



**KORELASI ANTARA KONDUKTIVITAS LISTRIK DENGAN
KADAR ABU, KEASAMAN, DAN GULA PEREDUKSI
BERBAGAI JENIS MADU LOKAL**

SKRIPSI

Oleh

**Viki Amalia
NIM 131810301053**

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



**KORELASI ANTARA KONDUKTIVITAS LISTRIK DENGAN
KADAR ABU, KEASAMAN, DAN GULA PEREDUKSI
BERBAGAI JENIS MADU LOKAL**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

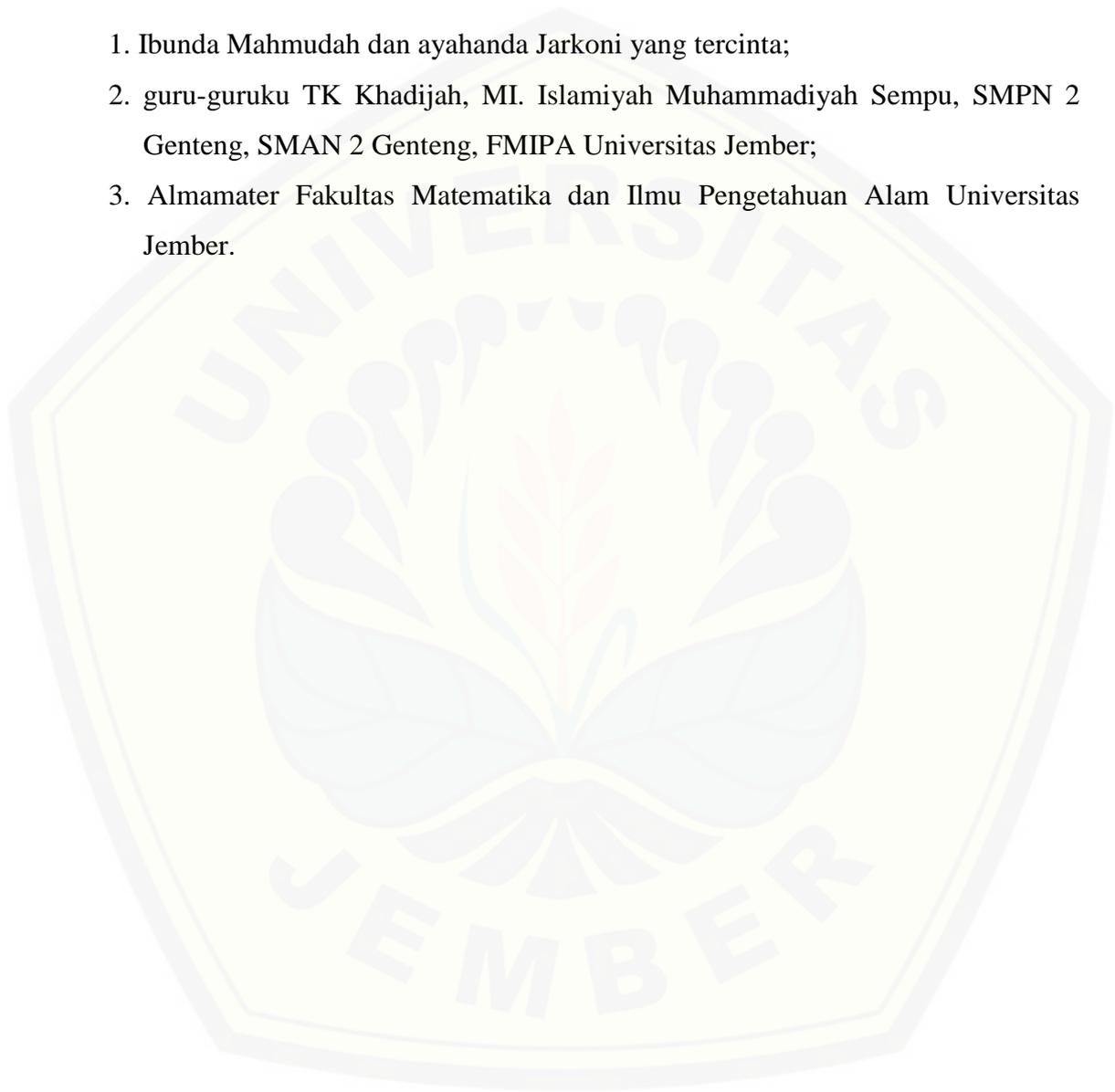
Viki Amalia
NIM 131810301053

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Mahmudah dan ayahanda Jarkoni yang tercinta;
2. guru-guruku TK Khadijah, MI. Islamiyah Muhammadiyah Sempu, SMPN 2 Genteng, SMAN 2 Genteng, FMIPA Universitas Jember;
3. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



MOTO

Dan hak bagi Allah (menerangkan) jalan yang lurus, dan di antara jalan-jalan ada yang bengkok. Dan jikalau Dia menghendaki, tentulah Dia memimpin kamu semuanya (kepada jalan yang benar).
(terjemahan Surat *An-Nahl* ayat 09)^{*)}



*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Viki Amalia

NIM : 131810301053

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Korelasi Antara Konduktivitas Listrik Dengan Kadar Abu, Keasaman, Dan Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Juni 2017

Yang menyatakan,

(Viki Amalia)

NIM 131810301053

SKRIPSI

**KORELASI ANTARA KONDUKTIVITAS LISTRIK DENGAN KADAR
ABU, KEASAMAN, DAN GULA PEREDUKSI BERBAGAI
JENIS MADU LOKAL**

Oleh

Viki Amalia
NIM 131810301053

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Busroni, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Korelasi Antara Konduktivitas Listrik Dengan Kadar Abu, Keasaman, Dan Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal” karya Viki Amalia telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I

Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si.

