



**PENENTUAN WARNA DAN ANGKA SERAPAN MADU
LOKAL MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER
UV-VISIBLE**

SKRIPSI

Oleh:

**Eka Agustina Wulandari
NIM 131810201033**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENENTUAN WARNA DAN ANGKA SERAPAN MADU
LOKAL MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER
UV-VISIBLE**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

**Eka Agustina Wulandari
NIM 131810201033**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan terimakasih yang sebesar- besarnya untuk:

1. Ibunda Hj. Sumarnik, S.Pd. dan Ayahanda H. Budi Atim Susetyo M., S.Pd. yang memberikan cinta, kasih dan sayang tanpa henti, selalu menemani, membimbing dan mendukung langkah saya sampai detik ini. Orangtua yang selalu menjadi semangat utama saya untuk selalu semangat mengejar mimpi- mimpi saya tanpa pernah berputus asa dan selalu percaya bahwa pertolongan Allah SWT amatlah dekat.
2. Papa Djohar Winarno, S.E. dan Mama Hardini Purwaningsih, S.Pd., yang telah banyak memotivasi dan mendukung selama proses pengerjaan skripsi serta senantiasa sabar menjadi tempat berkeluh kesah.
3. Para saudara, sahabat dan teman terbaik Zuhrotus Zuhria, Ica Beladita, Nihayatul Mukkaromah, Dewi Yuliana, Nur Aini, Joniar Dimas Wicaksono, Alfin Kurnia Ashari, Ervin Budi Febriawan serta teman-teman Physicopat`13 Hz yang senantiasa memberikan bantuan serta dukungan langsung dan tidak langsung. In Shaa Allah selalu dalam lindungan- Nya.
4. Kosa Vandira Nugraha, kekasih setia dan penyabar yang senantiasa mendengarkan keluh kesah serta tangisan dalam setiap pengerjaan skripsi ini.
5. Para pendidik sejak taman kanak- kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh ikhlas, tanggungjawab dan amanah.
6. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

Segala bentuk pencapaian berawal dari keyakinan dan pikiran positif. Yakinlah tidak ada yang tidak mungkin bagi Allah untuk kita yang berusaha dan husnudzon kepada-Nya. Niatkan yang baik, sesulit apapun yakinlah hasilnya pasti baik

(Eka Agustina Wulandari)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Agustina Wulandari

NIM : 131810201033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Warna dan Angka Serapan Madu Lokal Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahaan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juli 2017

Yang Menyatakan,

Eka Agustina Wulandari

NIM 131810201033

SKRIPSI

**PENENTUAN WARNA DAN ANGKA SERAPAN MADU
LOKAL MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER
UV-VISIBLE**

Oleh:

**Eka Agustina Wulandari
NIM 131810201033**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Warna dan Angka Serapan Madu Lokal Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible” telah diuji dan disahkan secara akademis pada :

hari :

tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Tri Mulyono, S.Si., M.Si.
NIP 196810201998021002

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP 196812191994021001

Mengesahkan,
Dekan FMIPA Universitas Jember,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Penentuan Warna dan Angka Serapan Madu Lokal Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible; Eka Agustina Wulandari; 131810201033; 2017; 63 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia adalah salah satu negara dengan berbagai jenis madu lokal serta memiliki banyak sekali kegunaan. Madu merupakan cairan yang memiliki rasa manis dan dihasilkan oleh lebah madu (*Apis Sp*) dari sari bunga tanaman (*floral nektar*) atau bagian lain dari tanaman (*extra floral*). Madu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki rasa manis dan kental yang berwarna emas sampai coklat gelap dengan kandungan gula yang tinggi serta rendah lemak. Madu diperoleh dengan proses enzimatis oleh lebah melalui nektar bunga dan digunakan sebagai cadangan makanan. Madu bergantung pada jenisnya yang masing-masing memiliki standar seperti warna, aroma dan rasa. Namun, pada umumnya untuk memilih madu, konsumen kebanyakan lebih mendahulukan warna madu sebagai pilihan utama mereka. Warna madu bervariasi secara alami dan tergantung pada jenis nektar yang dikumpulkan untuk diproses sehingga menjadi madu. Sehingga pengukuran warna madu adalah bagian penting dalam mengembangkan berbagai jenis madu sehingga menjadi justifikasi asal-usul madu tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan untuk menentukan warna dan angka serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Spektrofotometer UV-Visible akan digunakan sebagai piranti dalam menganalisa warna dan angka serapan pada madu serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa. Penelitian warna dan angka serapan madu lokal ini mengarah pada pembaharuan secara aplikatif. Penelitian dan pengukuran dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible hanya pada $\lambda = 635 \text{ nm}$. Bahan berupa lima jenis madu lokal yang digunakan sebagai sampel data yaitu madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu sumbawa putih dan madu sumbawa kuning gelap yang akan

diukur secara langsung menggunakan Spektrofotometer UV-Visible sehingga diperoleh data primer yang dapat dianalisa.

Data hasil penelitian penentuan warna dan angka serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV-Visible adalah 25 data absorbansi (A). Data tersebut kemudian dikonversi ke dalam mm pfund. Nilai skala hasil konversi dalam mm pfund yang diperoleh kemudian dijadikan acuan pemetaan warna madu lokal. Pemetaan warna madu lokal tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pemetaan warna madu Amerika yang telah berstandart USDA, sehingga nantinya keduanya dapat terlihat perbandingan antara nilai mm pfund dan warna madu serta perbandingan warna madu lokal Indonesia dengan warna madu Amerika yang telah berstandart USDA.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai absorbansi dan nilai mm pfund madu lokal diperoleh warna madu dari gelap ke terang yaitu madu kelengkeng yaitu ($87,1 \pm 0,8$) kemudian berturut-turut madu kaliandra yaitu ($33,3 \pm 0,7$), madu sumbawa kuning gelap yaitu ($22,2 \pm 1,0$), madu bunga randu yaitu ($16,0 \pm 1,0$) dan madu sumbawa putih yaitu ($4,1 \pm 0,4$). Semakin terang warna madu maka nilai absorbansi dan mm pfund semakin kecil. Sebaliknya, semakin gelap warna madu maka nilai absorbansi dan mm pfund semakin besar. Hal ini sesuai dengan pemetaan jenis madu Amerika, pemetaan warna madu dapat digunakan untuk menjustifikasi asal-usul madu, selain itu madu Indonesia memiliki peluang untuk disejajarkan dengan jenis madu Amerika walaupun berasal dari nektar bunga yang berbeda tapi dari segi warna, madu Indonesia cukup baik disejajarkan dengan madu Amerika dan tidak menutup kemungkinan bahwa madu Indonesia memiliki kualitas yang tidak kalah dengan madu Amerika menurut standart USDA.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Warna dan Angka Serapan Madu Lokal Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini telah mendapatkan bantuan, pengarahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ir.Misto, M.Si., selaku Dosen pembimbing Utama dan Tri Mulyono, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta motivasi dalam penulisan maupun perbaikan dalam skripsi ini;
2. Drs.Sujito,Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama dan Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji serta memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini dan juga telah memberikan kesempatan untuk memperbaiki skripsi ini, sehingga banyak pelajaran berharga yang saya peroleh baik di dalam maupun diluar skripsi ini yang dapat menjadi pelajaran untuk saya kedepannya;
3. Sahabat-sahabat seperjuangan angkatan 2013 , kakak dan adik tingkat Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan keceriaan, semangat dan do'a selama ini, semoga senantiasa semangat dalam doa dan usaha untuk meraih cita dan harapan;
4. Semua civitas akademika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember serta pihak yang telah begitu banyak berkontribusi dalam penulisan skripsi ini namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 28 Juli 2017

Penulis

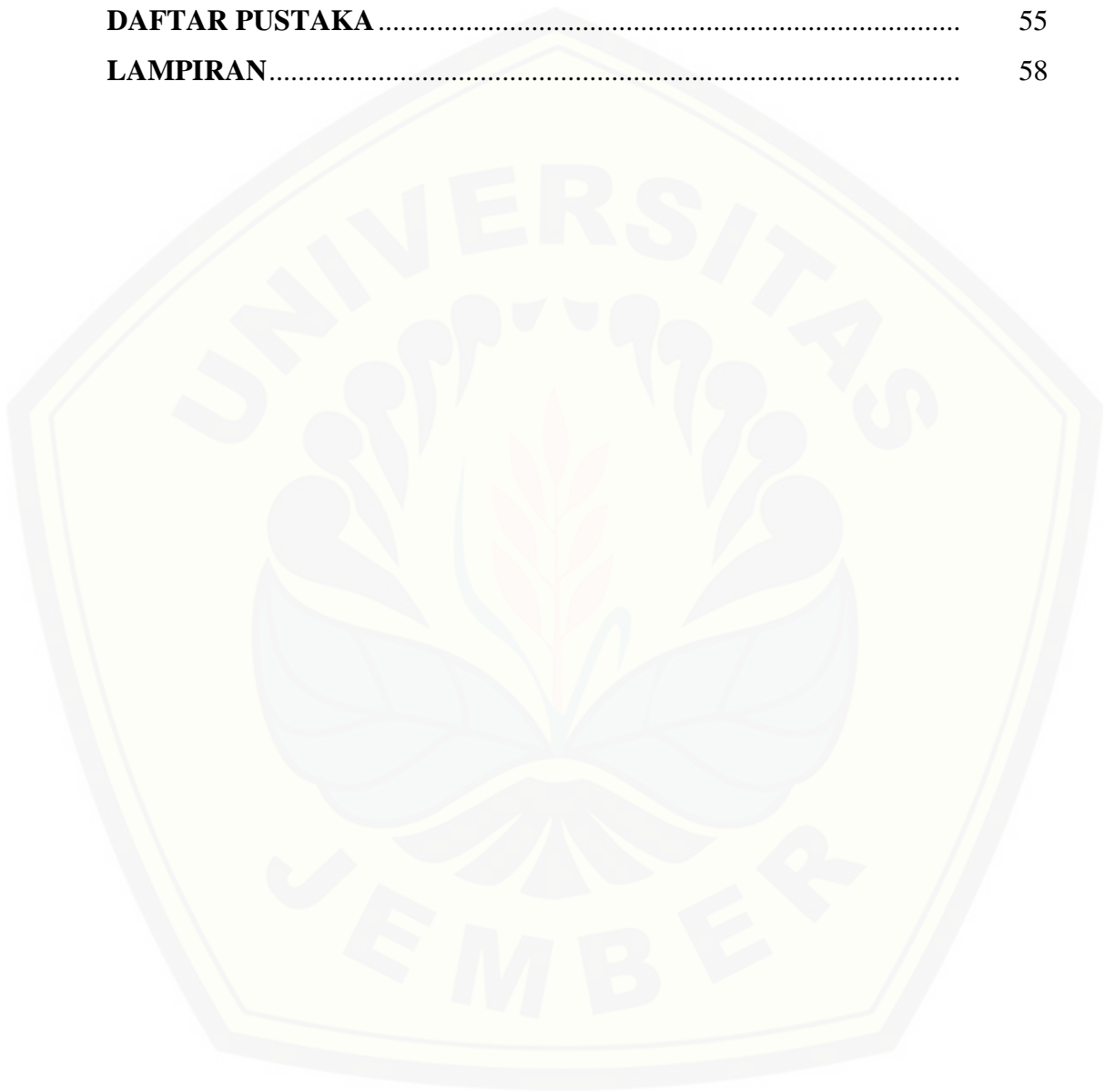


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Madu	5
2.1.1 Pengertian Madu	5
2.1.2 Kandungan Madu	7
2.1.3 Jenis- jenis Madu.....	9
2.2 Cahaya	11
2.3 Interaksi Cahaya dengan Materi	11
2.4 Spektrofotometer	13

2.4.1 Spektrofotometer Visible (Spektrum Vis)	13
2.4.2 Spektrofotometer Ultraviolet (Spektrum UV)	14
2.4.3 Spektrofotometer UV-Vi	15
2.5 Absorpsi Cahaya Pada Spektrofotometer	16
2.6 Hukum Lambert-Beer	16
2.7 Warna Serapan Spektrofotometer UV-Vis	18
2.8 Skala Pfund	19
2.9 Grading Warna dengan mm Pfund	21
2.10 Standart Warna Madu USDA dan Harga Madu	23
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Rancangan Penelitian	26
3.2 Jenis dan Sumber Data	28
3.3 Definisi Operasional Variabel	28
3.3.1 Variabel Bebas	29
3.3.2 Variabel Terikat	29
3.3.3 Variabel Kontrol	29
3.4 Metode Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	29
3.5 Kerangka Pemecahan Masalah	30
3.6 Tahap Persiapan	31
3.7 Tahap Kalibrasi	32
3.8 Tahap Penentuan Absorbansi	32
3.9 Tahap Perhitungan Pfund	33
3.10 Tahap Pemetaan Madu Berdasarkan Warna	34
3.11 Tahap Analisis Data	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil	37
4.1.1 Pengukuran nilai absorbansi (A) pada $\lambda = 635nm$	38
4.1.2 Nilai konversi absorbansi (A) dalam mm pfund dari kelima jenis madu lokal pada $\lambda = 635nm$	40
4.1.3 Pemetaan lima jenis madu lokal berdasarkan warnanya	42

