gusnedi, Yenni D. 2013. Studi Tentang Nilai Viskositas Madu Hutan dari Beberapa Daerah di Sumatra Barat untuk Mengetahui Kualitas Madu. *Pillar of Physics*. Vol 2, 91-98.
- Arsini, Sheilla R., Qisthi F., Rida H. 2016. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar II*. Semarang: Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- 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.
- 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.
- Fatimah, Okki. 2013. *Menilik Ulang Madu*. Makalah. Solo: Fakultas Guru Pendidikan Anak Usia Dini Universitas Sebelas Maret.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika*. Edisi 5 Jilid 1. Terjemahan Yuhilza Hanum. Jakarta: Erlangga.
- Hammad, S. 2014. *Kedokteran Nabi*. Solo: Aqwamedika.
- James, O.O., Mesubi M.A., Usman L.A., Yeye S.O., Ajanaku K.O., Ogunniran K.O., Ajani O.O., Siyanbola T.O. 2009. Physical Characterisation of Some Honey Samples from North-Central Nigeria. *International Journal of Physical Sciences*. 4 (9): 464 – 470.
- Jenkins, F.A., dan Harvey E.W. 2001. *Fundamentals Of Optics*. Fourth Edition. New York: McGraw Hill.
- Kasli, E., Rida R. 2016. Menentukan Kemurnian Larutan Melalui Indeks Bias dari Beberapa Madu. *Serambi Saintia*. 4(1): 67 – 71. ISSN : 2337 – 9952.
- Munson, B.R., Donald F.Y., Theodore H.O. 2004. *Mekanika Fluida*. Edisi 4. Terjemahan Harinaldi dan Budiarmo. Jakarta: Erlangga.
- Pil-Tei. *Mari Mengenal Berbagai Jenis Madu*. Diunduh di <http://www.pil-tei.com/> tanggal 30 Oktober 2018
- Rehman, S., Zia F.K., Tahir M. 2008. Physical and Spectroscopic Characterization of Pakistani Honey. *Ciencia e Investigacion Agraria*. 35(2): 199 – 201.
- Rosdiana, A. 2008. *Sukses Bisnis Lebah Madu*. Bandung: CV Alfarisi Putra.



- Rostita. 2007. *Berkat Madu Sehat, Cantik, dan Penuh Vitalitas*. Bandung: PT. Mizan Pustaka.
- Sihombing, D.T.H. 2005. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Siregar, S. 2014. *Statistik Deskriptif untuk Penelitian Dilengkapi Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS Versi 17*. Jakarta: Rajawali Press.
- Soedoyo, P. 1992. *Azas-azas Ilmu Fisika*. Jilid 3. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia. 2013. SNI 3545-2013 Madu. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Suara. 2017. *Akibat Terlalu Sering Mengonsumsi Madu*. Diunduh di <http://www.suara.com/> tanggal 15 November 2018.
- Sugiyono. 2010. *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmawati, A.N., Firdaus. 2015. Quality Analysis Of Honey Mallawa Parameters Based Onphysical Chemistry. *Ind. J. Chem. Res.* 3. 259 – 262.
- Suranto, A. 2007. *Terapi Madu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jilid 1. Edisi 3. Terjemahan Lea Prasetyo dan Rahmad W Adi. Jakarta: Erlangga.
- Undip. *Kajian Teori Madu*. Diunduh di <http://eprints.undip.ac.id/> tanggal 3 November 2018

Lampiran 1: Dokumentasi observasi Madu Pramuka dan Madu Nusantara



Toko Madu Pramuka di Jln. Kusumawardani Raya No. 8  
Simpang Lima



Toko Madu Pramuka di Jln. Prof. Dr. Hamka No. 10 Ngaliyan



Toko Madu Pramuka di Jalan Wonodri Baru No. 25



Toko Madu Nusantara Jln. Brigjend Katamsno No. 5 Peterongan

Lampiran 2: Dokumentasi wawancara



Wawancara di Madu Nusantara



Wawancara di salah satu toko Madu Pramuka



Wawancara dengan Bapak Widodo

## Lampiran 3: Hasil wawancara

## 1. Wawancara di Madu Pramuka

Narasumber : Imam

Tempat : Madu Pramuka (Ngaliyan)