Dr. Busroni, M.Si.

NIP 197107031997021001

NIP 195905151991031007

Anggota II,

Anggota III,

Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

drh. Wuryanti Handayani, M.Si

NIP 196810201998021002

NIP 196008221985032002

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP 196102041987111000

RINGKASAN

Korelasi Antara Konduktivitas Listrik Dengan Kadar Abu, Keasaman, Dan Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal; Viki Amalia; 131810301053; 2017; 54 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia merupakan daerah agraris yang berpotensi banyak ditumbuhi berbagai macam tanaman. Banyaknya tanaman yang ada memiliki potensi untuk menghasilkan berbagai macam nektar. Nektar akan diproses oleh lebah yang kemudian menghasilkan madu. Madu didjuga terdapat berbagai macam senyawa kompleks. Tingkat kualitas madu di Indonesia ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

Konduktivitas listrik memiliki hubungan linier dengan kadar abu. Selain itu, konduktivitas listrik dipengaruhi oleh keasaman. Parameter lain yang dominan adalah gula pereduksi. Berdasarkan uraian diatas, perlu adanya penelitian mengenai uji keasaman, gula pereduksi, konduktivitas listrik, dan kadar abu pada berbagai jenis madu lokal dan hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu, konduktivitas listrik dengan keasaman, dan konduktivitas listrik dengan gula pereduksi pada berbagai jenis madu lokal. Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu, konduktivitas listrik dengan keasaman, dan konduktivitas listrik dengan gula pereduksi pada berbagai jenis madu lokal.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap. Pertama uji konduktivitas listrik. Semua sampel madu ditimbang sebanyak 20 g dan dilarutkan dalam akuades sebanyak 100 mL, kemudian diukur nilai konduktivitasnya menggunakan konduktometer. Kedua, uji keasamaan dilakukan dengan melarutkan 10 g madu dalam 75 mL akuademin. Larutan madu diaduk dan diukur nilai pH menggunakan pH meter, dilanjutkan dengan proses titrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 M. Ketiga, uji kadar abu menggunakan metode gravimetri. Masing-masing sampel madu ditimbang sebanyak 5 g kemudian

dimasukkan kedalam *furnace* pada suhu 500°C selama 4 jam. Setelah itu ditimbang massa abu yang diperoleh. Keempat, uji gula reduksi dilakukan dengan membuat reagen Nelson, reagen Arsenomolibdat dan preparasi sampel. Sampel diencerkan dalam 100 mL dan diambil sebanyak 1 mL, kemudian ditambahkan reagen Nelson 1 mL dan dipanaskan selama 20 menit. Sampel yang telah dipanaskan ditambahkan dengan 1 mL reagen Arsenomolibdat dan 7 mL akuades. Masing-masing sampel diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 746 nm.

Konduktivitas listrik pada madu dikategorikan menjadi dua jenis yaitu madu anhidrat dan madu terhidrat. Nilai konduktivitas listrik dari tertinggi sampai terendah yaitu madu kaliandra, madu randu, madu kopi, madu mangga dan madu kelengkeng. Hasil nilai keasaman dari tertinggi sampai terendah yaitu madu kopi, madu randu, madu kaliandra, madu kelengkeng dan madu mangga. Hasil nilai kadar abu dari tertinggi sampai terendah yaitu madu kaliandra, madu randu, madu kopi, madu mangga dan madu kelengkeng. Hasil gula reduksi dari tertinggi sampai terendah yaitu madu mangga, madu kaliandra, madu kelengkeng, madu kopi dan madu randu. Konduktivitas listrik dengan kadar abu memiliki hubungan yang linier. Hal ini ditunjukkan melalui urutan jenis madu yang sama antara konduktivitas listrik dengan kadar abu. Persamaan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu adalah $k=1,5819 w + 0,0959$. Konduktivitas listrik dengan keasaman dan konduktivitas dengan gula pereduksi tidak memiliki hubungan yang linier. Hal ini terlihat dari urutan jenis madu yang tidak sama.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Korelasi Antara Konduktivitas Listrik Dengan Kadar Abu, Keasaman, Dan Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang memberikan rahmat dan taufiq-Nya sehingga skripsi ini bisa terselesaikan;
2. Ayah (Jarkoni) dan Ibunda (Mahmudah) tercinta atas kasih sayang tanpa batas, motivasi, dukungan, inspirasi, dan doanya demi terselesaikan skripsi ini dan semua keluargaku;
3. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Busroni, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dari awal sampai akhir dalam penulisan skripsi ini;
4. Yeni Maulidah Muflihah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis menjadi mahasiswa;
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Khususnya kepada Bapak Tri Mulyono, S.Si., M.Si. dan Ibu drh. Wuryanti Handayani, M.Si. selaku dosen penguji;
6. Bapak dan Ibu Teknisi Laboratorium serta staf tata usaha Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
7. Arifa An Nuur, Diah Ma’rifah, Wilda Al Aluf, Ima Ulin, Q. Rizqi, Nurul H yang telah menjadi “rumah” bagi penulis;
8. sahabat-sahabat baikku SMA (Maratus S., Winahyu, Nafal, Devina, Nia, Dija, Ila, Athif, Aldi, dan Anton) dan sahabat-sahabat baikku di kampus (Beb