4.2 Pembahasan.....	44
BAB 5 PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	58



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Madu.....	8
Gambar 2.2 Diagram gelombang elektromagnetik	11
Gambar 2.3 Gelombang elektromagnetik dengan arah medan magnet tegak lurus dengan arah medan listrik	12
Gambar 2.4 Cara kerja spektrofotometer	19
Gambar 2.5 Pfund colour scale	20
Gambar 3.1 Rancangan penelitian.....	27
Gambar 3.2 Diagram alir rancangan penelitian.....	30
Gambar 3.3 Skema rancangan alat penelitian	31
Gambar 3.4 Spektrofotometer UV- Visible	31
Gambar 3.5 Skala penunjuk pemetaan warna madu	34
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara absorbansi terhadap lima jenis madu lokal pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	39
Gambar 4.2 Grafik hubungan warna dalam skala <i>mm</i> pfund untuk lima jenis madu lokal pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	41
Gambar 4.3 Sampel lima jenis sampel madu lokal setelah dilakukan pengukuran nilai absorbansi	42
Gambar 4.4 Skema pemetaan kualitas madu lokal berdasarkan warna pada standart <i>mm</i> pfund USDA dengan $\lambda = 635 \text{ nm}$	43
Gambar 4.5 Model penentuan standart kualitas warna madu oleh USDA	49
Gambar 4.6 Sampel madu berdasarkan warna skala <i>mm</i> pfund pada $\lambda = 635$	49
Gambar 4.7 Grafik hubungan absorbansi terhadap standart warna USDA pada jenis madu Amerika ($\lambda = 635 \text{ nm}$).....	50
Gambar 4.8 Grafik hubungan <i>mm</i> pfund terhadap standart warna	

USDA pada jenis madu Amerika ($\lambda = 635 \text{ nm}$)..... 51

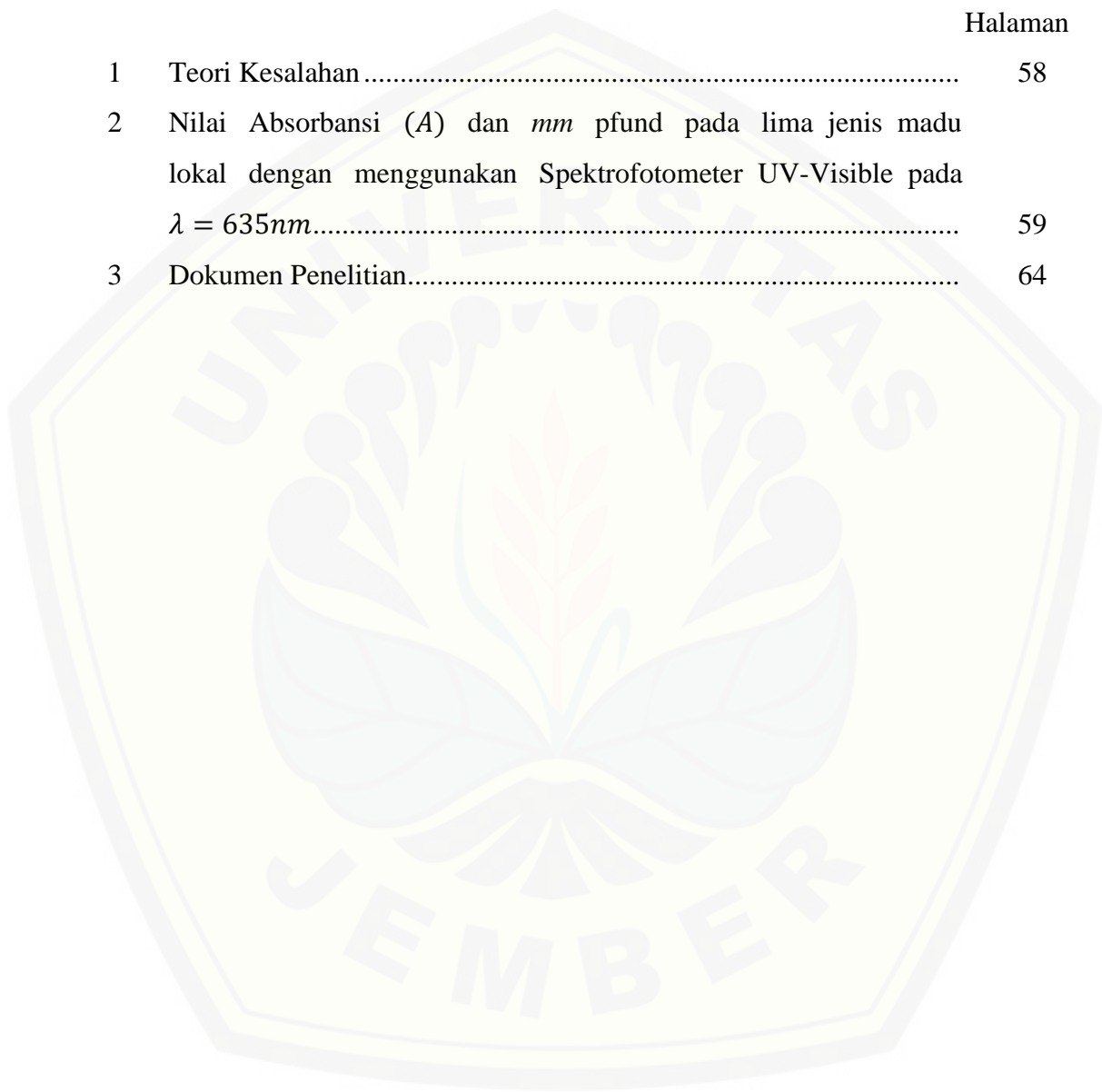


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan madu.....	8
Tabel 2.2 Kandungan nutrisi madu	9
Tabel 2.3 Warna komplementer	19
Tabel 2.4 Klasifikasi warna madu dan absorbansi pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	22
Tabel 2.5 Harga madu Amerika berdasarkan asal tanaman dan warnanya	25
Tabel 4.1 Nilai absorbansi (A) dari lima jenis madu lokal dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	38
Tabel 4.2 Nilai konversi absorbansi (A) dalam mm pfund dari kelima jenis madu lokal pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	40
Tabel 4.3 Nilai mm pfund dari lima jenis madu lokal pada $\lambda = 635 \text{ nm}$	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Teori Kesalahan	58
2 Nilai Absorbansi (A) dan mm pfund pada lima jenis madu lokal dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada $\lambda = 635nm$	59
3 Dokumen Penelitian.....	64



BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini, akan disampaikan beberapa hal yang menjadi latar belakang kegiatan penelitian. Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan guna menentukan tujuan penelitian yang dilakukan. Permasalahan yang diambil difokuskan dalam beberapa hal, dan dipaparkan dalam batasan masalah. Adapun bagian akhir dari bab 1 yaitu beberapa manfaat yang diharapkan dari kegiatan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini di Indonesia terdapat berbagai jenis madu lokal dan masing-masing memiliki banyak kegunaan, seperti suplemen kesehatan, suplemen kecantikan, dan juga untuk makanan. Hal ini tidak mengherankan jika di pasaran banyak produk dan kemasan madu yang beranekaragam jenis serta daya tarik secara visual. Sementara itu, madu memiliki tampilan visual bergantung pada jenisnya yang masing-masing memiliki standar seperti warna, aroma dan rasa. Namun, pada umumnya untuk memilih madu, konsumen kebanyakan lebih mendahulukan warna madu sebagai pilihan utama mereka. Warna madu bervariasi secara alami dan tergantung pada jenis nektar yang dikumpulkan untuk diproses sehingga menjadi madu. Jenis nektar dari bunga memberikan profil rasa dari madu dimana pada setiap sumber nektar menghasilkan warna yang berbeda pada setiap madu dengan cita rasa yang berbeda pula. Secara umum, madu yang berwarna terang memiliki profil rasa ringan, sedangkan madu berwarna gelap memiliki profil rasa yang lebih kuat. Sehingga pengukuran warna madu adalah bagian penting dalam mengembangkan berbagai jenis madu sehingga menjadi justifikasi asal-usul madu tersebut.

Beberapa penelitian tentang pengukuran warna madu diantaranya, Negeruela dan Arquillue (2000), telah melakukan suatu pengukuran warna madu *rosemary* menggunakan spektrofotometer reflektan. Kurt-Peter Raezke (2006),

telah melakukan pengukuran warna madu secara optik menggunakan sumber cahaya LED dengan panjang gelombang 430 dan 530 *nm*, dan sumber cahaya lampu tungsten pada panjang gelombang 420 dan 525 *nm*. Berdasarkan pada penelitian Negeruela, warna madu diklasifikasikan berdasarkan standar pertanian Amerika (*United States Department of Agriculture*) ke dalam tujuh kelompok yaitu putih air (*water white*), ekstra putih (*extra white*), putih (*white*), ekstra kuning muda (*extra light amber*), kuning muda (*light amber*), kuning (*amber*), dan kuning gelap (*dark amber*) pada panjang gelombang $\lambda = 635 \text{ nm}$ untuk memetakan warna berbagai jenis madu.

Mengukur dan mengetahui warna madu juga merupakan hal yang penting selain menikmatinya dalam suatu produk. USDA (*United States Department of Agriculture*) telah menetapkan standart peraturan khusus untuk warna madu dan tampilan produk madu. Skala penilaian ini berdasarkan nilai kerapatan optik untuk mengukur ekstrak warna madu dan memenuhi permintaan kualitas madu AS. Spektrofotometer merupakan teknologi yang baik untuk mengukur kerapatan optik zat cair dan merupakan metode instrumentasi modern yang sangat fleksibel dan efektif dalam pengukuran ini. Menggunakan Spektrofotometer akan diperoleh data numerik yang digunakan untuk mengukur warna berdasarkan nilai absorbansi dan transmitansi. Menggunakan skala warna yang memiliki standart *range* tertentu sehingga kemudian akan ditentukan perbandingan pemetaan klasifikasi dan asal-usul warna dengan mengacu serta memenuhi standart USDA.

Selain itu, ada pula pengukuran gradasi warna telah digunakan oleh industri madu selama bertahun-tahun. Berdasarkan kondisi alam ada berbagai warna yang berkaitan dengan kandungan mineral dan sumber bunga. Selain itu, hubungan antara kuat dan ringannya rasa madu berdasarkan tingkat warna wadu dari terang hingga ke gelap. Awalnya sebuah perangkat optik sederhana yaitu skala pfund yang digunakan untuk membandingkan madu dengan sebuah kaca jepit tetap dan pengukuran standart. Namun, penggunaan alat Spektrofotometer dapat digunakan selain menggunakan skala pfund.

Oleh karena itu, akan dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui atau menentukan warna madu berdasarkan angka serapan (absorbansi) dengan

menggunakan Spektrofotometer UV- Visible. Absorbansi Spektrofotometer UV-Visible nantinya akan digunakan ketika radiasi ultraviolet dan cahaya tampak diabsorpsi oleh molekul yang diukur. Spektrofotometer UV-Visible akan digunakan sebagai piranti yang biasa digunakan dalam menganalisa warna dan angka serapan pada madu serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa. Adanya penelitian dalam melakukan penentuan warna dan angka serapan madu dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible adalah salah satu langkah dalam memetakan madu berdasarkan warnanya dari terang ke gelap yang kemudian dibandingkan dengan standart pemetaan warna madu oleh USDA. Penggunaan alat spektrofotometer UV-Visible yang tepat dalam pengukuran warna dapat menjadi acuan metode penelitian pada bahan optik lebih mudah, efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka pada tugas akhir ini permasalahan yang dapat diangkat adalah bagaimana hasil penentuan warna madu lokal berdasarkan angka serapan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan-batasan masalah yang perlu diketahui, yaitu:

1. Suhu cairan madu lokal sesuai dengan suhu ruangan, yaitu berkisar pada temperatur $25^{\circ} - 27^{\circ}\text{C}$.
2. Sampel cairan madu lokal adalah menggunakan lima jenis madu yang berbeda, diantaranya madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu tawon sumbawa putih dan madu tawon sumbawa kuning gelap.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk menentukan warna madu lokal berdasarkan angka serapan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menentukan warna madu lokal berdasarkan angka serapan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang terkait sehingga memberikan nilai lebih pada penelitian yang dilakukan, yakni diharapkan dapat menambah wawasan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari adanya penelitian. Kemampuan dalam memanfaatkan dan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible untuk menentukan warna dan angka serapan madu lokal (*absorbansi*). Selain itu, untuk mengetahui pemetaan warna madu lokal jika dibandingkan berdasarkan standart pemetaan madu Amerika atau USDA (*United States Department of Agriculture*), dan menunjukkan bahwa kualitas warna madu lokal Indonesia juga tidak kalah sehingga dapat diperhitungkan pada skala internasional dan lain sebagainya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang disampaikan dalam penelitian ini merupakan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat guna menganalisis hasil dari kegiatan penelitian. Teori yang digunakan berasal dari jurnal penelitian serta buku materi yang bersangkutan. Bagian bab ini memberikan penjelasan tentang warna dan angka serapan madu menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Oleh karena pada kegiatan penelitian ini beberapa hal yang termasuk di dalamnya diantaranya, jenis madu yang digunakan adalah madu lokal Indonesia, warna dan angka serapan madu menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Pada bagian akhir, terdapat ulasan mengenai pembandingan sebagai acuan penelitian ini yaitu nilai skala *mm* pfund.