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Madu apa saja yang dijual oleh Madu Pramuka?	Madu randu, madu karet, madu kelengkeng, madu sonokeling, madu rambutan, madu kaliandra, madu multiflora, madu hutan, madu propolis, madu super, royal jelly, bee pollen, dan bee propolis
2.	Madu apa yang paling banyak dibeli oleh masyarakat?	Madu jenis randu dan kelengkeng
3.	Ada berapa toko Madu Pramuka di kota Semarang?	Ada 5, pusatnya ada di Kusumawardani Simpang Lima, di Wonodri, di Sukun Banyumanik, di Ngaliyan dan di Gedung Kuarda

## 2. Wawancara di Madu Nusantara

Narasumber : Ibu Restu

Tempat : Madu Nusantara (Peterongan)

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Madu apa saja yang dijual oleh Madu Nusantara?	Madu murni, madu super, madu bunga kelengkeng, madu bunga randu, royal jelly, jus madu
2.	Madu apa yang paling banyak dibeli oleh masyarakat?	Madu jenis randu
3.	Ada berapa toko Madu Nusantara di kota Semarang?	Hanya ada satu untuk di kota Semarang, di Jawa Tengah Pusatnya ada di Solo, untuk pabriknya ada di Jakarta

### 3. Wawancara di Asli Madu

Narasumber : Bapak Widodo

Tempat : Asli Madu (Bringin, Ngaliyan)

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Madu apa saja yang dijual oleh Asli Madu?	Madu randu, madu jeruk, madu pohon karet, madu cengkeh, madu kopi, madu multiflora, dan madu kelengkeng
2.	Madu apa yang paling banyak dibeli oleh masyarakat?	Madu jenis randu dan kelengkeng
3.	Ada berapa toko Asli Madu di kota Semarang?	Asli Madu tidak ada tokonya, Asli Madu itu merek rumahan yang saya kelola yang bekerja sama dengan peternak lebah di daerah Jawa Timur



## Lampiran 4: Data perhitungan massa jenis madu

## A. Madu jenis randu

No.	Merek madu	Massa piknometer	Massa piknometer + madu	Massa madu
1.	Madu Pramuka	$31,24 \times 10^{-3}$	$101,17 \times 10^{-3}$	$69,93 \times 10^{-3}$
2.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,18 \times 10^{-3}$	$69,94 \times 10^{-3}$
3.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,17 \times 10^{-3}$	$69,94 \times 10^{-3}$
4.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,18 \times 10^{-3}$	$69,94 \times 10^{-3}$
5.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,18 \times 10^{-3}$	$69,95 \times 10^{-3}$
6.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,17 \times 10^{-3}$	$69,94 \times 10^{-3}$
7.	Madu Nusantara	$31,23 \times 10^{-3}$	$101,65 \times 10^{-3}$	$70,42 \times 10^{-3}$
8.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,66 \times 10^{-3}$	$70,43 \times 10^{-3}$
9.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,66 \times 10^{-3}$	$70,42 \times 10^{-3}$
10.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,66 \times 10^{-3}$	$70,42 \times 10^{-3}$
11.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,65 \times 10^{-3}$	$70,41 \times 10^{-3}$
12.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,65 \times 10^{-3}$	$70,43 \times 10^{-3}$
13.	Asli Madu	$31,24 \times 10^{-3}$	$102,44 \times 10^{-3}$	$71,20 \times 10^{-3}$
14.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,45 \times 10^{-3}$	$71,21 \times 10^{-3}$
15.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,44 \times 10^{-3}$	$71,20 \times 10^{-3}$
16.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,44 \times 10^{-3}$	$71,21 \times 10^{-3}$
17.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,45 \times 10^{-3}$	$71,22 \times 10^{-3}$
18.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,45 \times 10^{-3}$	$71,22 \times 10^{-3}$

## 1. Madu pramuka

$$a) \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{69,93 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,60 \text{ kg/m}^3$$

$$b) \rho = \frac{69,94 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,80 \text{ kg/m}^3$$

$$c) \rho = \frac{69,94 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,80 \text{ kg/m}^3$$

$$d) \rho = \frac{69,94 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,80 \text{ kg/m}^3$$

$$e) \rho = \frac{69,95 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1399,20 \text{ kg/m}^3$$

$$f) \rho = \frac{69,94 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1398,80 \text{ kg/m}^3$$