- Nunung, Beb Ana, dan Beb Rizka) yang telah memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis;
9. teman-teman setim “Kimia Fisik” (Diana Rolis, Andriana, Della, Fitri, dan Ardi) yang telah memberikan masukan, dorongan, dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini. Serta teman-teman satu Lab Kimia Fisik dan Lab Kimia Analitik;
 10. teman-teman seperjuangan, seangkatan “TITANIUM” yang telah memberikan semua dukungan dan motivasi bagi penulis;
 11. Bapak Dr. KH. Hamam, M.HI dan Ibu Hj. Isniatul Ulyah yang telah memberikan semua dukungan, kasih sayang, dan motivasi bagi penulis;
 12. keluarga besar Pondok Pesantren Mahasiswi Al Husna yang telah memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis. Khususnya untuk “Gengs Blok A” yang telah menjadi keluarga dan memberikan perhatian, dukungan, motivasi bagi penulis;
 13. teman-teman “KKN 046” yang telah memberikan dukungan dan motivasi hingga terselesaikan skripsi ini;
 14. keluarga besar Mahasiswa Kimia yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini;
 15. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2017

Penulis

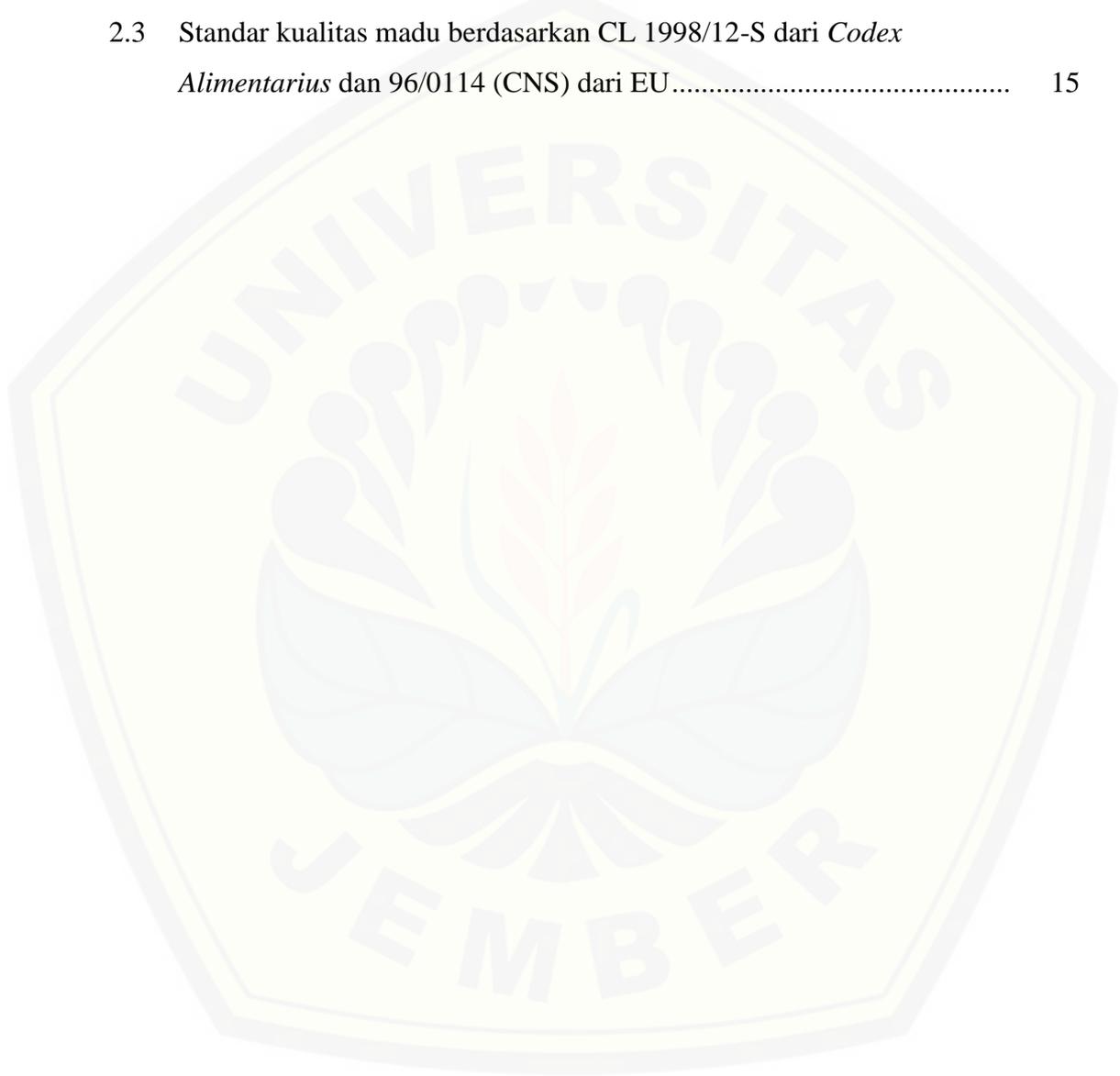
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	vix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum Madu	5
2.2 Jenis-Jenis Madu	5
2.3 Karakteristik Madu	7
2.3.1 Kadar Air	7
2.3.2 Warna	7
2.3.3 Aroma	8
2.3.4 Sifat Higroskopis	8
2.3.5 Tekanan Osmosis	8
2.3.6 Suhu	9
2.3.7 Rasa	9
2.3.8 Kekentalan dan Kepadatan	9
2.3.9 Tegangan Permukaan	10
2.3.10 Sifat Mengkristal (Granulasi)	10
2.4 Komposisi Madu	11
2.5 Kualitas Madu	13
2.5.1 Keasaman	16
2.5.2 Kadar Abu	17
2.5.3 Konduktivitas Listrik	18
2.5.4 Gula Pereduksi	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21