2.1 Madu

2.1.1 Pengertian Madu

Madu merupakan cairan yang memiliki rasa manis dan dihasilkan oleh lebah madu (*Apis Sp*) dari sari bunga tanaman (*floral nektar*) atau bagian lain dari tanaman (*extra floral*). Madu merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki rasa manis dan kental yang berwarna emas sampai coklat gelap dengan kandungan gula yang tinggi serta rendah lemak. Madu diperoleh dengan proses enzimatis oleh lebah melalui nektar bunga dan digunakan sebagai cadangan makanan (Bognadov, 2008).

Nektar adalah sari bunga berupa cairan yang memiliki rasa manis, kaya akan gula dan diproduksi bunga dari tumbuh-tumbuhan sewaktu mekar untuk menarik kedatangan hewan penyerbuk seperti serangga. Nektar sebagai sumber madu mengandung 20 – 40% gula. Kemudian madu yang dihisap oleh lebah dikonsentrasikan lagi sehingga didapat 83% kandungan bahan padat. Selama proses

produksi madu, lebah menambahkan enzim invertase produksinya untuk memecah sukrosa menjadi gula yang lebih mudah dicerna yaitu glukosa dan fruktosa. Untuk menghindari fermentasi lanjut dan kristalisasi, madu yang sudah selesai diproses diberi perlakuan dengan khamir yang tahan terhadap tekanan osmotik tinggi (Bagus, 2013).

Madu tersusun atas beberapa molekul gula seperti glukosa dan fruktosa serta sejumlah mineral seperti Magnesium, Kalium, Potasium, Sodium, Klorin, Sulfur, Besi dan Fosfat. Madu juga mengandung vitamin B1, B2, C, B6 dan B3 yang komposisinya berubah-ubah sesuai dengan kualitas madu bunga dan serbuk sari yang dikonsumsi lebah. Disamping itu, didalam madu terdapat pula Tembaga, Yodium dan Seng dalam jumlah yang kecil (Bognadov, 2008).

Penelitian-penelitian menunjukkan bahwa lebah memilih bunga penghasil madu, pertama dari warna dan kedua dari aroma bunga. Madu dibuat oleh lebah dari nektar bunga. Lebah mengisapnya dari bunga dan membawanya ke sarangnya. Setiap lebah pekerja menumpuk nektar yang dikumpulkannya dalam suatu kantong khusus didalam tubuh yang disebut perut madu. Setelah lebah menyimpan nektar dalam sarang, dibiarkan sebagian besar airnya menguap sehingga cairan semakin kental (nektar dapat mengandung sekitar 70% air sewaktu dikumpulkan, lebah pekerja mengipasnya dengan sayap sehingga dapat menurunkan kadar air hingga 17%) (Bognadov, 2008).

Mutu, rasa, aroma dan komposisi kimia suatu madu sangat bergantung pada kondisi lingkungan dan iklim habitat lebah madu hidup, serta diet makanan lebah tersebut karena apabila lebah mengalami diet makanan serta iklim habitatnya kurang baik akan mempengaruhi jumlah madu yang diproduksi. Serbuk sari (*pollen*) merupakan bahan makanan pokok dan sumber protein alami lebah madu. Kandungan serbuk sari secara umum terdiri atas abu dengan berbagai macam mineral karbohidrat, serat, protein dan lemak (Kuntadi, 2008).

2.1.2 Kandungan Madu

Madu dapat dikelompokkan berdasarkan asal polennya menjadi madu NP (*natural pollen*) dan madu PS (*pollen substitute*). Madu NP atau yang sering disebut madu alami umumnya tersusun atas 17,1% air, 82,4% karbohidrat, 38% fruktosa, 31% glukosa, 12,9% gula lain, 0,5% protein, asam amino, senyawa fenolik, vitamin, asam organik dan berbagai mineral. Menurut (Kuntadi, 2008), dari 100 g madu mengandung 294 kalori, 9,5 g karbohidrat, 24 g air, 16 g fosfor, 5 g kalsium, dan 4 g vitamin C.

Warna merupakan salah satu kriteria dari mutu madu. Biasanya warna madu cenderung akan mengikuti tanaman penghasil nektarnya, misalnya madu yang berasal dari tanaman lobak akan berwarna putih seperti air, madu yang berasal dari tanaman akasia dan apel akan berwarna kuning terang, sedangkan madu yang berasal dari tanaman lime akan berwarna hijau terang. Selain itu, untuk madu yang telah disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama maka akan cenderung mengalami perubahan warna menjadi lebih tua (Suranto, 2004).

Warna yang timbul pada madu yang tersimpan lama disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor, misalnya gabungan tannat dan polifenol lain-lain dengan zat besi dari kemasan atau alat pengolah, reaksi dari gula tereduksi dengan senyawa mengandung nitrogen amino (asam amino, polipeptida, protein), ketidakstabilan fruktosa dalam larutan asam (karamelisasi). Madu cerah hampir tak mengandung tirosin dan tritofan, sedang pada madu berwarna pekat hal sebaliknya yang terdapat (Suranto, 2004).



Gambar 2.1 Madu (Sumber: Indrawanto, 2010)

Madu tentunya memiliki beberapa kandungan di dalamnya, pada tabel 2.1 dan pada Tabel 2.2 dapat dilihat kandungan nutrisi pada madu secara umum sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kandungan madu

Komposisi	Rata-rata (miliequivalen)	Kisaran Nilai (miliequivalen)
Air	22,9	16,6- 37
Fruktosa	29,2	12,2- 60,7
Glukosa	18,6	6,6- 29,3
Sukrosa	13,4	1,4- 53
Asam bebas	41,31	10,33- 62,21
Ph	3,92	3,60- 5,34

Tabel 2.2 Kandungan nutrisi madu

Komposisi	Jumlah
Gula	82,12 g
Energi	304 kcal
Karbohidrat	82,4 g
Lemak	0 g
Protein	0,3 g
Asam Pantotenat (Vit. B5)	0,068 mg
Vitamin B6	0,024 mg
Folat (Vit. B9)	2 g
Air	17,1 g
Riboflavin (Vit. B2)	0,038 mg
Niacin (Vit. B3)	0,121 mg
Fosfor	4,0 mg
Potasium	52 mg
Vitamin C	0,5 mg
Kalsium	6 mg
Besi	0,42 mg
Magnesium	2 mg
Sodium	4 mg
Zinc	0,22 mg

(Sumber: Bognadov, 2008)

2.1.3 Jenis- jenis madu

Menurut (Yazid dan Nursanti, 2006) madu yang berupa cairan dengan rasa manis dan dihasilkan oleh kelompok *Animalia* pada filum *Arthropoda*, kelas *Insecta* dalam ordo *Hymenoptera* adalah famili *Apidae* yaitu lebah madu (*Apis Sp*) atau *Apis Dorsata*. Lebah madu (*Apis Sp*) menghasilkan madu melalui proses enzimatis pada nektar bunga. Setiap nktar bunga akan mnghasilkan jenis madu yang berbeda. Oleh karena itu, di Indonesia sendiri banyak sekali berbagai jenis madu yang berasal dari nektar- nektar tanaman atau bunga yang berbeda. Beberapa jenis madu lokal Indonesia yang banyak dijumpai, antara lain:

1. Madu kaliandra

Kaliandra diperoleh dari sari nektar bunga kaliandra, biasanya dikenal dengan madu kuning karena warnanya cenderung kuning dan rasa manisnya khas. Jumlah madu yang diperoleh akan dipengaruhi oleh kondisi bunga tersebut.

2. Madu bunga randu

Madu randu diambil dari nektar bunga pohon randu, umumnya memiliki aroma randu yang khas serta rasanya yang manis sedikit asam, warnanya kuning hingga coklat terang, hal ini dipengaruhi oleh keadaan iklim di sekitar pohon randu tersebut. Madu randu banyak mengandung *bee pollen* dan *royal jelly*. Madu ini sangat dianjurkan untuk bayi dan balita karena tidak terlalu panas di perut.

3. Madu kelengkeng

Madu kelengkeng diperoleh dari sari bunga kelengkeng. Madu ini memiliki warna coklat cerah agak kuning dan aroma khas seperti buah kelengkeng yang manis.

4. Madu sumbawa putih

Madu ini diperoleh dari nektar dan tepungsari bunga kaliandra yang kemudian dikumpulkan oleh sekelompok lebah dan kemudian diproses secara alami dalam tubuh lebah tersebut sehingga mampu menghasilkan madu putih yang berkualitas. Warna putih berasal dari proses biokimia warna bunga putih yang kaya akan senyawa fitokimia yaitu zat warna tanaman dan mineral.

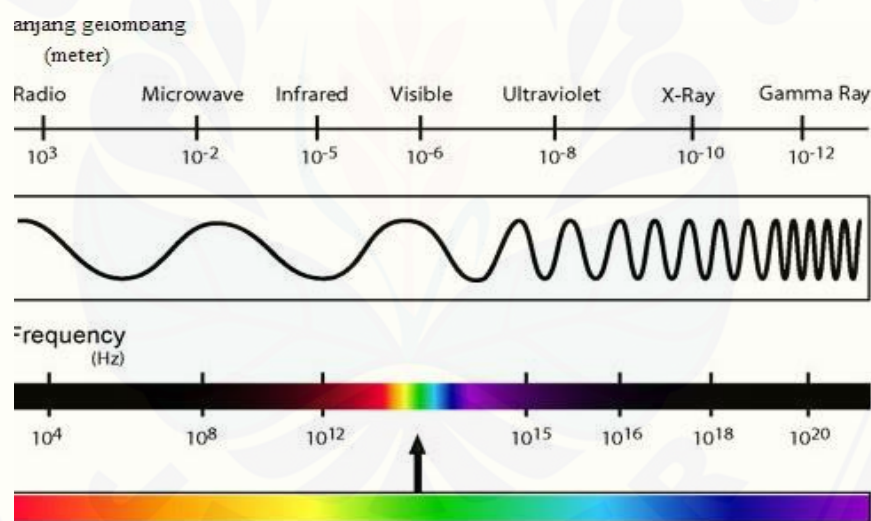
5. Madu sumbawa kuning gelap

Madu lokal jenis sumbawa kuning gelap biasa disebut madu hutan, Warna madu yang dihasilkan oleh lebah hutan berkisar dari warna putih sampai kuning pekat yang gelap. Madu sumbawa kuning gelap ini berbeda dengan madu sumbawa putih karena memiliki warna yang lebih pekat dan gelap dikarenakan madu sumbawa kuning atau madu hutan ini berasal dari nektar beberapa jenis tumbuhan yang dikumpulkan oleh lebah.

(Anonim, 2013).

2.2 Cahaya

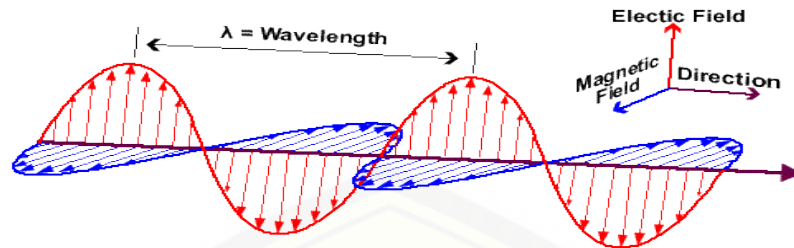
Cahaya merupakan kuantum energi atau gelombang elektromagnetik yang dapat merambat dengan atau tanpa adanya medium rambatan. Berdasarkan jenisnya, cahaya dibedakan menjadi cahaya yang tampak dan cahaya yang tidak tampak. Cahaya tampak merupakan cahaya yang jika mengenai benda maka benda tersebut akan dapat dilihat oleh manusia, contohnya adalah cahaya matahari. Cahaya tak tampak merupakan cahaya yang bila mengenai benda tidak akan tampak lebih terang atau masih sama sebelum terkena cahaya. Contoh cahaya tak tampak adalah sinar inframerah dan sinar x. Cahaya tampak dibagi menjadi dua yaitu monokromatik dan polikromatik (Tugino, 2012). Secara lengkap pembagian spektrum cahaya tampak dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram gelombang elektromagnetik (Sumber: Elsair, 2012)

2.3 Interaksi Cahaya dengan Materi

Cahaya adalah gelombang elektromagnetik, ini berarti selain mempunyai medan listrik cahaya juga mempunyai medan magnet dimana arah vektor kedua medan tersebut adalah saling tegak lurus. Medan listrik pada arah vertikal sedangkan medan magnet pada arah horisontal atau sebaliknya.



