

**ANALISIS MINERAL ESENSIAL Cu, Zn DAN Cd PADA MADU ASAL
KABUPATEN LUWU TIMUR DENGAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

PUTU PANDE AKSARA

H311 15 008



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**ANALISIS MINERAL ESENSIAL Cu, Zn DAN Cd PADA MADU ASAL
KABUPATEN LUWU TIMUR DENGAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh

PUTU PANDE AKSARA

H311 15 008



MAKASSAR

2020

SKRIPSI

**ANALISIS MINERAL ESENSIAL Cu, Zn DAN Cd PADA MADU ASAL
KABUPATEN LUWU TIMUR DENGAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Disusun dan diajukan oleh

PUTU PANDE AKSARA

H311 15 008

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc
NIP. 19510515 197412 1 001

Pembimbing Pertama



Drs. L. Musa Ramang, M.Si
NIP. 19590227 198702 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putu Pande Aksara

NIM : H311 15 008

Program Studi : Kimia

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 1 Desember 2020



PRAKATA

“OM SWASTYASTU”

Astungkara, puji dan syukur ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, atas segala rahmat dan nimkatnya yang telah mengantar penulis hingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “**Analisis Mineral Esensial Cu, Zn dan Cd Pada Madu Asal Kabupaten Luwu Timur Dengan Metode Spektrofotometri Serapam Atom**” disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Limpahan rasa hormat dan bakti serta doa yang tulus, penulis persembahkan kepada orang tua Ayah dan Ibu tercinta, **Ketut Doster** dan **Kadek Orti**, dan semua anggota keluarga yang terus memberi motivasi penulis dengan segenap doa dan kasih sayang serta memberi semangat dalam perjuangan menuntut ilmu. Keberhasilan penulis sampai pada tahap penulisan skripsi ini tak lepas dari bantuan, baik materil maupun spiritual dari orang-orang di lingkungan penulis. Karena itu penulis menghaturkan terima kasih kepada :

1. **Prof. Dr. Alfian Noor, M.Sc** selaku pembimbing utama, Bapak **Drs. L. Musa Ramang** selaku pembimbing pertama, dan penasehat akademik ibu **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** yang telah mengarahkan penulis sejak awal rencana penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi.
2. Ibu **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** yang juga selaku (ketua) dan bapak **Drs. Frederyk Mandey, M.Sc** (sekretaris), sebagai penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan masukan yang sangat berharga.

3. Analisis laboratorium kak Fibi, kak Anti, pak Sugeng, ibu Tini, kak Linda, pak Iqbal dan kak Akbar, terkhusus untuk kak fibi dan kak akbar terima kasih atas bantuan dan kritikan serta sarannya pada saat penelitian. Sehingga sangat membantu penulisan skripsi ini.
4. Seluruh **Dosen dan Staff Akademik Unhas** yang membimbing dan mengarahkan penulis hingga ketahap ini.
5. **Ni Kadek Kariani** yang selalu ada dan selalu memberikan semangat serta memotivasi penulis.
6. Rekan penelitian penulis, **Iranda, S. Si** yang bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan tugas akhir kami di Laboratorium Analitik.
7. Teman-teman penelitian di **Laboratorium Analitik**, Yogie, Niel, Febrina, Lhia, Sinar, Aini, Itha, Alex, Syafril, Niluh, Kholia, dan Iqri.
8. **KM FMIPA Unhas** terimakasih atas pembelajaran selama berproses di organisasi ini dan memberikan pengalaman yang luar biasa.
9. **MIPA 2015** terimakasih atas suka duka bersama selama menjalani kerja-kerja organisasi dan telah memberikan pengalaman yang luar biasa. Semoga kita semua sukses, tetap ada UNTUK MIPA.
10. **KMK FMIPA Unhas** terimakasih atas pengalaman, pembelajaran dan prosesnya selama berada di lingkup organisasi ini. Semoga KMK FMIPA Unhas menjadi organisasi yang solid dan tetap menjunjung rasa kekeluargaan.
11. **"POLIHEDRA 2015"** terimakasih atas pengalaman suka dan dukanya yang telah diciptakan. Semoga kita semua sukses dan bisa menjadi KAMI SEUTUHNYA.

12. **AVENGERS HIJRAH** terimakasih atas segala pengalaman, support, suka dukanya. Kalian hebat. Semoga kita semua sukses dan tidak pernah melupakan semua moment-moment kebersamaan kita.
13. Seluruh kawan-kawan **Kimia angkatan 2015**, teman angkatan yang hebat.
14. Teman-teman **KKN Unhas Gel. 99 Posko Biangkeke, Kecamatan Pa'jukukang** (Teguh kordes, Muafiqah, Kadek Budiasa, Gammaliel, Cici, Dana, Mawar, Kiya, Resky, dan Nini) serta Ibu Norma dan Pak Imam desa yang rumahnya kami tempati sekaligus berasa seperti ibu dan bapak di perantauan.

Penulis sadar akan segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka penulis sangat menghargai bila ada kritik dan saran demi penyempurnaan isi skripsi ini.