3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	22
3.3.2 Langkah Kerja.....	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Karakteristik Fisiko-Kimia Berbagai Jenis Madu Lokal	29
4.1.1 Gula Pereduksi	30
4.1.2 Konduktivitas Listrik	32
4.1.3 Kadar Abu.....	33
4.1.4 Keasaman.....	35
4.2 Korelasi Hasil Analisis Karakteristik Fisiko-Kimia Madu....	37
4.2.1 Hubungan Antara Konduktivitas Listrik dengan Kadar Abu	37
4.2.2 Hubungan Antara Konduktivitas Listrik dengan Keasaman	39
4.2.3 Hubungan Antara Konduktivitas Listrik dengan Gula Pereduksi	40
BAB 5. PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi madu menurut beberapa pustaka	12
2.2 Syarat mutu madu	14
2.3 Standar kualitas madu berdasarkan CL 1998/12-S dari <i>Codex Alimentarius</i> dan 96/0114 (CNS) dari EU	15



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Madu	5
2.2 Migrasi Ion Dalam Larutan	18
4.1 Jenis-Jenis Madu Lokal	29
4.2 <i>Scanning</i> Panjang Gelombang Larutan Glukosa	30
4.3 Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal.....	31
4.4 Konduktivitas Berbagai Jenis Madu Lokal	32
4.5 Pengabuan Berbagai Jenis Madu Lokal.....	34
4.6 Kadar Abu Berbagai Jenis Madu Lokal	34
4.7 Keasaman Berbagai Jenis Madu Lokal	36
4.8 Hubungan antara Kadar Abu dan Konduktivitas Listrik	37
4.9 Korelasi antara Konduktivitas Listrik dengan Kadar Abu	38
4.10 Hubungan antara Keasaman dan Konduktivitas Listrik	39
4.11 Korelasi antara Konduktivitas Listrik dengan Keasaman	40
4.12 Hubungan antara Gula Pereduksi dan Konduktivitas Listrik	40
4.13 Korelasi antara Konduktivitas Listrik denganGula Pereduksi.....	41
4.12 Kurva <i>Scanning</i> Panjang Gelombang.....	48
4.13 Kurva Standar Larutan Glukosa	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Gula Pereduksi.....	48
4.2 Pengukuran Standar Larutan Glukosa	49
4.3 Kadar Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal	49
4.4 Konduktivitas madu basah (<i>hydrous honey</i>)	51
4.5 Konduktivitas madu kering (<i>anhydrous honey</i>)	51
4.6 Kadar Abu Berbagai Jenis Madu Lokal	52
4.7 Standarisasi NaOH 0,1 M	53
4.8 Nilai Keasaman Berbagai Jenis Madu Lokal.....	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan daerah agraris yang memiliki potensi untuk banyak ditumbuhi berbagai macam tanaman. Banyaknya tanaman yang ada memiliki potensi untuk menghasilkan berbagai macam nektar. Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan dari kelenjar tanaman dalam bentuk larutan gula dengan konsentrasi yang berbeda-beda (Winarno, 1981).

Madu merupakan senyawa atau zat yang dihasilkan dari nektar yang diproduksi oleh lebah madu. Proses terbentuknya madu meliputi pertama, lebah menghisap nektar dari bunga kemudian disimpan dalam kantung madu. Kedua, lebah kembali ke sarang untuk memberikan nektar kepada lebah lainnya. Ketiga, lebah memproses nektar didalam tubuhnya menjadi madu. Keempat, Madu yang telah masak kemudian diletakkan dalam kantung madu yang ada disarang lebah (Sarwono, 2001). Lebah madu biasanya tertarik pada tanaman penghasil nektar yang memiliki bunga dengan warna mencolok dan bau yang khas.

Di Indonesia terdapat berbagai macam madu antara lain madu randu, madu kaliandra, dan madu mangga, madu sonokeling, madu kesambi, madu kelengkeng dan sebagainya. Berbagai macam madu tersebut dipengaruhi dari jenis tanaman dan jenis lebah penghisapnya. Madu yang memiliki sumber nektar (tanaman) berbeda akan memiliki perbedaan rasa, aroma, dan komposisi kimia. Pada umumnya masyarakat Indonesia menjadikan madu sebagai bahan konsumsi. Selain itu, madu juga berfungsi sebagai bahan penyedap dan bahan obat-obatan. Madu yang digunakan sebagai obat-obatan dapat menghilangkan rasa lelah dan letih pada tubuh, selain itu dapat digunakan sebagai penghalus kulit dan menumbuhkan rambut (Purbaya, 2002).