Gambar 2.3 Gelombang elektromagnetik dengan arah medan magnet tegak lurus dengan arah medan listrik (Sumber: Syahrul, 2015)

Medan- medan ini yang akan mempengaruhi suatu materi. Cahaya juga mempunyai paket- paket energi yang besarnya tergantung pada panjang gelombang cahaya tersebut. Pada spektrum cahaya tampak, gelombang cahaya menentukan warna. Misalnya warna merah yang mempunyai panjang gelombang sekitar 650 nm , warna kuning sekitar 570 nm dan warna biru sekitar 475 nm . Sedangkan cahaya putih mengandung semua warna. Energi cahaya meningkat dari warna merah ke warna biru, ketika cahaya tampak mengenai suatu benda, beberapa spektrum warna diserap dan yang lain diteruskan dan dipantulkan. Perbedaan dalam hal spektrum warna apa yang diserap dan spektrum mana yang diteruskan akan menghasilkan suatu warna benda. Cahaya berinteraksi dengan materi atau benda akan menentukan sifat optik benda tersebut, karena secara garis besar sifat optik yang dapat teramati pada suatu materi padat dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pencerminan, perambatan dan transmisi. Apabila suatu cahaya merambat melalui medium optik, maka terjadi peristiwa yang akan terjadi yaitu pembiasan, penghamburan, absorpsi dan luminesensi. Luminesensi merupakan nama yang diberikan untuk peristiwa emisi spontan oleh atom yang tereksitasi di dalam medium optik. Salah satu cara agar atom mengalami eksitasi adalah dengan absorpsi cahaya. Jadi, luminesensi terjadi setelah atom mengalami absorpsi walaupun tidak semua absorpsi diikuti oleh luminesensi. Karena kadang kala setelah absorpsi, atom tereksitasi kehilangan energi dalam bentuk panas sebelum sempat mengemisikan cahaya. Pada peristiwa luminesensi, cahaya diemisikan ke

segala arah dan mempunyai frekuensi berbeda dan frekuensi cahaya datang. Absorpsi terjadi selama perambatan cahaya di dalam medium apabila frekuensi cahaya sama (resonansi) dengan frekuensi transisi atom-atom di dalam medium. Pada peristiwa ini intensitas cahaya berkurang. Absorpsi sangat berkaitan dengan transmisi karena cahaya yang tidak terabsorpsi adalah yang akan ditransmisikan melalui medium (Syahrul, 2015).

2.4 Spektrofotometer

Spektroskopi adalah suatu studi mengenai aksi antara energi radiasi (cahaya) dengan materi (senyawa organik dan senyawa anorganik). Istilah spektrometer adalah suatu pengukuran seberapa banyak energi radiasi diserap (diabsorpsi) atau dipancarkan (diemisikan) oleh suatu materi sebagai suatu fungsi panjang gelombang dari radiasi tersebut. Spektrofotometer adalah sebuah metode analisis untuk mengukur konsentrasi suatu senyawa berdasarkan kemampuan senyawa tersebut mengabsorpsi berkas sinar atau cahaya. Spektro menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sementara fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Istilah Spektrofotometer berhubungan dengan pengukuran energi radiasi yang diserap oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dari radiasi maupun pengukuran panjang absorpsi terisolasi pada suatu panjang gelombang tertentu (Hermanto, 2009).

2.4.1 Spektrofotometer Visible (Spektro Vis)

Pada Spektrofotometer ini yang digunakan sebagai sumber sinar/energi adalah cahaya tampak (visible). Cahaya visible termasuk spektrum elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata manusia. Panjang gelombang sinar tampak adalah 380 nm sampai 750 nm. Sumber sinar tampak yang umumnya dipakai pada spektro visible adalah lampu tungsten. Tungsten yang dikenal juga dengan nama Wolfram merupakan unsur kimia dengan simbol *W* dan nomor atom 74. Tungsten mempunyai titik didih yang tertinggi yaitu 3422 °C dibanding logam lainnya. Karena sifat inilah maka ia digunakan sebagai sumber

lampu. Sampel yang dapat dianalisa dengan metode ini hanya sampel yang memiliki warna. Hal ini menjadi kelemahan tersendiri dari metode Spektrofotometer Visible. Oleh karena itu, untuk sampel yang tidak memiliki warna harus terlebih dulu dibuat berwarna dengan menggunakan *reagent* spesifik yang akan menghasilkan senyawa berwarna. *Reagent* yang digunakan harus betul-betul spesifik hanya bereaksi dengan analit yang akan dianalisa. Selain itu juga produk senyawa berwarna yang dihasilkan harus benar-benar stabil. Salah satu contohnya adalah pada analisa kadar protein terlarut (*soluble protein*). Protein terlarut dalam larutan tidak memiliki warna. Oleh karena itu, larutan ini harus dibuat berwarna agar dapat dianalisa. *Reagent* yang biasa digunakan adalah *reagent* folin. Saat protein terlarut direaksikan dengan folin dalam suasana sedikit basa, ikatan peptide pada protein akan membentuk senyawa kompleks yang berwarna biru yang dapat dideteksi pada panjang gelombang sekitar 578 nm. Berdasarkan hal tersebut Semakin tinggi intensitas warna biru menandakan banyaknya senyawa kompleks yang terbentuk yang berarti semakin besar konsentrasi protein terlarut dalam sampel (Hermanto, 2009).

2.4.2 Spektrofotometer Ultraviolet (Spektro UV)

Sinar UV memiliki panjang gelombang 190 – 380 nm. Sebagai sumber sinar dapat digunakan lampu *deuterium*. *Deuterium* disebut juga *heavy* hidrogen, yang merupakan isotop hidrogen yang stabil yang terdapat berlimpah di laut dan daratan. Inti atom *deuterium* mempunyai satu proton dan satu neutron, sementara hidrogen hanya memiliki satu proton dan tidak memiliki neutron. Nama *deuterium* diambil dari bahasa Yunani, *deuteros*, yang berarti dua, mengacu pada intinya yang memiliki dua partikel. Sinar UV tidak dapat dideteksi oleh mata kita, maka senyawa yang dapat menyerap sinar ini terkadang merupakan senyawa yang tidak memiliki warna alias bening dan transparan. Oleh karena itu, sampel tidak berwarna tidak perlu dibuat berwarna dengan penambahan *reagent* tertentu. Bahkan sampel dapat langsung dianalisa meskipun tanpa preparasi. Prinsip dasar pada Spektrofotometer adalah sampel harus jernih dan larut sempurna. Jika menggunakan Spektrofotometer Visible, sampel terlebih dulu dibuat berwarna

dengan *reagent* folin, maka bila menggunakan Spektrofotometer UV, suatu sampel dapat langsung dianalisa (Hermanto, 2009).

2.4.3 Spektrofotometer UV- Vis

Spektrofotometer ini merupakan gabungan antara Spektrofotometer UV dan Visible. Menggunakan dua buah sumber cahaya berbeda, sumber cahaya UV dan sumber cahaya visible. Meskipun untuk suatu alat yang lebih canggih sudah menggunakan hanya satu sumber sinar sebagai sumber UV dan Visible, yaitu *photodiode* yang dilengkapi monokromator. Untuk sistem Spektrofotometer, UV-Visible paling banyak tersedia dan paling populer digunakan. Kemudahan metode ini adalah dapat digunakan baik untuk sampel berwarna juga untuk sampel tak berwarna. Spektrofotometer UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (200– 350 *nm*) dan sinar tampak (350 – 800 *nm*) oleh suatu senyawa. Serapan cahaya UV atau cahaya tampak mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi.

Berkas cahaya putih berasal dari kombinasi semua panjang gelombang spektrum tampak. Perbedaan warna yang terlihat ditentukan oleh absorbansi panjang gelombang yang kemudian ditransmisikan (dipantulkan) oleh objek atau suatu larutan. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur jumlah cahaya yang diabsorpsi atau ditransmisi oleh molekul- molekul didalam larutan, ketika suatu panjang gelombang cahaya ditransmisikan melalui larutan, sebagian energi cahaya tersebut akan diserap (diabsorpsi). Besarnya kemampuan molekul-molekul zat terlarut untuk mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu dikenal dengan istilah absorbansi (*A*), yang setara dengan nilai konsentrasi larutan tersebut dan panjang berkas cahaya yang dilalui (biasanya 1 *cm* dalam Spektrofotometer) ke poin persentase jumlah cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi diukur dengan *phototube* (Hermanto, 2009).

2.5 Absorpsi Cahaya Pada Spektrofotometer

Cahaya dengan berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Pada suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi. Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul dapat hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio (Elsair, 2012).

Pengertian spektroskopi dan spektrofotometri pada dasarnya sama yaitu di dasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik memiliki sifat ganda yang disebut sebagai sifat dualistik cahaya yaitu sebagai gelombang dan sebagai partikel- partikel yang disebut foton. Karena sifat tersebut maka beberapa parameter perlu diketahui misalnya panjang gelombang, frekuensi dan energi tiap foton. Hubungan dari ketiga parameter di atas dirumuskan oleh Planck yang dikenal dengan persamaan Planck, sehingga hubungan antara panjang gelombang frekuensi dirumuskan sebagai $c = \lambda \cdot \nu$. Persamaan Planck adalah hubungan antara energi tiap foton dengan frekuensi

$$E = h \cdot \nu \quad \text{atau} \quad E = h \cdot c / \lambda \quad (2.1)$$

dimana,

E = energi tiap foton

h = tetapan Planck ($6,626 \times 10^{-34} J \cdot s$),

ν = frekuensi sinar

c = kecepatan cahaya ($3 \times 10^8 m/s$).

Berdasarkan rumus di atas dapat diketahui bahwa energi dan frekuensi suatu foton akan berbanding terbalik dengan panjang gelombang tetapi energi

yang dimiliki suatu foton akan berbanding lurus dengan frekuensinya. Sehingga, energi yang dihasilkan cahaya UV lebih besar dari pada energi yang dihasilkan sinar tampak. Hal ini disebabkan UV memiliki panjang gelombang (λ) yang lebih pendek (100–400 nm) dibanding panjang gelombang yang dimiliki sinar tampak (400–800 nm) (Elsair, 2012)

Berdasarkan hal tersebut Spektrofotometer dirancang untuk mengukur konsentrasi yang ada dalam suatu sampel, dimana zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan. Pada Spektrofotometer, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat dapat diukur, dimana I_0 merupakan intensitas cahaya datang dan I adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel.

2.6 Hukum Lambert-Beer

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer yang berbunyi: “Hubungan linieritas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan analit dan berbanding terbalik dengan transmitansi”. Dalam hukum Lambert-Beer tersebut ada beberapa pembatasan, yaitu :

1. Sinar yang digunakan dianggap monokromatis
2. Penyerapan terjadi dalam suatu volume yang mempunyai penampang yang sama
3. Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung terhadap yang lain dalam larutan tersebut
4. Tidak terjadi fluoresensi atau fosforisensi
5. Indeks bias tidak tergantung pada konsentrasi larutan

Intensitas cahaya berkurang secara eksponensial dengan kedalaman pada materi. Koefisien atenuasi linier μ biasanya dinyatakan dalam satuan cm^{-1} . μ adalah fungsi panjang gelombang $\mu = \mu(\lambda)$.

Jadi, hukum *Lambert-Beer* juga termasuk fungsi dari λ, i, e

$$I(\lambda) = I_0(\lambda)e^{-\mu(\lambda)x} \quad (2.2)$$

Transmitan didefinisikan sebagai

$$T = \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)} \quad (2.3)$$

$$\%T = \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)} \times 100\% \quad (2.4)$$

Nilai absorbansi A adalah

$$A = \log \frac{I_0(\lambda)}{I(\lambda)} = \log \frac{1}{T} = -\log T \quad (2.5)$$

$$= -\log \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)}$$

$$A = -\log \left(\frac{\%T}{100\%} \right) \quad (2.6)$$

$$A = \log \left(\frac{I_0(\lambda)}{I(\lambda)} \right) = \log(e^{\mu x}) \quad (2.7)$$

(Hardesty, 2010).

2.7 Warna Serapan Spektrofotometer UV- Visible

Menggunakan Spektrofotometer harus mengetahui hubungan jenis warna cahaya dengan panjang gelombang. Warna yang diserap oleh suatu senyawa merupakan warna komplementer dari warna yang telah teramati. Beberapa warna yang dapat diamati dan warna komplementernya dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Warna komplementer

Panjang gelombang	Warna terlihat	Warna komplementer
<400	Ultraviolet	-
400-450	Violet	Kuning
450-490	Biru	Jingga
490-550	Hijau	Merah
550-580	Kuning	Ungu
580-650	Jingga	Biru
650-700	Merah	Hijau
>700	Inframerah	-

(Sumber: Underwood, 1986)



Gambar 2.4 Cara kerja spektrofotometer (Sumber: Anton, 2013)

2.8 Skala Pfund

Spektrofotometer merupakan teknologi yang baik untuk mengukur kerapatan optik zat cair dan merupakan metode instrumentasi modern yang sangat efektif dalam pengukuran ini. Menggunakan Spektrofotometer akan diperoleh data numerik yang digunakan untuk mengukur warna karamel berdasarkan absorbansi dan transmitansi nilai. Informasi ini diklasifikasikan berdasarkan kerapatan masa jenis optik pada air putih, lebih putih, putih, kecoklatan, coklat, dan coklat gelap. Menggunakan skala warna APHA (*American Public Health Association*) pada nilai putihnya, kemudian akan ditentukan perbandingan klasifikasi warna madu berdasarkan kejelasan dan kemurnian untuk memenuhi standart USDA. Selain itu, ada pula pengukuran gradasi warna telah digunakan

oleh industri madu selama bertahun-tahun. Berdasarkan kondisi alam ada berbagai warna yang berkaitan dengan kandungan mineral dan sumber bunga. Selain itu, hubungan antara kuat dan ringannya rasa madu berdasarkan tingkat warna wadu dari terang hingga ke gelap. Awalnya sebuah perangkat optik sederhana yaitu skala pfund yang digunakan untuk membandingkan madu dengan sebuah kaca jepit tetap dan pengukuran standart. Namun, penggunaan alat Spektrofotometer dapat digunakan selain menggunakan skala Pfund (Biochrom, 2003).