Makassar, Oktober 2020

Penulis

ABSTRAK

Madu banyak digunakan untuk kebutuhan nutrisi, obat-obatan, industri dan komoditas penting di pasar internasional. Salah satu faktor terpenting dalam kualitas madu adalah kandungan mineral esensialnya yang juga dapat mempengaruhi sifat bio-fisika kimianya. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kualitas madu asal Kabupaten Luwu Timur dengan menganalisis kandungan mineral (Cu, Zn dan Cd) menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (SSA) serta uji bio-fisika kimianya. Adapun hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kadar rata-rata Cu pada sampel madu sebesar 0,2153 mg/kg; kadar Zn sebesar 0,1861 mg/kg; dan kadar Cd sebesar 0,0791 mg/kg. Kadar air dalam sampel madu berkisar antara 19,04-19,40%; kadar abu 0,05%; keasaman berkisar antara 42,60-45,19 meq/kg dengan pH masing-masing 4 dan konduktivitas elektrik sampel adalah 0,29 mS/cm. Kadar protein berkisar antara 3,2-3,9% sedangkan kadar lemak 0,019%. Nilai total karbohidrat dan energi rata-rata berkisar antara 77,73-78,18% dan 326,369-327,478 kal. Hasil ini memenuhi standar madu nasional dan internasional.

Kata kunci : *bio-fisika kimia, madu, mineral, SSA.*

ABSTRACT

Honey is widely used for nutritional needs, medicine, industry and important commodities in the international market. One of the most important factors in the quality of honey is its essential mineral content which can also affect its chemical bio-physical properties. This research was conducted to determine the quality of honey from East Luwu Regency by analyzing mineral content (Cd, Zn and Cd) using atomic absorption spectrophotometer (AAS) and its bio-physical chemistry test. The results of the analysis showed that the average Cd content in honey samples was 0.2153 mg/kg; Zn content of 0,1861 mg/kg; while the Cd was 0.0791 mg/ kg. Water content in honey samples ranged from 19.04-19.40%; ash content 0.05%; acidity ranged from 42.60 to 45.19 meq/kg with a pH of 4 each and the electrical conductivity of the sample was 0.29 mS/cm. Protein content ranged from 3.2 to 3.9% while the fat content was 0.019%. The total value of carbohydrates and energy averages between 77.73-78.18% and 326,369-327,478 kal. These results meet national and international honey standards.

Key words : *bio-physical chemistry, honey, minerals, AAS.*

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum Madu.....	7
2.2 Penggolongan Madu.....	8
2.3 Kualitas Madu.....	10
2.4 Komposisi Kimia Madu.....	11
2.5 Mineral dalam Madu.....	13
	xi

2.5.1 Tembaga (Cu).....	14
2.5.2 Seng (Zn).....	15
2.5.3 Kadmium (Cd).....	15
2.6 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	16
2.7 Beberapa Penelitian Madu di Sulawesi Selatan.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian.....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	20
3.4.1 Pengambilan Sampel Madu.....	20
3.4.2 Analisis Mineral Cu, Zn dan Cd pada Madu	20
3.4.3 Analisis Kadar Air	22
3.4.4 Analisis Kadar Abu.....	23
3.4.5 Penentuan pH dan Keasaman.....	23
3.4.6 Analisis Konduktivitas Elektrik.....	23
3.4.7 Analisis Kadar Protein (Metode Lowry).....	24
3.4.8 Analisis Kadar Lemak (Metode <i>Batch Solvent Extraction</i>)	25
3.4.9 Penentuan Kadar Karbohidrat	25
3.4.10 Penentuan Nilai Kalori.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Gambaran Umum Lokasi.....	26
4.2 Analisis Mineral (Cu, Zn dan Cd).....	26
4.3 Analisis Bio-Fisika Kimia.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38

5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1.....Kualitas madu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI nomor 35452013).....	10
2.....Standar Kualitas Madu Berdasarkan <i>International Honey Comission</i> (2002)	11
3.....Komposisi Rata-rata dari Madu.....	12
4..... <i>Trace Elements</i> dalam Madu.....	14
5.....Penelitian Madu di Sulawesi Selatan.....	18
6.....Hasil Analisis Kandungan Mineral (Cu, Zn dan Cd) dalam sampel..	27
7.....Hasil Analisis Fisika Kimia Madu Asal Desa Argomulyo.....	30
8.....Hasil Analisis Biokimia Madu Asal Desa Argomulyo.....	33
9.....Hasil Pengukuran Absorbansi dengan Metode Adisi Standar Zn.....	52
10...Hasil Pengukuran Absorbansi dengan Metode Adisi Standar Cd.....	53
11...Hasil Pengukuran Absorbansi dengan Metode Adisi Standar Cu.....	54
12...Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	58
13...Nilai Absorbansi Deret Standar dan Sampel Madu.....	58
14...Nilai Absorbansi Deret Standar dan Sampel Madu.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1.....Skema Kerja SSA.....	18
2.....Reaksi Penentuan Protein dengan Metode Lowry	35
3.....Kurva Adisi Standar Zn.....	52
4.....Kurva Adisi Standar Cd.....	53
5.....Kurva Adisi Standar Cu.....	54
6.....Grafik Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	58
7.....Grafik Hubungan Konsentrasi Deret Standar dengan Absorbansi.....	59
8.....Grafik Hubungan Konsentrasi Deret Standar dengan Absorbansi.....	60
9.....Peta Lokasi Pengambilan Sampel	64
10...Sampel Madu Hutan	64
11...Penentuan Kadar Air Dan Kadar Abu.....	64
12...Penentuan Kadar Protein.....	65
13...Penentuan Konduktivitas.....	65
14...pH Dan Keasaman.....	65
15...Penentuan Kadar Protein.....	65
16...Filtrat Sampel.....	65
17...Deret Standar Tembaga.....	66
18...Deret Standar Seng.....	66
19...Deret Standar Kadmium.....	66
20...Analisis Dengan Spektrofotometer Serapan Atom.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Skema Kerja Penelitian.....	43
2. Hasil Pengukuran Adisi Standar pada Sampel Madu.....	52
3.. Perhitungan Kadar Bio-Fisika Kimia Pada Sampel Madu.....	55
4.. Dokumentasi Penelitian	64