Madu banyak mengandung senyawa kompleks didalamnya. Saat ini kurang lebih sudah diketahui 181 macam senyawa yang ada pada madu (Sihombing, 2005). Madu memiliki kandungan 60-70% senyawa karbohidrat yang terdiri monosakarida, disakarida, trisakarida, dan oligosakarida. Madu juga mengandung sekitar 200 senyawa organik yang terdiri dari enzim, protein, asam amino,

vitamin, dan garam mineral. Kandungan utama pada madu yaitu 75-80% karbohidrat, 17-20% air, 1-2% mineral dan senyawa organik (Kucuk *et al.*, 2007; Karaman *et al.*, 2010).

Madu yang baik harus memenuhi kualitas yang telah ditentukan. Di Indonesia kualitas madu telah ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2004. Standar kualitas madu yang diterapkan oleh SNI antara lain, kadar air maksimal 22% b/b, keasaman maksimal 50 miliekivalen/kg, kadar abu maksimal 0,50% b/b, sukrosa maksimal 5% b/b, hidroksimetilfurfural (HMF) maksimal 50 mg/kg, aktivitas enzim diastase minimal 3 DN, gula reduksi minimal 60% b/b, padatan tak larut maksimal 0,50% b/b (BSN, 2004).

Kadar abu dalam madu ditentukan oleh mineral-mineral yang terkandung dalam madu. Mineral-mineral dalam madu berasal dari dalam tanah dimana tempat bunga tumbuh. Mineral dari madu dengan jenis berbeda akan memiliki kandungan yang berbeda pula. Mineral dalam madu terdiri dari 18 unsur mineral esensial dan 19 unsur nonesensial (Sihombing, 1997). Mineral esensial adalah mineral yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk berlangsungnya proses fisiologis. Mineral esensial dikelompokkan menjadi dua yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral-mineral mikro yang sudah diketahui terkandung dalam madu adalah alumunium (Al), barium (Ba), bismut (Bi), stronsium (Sr), kadmium (Cd), timah (Sn), telurium (Te), talium (Tl), antimon (Sb), krom (Cr), nikel (Ni), titanium (Ti), vanadium (V), kobalt (Co), dan molibden (Mo) (Conti, 2000). Mineral-mineral lain dalam madu yaitu kalium (K), natrium (Na), magesium (Mg), besi (Fe), klor (Cl), fosfor (P), belerang (S), serta iodium (I) (Winarno, 1981). Kadar abu pada madu digunakan untuk menentukan kadar mineral total. Kadar abu menurut standar SNI maksimal 0,50% b/b.

Konduktivitas listrik memiliki hubungan dengan kadar abu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konduktivitas listrik dengan kadar abu memiliki hubungan yang linier. Semakin tinggi nilai konduktivitasnya maka semakin tinggi pula nilai kadar abu. Hubungan konduktivitas listrik dengan kadar abu untuk masing-masing negara memiliki nilai yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan

hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu dipengaruhi oleh keadaan geografis, iklim, dan sumber nektar (Piazza *et al.*, 1991).

Konduktivitas listrik selain dipengaruhi oleh kadar abu (jumlah mineral) juga dipengaruhi oleh keasaman (Hikmawati, 2011). Keasaman merupakan banyaknya asam yang terkandung dalam bahan, hal ini dalam madu. Madu mengandung asam-asam organik. Asam-asam organik dalam madu dapat mengalami ionisasi sehingga dapat berkontribusi dalam pengukuran konduktivitas listrik.

Selain itu, kandungan terbesar dari madu adalah gula. Gula pereduksi dalam madu yang paling dominan adalah glukosa dan fruktosa. Berdasarkan uraian diatas, perlu adanya penelitian mengenai uji konduktivitas listrik, kadar abu, uji keasaman, dan uji gula pereduksi pada berbagai jenis madu lokal. Hasil dari konduktivitas listrik, kadar abu, keasaman, dan gula pereduksi akan dikorelasikan. Hubungan dibuat antara kadar abu dengan konduktivitas listrik, antara keasaman dengan konduktivitas listrik, dan antara gula pereduksi dengan konduktivitas listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Berapa nilai gula pereduksi, konduktivitas listrik, kadar abu, dan nilai keasaman pada berbagai jenis madu lokal?
2. Bagaimana hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu, konduktivitas listrik dengan keasaman, dan konduktivitas listrik dengan gula pereduksi pada berbagai jenis madu lokal?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil terkait penelitian ini adalah

1. Sampel madu yang digunakan adalah madu lokal yang meliputi madu randu, madu kaliandra, madu mangga, madu kopi, dan madu kelengkeng.
2. Sampel diperoleh dari Istana Madu di daerah Jalan Danau Toba No 10B.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui nilai gula pereduksi, konduktivitas listrik, kadar abu, dan nilai keasaman pada berbagai jenis madu lokal
2. Mengetahui hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu, konduktivitas listrik dengan keasaman, dan konduktivitas listrik dengan gula pereduksi pada berbagai jenis madu lokal