## 2. Madu nusantara

$$a) \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{70,42 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,40 \text{ kg/m}^3$$

$$b) \rho = \frac{70,43 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,60 \text{ kg/m}^3$$

$$c) \rho = \frac{70,42 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,40 \text{ kg/m}^3$$

$$d) \rho = \frac{70,42 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,40 \text{ kg/m}^3$$

$$e) \rho = \frac{70,41 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,20 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{f) } \rho = \frac{70,43 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1408,60 \text{ kg/m}^3$$

### 3. Asli madu

$$\text{a) } \rho = \frac{m}{V}$$
$$\rho = \frac{70,20 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{b) } \rho = \frac{71,21 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,20 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{c) } \rho = \frac{71,20 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{d) } \rho = \frac{71,21 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,20 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{e) } \rho = \frac{71,22 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,40 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{f) } \rho = \frac{71,22 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 1424,40 \text{ kg/m}^3$$

## B. Madu jenis kelengkeng

No.	Merek madu	Massa piknometer	Massa piknometer + madu	Massa madu
1.	Madu Pramuka	$31,23 \times 10^{-3}$	$102,54 \times 10^{-3}$	$71,31 \times 10^{-3}$
2.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,55 \times 10^{-3}$	$71,32 \times 10^{-3}$
3.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,55 \times 10^{-3}$	$71,31 \times 10^{-3}$
4.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,54 \times 10^{-3}$	$71,30 \times 10^{-3}$
5.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,55 \times 10^{-3}$	$71,32 \times 10^{-3}$
6.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,55 \times 10^{-3}$	$71,31 \times 10^{-3}$
7.	Madu Nusantara	$31,24 \times 10^{-3}$	$101,63 \times 10^{-3}$	$70,39 \times 10^{-3}$
8.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,62 \times 10^{-3}$	$70,38 \times 10^{-3}$
9.		$31,24 \times 10^{-3}$	$101,62 \times 10^{-3}$	$70,38 \times 10^{-3}$
10.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,63 \times 10^{-3}$	$70,40 \times 10^{-3}$
11.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,63 \times 10^{-3}$	$70,40 \times 10^{-3}$
12.		$31,23 \times 10^{-3}$	$101,62 \times 10^{-3}$	$70,39 \times 10^{-3}$
13.	Asli Madu	$31,24 \times 10^{-3}$	$102,57 \times 10^{-3}$	$71,33 \times 10^{-3}$
14.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,57 \times 10^{-3}$	$71,33 \times 10^{-3}$
15.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,57 \times 10^{-3}$	$71,34 \times 10^{-3}$
16.		$31,24 \times 10^{-3}$	$102,58 \times 10^{-3}$	$71,34 \times 10^{-3}$
17.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,57 \times 10^{-3}$	$71,34 \times 10^{-3}$
18.		$31,23 \times 10^{-3}$	$102,57 \times 10^{-3}$	$71,34 \times 10^{-3}$

## 1. Madu pramuka

$$a) \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{70,31 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,20 \text{ kg/m}^3$$

$$b) \rho = \frac{71,32 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,40 \text{ kg/m}^3$$

$$c) \rho = \frac{71,31 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,20 \text{ kg/m}^3$$

$$d) \rho = \frac{71,30 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,00 \text{ kg/m}^3$$

$$e) \rho = \frac{71,32 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,40 \text{ kg/m}^3$$

$$f) \rho = \frac{71,31 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,20 \text{ kg/m}^3$$

## 2. Madu nusantara

$$a) \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{70,39 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1407,80 \text{ kg/m}^3$$

$$b) \rho = \frac{70,38 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1407,60 \text{ kg/m}^3$$

$$c) \rho = \frac{70,38 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1407,60 \text{ kg/m}^3$$

$$d) \rho = \frac{70,40 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,00 \text{ kg/m}^3$$

$$e) \rho = \frac{70,40 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1408,00 \text{ kg/m}^3$$

$$f) \rho = \frac{70,39 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1407,80 \text{ kg/m}^3$$