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

BSA	=	<i>Bovine Serum Albumin</i>
ICP-OES	=	<i>Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometry</i>
IHC	=	<i>International Honey Comission</i>
PP	=	<i>Phenolphtalein</i>
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
S1	=	Sampel 1
S2	=	Sampel 2
SSA	=	Spektrofotometer Serapan Atom

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki lebih dari 67% luas daratan berupa hutan dengan keanekaragaman hayati berupa flora dan fauna yang berpotensi dan bermanfaat bagi manusia, diantaranya lebah madu (Novandra dan Winyana, 2013; Sanusi, 2010). Madu merupakan salah satu produk hasil hutan non kayu yang menjadi primadona komoditas utama sebagai penghasilan di berbagai negara (Buba dkk., 2013). Namun demikian produksi madu di Indonesia baru mencapai 2.000 ton/tahun dan tingkat konsumsi madu per kapita yang masih terbilang rendah jika dibandingkan dengan konsumsi madu di negara-negara maju. Data Jaringan Madu Hutan Indonesia (JMHI) menunjukkan bahwa 10% madu yang dihasilkan tersebut berasal dari Sulawesi (Novandra dan Widnyana, 2013).

Madu telah digunakan sebagai produk makanan dan medis sejak masa lampau. Madu itu sendiri diproduksi oleh lebah *Apis mellifera*, dari nektar bunga atau dari eksudat pohon dan tanaman yang dapat dijadikan sebagai pemanis alami. Madu juga merupakan makanan penting bagi homo sapiens dari permulaannya dan kebanyakan kultur kuno dan digunakan untuk nutrisi serta bantuan medis (Dobrinan dkk., 2010).

Madu mengandung unsur-unsur penting seperti kalsium, fosfor, zat besi, natrium, kalium, dan juga senyawa seperti air, protein, karbohidrat, vitamin. Semua unsur-unsur penting ini menunjukkan bahwa madu memiliki sifat sebagai nutrisi dan penyembuhan dan perihal dunia medis. Karena nilai gizi yang ada pada

madu berupa 303 kkal/100 g madu sehingga sangat cocok untuk dikonsumsi oleh manusia (Dobrinis dkk., 2010).

Hal lain yang juga dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk proses fisiologisnya adalah mineral, yang berdasarkan kebutuhannya di bagi menjadi dua kelompok yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro adalah mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang cukup besar, terdiri atas Ca, Cl, Mg, K, P, Na dan S. Sedangkan mineral mikro adalah mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang kecil atau sedikit, antara lain Co, Cu, I, Fe, Mn, Se, dan Zn. Kekurangan mineral, baik pada manusia maupun hewan, dapat menyebabkan penyakit namun dalam keadaan berlebih jugadapat menyebabkan terjadinya keracunan (Arifin, 2008). Adapun mineral mikro yang diketahui terkandung dalam madu antara lain Al, Ba, Sr, Bi, Cd, Sn, Te, Tl, Sb, Cr, Ni, Ti, V, Co, dan Mo (Conti; 2000).

Penelitian Conti dkk., (2014) mengenai kandungan mineral yang terdapat dalam 17 contoh madu asal Argentina, menunjukkan bahwa kalium adalah mineral dengan kandungan terbesar yaitu 92,5% dari total sampel dan kadar rata-rata kalium masing-masing sebesar 832,0 dan 816,2 mg/g untuk madu dengan jenis monofloral dan polifloral. Mineral terbesar kedua dalam sampel yaitu natrium dengan kadar rata-rata 32,16 dan 33,19 mg/g untuk madu berjenis monofloral dan polifloral. Beberapa mineral lainnya seperti Mg, Ca, Fe, Mn, Zn dan Cu ditemukan dengan kadar yang rendah sampai menengah. Selain itu ditemukan juga beberapa mineral lain dengan konsentrasi rata-rata agak rendah yaitu Be, Cd, Co, Cr, Ni, Se, Tl dan V. Selanjutnya Khaliqurahman dkk., (2014) menemukan bahwa madu Pakistan mengandung mineral Ni dan Co dengan konsentrasi masing-masing 0,49 dan 0,15 µg/kg. Penelitian Moniruzzaman dkk., (2014) tentang kandungan unsur

runut, dan kadar pestisida dalam sampel madu asal Malaysia menunjukkan keberadaan beberapa mineral mikro seperti Cu, Cd, Co dan As.