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Memberikan wawasan tentang nilai konduktivitas (k), kadar abu, keasaman, dan gula pereduksi pada berbagai macam madu lokal.
2. Memberikan informasi mengenai hubungan atau korelasi antara kadar abu dengan konduktivitas listrik, keasaman dengan konduktivitas listrik, dan gula pereduksi dengan konduktivitas listrik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Madu

Madu merupakan bahan pemanis alami yang dihasilkan dari nektar tanaman yang diolah oleh lebah madu. Lebah madu menghisap nektar yang kemudian diolah dan disimpan dalam sarang madu. Madu merupakan bahan pangan manis yang didalamnya terkandung senyawa karbohidrat yang tinggi (Winarno, 1981). Nektar yang pertama dihisap memiliki kadar air yang tinggi dan sukrosa yang tinggi. Nektar yang sudah diolah menjadi madu memiliki kandungan air yang rendah dan berbentuk cairan yang kental. Kandungan air yang semakin menurun disebabkan oleh menguapnya air saat proses pengolahan nektar di sarang madu (Sihombing, 1997).

Kandungan sukrosa pada nektar akan mengalami pemecahan dalam perut lebah yang dibantu oleh enzim-enzim dalam perut lebah. Enzim yang berperan dalam pemecahan glukosa adalah enzim invertase. Enzim invertase akan merubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim lain yang berperan adalah enzim diastase yang merubah polisakarida menjadi monosakarida (Michener, 2007).



Gambar 2.1 Madu (Sumber: Sakri, 2015)

2.2 Jenis-Jenis Madu

Madu dapat digolongkan berdasarkan asal nektar yaitu:

1. Madu Flora, yaitu madu yang berasal dari nektar bunga. Madu yang berasal dari nektar satu jenis tanaman disebut monoflora, sedangkan madu yang berasal dari nektar beberapa jenis tanaman disebut poliflora. Madu monoflora disebut juga madu ternak. Penamaan madu monoflora berdasarkan sumber

nektarnya, misalnya madu randu, madu kelengkeng, madu rambutan. Salah satu contoh madu poliflora adalah madu hutan yang berasal dari lebah liar.

2. Madu Ekstra Flora, yaitu madu yang berasal dari nektar selain bunga misalnya nektar dari daun, cabang atau batang.
3. Madu Embun (*Honey Dew Honey*), yaitu madu yang dihasilkan dari cairan hasil sekresi serangga yang terdapat pada bagian tanaman yang kemudian dihisap dan dikumpulkan dalam sarang madu. Serangga yang menghasilkan madu embun antara lain serangga dari famili Lechanidae, Psyllidae atau Lechnidae (Sarwono, 2001).

Madu dapat digolongkan berdasarkan nama tanaman asal nektar, antara lain:

1. Madu Linden (*Tilia*) adalah madu yang berasal dari nektar bunga *Tilia* yang memiliki bau harum dan berwarna kuning muda atau hijau transparan. Madu Linden mengandung 36,0 % glukosa dan 39,2 % levulosa.
2. Madu Heather adalah madu yang berasal dari nektar bunga *Calluna vulgaris L* Yang berwarna kuning tua atau merah coklat, berbau enak, sedikit sepat, dan kental.
3. Madu Lavender adalah madu yang berasal dari nektar bunga Lavender atau *Lavandula vera DC* yang memiliki bau harum dan berwarna kuning emas.
4. Madu Clover adalah madu yang berasal dari nektar bunga *Melilotus officinales Dest* yang memiliki warna merah muda amber atau putih yang beraroma vanilla (Winarno, 1981).

Jenis-jenis madu lainnya adalah berdasarkan teknologi perolehannya dibedakan menjadi madu peras dan madu ekstraksi. Madu peras diperoleh langsung dari perasan sarangnya sedangkan madu ekstraksi adalah madu yang diperoleh dari hasil proses sentrifugasi. Selain itu, penggolongan madu berdasarkan letak geografis produksi madu yaitu madu Timur Jauh, madu Yaman, madu Cina (Suranto, 2007).

2.3 Karakteristik Madu

2.3.1 Kadar air

Berbagai jenis madu memiliki kadar air yang berbeda-beda. Kadar air madu dipengaruhi oleh sumber nektar dari madu. Sifat madu yang higroskopis mudah menyerap air disekitarnya. Jika kadar air dalam madu tinggi, maka akan menurunkan kualitas dari madu. Faktor dari yang mempengaruhi kadar air adalah kelembaban lingkungan. Jika kelembaban disekitar madu tinggi maka kadar air dalam madu tersebut tinggi pula. Misalnya, jika kelembaban 81% maka kadar air madu 33,4%. Madu di Indonesia rata-rata memiliki kadar air yang tinggi karena memiliki nilai kelembaban sekitar 60%-90%. Faktor lain yang mempengaruhi kadar air pada madu adalah proses pematangan madu, laju sekresi, iklim dan cuaca (Sarwono, 2007).

Kadar air pada madu dapat mempengaruhi kristalinitas dan fermentasi pada madu. Kadar air yang tinggi pada madu akan merangsang pergerakan dari ragi (khamir) pada madu untuk proses fermentasi. Pergerakan khamir dalam madu berpengaruh terhadap kandungan gula pereduksi (fruktosa dan glukosa) pada madu. Hal ini dikarenakan khamir akan mendegradasi glukosa dan fruktosa menjadi alkohol dan karbon dioksida (CO₂). Khamir yang berperan dalam proses fermentasi adalah *Yeast osmophilic* dan *Zygosaccharomyces* (Chasanah, 2001).