### 3. Asli madu

$$\text{a) } \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{71,33 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,60 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{b) } \rho = \frac{71,33 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,60 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{c) } \rho = \frac{71,34 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,80 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{d) } \rho = \frac{71,34 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,80 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{e) } \rho = \frac{71,34 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,80 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{f) } \rho = \frac{71,34 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}$$

$$\rho = 1426,80 \text{ kg/m}^3$$

### Ralat massa jenis madu

No.	Jenis madu	Merek madu	Massa jenis	ketelitian
1.	Madu jenis randu	Madu Pramuka	1398,67	99,98 %
2.		Madu Nusantara	1408,43	99,99 %
3.		Asli Madu	1424,20	99,99 %
4.	Madu jenis kelengkeng	Madu Pramuka	1426,23	99,99 %
5.		Madu Nusantara	1407,80	99,99 %
6.		Asli Madu	1426,73	99,93 %

## Lampiran 5 : Data perhitungan indeks bias madu

## A. Madu jenis randu

## 1. Madu pramuka

a) Sudut datang  $30^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 21^\circ} = 1,39$$

b) Sudut datang  $45^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41$$

c) Sudut datang  $60^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 38^\circ} = 1,41$$

## 2. Madu nusantara

a) Sudut datang  $30^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,46$$

b) Sudut datang  $45^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41$$

c) Sudut datang  $60^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 40^\circ} = 1,35$$

3. Asli madu

a) Sudut datang  $30^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 21^\circ} = 1,39$$

b) Sudut datang  $45^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 29^\circ} = 1,46$$

c) Sudut datang  $60^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 38^\circ} = 1,41$$

B. Madu jenis kelengkeng

1. Madu pramuka

a) Sudut datang  $30^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,46$$



b) Sudut datang  $45^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41$$

c) Sudut datang  $60^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 37^\circ} = 1,44$$

2. Madu nusantara

a) Sudut datang  $30^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,46$$

b) Sudut datang  $45^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41$$

c) Sudut datang  $60^\circ$

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 39^\circ} = 1,37$$

## 3. Asli madu

a) Sudut datang  $30^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,46$$

b) Sudut datang  $45^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1,41$$

c) Sudut datang  $60^\circ$ 

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

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 37^\circ} = 1,44$$

## Ralat indeks bias madu

No.	Jenis madu	Merek madu	Indeks bias	ketelitian
1.	Madu jenis randu	Madu Pramuka	1,40	99,3 %
2.		Madu Nusantara	1,41	96,7 %
3.		Asli Madu	1,42	97,8 %
4.	Madu jenis kelengkeng	Madu Pramuka	1,43	98,4 %
5.		Madu Nusantara	1,41	96,7 %
6.		Asli Madu	1,45	99,3 %

## Lampiran 6 : Perhitungan tegangan permukaan madu

## A. Madu jenis randu

## 1. Madu pramuka

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,39867 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 44,25 \text{ dyne/cm} = 44,25 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$b) \gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,39867 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 55,01 \text{ dyne/cm} = 51,01 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

## 2. Madu nusantara

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,40843 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 44,95 \text{ dyne/cm} = 44,95 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$b) \gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,40843 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 51,37 \text{ dyne/cm} = 51,37 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

## 3. Asli madu

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

$$\gamma = \frac{1 \cdot 0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,42420 \cdot 9,8 \times 10^2}{2 \cos 72^\circ}$$

$$\gamma = 45,45 \text{ dyne/cm} = 45,45 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,42420 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \\ \gamma &= 51,94 \text{ dyne/cm} = 51,94 \times 10^{-3} \text{ N/m} \end{aligned}$$

## B. Madu jenis kelengkeng

### 1. Madu pramuka

$$\begin{aligned} \text{a) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta} \\ \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,42623 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \\ \gamma &= 45,51 \text{ dyne/cm} = 45,51 \times 10^{-3} \text{ N/m} \\ \text{b) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,42623 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \\ \gamma &= 52,02 \text{ dyne/cm} = 52,02 \times 10^{-3} \text{ N/m} \end{aligned}$$