Beberapa penelitian tentang analisis mineral esensial dan uji kualitas madu berdasarkan sifat bio-fisika kimia madu telah dilakukan di Indonesia salah satunya di daerah Sulawesi Selatan. Madu hutan yang diperoleh dari beberapa kabupaten di Sulawesi Selatan telah dilakukan analisis kandungan dalam madu tersebut. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Faradillah dkk., (2015) yang meneliti madu hutan yang bersal dari desa Terasa Kabupaten Sinjai, tentang analisis mineral esensial (vanadium, kobalt, dan nikel) dan uji bio-fisika kimia yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, pH dan keasaman, kadar lemak, konduktivitas elektrik, kadar karbohidrat dan nilai kalori. Adapun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Konsentrasi rata-rata ketiga mineral esensial (Vanadium, Kobalt dan Nikel) dalam madu adalah 0,0118 mg/L; 0,0348 mg/L; dan 0,0106 mg/L. Kadar air dan kadar abu berkisar antara 21,01-28,34 % dan 0,47-0,99 %. Kandungan protein sebesar 0,41-0,67 %, lemak sebesar 0,01-0,05 %. Kandungan total karbohidrat 78,05 %. Tingkat keasaman total berkisar 13,59-38,57 mEq/kg dengan pH 4, 72. dan konduktivitas elektrik yaitu sebesar 0,49-0,63 mS/cm.

Selain dari Kabupaten Sinjai, analisis kandungan mineral esensial madu juga telah dilakukan oleh Hikmawati dkk., (2015) pada madu yang berasal dari desa Mallawa Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa rata-rata kandungan kobalt, nikel dan vanadium yaitu 0,0358 ppm, 0,0174 ppm, dan 0,0100 ppm. Nilai kadar air dan kadar abu dari 24.262% dan 0,4211%. Konduktivitas elektrik rata-rata 0,6463 mS/cm, sedangkan keasaman rata-rata 46,7031 mEq/kg dengan pH 4,1850 dan indeks bias 1,758.

Kadar protein 0,8384% sedangkan kadar lemak 0,0675%. Nilai total karbohidrat dan energi yaitu rata-rata 74.4100% dan 301.6013 kal (Hikmawati dkk., 2015). Kedua penelitian tersebut dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES. Alat ini memiliki banyak kelebihan salah satunya yaitu dalam penentuan kandungan mineral dan unsur runtu deteksinya dapat mencapai batas submikrogram dalam suatu sampel (Faradillah dkk., 2015). Selain ICP-OES, analisis mineral dalam suatu sampel juga dapat digunakan alat spektrofotometer serapan atom. Analisis kandungan sampel dengan menggunakan metode spektrofotometer serapan atom jauh lebih murah dibandingkan menggunakan ICP-OES. Metode spektrofotometri serapan atom juga cukup akurat untuk penentuan dengan kadar yang rendah (Dwi dkk., 2012).

Sulawesi Selatan memiliki beberapa kawasan hutan yang cukup luas. Salah satunya terletak di desa Mallawa Kabupaten Maros yang memiliki luas hutan mencapai 14.657,54 Ha (Mahmud, 2008). Selain itu salah satu Kabupaten di Sulawesi Selatan yang memiliki luas kawasan hutan sangat besar adalah Kabupaten Luwu Timur. Berdasarkan data Dinas Kehutanan Kabupaten Luwu Timur pada tahun 2014 memiliki luas hutan sebesar 541.591,30 Ha. Hutan di Kabupaten Luwu Timur dapat di jadikan lahan pengembangan lebah madu. Hal ini dikarenakan sebagian penduduk di daerah ini sering melakukan panen madu hutan dengan hasil yang cukup besar (Dassir, 2008).

Mengingat penelitian tentang kandungan mineral esensial dalam madu masih sangat terbatas, dan fakta bahwa tidak semua jenis madu mengandung mineral Cu, Zn, dan Cd, maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan mineral esensial (Cu, Zn, dan Cd) dalam madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur, karena mineral Cu, Zn, dan Cd memiliki fungsi dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin dan sebagai kofaktor dalam tubuh.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. apakah mineral esensial (Cu, Zn dan Cd) terdapat dalam madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur dan berapakah kadar mineralnya ?
2. bagaimana kualitas madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur jika di tinjau dari sifat bio-fisiko kimianya ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui keberadaan dan kadar mineral esensial yaitu tembaga (Cu), seng (Zn), dan kadmiun (Cd) dalam madu hutan yang berasal dari Kabupaten Luwu Timur.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Menjawab permasalahan yang telah dirumuskan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui kandungan mineral esensial (Cu, Zn dan Cd) dalam madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur dan menentukan kadarnya.
2. menentukan kualitas madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur di tinjau dari sifat bio-fisika kimianya.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keberadaan dan kadar mineral-mineral esensial dari sampel madu hutan asal Kabupaten Luwu Timur, yang dapat menjadi acuan (referensi) untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Madu

Madu merupakan produk alam yang dihasilkan oleh lebah karena mengandung nutrisi yang baik. Beberapa kandungan gizi dalam madu antara lain asam amino, karbohidrat, protein, dan beberapa jenis vitamin serta mineral (Suriawiria, 2000). Madu digunakan untuk menghilangkan rasa lelah, menghaluskan kulit, dan pertumbuhan rambut (Murtidjo, 1991; Purbaya, 2002). Madu diproduksi di beberapa negara di dunia dan digunakan sebagai bahan makanan energi yang sangat penting, digunakan sebagai bahan dalam ratusan makanan buatan pabrik, terutama dalam produk berbasis sereal, untuk rasa manis, rasa, warna, karamelisasi (Maria dkk., 1918).