Menurut British Honey Company (2016), pfund atau skala pfund adalah skala warna yang digunakan oleh industri madu. Skala inilah yang akan memberikan pembacaan kontinyu di seluruh rentang warna madu. Pfund merupakan skala warna kelas visual yang membandingkan sebuah berwarna standar dengan madu sehingga intensitas warna madu dapat sebagai jarak (dalam milimeter) dan biasanya berkisar antara 1 dan 140 mm. Skala warna ini dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut



Gambar 2.5 Pfund colour scale (Sumber: British Honey Company, 2016)

Karakteristik utama untuk klasifikasi madu adalah pada warnanya. Kelas warna disajikan dalam milimeter (*mm*) Pfund yang dibandingkan dengan *grade glyserol* referensi standar analitis. Warna alami madu menyajikan banyak jenisnya, mulai dari jerami kuning ke kuning, dari kuning gelap hampir hitam dengan sedikit warna merah. Warna madu yang cenderung gelap disebabkan oleh usia atau perubahan sesuai dengan metode konservasi atau produksi yang digunakan oleh peternak lebah. Praktek-praktek ini bisa termasuk penggunaan kontak dengan logam, suhu konservasi, dan paparan cahaya (Biochrom, 2003).

2.9 Grading Warna dengan *mm* Pfund

Menurut (Thompson, 2011), pada tahun 1950-an departemen pertanian Amerika atau lebih dikenal USDA berkembang dengan menyusun tujuh kelas warna madu. USDA melakukan pengujian warna madu untuk mengetahui warna dari setiap jenis madu berdasarkan asal sumber nektar tanaman atau bunganya. Industri madu Amerika diawali dengan penyusunan tujuh kelas warna madu yang digunakan sebagai justifikasi asal nektar bunga atau tanaman beberapa jenis madu. USDA mengembangkan hasil uji madu dalam beberapa rak tabung pengujian, dimana madu yang berasal dari beberapa jenis tanaman ataupun bunga Amerika dipilih secara acak dan diletakkan kedalam toples-toples sebagai sampel untuk menentukan *grading* warna madu. Beberapa rak diisi toples-toples yang berisi madu masing- masing 10 *ml* yang ditambahkan air hasil penyulingan yang hampir tidak mengandung mineral sebanyak 100 *ml* untuk masing- masing toples, sehingga banyaknya sampel madu dan air hasil penyulingan sebagai pengencer memiliki perbandingan 1:10. Pengenceran tersebut dilakukan untuk mendapatkan warna yang sesuai dengan standart yang diinginkan USDA. Seperangkat peralatan akurat yang digunakan dalam laboratorium disiapkan sehingga diperoleh *grading* warna madu dari jenis-jenis tertentu. Selain itu, ditetapkan suatu standart yang dapat dibaca ketebalan warnanya dalam milimeter. Pada perkembangannya standart warna industri madu Amerika oleh USDA ini dikenal sebagai skala pfund dalam milimeter pfund (*mm* pfund).

Penentuan gradasi warna telah digunakan oleh industri madu selama bertahun-tahun. Berdasarkan kondisi alam ada berbagai warna yang berkaitan dengan kandungan mineral dan sumber bunga. Selain itu, hubungan antara kuat dan ringannya rasa madu berdasarkan tingkat warna wadu dari terang hingga ke gelap. Awalnya sebuah perangkat optik sederhana yaitu skala pfund yang digunakan untuk membandingkan madu dengan sebuah kaca jepit tetap dan pengukuran standart. Namun, penggunaan alat Spektrofotometer dapat digunakan selain menggunakan skala Pfund. Demikian penentuan sederhana nilai absorbansi pada $\lambda = 635 \text{ nm}$ memungkinkan klasifikasi warna madu yang ditunjukkan dalam tabel 2.4

Tabel 2.4 Klasifikasi warna madu dan absorbansi pada $\lambda = 635 \text{ nm}$

Standar Warna USDA	Kisaran Warna	Tingkat Skala Pfund (<i>mm</i>)	Absorbansi Pada $\lambda = 635 \text{ nm}$
Putih air (<i>Water White</i>)	Warna putih yang sangat terang	< 8	0,125
Ekstra Putih (<i>Extra White</i>)	Lebih gelap dari air putih	8 – 17	0,145
Putih (<i>White</i>)	Lebih gelap dari putih pekat	17 – 34	0,191
Extra kuning muda (<i>Extra Light Amber</i>)	Lebih gelap dari putih kekuningan	34 – 50	0,212
Kuning muda (<i>Light Amber</i>)	Lebih gelap dari kuning pekat yang terang	50 – 85	0,293
Kuning (<i>Amber</i>)	Lebih gelap dari kuning terang	85 – 114	0,389
Kuning Gelap (<i>Dark Amber</i>)	Lebih gelap dari kuning	> 114	> 0,511

(Sumber: Eleazu, 2013)

Berdasarkan nilai absorbansi yang telah diperoleh, maka dapat dihitung nilai skala pfund dimana dalam *mm* yaitu

$$mm\ pfund = -38,70 + 371,39 \times A_{635} \quad (2.7)$$

dimana dalam penelitian ini adalah untuk mencari nilai absorbansi madu lokal pada 635 nm.

(Sumber: Rebai, Lanez dan Eleazil, 2009).

Berdasarkan dengan standart yang diberikan oleh Mitra Biochrom dalam Sains dan USDA (2009) (Tabel 2.4), klasifikasi warna madu menggunakan skala Pfund atau absorbansi membaca di 635 nm adalah sebagai berikut:

1. Pfund skala $< 8.0\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,125\ nm =$ putih air
2. Pfund skala $9 - 17\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,145\ nm =$ ekstra putih
3. Pfund skala $17 - 34\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,191\ nm =$ putih
4. Pfund skala $34 - 50\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,212\ nm =$ ekstra kuning muda
5. Pfund skala $51 - 85\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,293\ nm =$ kuning muda
6. Pfund skala $85 - 114\ mm$ atau absorbansi pembacaan $0,389\ nm =$ kuning
7. Pfund skala $114\ mm$ atau absorbansi pembacaan $> 0,511\ nm =$ kuning gelap

(Sumber: Eleazu, 2013)

2.10 Standart Warna Madu USDA dan Harga Madu

Standart warna madu USDA adalah standart warna madu yang digunakan untuk menilai kualitas kelas warna madu dalam standart kelas Amerika secara resmi. Standart berupa nilai kuantitas yang mewakili *grading* warna madu yang ditentukan oleh USDA sehingga memiliki nilai harga. Penunjukan warna madu yang diekstraksi ditentukan dengan warna USDA yang disetujui sesuai standart dengan kisaran seperti yang diberikan pada tabel 2.4 (Eleazu, 2013).

Menurut (USDA, 2017) dalam *National Honey Report* yang berisi tentang harga dari berbagai jenis madu di Amerika berdasarkan warnanya, dimana warna suatu madu bergantung pada tanaman atau bunga asal sumber nektarnya. Madu *monofloral* artinya berasal hanya dari satu jenis tanaman atau bunga. Sementara sebagian besar berasal dari berbagai jenis tanaman atau bunga yakni *polyfloral*. Meskipun madu dalam botol memiliki beraneka warna, tapi salah satu harganya ditentukan melalui pertimbangan warnanya, dimana madu tak berwarna (bening) adalah madu kelas satu dengan harga tinggi dan madu berwarna gelap memiliki kelas dan harga dibawahnya. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan tabel 2.5 harga madu Amerika dan jenis tanaman penghasil nektar dari *National Honey Report* sebagai berikut

Tabel 2.5 Harga madu Amerika berdasarkan asal tanaman dan warnanya

Asal	Jenis Tanaman Bunga	Warna	Harga
Arkansas	Soybean	Light Amber	\$1.60
	Alfalfa	White	\$1.70
	Almond	White	\$1.70
Dakotas	Buckwheat	Light Amber	\$1.60
	Buckwheat	Amber	\$1.60
	Canola	White	\$1.70
	Clover	White	\$1.70
Florida	Wildflower	Light Amber	\$1.60
	Brazilian Pepper	Light Amber	\$1.60
	Buckwheat	Light Amber	\$1.20
	Wildflower	Extra Light Amber	\$1.75
Georgia	Meltor	Dark	\$1.00
	Tallow	Light Amber	\$1.60
	Wildflower	Light Amber	\$1.60
Michigan	Star Thistle	Extra Light Amber	\$2.00
Mississippi	Meltor Soybean	Light Amber	\$1.60
	Soybean	Light Amber	\$1.60
Montana	Clover	Extra Light Amber	\$1.65
Nebraska	Clover	White	\$1.70
	Clover	Extra Light Amber	\$1.65
New York	Basswood	Extra Light Amber	\$2.50
Ohio	Clover	White	\$1.70
	Mint	Light Amber	\$1.60
Oregon	Wildflower	Extra Light Amber	\$1.60
	Wildflower	Light Amber	\$1.68
	Clover	White	\$1.75
Texas	Clover	Extra Light Amber	\$1.65
	Tallow	Light Amber	\$1.60
Washington	Buckwheat	Dark	\$1.55
	Star Thistle	Extra Light Amber	\$2.00

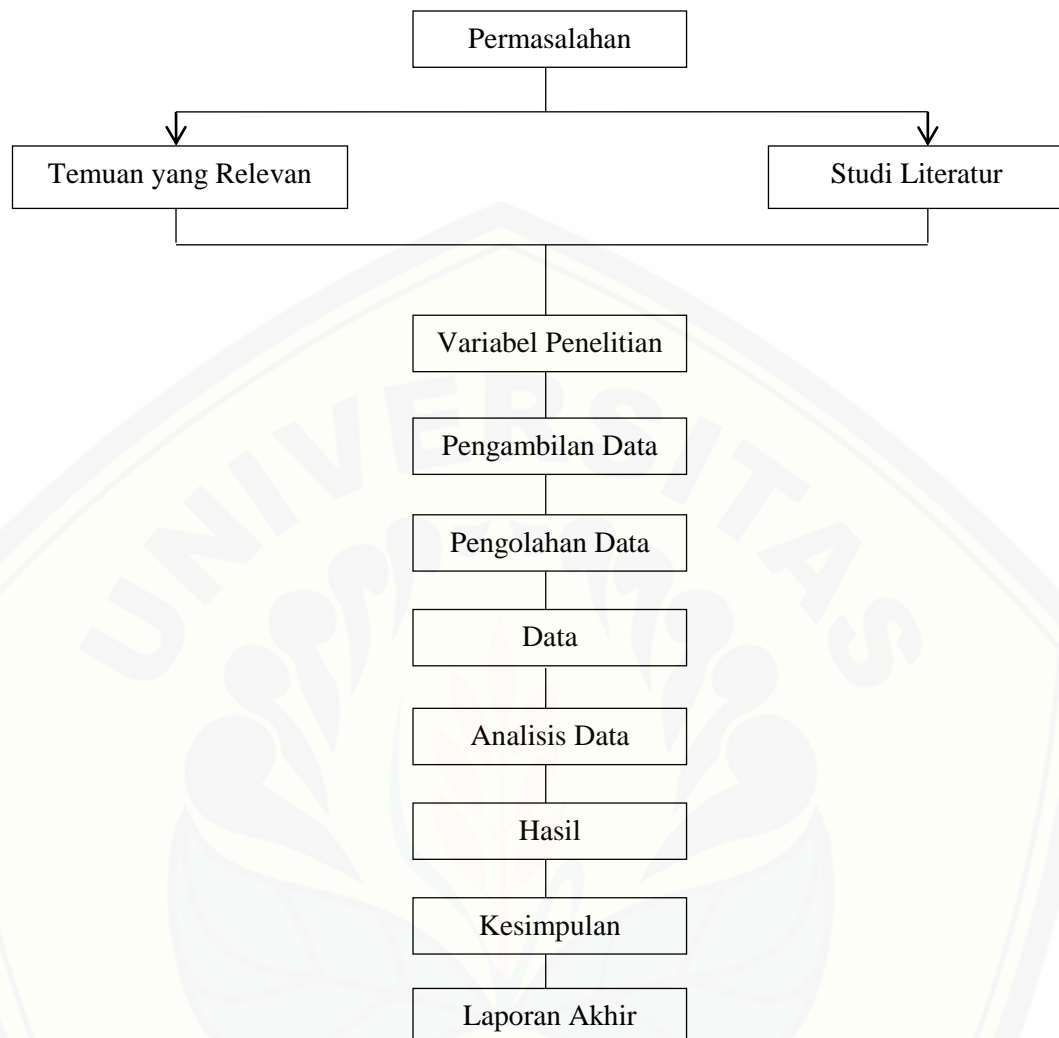
(Sumber: USDA, 2017).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian ini, maka harus dilakukan beberapa tahapan kegiatan yang meliputi: pengkalibrasian alat Spektrofotometer UV-Visible dan penentuan nilai absorbansi menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Bagian akhir tahap metode penelitian, dituliskan mengenai penentuan nilai *mm* pfund, analisis perhitungan dan perbandingan serta pemetaan jenis madu berdasarkan warnanya.