### 2. Madu nusantara

$$\begin{aligned} \text{a) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta} \\ \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,40780 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \\ \gamma &= 44,92 \text{ dyne/cm} = 44,92 \times 10^{-3} \text{ N/m} \\ \text{b) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,40780 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \\ \gamma &= 51,34 \text{ dyne/cm} = 51,34 \times 10^{-3} \text{ N/m} \end{aligned}$$

### 3. Asli madu

$$\begin{aligned} \text{a) } \gamma &= \frac{1}{2} \frac{r h \rho g}{\cos \theta} \\ \gamma &= \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,35 \cdot 1,42673 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ} \end{aligned}$$

$$\gamma = 45,53 \text{ dyne/cm} = 45,53 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\text{b) } \gamma = \frac{1}{2} \frac{0,57 \times 10^{-1} \cdot 0,40 \cdot 1,42673 \cdot 9,8 \times 10^2}{\cos 72^\circ}$$

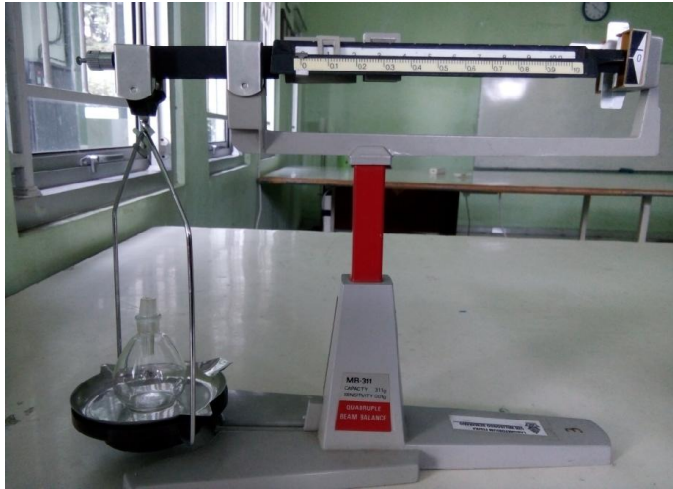
$$\gamma = 52,03 \text{ dyne/cm} = 52,03 \times 10^{-3} \text{ N/m}$$

### Ralat tegangan permukaan

No.	Jenis madu	Merek madu	Tegangan permukaan	ketelitian
1.	Madu jenis randu	Madu Pramuka	$46,50 \times 10^{-3}$	92,30 %
2.		Madu Nusantara	$48,16 \times 10^{-3}$	92,70 %
3.		Asli Madu	$48,69 \times 10^{-3}$	92,80 %
4.	Madu jenis kelengkeng	Madu Pramuka	$50,93 \times 10^{-3}$	94,80 %
5.		Madu Nusantara	$48,13 \times 10^{-3}$	92,70 %
6.		Asli Madu	$50,95 \times 10^{-3}$	94,80 %

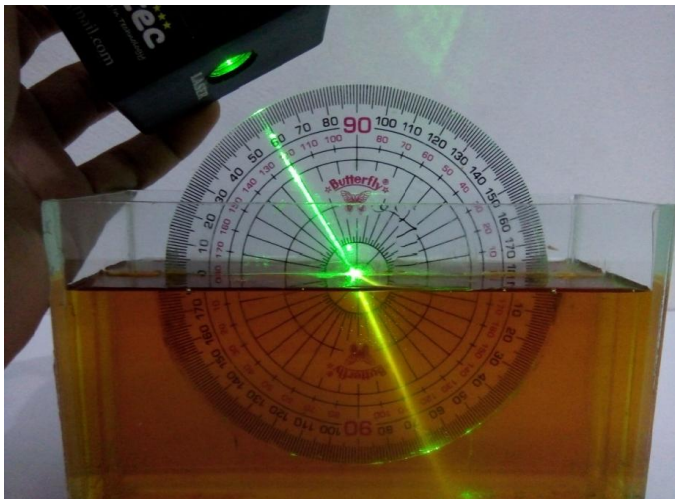
## Lampiran 7 : Dokumentasi penelitian

### 1. Pengukuran massa jenis



Menimbang piknometer kosong

### 2. Pengukuran indeks bias



Mengukur indeks bias madu

3. Pengukuran tegangan permukaan



Mengukur ketinggian permukaan madu



Mengamati kenaikan permukaan madu pada pipa kapiler

## Lampiran 8 : Surat penunjukan pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA**

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295 Fax. 7615187 Semarang 50185