Madu adalah produk alami yang manis dan beraroma, yang dikonsumsi karena nilai gizinya yang tinggi dan memiliki antioksidan, bakteriostatik, antiinflamasi dan antimikroba properti, serta efek penyembuhan luka dan kulit terbakar. Madu diproduksi oleh lebah dari tanaman nektar, sekresi tanaman, dan ekskresi serangga penghisap tanaman. Pada profil nutrisi yang di kandung pada madu merupakan sumber nutrisi makro dan mikro alami yang menarik, terdiri dari jenuh solusi gula, dimana fruktosa dan glukosa merupakan kontributor utama, tetapi juga dari berbagai konstituen minor, terutama senyawa fenolik. Komposisi madu agak bervariasi dan terutama tergantung pada sumber bunganya; faktor musiman dan lingkungan juga dapat memengaruhi komposisi dan efek biologisnya. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa antioksidan potensial madu sangat berkorelasi tidak hanya dengan konsentrasi total fenolik, tetapi juga

dengan warna, dengan madu berwarna gelap yang memiliki kandungan fenolik total yang lebih tinggi dan akibatnya, kapasitas antioksidan lebih tinggi (Suarez dkk, 2014).

Madu berasal dari nektar yang diolah lebah untuk dijadikan sebagai pakan yang disimpan dalam sarang. Nektar adalah suatu senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar “*nectifer*” tanaman dalam bentuk larutan gula yang bervariasi. Komponen utama dari nektar adalah sukrosa, fruktosa, dan glukosa serta zat-zat gula lainnya seperti maltosa, melibiosa, rafinosa, dan turunan karbohidrat lainnya (Suranto, 2004).

Secara umum, komposisi madu melibatkan karbohidrat (rata-rata jumlah 82,3%), air (17,2%), senyawa nitrogen (0,3%), dan mineral (0,03-1%), dengan kehadiran tambahan vitamin, asam organik, flavour zat aromatik, dan polifenol. Jumlah rata-rata karbohidrat dalam madu tidak melebihi biasanya 82,3%. Sekitar 90% dari total kandungan gula dalam madu diwakili oleh dua gula sederhana, fruktosa dan glukosa masing-masing dengan jumlah 40 dan 30%. Jumlah dan proporsi gula individu sangat bervariasi tergantung pada asal botani madu (Baglio, 2018).

2.2 Penggolongan Madu

Secara umum, madu diklasifikasikan sebagai unifloral atau monofloral, dan multifloral atau polyfloral. Madu unifloral sebagian besar berasal dari nektar satu spesies tanaman dengan kontribusi kecil dari asal bunga lainnya, sedangkan madu multivoral memiliki beberapa sumber botani, tanpa dominasi tanaman apa pun (Opsenica dkk., 2015).

Umumnya, madu diklasifikasikan sebagai monofloral atau polyfloral. Madu monofloral diproduksi oleh satu spesies tanaman yang sebagian besar

mengandung nektar dengan kontribusi nektar minor dari asal botani lainnya. Madu polyfloral memiliki beberapa sumber tanaman, tidak ada yang dominan. Dalam istilah praktis ini dapat dianggap sebagai campuran dari beberapa madu monofloal dengan kontribusi nektar atau madu yang signifikan dari tanaman yang berbeda (Vulit dkk., 2015).

Menurut jenis tanaman yang dikumpulkan nektar, madu adalah polyfloral (dari tanaman yang berbeda) dan unifloral (kebanyakan dari satu spesies tanaman). Di daerah Plovdiv dengan iklim spesifik tumbuh berbagai tanaman mellifer seperti pohon alami dan ditanam, spesies herba, tanaman, sayuran dan tanaman kebun. Oleh karena itu madu polyfloral adalah madu yang paling kompleks komposisinya (Yurukova dkk., 2010).

Madu monofloral adalah madu yang didominasi oleh sumber nektar tunggal. Asal bunga nektar tunggal biasanya menjamin kualitas yang lebih baik ketika menjamin rasa dan aroma yang spesifik dan terdefinisi dengan baik (Odeh dkk., 2013). Madu monoflora merupakan madu yang nektarnya berasal dari satu macam tumbuhan utama dan namanya didasarkan pada sumber nektarnya, seperti madu kelengkeng, madu rambutan dan madu randu. Madu monoflora juga dikenal sebagai madu ternak, karena umumnya diperoleh dari hasil penangkaran. Selanjutnya, madu poliflora adalah madu yang nektarnya berasal dari beberapa jenis tumbuhan, misalnya madu hutan yang diproduksi oleh lebah liar seperti *Apis dorsata*. Sumber pakan lebah ini adalah tumbuh-tumbuhan yang tumbuh di kawasan hutan hujan tropis. Madu hutan sangat baik untuk kesehatan karena mengandung antibiotik alami (Suranto, 2007).