2.3.2 Warna

Madu pada dasarnya memiliki warna kuning kecoklatan seperti gula karamel. Madu memiliki warna yang terang dan gelap. Warna yang terang diakibatkan oleh proses pengumpulan nektar yang cepat sedangkan warna gelap diperoleh dari proses pengumpulan nektar yang lambat. Warna madu juga ditentukan oleh jenis lebah dan kualitas sarang yang ditempati untuk pembuatan madu. Warna madu dapat berubah menjadi terang karena akibat adanya kristalisasi yang mengandung kristal glukosa putih. Warna madu berkisar dari putih sampai coklat gelap meliputi: putih transparan (*water white*), putih ekstra (*extra white*), putih (*white*), amber muda ekstra (*extra light amber*), amber terang (*light amber*), amber (*amber*), dan gelap (*dark*). Warna madu yang disukai di

pasaran Internasional adalah warna *extra light* dan *white*. Warna yang lebih gelap diatas *light amber* digunakan untuk industri (Winarno, 1981).

2.3.3 Aroma

Madu memiliki aroma khas yang disebabkan oleh adanya zat yang volatil di dalam madu. Sumber aroma yang dihasilkan oleh madu berasal dari sel kelenjar bunga yang tercampur pada nektar dan juga adanya proses fermentasi dari gula, asam amino, vitamin selama proses pematangan madu. Kandungan senyawa yang dapat menghasilkan aroma pada madu adalah adanya zat aromatik. Zat aromatik pada madu antara lain minyak esensial, asetaldehid, formaldehid, aseton, propionaldehid, metil etil keton, asam benzoat, etanol, propanol, butanol, isobutanol, pentanol, dan benzil alkohol. Aroma pada madu akan berubah-ubah tergantung dari senyawa yang menguap. Penyimpanan madu harus ditempatkan pada wadah yang tepat, karena dengan penyimpanan yang baik dan benar akan diperoleh hasil madu yang beraroma khas (Suranto, 2007).

2.3.4 Sifat Higroskopis

Sifat higroskopis madu adalah mudah menyerap air disekitarnya sehingga mencapai kesetimbangan. Madu bertambah encer dan menyerap kelembaban disekitarnya. Madu memiliki sifat higroskopis karena termasuk larutan gula yang lewat jenuh. Kelembaban relatif udara (RH) sangat berpengaruh pada kadar air. Madu di Indonesia memiliki nilai RH 60-90% sehingga madu di Indonesia akan semakin banyak menyerap air dan bertambah encer juga mudah terfermentasi (Suranto, 2007).

2.3.5 Tekanan Osmosis

Madu merupakan larutan gula yang lewat jenuh sehingga disebut sebagai medium hiperosmotik. Kandungan padatan madu yang terdiri dari campuran glukosa dan fruktosa sebanyak 84%. Jika terdapat organisme bersel satu masuk ke dalam medium hiperosmotik, maka organisme tersebut akan mati. Hal ini dikarenakan organisme bersel satu kehilangan cairan tubuh yang diakibatkan oleh

adanya perbedaan tekanan osmosis yang besar. Interaksi yang terjadi diantara molekul-molekul gula dengan molekul air dapat menyebabkan kurangnya ketersediaan air untuk organisme bersel satu. Nilai tekanan osmosis pada madu yaitu lebih besar dari 2000 miliosmols (Suranto, 2007).

2.3.6 Suhu

Madu memiliki sifat yang lambat untuk menyerap suhu pada lingkungan. Faktor yang mempengaruhi adalah derajat kristalinitas dan komposisi dari madu. Madu memiliki sifat yang mudah menghantarkan panas sehingga madu mudah *overheating* (kelebihan panas). Selain itu, madu memiliki kekentalan yang tinggi sehingga dalam proses pemanasan dan pengadukan madu harus dilakukan secara hati-hati (Suranto, 2007).

2.3.7 Rasa

Madu memiliki rasa manis dan agak asam. Rasa pada madu disebabkan oleh adanya kandungan karbohidrat, asam organik, dan jenis nektar. Rasa madu tergantung dari jumlah atau rasio karbohidrat yang bersumber dari asal nektar. Rasa madu dapat berubah-ubah bergantung pada perlakuan penyimpanan madu. Apabila madu disimpan dalam suhu tinggi akan memiliki rasa yang masam. Madu sebaiknya terhindar dari udara, pemanasan tinggi, dan harus ditutup rapat (Suranto, 2007).

2.3.8 Kekentalan dan Kepadatan

Madu yang baru diekstrak berwujud cairan kental. Kekentalan madu bergantung pada kandungan air dan komposisi madu lainnya. Kekentalan madu akan menurun seiring meningkatnya suhu, begitu juga sebaliknya. Kepadatan madu akan mengikuti gaya gravitasi sesuai berat jenis madu. Bagian madu yang memiliki densitas rendah (kadar air yang tinggi) akan berada di atas bagian madu yang kental dan lebih padat. Madu yang disimpan akan terlihat seperti memiliki dua lapisan (Suranto, 2007).