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan sebuah desain atau pola-pola operasional yang dapat dijadikan panduan atau pedoman teknis oleh peneliti dalam melaksanakan rangkaian kegiatan penelitian. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Penelitian akan dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2017, dengan observasi awal yang telah dilakukan pada bulan Januari 2017. Penelitian ini mengarah pada pembaharuan secara aplikatif yang dilakukan dengan penelitian dan pengukuran menggunakan alat yaitu Spektrofotometer UV-Visible pada $\lambda = 635 \text{ nm}$ dengan bahan berupa lima jenis madu lokal diantaranya madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu sumbawa putih dan madu sumbawa kuning gelap. Penelitian diawali dengan mengambil permasalahan bersifat aplikatif berdasarkan temuan-temuan yang relevan, studi pustaka dari berbagai literatur yang merupakan langkah observasi terhadap permasalahan atau topik yang akan diteliti. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan variabel, melakukan pengambilan data dan pengolahan data. Data hasil kemudian dianalisis dan dibandingkan untuk menjadi dasar dalam membuat kesimpulan. Berikut adalah rancangan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dalam bentuk flow chart:



Gambar 3.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti terkait penentuan warna dan angka serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Setelah permasalahan dirumuskan, selanjutnya adalah melakukan sebuah studi literatur dengan mempelajari dan membandingkannya pada penelitian terdahulu. Berdasarkan hal tersebut kemudian mengidentifikasi variabel yang digunakan pada penelitian. Setelah penentuan variabel penelitian, kemudian dilakukan pengambilan data berdasarkan masalah yang diambil dan variabel penelitian yang digunakan. Penelitian ini masuk dalam

ranah bidang optoelektronika, sehingga konsep yang digunakan untuk memecahkan permasalahan selanjutnya adalah dengan mengolah data dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Setelah data diperoleh maka dilakukan sebuah analisis pada data yang telah diperoleh. Hasil data tersebut kemudian dibahas dan dikaji untuk menarik kesimpulan atas permasalahan yang dikaji dalam penelitian. Rangkaian penelitian tersebut kemudian dikemas secara sistematis dalam bentuk karya ilmiah tertulis dan dapat dipertanggungjawabkan berupa laporan tugas akhir.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Berdasarkan jenis penelitian yang dilakukan, data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dimana data ini berasal dari eksperimen yang dilakukan secara langsung dan berulang sehingga diperoleh data terbaik. Pada penelitian ini data berupa nilai absorbansi yang diperoleh melalui pengukuran secara langsung dan berulang pada lima jenis madu lokal Indonesia, diantaranya madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu sumbawa putih dan madu sumbawa kuning gelap. Masing- masing madu akan diuji nilai absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Penelitian dilakukan secara langsung pada temperatur ruang di Laboratorium Kimia Analitik yaitu $25^{\circ} - 27^{\circ}\text{C}$. Penelitian ini dilakukan lima kali pengulangan untuk setiap sampel madu lokal, dimana menurut (Thompson, 2011) terlebih dahulu madu diencerkan dengan akuades yang perbandingan konsentrasinya adalah 10 ml madu lokal dan 100 ml akuades.

3.3 Definisi Operasional Variabel

Variabel penelitian adalah sebuah faktor yang mempengaruhi dalam penelitian dan memiliki nilai yang dapat berubah atau diubah. Deskripsi pada variabel tersebut bertujuan untuk menghindari terjadinya perbedaan persepsi ataupun timbulnya penafsiran ganda. Secara umum variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah madu lokal. Madu lokal dalam penelitian ini yaitu lima jenis madu lokal Indonesia, diantaranya madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu sumbawa putih dan madu sumbawa kuning gelap. Madu yang digunakan adalah madu yang banyak dijumpai oleh masyarakat.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang mengalami perubahan karena perlakuan variabel bebas. Pada penelitian ini terdapat variabel terikat yaitu nilai absorbansi dan standart warna. Nilai absorbansi merupakan nilai serapan dari sampel yang berupa madu lokal. Standart warna adalah warna yang dihasilkan setiap sampel madu lokal.

3.3.3 Variabel Kontrol

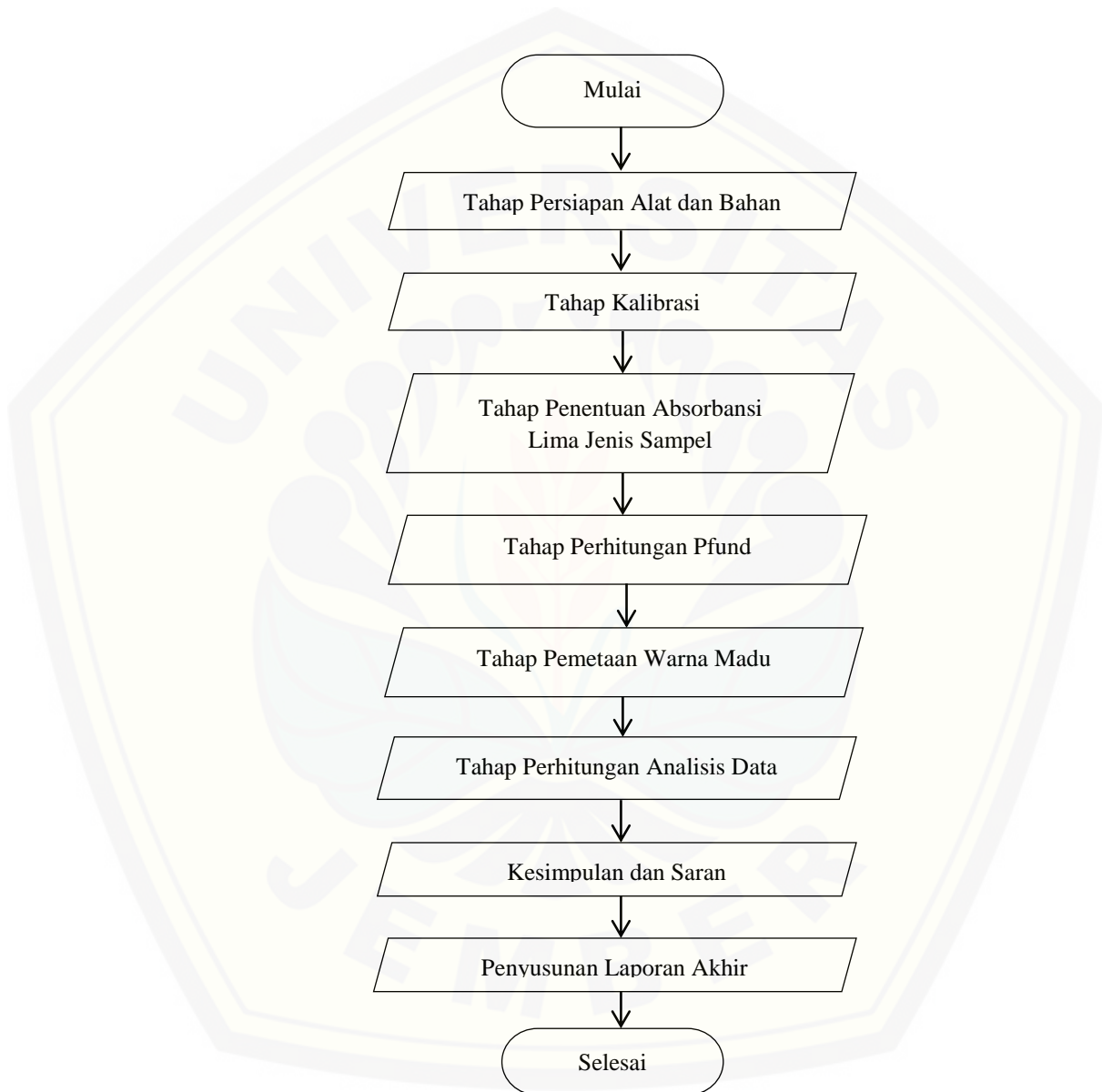
Variabel kontrol merupakan variabel yang dibuat sama atau faktor lain diluar perlakuan yang dikenakan pada objek penelitian. Namun, tidak ada variabel kontrol dalam penelitian ini.

3.4 Metode Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

Setelah memperoleh data berupa angka serapan madu lokal atau absorbansi, maka nilai absorbansi madu lokal yang diperoleh dikonversi dalam skala pfund yang berstandart USDA (*United States Department of Agriculture*) sehingga diperoleh serapan warna atau absorbansi yang sesuai dengan standart nilai pfund USDA, setelah itu nilai *mm* pfund tersebut digunakan untuk memetakan madu berdasarkan warnanya dan dibandingkan dengan nilai *mm* pfund madu Amerika yang telah berstandart USDA. Penelitian ini merujuk pada standart USDA untuk diujikan pada madu lokal Indonesia. Perhitungan pfund ini dilakukan setelah diperoleh data nilai absorbansi pada kelima jenis madu lokal tersebut.

3.5 Kerangka Pemecahan Masalah

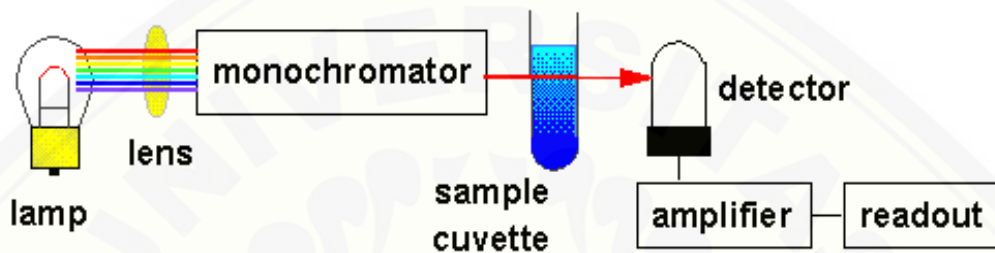
Tahapan proses pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram alir pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir rancangan penelitian

3.6 Tahap Persiapan

Penelitian diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan. Pada tahap ini dilakukan dengan mempersiapkan alat, alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer UV-Visible untuk menentukan nilai absorbansi (serapan cahaya) pada daerah λ (635 nm) saja. Berikut merupakan skema alat penelitian yang digunakan.



Gambar 3.3 Skema rancangan alat penelitian



Gambar 3.4 Spektrofotometer UV-Visible

Adapun bahan yang digunakan berupa lima jenis madu lokal diantaranya madu bunga randu, madu bunga kaliandra, madu bunga kelengkeng, madu sumbawa putih dan madu sumbawa kuning gelap. Masing- masing madu akan diuji nilai absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Penelitian dilakukan pada temperatur ruang di Laboratorium Kimia Analitik yaitu

25° – 27°C. Volume madu lokal yang digunakan yaitu sebanyak 4 ml untuk lima kali pengulangan dan untuk setiap sampel madu lokal dimana terlebih dahulu madu diencerkan dengan akuades yang perbandingan konsentrasinya adalah 10 ml madu lokal dan 100 ml akuades.

3.7 Tahap Kalibrasi

Pengkalibrasian Spektrofotometer UV-Visible dilakukan dengan mengukur nilai panjang gelombang yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan referensi panjang gelombang acuan *Filterglass Helium Oksida*. Proses dilakukan dengan meletakkan *Filterglass Helium Oksida* pada kompartemen sampel dan kompartemen contoh terlebih dahulu dikosongkan, kemudian dilakukan *scanning Helium Oksida* dan selanjutnya dibandingkan dengan panjang gelombang acuan. Proses pengkalibrasian dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran yang dilakukan dengan referensi acuan yang sudah ada. Menurut (Taylor,1997) jika perbandingan hasil yang diperoleh dan referensi memiliki nilai deskripsi kurang dari 5% maka dapat dikatakan alat penelitian cukup akurat sehingga layak digunakan.

3.8 Tahap Penentuan Absorbansi

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Menurut (Thompson, 2011) pada poin 2.9, maka penelitian ini menggunakan larutan madu lokal dituangkan ke dalam gelas ukur sebanyak 10 ml, kemudian madu tersebut dimasukan ke dalam labu ukur dengan takaran pengenceran 100 ml yang berarti memiliki perbandingan 1:10 antara madu lokal dan larutan pengencer atau akuades. Madu lokal yang telah diencerkan atau dilarutkan dengan akuades kemudian dipindahkan ke dalam *beaker glass*. Komponen alat dan bahan yang telah disusun dihubungkan dengan *staval*. Larutan madu lokal yang telah diukur dengan menggunakan gelas ukur dimasukan ke dalam kuvet yang berupa wadah larutan yang akan dianalisis dengan menggunakan pipet ukur sebanyak 4 ml. Spektrofotometer UV-Visible dihidupkan dengan memutar kearah putaran jarum

jam tombol *power switch* atau *zero control* dan biarkan hangat kira-kira 10 menit. Panjang gelombang yang dikehendaki diatur pada tombol *wave length control*, dimana dalam penelitian ini panjang gelombang dilakukan hanya pada $\lambda = 635 \text{ nm}$. Sampel kompartmen dikosongkan, ditutup dan diatur harga Absorbansi A pada tombol *power switch* dengan menekan *absorbance control*. Kuvet yang berisi larutan blanko diganti dengan kuvet larutan madu lokal dan dipasang ke dalam sampel kompartmen dan ditutup. Setelah itu, dapat dibaca nilai absorbansi A yang tertera. Pengambilan data ini dilakukan dengan lima kali pengulangan untuk satu jenis madu dan dilakukan pada lima jenis madu sehingga diperoleh total data sebanyak 25 data untuk masing-masing jenis madu lokal. Nilai absorbansi dari kelima jenis madu lokal tersebut diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Data nilai absorbansi dari kelima jenis madu lokal dikonversi ke dalam mm pfund . Nilai skala hasil konversi dalam mm pfund yang diperoleh kemudian dijadikan acuan pemetaan warna madu lokal. Pemetaan warna madu lokal tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pemetaan warna madu Amerika yang telah berstandart USDA, sehingga nantinya keduanya dapat terlihat perbandingan antara nilai mm pfund dan warna madu, dimana dalam penelitian ini sesuai dengan standart USDA yang telah dijadikan sebagai rujukan penelitian.