2.3 Kualitas Madu

Kualitas madu dapat dilihat dari beberapa uji kualitas madu seperti uji kadar air, gula total, dan keasaman. Menurut SNI (2013), madu yang dipanen harus memiliki kadar air di bawah 22% dan kadar keasaman dengan nilai maksimal 50 ml NaOH/kg. Kualitas madu di Indonesia ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Tabel berikut ini memperlihatkan beberapa parameter kualitas madu berdasarkan SNI nomor 3545:2013, tahun 2013.

Tabel 1. Kualitas madu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI nomor 3545:2013)

No	Jenis Uji	Satuan	Syarat
1	Air	% b/b	maks 22
2	Gula pereduksi	% b/b	min 65
3	Sukrosa	% b/b	maks 5
4	Keasaman	mL NaOH/kg	maks 50
5	Padatan yang tak larut air	% b/b	maks 0,5
6	Abu	% b/b	maks 0,5
7	Cemaran Logam		
	7.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 2,0
	7.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,2
	7.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks 0,03
8	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks 1,0

Beberapa standar dan metode dikembangkan dengan lebih modern dalam *Harmonised Method of the International Honey Commission* (2002), mencakup standar dan metode untuk penentuan faktor kualitas meliputi kadar air, abu, keasaman, HMF, aktivitas enzim diastase yang berfungsi untuk menilai kualitas madu dan bahan tidak larut dalam air seperti terlihat pada Tabel 2 (IHC, 2002).

Tabel 2. Standar Kualitas Madu Berdasarkan *International Honey Commission* (2002)

Kriteria Kualitas	Syarat
Kadar Air	≤ 25 g/100g
Kadar Abu	$\leq 1,2$ g/100g
Keasaman	≤ 50 meq/kg
pH	$\leq 3,6-5,6$
Konduktivitas elektrik	$\leq 0,8$ mS/cm
5-Hidroksimetil-2-Furfural (HMF)	≤ 60 mg/kg

2.4 Komposisi Madu

Madu mengandung unsur-unsur penting seperti kalsium, fosfor, zat besi, natrium, kalium, dan juga senyawa seperti air, protein, karbohidrat, vitamin. Semua zat ini menunjukkan bahwa madu memiliki sifat pemberi nutrisi dan penyembuhan dalam perihal dunia medis. Karena nilai gizi madu yakni 303 kkal/100 g sehingga madu sangat cocok untuk dikonsumsi oleh manusia (Dobrinan dkk., 2010).

Umumnya madu memiliki komposisi kimiawi sebagai berikut: air 17%, fruktosa 38,19%, glukosa 31,29%, sukrosa 1,31%, gula lainnya 8,8%, total asam 0,57%, abu 0,169%, nitrogen 0,041%, dan lain-lain 2,43% (Bogdanov dkk., 1997). Konstituen utama madu adalah fruktosa dan glukosa, di dan oligosakarida, asam dan enzim organik dan amino yang berasal dari tanaman atau lebah, atau konstituen yang dikembangkan selama pematangan madu. Selain itu, madu mengandung sejumlah kecil vitamin dan mineral serta senyawa fenolik dan volatil (Salonen, 2011).

Madu pada dasarnya adalah larutan encer dari gula terbalik, tetapi juga mengandung campuran yang sangat kompleks dari sakarida lain, enzim, asam

amino dan asam organik, polifenol, zat seperti karotenoid, produk reaksi Maillard, vitamin, dan mineral. Sejumlah flavonoid (seperti apigenin, pinocembrin, pinobanksin, kaempferol, quercetin, galangin, chrysin, dan luteolin) dan asam fenolat (caffeic, gallic, cinnamic, protocatechuic, p-coumaric, dan asam klorogenik) diidentifikasi dalam sampel madu (Vulic dkk., 2015). Madu alami diproduksi oleh lebah dan mengandung lebih dari 200 senyawa, terutama terdiri dari gula (75% monosakarida: glukosa dan fruktosa; 10% -15% disakarida: sukrosa, maltosa, dll.) an air, serta enzim, vitamin (Vitamin B6, riboflavin, niasin, tiamin, dll.), Mineral, senyawa fenolik (flavonoid, asam fenolik), senyawa volatil, dan pigmen (Porcza dkk., 2016) dan ada beberapa komposisi madu asal Amerika dengan kadar rata-ratanya seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Rata-rata dari Madu (Bogdanov, 2008)

Komponen	Madu Hutan	
	Nilai rata-rata (g/100g)	Rentang nilai (g/100g)
Kandungan air	16,3	15-20
Fruktosa	31,8	28-40
Glukosa	26,1	19-32
Sukrosa	0,5	0,1-4,7
Disakarida lainnya	4,0	1-6
Oligosakarida lainnya	3,0	0,1-6
Gula total	80,5	-
Mineral	0,9	0,6-2,0
Asam amino, protein	0,6	0,4-0,7
Asam	1,1	0,8-1,5
pH	5,2	4,5-6,5