Nomor: B-1291/Un.10.8/J.6/PP.00.9/04/2018

Semarang, 4 April 2018

Lamp :-

Hal : **Penunjukan Pembimbing Skripsi**

Kepada Yth:

1. Andi Fadlan, M. Sc.
  2. Arsini, M. Sc.
- Di Semarang

*Assalamualaikum W.r.Wb.*

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, disetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Noor Aisyah Istiani

NIM : 1403066016

Judul : **"Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias dan Tegangan Permukaan"**

dan menunjuk:

1. Andi Fadlan, M. Sc. sebagai pembimbing I
2. Arsini, M. Sc. sebagai pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerjasama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamualaikum W.r.Wb.*

a.n. Dekan

Rektor Jurusan Pendidikan Fisika,



Dr. Usman Hadi Kusuma, M.Sc.

NIP. 197703202009121002

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip



## Lampiran 9: Surat izin riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: J.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433386 Semarang 50185

Nomor : B.1788/Un-10.8/D1/TL-00/05/2018 Semarang, 16 Mei 2018  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset.

Kepada Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang  
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dibertahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Noor Aisyah Istiani  
NIM : 1403066016  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Skripsi : "Analisis Kualitas Madu Yang Benerar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks, Bias dan Tegangan Permukaan"

Pembimbing : 1. Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.  
2. Arsini, M.Sc.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset di Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang pada tanggal 18 s.d. 31 Mei 2018.

Penelitian tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.  
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan



Tembusan Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )

## Lampiran 10: surat peminjaman alat



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Semarang, 18 Mei 2018

Hal : Permohonan Ijin Meminjam Alat  
Lampiran : 1 (satu) Berkas

Kepada Yth.  
Kepala Laboratorium Fisika  
UIN Walisongo Semarang  
Di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noor Aisyah Istiani  
NIM : 1403066016  
Jurusan : Pendidikan Fisika  
Semester : VIII (Delapan)

Mengajukan permohonan peminjaman alat laboratorium (keterangan terlampir) untuk keperluan penelitian tugas akhir.

Judul penelitian : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias dan Tegangan Permukaan

Waktu Peminjaman : 21 Mei 2018 – 28 Mei 2018

Demikian surat permohonan peminjaman ini saya buat. Atas perhatian dan bantuannya saya ucapkan terima kasih.

Pemohon,

Noor Aisyah Istiani

NIM: 1403066016

## Lampiran 11: Surat keterangan melakukan penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hanka Km.1 (Kampus II) Ngaliyan Semarang 50183 Telp. 024 76433300

**SURAT KETERANGAN RISET**

Nomor : B.2609/Un.10.8/U.6/PP.009/08/2018

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang menerangkan dengan sesungguhnya, bahwa :

Nama : NOOR AISYAH ISTIANI  
NIM : 1403066016  
Judul Skripsi : ANALISIS KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI KOTA SEMARANG BERDASARKAN PARAMETER MASSA JENIS, INDEKS BIAS DAN TEGANGAN PERMUKAAN

telah melakukan penelitian di Laboratorium Fisika pada 18 - 31 Mei 2018.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Haidan Hadi Kusuma, M.Sc.  
NIP. 10770320 200912 1 002

Semarang, 1 Agustus 2018  
PLP Laboratorium Fisika

Widyastuti, S.Pd.  
NIP. 19840103 200912 2 005

## RIWAYAT HIDUP

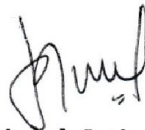
### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Noor Aisyah Istiani
2. Tempat & Tgl. Lahir : Blora, 13 Maret 1996
3. Alamat Rumah : Jln. Kapten Darmo Sugondo  
XIID/42 Kel. Indro, Kec.  
Kebomas, Kab. Gresik
4. Hp : 081333192248
5. E-mail : nooraisyah52@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

1. TK LKMD Sidorukun Gresik
2. SD N Sidorukun 2 Gresik
3. SMP N 4 Gresik
4. SMA NU 1 Gresik

Semarang, 16 Agustus 2018



**Noor Aisyah Istiani**

NIM: 1403066016