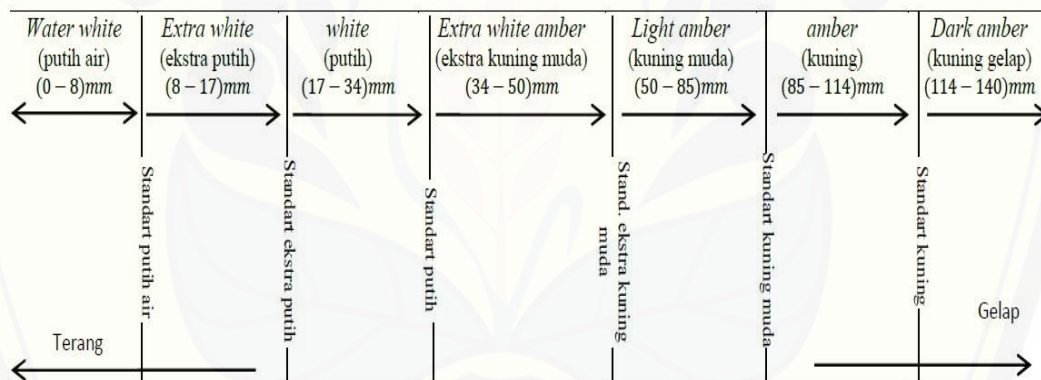
3.9 Tahap Perhitungan Pfund

Proses selanjutnya setelah diperoleh nilai absorbansi dari lima jenis sampel madu lokal, maka dilanjutkan dengan perhitungan nilai pfund. Penelitian ini merujuk pada standart USDA untuk diujikan pada madu lokal Indonesia. Nilai absorbansi madu lokal yang telah di peroleh dikonversi atau dihitung nilainya dalam skala mm pfund menurut standart USDA (*United States Department of Agriculture*) sehingga diperoleh nilai mm pfund dari kelima jenis madu lokal tersebut. Skala penilaian ini berdasarkan warna dan angka serapan madu lokal yang telah diperoleh yang kemudian digunakan untuk mengetahui hasil pemetaan warna madu lokal Indonesia. Perhitungan pfund ini dilakukan setelah diperoleh data nilai absorbansi pada kelima jenis madu lokal tersebut dengan menggunakan

persamaan mm pfund pada persamaan 2.7 dimana panjang gelombangnya adalah 635 nm .

3.10 Tahap Pemetaan Madu Berdasarkan Warna

Grading madu sesuai dengan warna telah lama menjadi salah satu faktor penting dalam pemasaran madu, terlebih setelah USDA menggunakan pendekatan Spektrofotometer sistematis kelas madu ke tujuh sebutan warna, diantaranya putih air (*water white*), ekstra putih (*extra white*), putih (*white*), ekstra kuning muda (*extra light amber*), kuning muda (*light amber*), kuning (*amber*) dan kuning gelap (*dark amber*). Ketujuh warna yang dijadikan warna acuan oleh USDA yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar dari pemetaan warna madu lokal yang dapat ditentukan melalui gambar 3.5 berikut



Gambar 3.5 Skala penunjuk pemetaan warna madu

Setiap unit sampel madu lokal diatur antara warna yang berdekatan sesuai dengan gambar di atas. Penunjukan warna tersebut ditentukan seperti arah panah, dimana tingkat kepekatan warna dan tingkat skala pfund dapat diketahui. Semakin besar nilai skala mm pfund yang diketahui, maka semakin besar nilai absorbansi dan semakin gelap warna madu lokalnya. Jadi bukan hanya bisa dilihat secara visual bahwa warna madu yang lebih gelap atau lebih terang akan menunjukkan pemetaan warna madu lokal yang sesungguhnya, ataupun tidak mungkin bisa ditarik kesimpulan bahwa warna visual madu dapat digunakan sebagai justifikasi

asal-usul suatu madu, namun juga harus dilihat dan diperhatikan nilai absorbansi dan nilai skala *mm* pfundnya sehingga dapat diketahui pemetaan warna madu lokal yang sesuai dengan standart USDA.

3.11 Tahap Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan pengulangan dalam setiap pengambilan data nilai absorbansi secara langsung menggunakan Spektrofotometer UV-Visible untuk lima jenis madu lokal tertentu sehingga dapat menggunakan persamaan:

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i}{n} \quad (3.1)$$

$$\overline{mm\ pfund} = \frac{\sum mm\ pfund_i}{n} \quad (3.2)$$

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan secara berulang dan sesuai dengan parameter *A* maka digunakan standart deviasi untuk mencari ralat yaitu dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta A = \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2}{n - 1}} \quad (3.3)$$

dan untuk nilai $\Delta mm\ pfund$ dapat dilihat pada lampiran 1.

Hasil akhir *A* (*absorbance*) dan *mm* pfund madu lokal yang diperoleh adalah

$$A = (\bar{A} \pm \Delta A) \quad (3.4)$$

$$mm\ pfund = (\overline{mm\ pfund} \pm \Delta mm\ pfund) \quad (3.5)$$

Setelah diperoleh hasil penelitian yang berupa nilai *A* (*absorbance*), nilai *mm* pfund dan nilai hasil perbandingan *A* madu lokal dengan *mm* pfund serta pemetaan warna madu berdasarkan tingkat kepekatan warnanya, maka dilanjutkan

dengan membuat grafik. Grafik yang dihasilkan diantaranya yaitu grafik hubungan Absorbansi terhadap lima jenis madu lokal, grafik hubungan *mm* pfund terhadap lima jenis madu lokal dan grafik perbandingan nilai absorbansi dan *mm* pfund madu lokal dengan nilai absorbansi dan *mm* pfund madu Amerika. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menghasilkan suatu kesimpulan yang terangkum dalam penyusunan laporan akhir.



BAB 5. PENUTUP

Pada penelitian ini, telah diperoleh angka dan warna serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV- Visible serta bahasan spesifik pemetaan dan perbandingan nilai *mm* pfund. Hasil dan pembahasan telah dipaparkan pada bab sebelumnya, dimana pembahasan yang dijabarkan telah menjawab rumusan masalah. Sebagai bentuk penjelasan akhir dari penyelesaian kegiatan pelaporan penelitian, maka bab ini akan dituliskan kesimpulan dan saran yang dapat diusulkan untuk kegiatan penelitian selanjutnya.

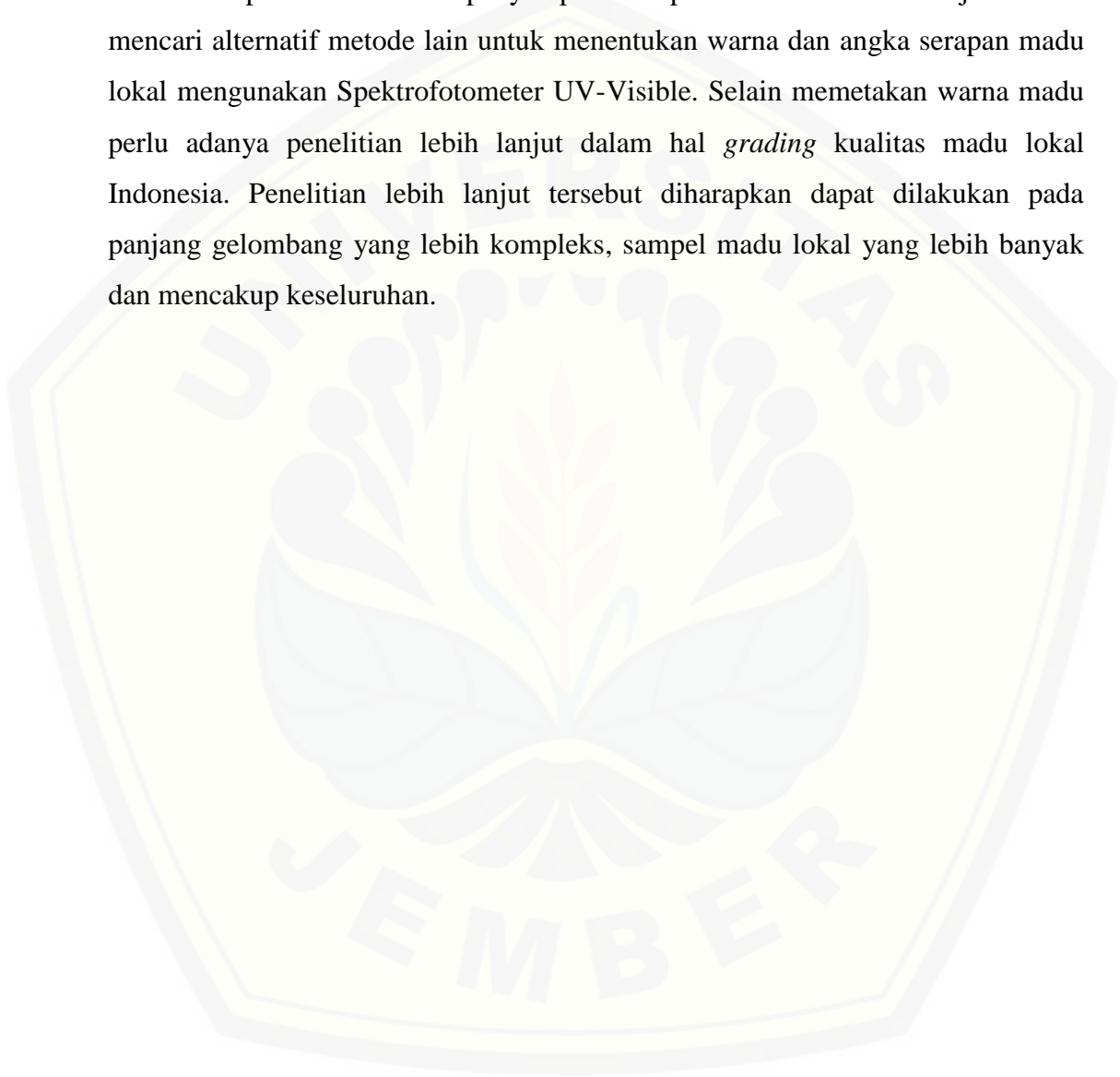
5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan warna dan angka serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa nilai absorbansi dan nilai *mm* pfund dengan $\lambda = 635 \text{ nm}$ madu lokal Indonesia dan madu Amerika memiliki keselarasan dan kesesuaian, dimana semakin gelap warna madu lokal maka absorbansi dan *mm* pfund semakin besar, sedangkan semakin terang warna madu lokal maka absorbansi dan *mm* pfund semakin kecil. Pemetaan jenis madu lokal berdasarkan warnanya oleh nilai absorbansi dan *mm* pfund menunjukkan nilai *mm* pfund tertinggi diperoleh oleh madu lokal jenis madu kelengkeng yaitu ($87,1 \pm 0,8$) kemudian berturut-turut madu kaliandra yaitu ($33,3 \pm 0,7$), madu sumbawa kuning gelap yaitu ($22,2 \pm 1,0$), madu bunga randu yaitu ($16,0 \pm 1,0$) dan madu sumbawa putih yaitu ($4,1 \pm 0,4$). Keselarasan dan kesesuaian nilai perbandingan madu lokal Indonesia dan madu Amerika ini dapat dijadikan acuan justifikasi asal-usul madu berdasarkan pada warna dan angka serapan menurut nilai *mm* pfund oleh USDA. Selain itu warna madu Indonesia jika merujuk pada harga madu Amerika berdasarkan grading warnanya, maka dapat dikatakan layak diperhitungkan dan disejajarkan dengan madu yang ada di luar negeri. Namun dalam hal ini masih

perlu ada penelitian lebih lanjut mengenai kualitas madu lokal Indonesia yang akan diuji, sehingga data yang diperoleh dapat lebih baik dan lebih akurat.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penyempurnaan penelitian ini lebih lanjut adalah mencari alternatif metode lain untuk menentukan warna dan angka serapan madu lokal menggunakan Spektrofotometer UV-Visible. Selain memetakan warna madu perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam hal *grading* kualitas madu lokal Indonesia. Penelitian lebih lanjut tersebut diharapkan dapat dilakukan pada panjang gelombang yang lebih kompleks, sampel madu lokal yang lebih banyak dan mencakup keseluruhan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim . 2013. Keaslian dan Kualitas Madu Asli Indonesia. [Serial Online]. <http://juraganmaduasli.com/>. [3 November 2016].
- Anonim. 2013. Spectrometer- Determination of Cauchy's Constants. [Serial Online]. <http://vlab.amrita.edu/?sub=1&brch=281&sim=1514&cnt=2>. [10 November 2016].
- Anton. 2013. Spectrophotometry. [Serial Online]. <http://wanibesak.wordpress.com/2011/07/04/pengertian-dasar-spektrofotometer-vis-uv-uv-vis/>. [28 November 2016].
- Bagus, A. W. 2013. "Alat Uji Madu Menggunakan Sensor dan Polarimeter". Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Biochrom. 2013. Measurement of Honey Quality. [Serial Online]. www.biochrom.co.uk. [02 Januari 2017].
- Bognadov, S. 2008. *Antibacterial Substances in Honey*. *Labensmittel Wissenschaft Und Technologie* 30:748-754.
- British Honey Company. 2016. Pfund Colour Scale. [Serial Online]. <http://britishhoney.com/pfund-colour-scale/>. [02 Januari 2017].
- Eleazu, C. O. 2013. *Determination of the physico-chemical composition, microbial quality and free radical scavenging activities of some commercially sold honey samples in Aba, Nigeria: 'The effect of varying colours'*. ISSN: 0976-9633.
- Elsair, Romain. 2012. *Fundamentals of Chemistry*. Denmark: Ventus Publishing Aps.