2.5 Mineral dalam Madu

Unsur mineral merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup di samping karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin (Davis dan Mertz, 1987). Berbagai unsur mineral baik yang esensial maupun non-esensial terdapat dalam matriks biologi. Mineral esensial adalah mineral yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim dalam metabolisme. Unsur mineral esensial dalam tubuh terdiri atas dua golongan, yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro diperlukan untuk membentuk komponen organ di dalam tubuh. Mineral mikro yaitu mineral yang diperlukan dalam jumlah sangat sedikit dan umumnya terdapat dalam jaringan dengan konsentrasi sangat kecil. Mineral makro meliputi Ca, P, K, Na, Cl, S, dan Mg. Mineral mikro yaitu Fe, Mo, Cu, Zn, Mn, Co, I, dan Se. Mineral non-esensial adalah mineral yang perannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui dan kandungannya dalam jaringan sangat kecil. Bila kandungannya tinggi dapat mengakibatkan keracunan dan merusak organ tubuh makhluk hidup (McDonald dkk., 1988; Spears, 1999; Inoue dkk., 2002).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui kandungan total mineral dalam madu adalah sekitar 0,02 – 0,04%. Banyak faktor yang mempengaruhi komposisi mineral madu, antara lain: jenis tanah, sumber bunga, kondisi iklim, pemupukan, dan variabilitas yang besar (White, 1978; Anklam, 1998). Menurut Bogdanov

dkk., (2008) madu mengandung sejumlah mineral yang berbeda mulai dari 0,02 - 1,03 gram, dengan kalium yang paling melimpah dan terdiri dari sekitar sepertiga dari total kandungan mineral. Ada beberapa kandungan mineral runtu dalam madu seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Trace Elements* dalam Madu (Bogdanov dkk., 2008)

Mineral	mg/100 g	Mineral	mg/100 g
Aluminium (Al)	0,01-2,4	Timbal (Pb)*	0,001-0 ,03
Arsen (As)	0,014-0,026	Litium (Li)	0,225-1 ,56
Barium (Ba)	0,01-0,08	Molibdenum (Mo)	0-0,004
Boron (B)	0,05-0,3	Nikel (Ni)	0-0,051
Bromin (Br)	0,4-1,3	Rubidium (Rb)	0,04-35
Cadmium (Cd)*	0-0,001	Silikon (Si)	0,05-24
Klorin (Cl)	0,4-56	Stronsium (Sr)	0,04-0 ,35
Kobalt (Co)	0,1-0,35	Sulfur (S)	0,7-26
Fluor (F)	0,4-1,34	Vanadium (V)	0-0,013
Iod (I)	10-100	Zirkonium	0,05-0,08

*unsur yang dianggap beracun dan umumnya berasal dari aktivitas manusia

Madu dapat mencerminkan kandungan kimia dari tanaman tempat lebah mengumpulkan makanan, dan komponen mineral dalam madu seluruhnya berasal dari tanah dimana bunga tersebut tumbuh sehingga secara tidak langsung kandungan mineral dalam madu dapat menunjukkan asal botani madu tersebut (Alqarni dkk., 2011).

2.5.1 Tembaga (Cu)

Tembaga adalah salah satu unsur yang sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin dan fisiologik dalam makhluk hidup.

Tembaga merupakan unsur mineral yang dikelompokkan ke dalam elemen mikro esensial. Walaupun dibutuhkan dalam jumlah sedikit di dalam tubuh, namun bila kelebihan akan dapat mengganggu kesehatan, sehingga mengakibatkan keracunan, tetapi apabila kekurangan tembaga dalam darah maka dapat menyebabkan anemia, gangguan pertumbuhan, kerusakan tulang, depigmentasi rambut dan gangguan gastrointestinal (Arifin, 2007).

2.5.2 Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan salah satu unsur mineral mikro yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan. Kebutuhannya dalam proses pengaturan metabolisme tubuh. Seng merupakan kofaktor yang dapat meningkatkan lebih dari 70 macam enzim yang mempunyai fungsi khusus pada organ mata, hati, ginjal, otot, kulit, tulang dan organ reproduksi laki-laki seperti karbonik-anhidrase dalam sel darah merah serta karboksi peptidase dan dehidrogenase dalam hati. Seng memiliki peran penting dalam sistem kekebalan dan terbukti bahwa seng merupakan mediator potensial pertahanan tubuh terhadap infeksi. Kekurangan mineral seng dapat menyebabkan fungsi limfosit T dan B menurun, menurunnya fungsi leukosit seringkali ditemukan pada penderita defisiensi seng. Untuk mengatasi masalah gizi buruk saat ini diperlukan program pengkayaan unsur mineral dalam produk pangan terutama dinegara-negara berkembang (Liyana dkk., 2015).

2.5.3 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah salah satu logam yang dikelompokkan dalam jenis logam berat non-esensial. Logam ini jumlahnya relatif kecil, tetapi dapat meningkatkan jumlahnya dalam lingkungan karena proses pembuangan sampah industri maupun penggunaan minyak sebagai bahan bakar. Selain itu, kadmium

juga termasuk ke dalam jaringan tanaman dari tanah yang diabsorpsi melalui akar yang kemudian ditimbun dalam daun, sedangkan kadmium dari udara tertahan pada permukaan daun yang jumlahnya cukup besar pada daun yang permukaan kasar ataupun daun yang berbulu. Jumlah kadmium dalam jaringan tanaman sangat bervariasi, bergantung pada spesies tanaman. Kadmium yang diserap dari dalam tanah, yang kemudian tertimbun di dalam biji jumlahnya lebih besar dari pada didalam daun. Kadmium juga merupakan logam yang sangat penting dan banyak kegunaannya, khususnya untuk *electroplating* (pelapisan elektrik) serta galvanisasi karena kadmium memiliki keistimewaan nonkorosif (Darmono, 1999).

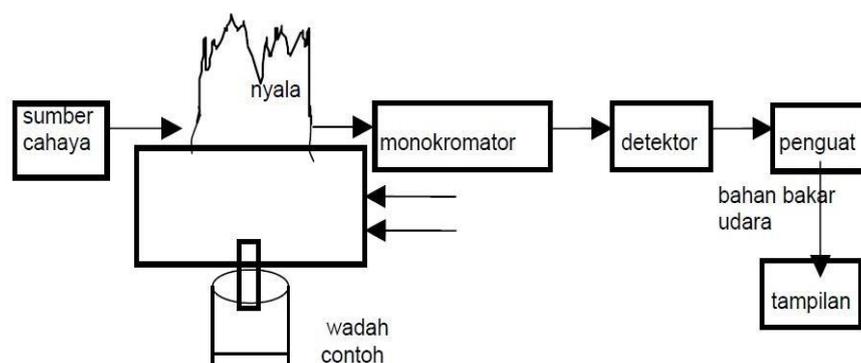
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit (Skoog dkk., 2004). Menurut Broekaert 2005 dalam Oktrin 2016, metode analisis menggunakan SSA merupakan metode yang populer untuk analisa logam karena di samping relatif sederhana, metode ini juga selektif dan sangat sensitif. Oleh karena itu, Spektrofotometri serapan atom menjadi metode analisis yang sering digunakan untuk pengukuran sampel logam dengan kadar yang sangat kecil. Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah bila suatu larutan mengandung berbagai garam-garam logam, jika dibakar dengan asetilen, akan terbentuk uap yang mengandung atom-atom logam tersebut. Uap atom-atom logam ini dapat memancarkan atau menyerap energi dengan mengalami transisi elektronik (melepas atau menangkap elektron). Besarnya

energi yang diserap atau dipancarkan sangat tertentu pada masing-masing atom suatu unsur (Day dan Underwood, 1989).

Cara kerja spektrofotometer serapan atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Alat yang dapat membuat atom-atom bebas dalam spektrofotometri serapan atom adalah *atomizer*. Larutan sampel mula-mula disedot ke dalam nebulizer (berfungsi untuk mengubah larutan menjadi aerosol), selanjutnya larutan diubah dalam bentuk kabut (tetesan-tetesan yang halus dalam fasa gas atau aerosol) di dalam *spray chamber* berfungsi untuk membuat campuran homogen dari gas oksidan dan bahan bakar aerosol. Kemudian dengan tambahan gas terjadilah campuran homogen sesaat sebelum masuk ke dalam *burner*. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi, diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Suyanta dan Siti, 2016; Ansori, 2005).

Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Sehingga, setiap panjang gelombang memiliki energi spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi (Khopkar, 1990).



2.7 Beberapa penelitian madu di Sulawesi Selatan

Sulawesi Selatan memiliki beberapa kawasan hutan yang cukup luas antara lain yang terletak di desa Mallawa Kabupaten Maros yang memiliki luas hutan mencapai 14.657,54 Ha (Mahmud, 2008). Dan beberapa penelitian tentang analisis kandungan mineral yang telah dilakukan seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Beberapa Penelitian Madu di Wilayah Sulawesi Selatan

No.	Sumber Madu	Hasil Penelitian (Kandungan Protein, Karbohidrat, Lemak, Air, Abu, Mineral, dll)	Sumber Pustaka
1.	Madu asal Desa Terasa Sinjai	Protein (0,41-0,67%) ; lemak (0,01-0,05 %); Air (21,01-28,34 %); abu (0,47-0,99 %.); karbohidrat (78,05%.); Vanadium (0,0118 mg/L); Kobalt (0,0348 mg/L); Nikel (0,0106 mg/L.) pH 4,72. dan konduktivitas elektrik yaitu sebesar 0,49-0,63 mS/cm.	Faradillah dkk., 2015
2.	Madu asal Kecamatan Kindang Kabupaten Bulukumba	Mn (0,05-0,07 mg/mL); Cr (90,1-0,22 mg/mL); Zn (<0,1 mg/mL). Air (19,69%); abu (0,26%); DHL (0,36 mS/cm); keasaman (22,06 meq/kg); pH 4,43; protein (7,19%); lemak (0,1301%); karbohidrat (72,55%); kalori (320,3101 kal); dan energi 1340,2289 KJ.	Usman dkk., 2016
3.	Madu asal Mallawa Kabupaten Maros	Co (0,0358 mg/L), Ni (0,0174 mg/L) dan V (0,0100 mg/L). Air (24,2629 %); abu (0,4211%); DHL (0,6463 mS/cm); keasaman (46,7031 meq/kg); pH 4,1850; protein (0,8384 q%); lemak (0,0675 %); karbohidrat (74,4100 %) dan Energi adalah 301,6013 kal.	Hikmawati dkk., 2015
4.	Madu asal Terasa	Air (22,7%); abu (0,59%); DHL (0,592 mS/cm), keasaman (28,026 meq/kg) dan pH 4,85.	Qadar dkk., 2015