- Hardesty, J. H. 2010. *Spectrophotometry and the Beer-Lambert Law: An Important Analytical Technique in Chemistry*. Handout Department of Chemistry Collin College.
- Hermanto, S. 2009. *Teknik Analisa Kromatografi dan Spektrofotometer*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Indrawanto, Purwono, Siswanto, Syakir, dan Rumini. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Jakarta: ESKA Media.
- Kuntadi. 2008. *Pengembangan Budidaya Lebah Madu dan Permasalahannya*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Kurt, R. Peter. 2006. *Color Measurement in Honey*. Germany: APPLICA (Angewandte Chemische Analytic).
- Negueruela, Arquillue CP. 2000. *Color Measurement of Rosemary Honey in Solid State by Reflectance Spectroscopy with Black Background*. *Journal of AOAC International* 83:669-674.
- Rebiai, Lanez, Eleazil. 2009. *Physicochemical and Biochemical Properties of Honey Bee Product in South Algeria, USDA*. Algeria: St. Cerc. St. CICBIA
- Suranto, A. 2004. *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Syahrul. 2015. *Interaksi Cahaya dan Materi*. [Serial Online]. [Http://material-sciences.cahaya/berinteraksi/dengan/materi.com/](http://material-sciences.cahaya.berinteraksi.dengan.materi.com/). [02 Januari 2017].
- Taylor, L. La Mone. 1997. *Fundamentals of Nursing: The Art and Science of Nursing Care B. Third Edition*. Philadelphia: Lippincott.
- The Magazine of American Beekeeping. 2011. Bee Culture. www.beeculture.com. [10 Mei 2017]

Thompson, Jim. 2011. *Bee Culture*. Americans: The Magazine of American Beekeeping.

Tugino. 2012. Sifat- Sifat Cahaya. [Serial Online]. <http://www.pusatmateri.com/sifat-cahaya-dan-pemanfaatannya.html>. [1 Desember 2016].

Underwood, A. L. 1986. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi Ke-4*. Jakarta: Erlangga.

USDA. 2009. Nutrient Data Laboratory. [Serial Online]. <http://www.ars.usda.gov/main/sitemain.htm?modecode=12-35-45-00>. [4 November 2016].

USDA. 2017. National Honey Report. [Serial Online]. <http://www.ams.usda.gov/mnreports/fvmhoney.pdf>. [20 Februari 2016].

Yazid, E. dan Nursanti, L. 2006. *Penuntun Praktikum Biokimia*. Yogyakarta: Penerbit Andi

LAMPIRAN

1. Teori Kesalahan

Persamaan warna dalam skala Pfund

$$mmPfund = 371,39A_{635} - 38,70$$

$$\Delta(mm Pfund) = \left(\frac{\partial(mm Pfund)}{\partial A_{635}} \right) \times \Delta A_{635}$$

dimana ΔA_{635} adalah nilai simpangan baku dari Absorbansi pada $\lambda = 635$ nm.

Dari persamaan di atas diperoleh :

$$\Delta(mm Pfund) = (371,39) \times \Delta A_{635}$$

Sehingga,

$$mm pfund = (\overline{mm pfund} \pm \Delta mm pfund)$$

Kemudian, untuk mencari nilai

$$\% \Delta mm pfund = \frac{\Delta mm pfund}{\overline{mm pfund}} \times 100\%$$

Sehingga,

$$mm pfund = \overline{mm pfund} \text{ dengan ketelitian } \% \Delta mm pfund$$

Hasil akhir A_{635} ditulis :

$$A_{635} = (\overline{A}_{635} \pm \Delta A_{635})$$

Di mana $\overline{A}_{635} = \text{Absorbansi rata - rata pada } \lambda = 635 \text{ nm}$

2. Nilai Absorbansi (A) dan mm pfund pada lima jenis madu lokal dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada $\lambda = 635nm$

Tabel 2.1 Nilai Absorbansi (A) dan mm pfund dari jenis madu lokal kelengkeng

Jenis Madu	Pengulangan	Nilai Pengukuran									
		A_i	\bar{A}	$(A_i - \bar{A})$	$(A_i - \bar{A})^2$	$\sum (A_i - \bar{A})^2$	ΔA	$mm\ pfund$	$\overline{mm\ pfund}$	$\Delta mm\ pfund$	% $mm\ pfund$
Kelengkeng	1	0,335	0,339		$1,60 \times 10^{-5}$	$1,01 \times 10^{-4}$	0,002	85,7	87,1	0,8	1%
	2	0,336		$9,00 \times 10^{-6}$	86,1						
	3	0,338		$1,00 \times 10^{-6}$	86,8						
	4	0,337		$4,00 \times 10^{-6}$	86,5						
	5	0,338		$1,00 \times 10^{-6}$	86,8						
	6	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	7	0,340		$1,00 \times 10^{-6}$	87,6						
	8	0,340		$1,00 \times 10^{-6}$	87,6						
	9	0,337		$4,00 \times 10^{-6}$	86,5						
	10	0,335		$1,60 \times 10^{-5}$	85,7						
	11	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	12	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	13	0,338		$1,00 \times 10^{-6}$	86,8						
	14	0,338		$1,00 \times 10^{-6}$	86,8						
	15	0,340		$1,00 \times 10^{-6}$	87,6						
	16	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	17	0,339		$0,00 \times 10^0$	87,2						
	18	0,339		$0,00 \times 10^0$	87,2						
	19	0,340		$1,00 \times 10^{-6}$	87,6						
	20	0,339		$0,00 \times 10^0$	87,2						
	21	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	22	0,339		$0,00 \times 10^0$	87,2						
	23	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						
	24	0,335		$1,60 \times 10^{-5}$	85,7						
	25	0,341		$4,00 \times 10^{-6}$	87,9						

Tabel 2.2 Nilai Absorbansi (A) dan $mm\ pfund$ dari jenis madu lokal kaliandra

Jenis Madu	Pengulangan	Nilai Pengukuran									
		A_i	\bar{A}	$(A_i - \bar{A})$	$(A_i - \bar{A})^2$	$\sum (A_i - \bar{A})^2$	ΔA	$mm\ pfund$	$\overline{mm\ pfund}$	$\Delta mm\ pfund$	% $mm\ pfund$
Kaliadra	1	0,191		-0,003	$9,00 \times 10^{-6}$			32,2			
	2	0,192		-0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		32,6				
	3	0,195		0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,7				
	4	0,191		-0,003	$9,00 \times 10^{-6}$		32,2				
	5	0,192		-0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		32,6				
	6	0,195		0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,7				
	7	0,191		-0,003	$9,00 \times 10^{-6}$		32,2				
	8	0,195		0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,7				
	9	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	10	0,195		0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,7				
	11	0,193		-0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,0				
	12	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	13	0,195	0,194	0,001	$1,00 \times 10^{-6}$	$8,90 \times 10^{-5}$	0,002	33,7	33,3	0,7	2%
	14	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	15	0,193		-0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,0				
	16	0,195		0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,7				
	17	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	18	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	19	0,192		-0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		32,6				
	20	0,193		-0,001	$1,00 \times 10^{-6}$		33,0				
	21	0,192		-0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		32,6				
	22	0,191		-0,003	$9,00 \times 10^{-6}$		32,2				
	23	0,196		0,002	$4,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	24	0,196		0,002	$9,00 \times 10^{-6}$		34,1				
	25	0,194		0,000	$0,00 \times 10^0$		33,3				

Tabel 2.3 Nilai Absorbansi (A) dan $mm\ pfund$ dari jenis madu lokal sumbawa kuning gelap

Jenis Madu	Pengulangan	Nilai Pengukuran									
		A_i	\bar{A}	$(A_i - \bar{A})$	$(A_i - \bar{A})^2$	$\sum (A_i - \bar{A})^2$	ΔA	$mm\ pfund$	$\overline{mm\ pfund}$	$\Delta mm\ pfund$	% $mm\ pfund$
Sumbawa Kuning Gelap	1	0,161	0,164	-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$	$1,90 \times 10^{-4}$	0,003	21	22,2	1,0	5%
	2	0,162		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			21			
	3	0,161		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			21			
	4	0,161		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			21			
	5	0,161		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			21			
	6	0,163		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			22			
	7	0,163		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			22			
	8	0,164		0,000	$0,000 \times 10^0$			22			
	9	0,168		0,004	$1,600 \times 10^{-5}$			24			
	10	0,169		0,005	$2,500 \times 10^{-5}$			24			
	11	0,165		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			23			
	12	0,164		0,000	$0,000 \times 10^0$			22			
	13	0,161		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			21			
	14	0,163		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			22			
	15	0,163		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			22			
	16	0,164		0,000	$0,000 \times 10^0$			22			
	17	0,170		0,006	$3,600 \times 10^{-5}$			24			
	18	0,170		0,006	$3,600 \times 10^{-5}$			24			
	19	0,162		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			21			
	20	0,164		0,000	$0,000 \times 10^0$			22			
	21	0,165		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			23			
	22	0,166		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			23			
	23	0,162		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			21			
	24	0,161		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			21			
	25	0,165		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			23			

Tabel 2.4 Nilai Absorbansi (A) dan $mm\ pfund$ dari jenis madu lokal bunga randu

Jenis Madu	Pengulangan	Nilai Pengukuran									
		A_i	\bar{A}	$(A_i - \bar{A})$	$(A_i - \bar{A})^2$	$\sum (A_i - \bar{A})^2$	ΔA	$mm\ pfund$	$\overline{mm\ pfund}$	$\Delta mm\ pfund$	$\% mm\ pfund$
Bunga Randu	1	0,148	0,147	0,001	$1,000 \times 10^{-6}$	$1,63 \times 10^{-4}$	0,003	16	16,0	1,0	6%
	2	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	3	0,145		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			15			
	4	0,143		-0,004	$1,600 \times 10^{-5}$			14			
	5	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	6	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	7	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	8	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	9	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	10	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	11	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	12	0,144		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			15			
	13	0,143		-0,004	$1,600 \times 10^{-5}$			14			
	14	0,143		-0,004	$1,600 \times 10^{-5}$			14			
	15	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	16	0,144		-0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			15			
	17	0,145		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			15			
	18	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	19	0,149		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			17			
	20	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	21	0,146		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			16			
	22	0,145		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			15			
	23	0,146		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			16			
	24	0,150		0,003	$9,000 \times 10^{-6}$			17			
	25	0,147		0,000	$0,000 \times 10^0$			16			

Tabel 2.5 Nilai Absorbansi (A) dan mm pfund dari jenis madu lokal sumbawa putih

Jenis Madu	Pengulangan	Nilai Pengukuran									
		A_i	\bar{A}	$(A_i - \bar{A})$	$(A_i - \bar{A})^2$	$\sum (A_i - \bar{A})^2$	ΔA	mm pfund	$\overline{mm$ pfund	Δmm pfund	% mm pfund
Sumbawa Putih	1	0,115	0,115	0,000	$0,000 \times 10^0$	$2,50 \times 10^{-5}$	0,001	4,0	4,1	0,4	9%
	2	0,114		-0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			3,6			
	3	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	4	0,113		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			3,3			
	5	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	6	0,113		-0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			3,3			
	7	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	8	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	9	0,117		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			4,8			
	10	0,116		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			4,4			
	11	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	12	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	13	0,116		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			4,4			
	14	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	15	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	16	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	17	0,117		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			4,8			
	18	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	19	0,117		0,002	$4,000 \times 10^{-6}$			4,8			
	20	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	21	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	22	0,116		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			4,4			
	23	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	24	0,115		0,000	$0,000 \times 10^0$			4,0			
	25	0,116		0,001	$1,000 \times 10^{-6}$			4,4			

3. Dokumen Penelitian

Tabel 3.1 lima jenis madu lokal yang di ukur nilai absorbansi dan mm pfundnya

Jenis Madu Lokal	Sebelum Pengenceran	Sesudah Pengenceran
Kaliandra		
Bunga Randu		
Kelengkeng		
Sumbawa Putih		
Sumbawa Kuning Gelap		