2.3.9 Tegangan Permukaan

Madu sering digunakan sebagai bahan campuran untuk kosmetik. Hal ini karena madu memiliki tegangan permukaan yang rendah. Tegangan permukaan madu bergantung pada sumber nektarnya. Madu yang memiliki tegangan permukaan rendah, didukung dengan sifat kekentalan tinggi maka mencirikan madu dapat membentuk busa (Suranto, 2007).

2.3.10 Sifat Mengkristal (Granulasi)

Madu mudah mengkristal jika disimpan pada suhu kamar. Pengkristalan madu diakibatkan oleh pembentukan kristal glukosa madu yang dipengaruhi oleh komposisi dan kondisi penyimpanan madu. Madu yang memiliki kadar air rendah, maka kadar glukosa dalam madu tinggi yang menyebabkan mudah membentuk kristal. Molekul gula yang kehilangan air sehingga gula menjadi monohidrat dan terbentuk kristal dengan struktur yang rapih dan teratur (Suranto, 2007).

Proses pengkristalan terjadi secara alami. Jika glukosa mengalami kristalisasi, maka yang tersisa dalam madu adalah fruktosa dan air. Kandungan air yang banyak menyebabkan madu mudah terfermentasi. Kristalisasi dipengaruhi oleh asal nektar. Laju pertumbuhan kristal dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Kadar glukosa terhadap fruktosa,
- b. Kadar air,
- c. Suhu, dan
- d. Senyawa lain yang dapat merangsang pembentukan kristal.

Madu yang disimpan pada suhu 27°C tidak akan terjadi granulasi, sedangkan pada suhu 35°C madu yang mengkristal akan menjadi cair kembali (Winarno, 1981).

Proses pengkristalan madu dapat dipercepat dengan menambahkan bibit kristal pada madu. Cara yang dilakukan adalah mencampur 20% madu yang memiliki kristal halus, diaduk rata, dan disimpan pada suhu 14°C. Madu akan mengental setelah penyimpanan 5 hari dengan tekstur yang baik. Proses pemanasan untuk mencegah madu menjadi kristal merupakan cara yang tidak baik karena warna madu menjadi sangat coklat dan komponen-komponen tertentu akan

hilang. Proses penyimpanan akan mempengaruhi kualitas dari madu. Suhu yang baik untuk penyimpanan madu yaitu 36-38°C dengan kelembaban 75-78%. Madu tersebut dapat bertahan selama 2-4 minggu tanpa mengurangi kualitas madu (Winarno, 1981).

2.4 Komposisi Madu

Madu memiliki kandungan senyawa yang kompleks yang saat ini sudah diketahui tidak kurang dari 181 macam senyawa yang ada di dalam madu (Adriana *et al.*, 2011). Komposisi madu yang umum adalah gula yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Fruktosa dan glukosa dalam madu sebanyak 85%-90%. Kadar gula pada madu dipengaruhi oleh kadar air. Madu yang memiliki kadar air rendah, maka madu tersebut memiliki kadar gula yang tinggi (Suarez *et al.*, 2010). Gula atau karbohidrat terdiri atas unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan kadang juga ada nitrogen (N). Glukosa dan fruktosa merupakan karbohidrat golongan heksosa. Glukosa dan fruktosa memiliki rumus molekul $C_6H_{12}O_6$. Madu mengandung mineral seperti magnesium, kalium, natrium, klorin, sulfur, besi, dan fosfat. Madu juga mengandung beberapa vitamin yaitu vitamin B1 (*thiamin*), vitamin B2 (*riboflavin*), vitamin B6 (*piridoksin*), vitamin B3, vitamin C (asam askorbat), vitamin K, asam folat, biotin serta mengandung beberapa tembaga misalnya yodium dan seng dalam jumlah kecil (Sarwono, 2001).

Komposisi lainnya dalam madu yaitu enzim yang meliputi enzim *diastase*, enzim *invertase*, glukosa *oksidase*, *peroksidase*, dan *lipase*. Madu juga memiliki kandungan zat sebagai antibakteri dan antibiotik. Komposisi gula pada madu mencapai 80% asam utama yang ada dalam madu yaitu asam glutamat. Kandungan kalori pada madu sebesar 3.280 kal/kg. Nilai 1 kalori pada madu setara dengan 5,7 liter susu, 50 butir telur ayam, 1,68 daging, 40 buah jeruk. Selain itu, kandungan asam dalam madu antara lain asam asetat, asam format, asam butirat, asam suksinat, malat, sitrat, dan piruvat (Suranto, 2007). Komposisi madu secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi madu menurut beberapa pustaka

Komposisi	1	2	3	4	5
Kadar air (%)	17.20	20.00	23.00	17.20	17.10
Fruktosa (%)	38.20	-	-	-	38.50
Dekstrosa (%)	31.30	-	-	-	31.00
Sukrosa (%)	1.30	-	-	-	1.50
Maltosa (%)	7.30	-	-	-	7.20
Oligosakarida (%)	1.50	-	-	-	-
Karbohidrat (%)	79.60	79.50	76.00	83.0	82.40
Asam Bebas (%)	0.43	-	-	-	-
Glukonolaktone (%)	0.14	-	-	-	-
Total Asam (%)	0.57	-	-	-	0.57
Nitrogen (%)	0.04	0.30	0.30	0.30	0.04
pH	3.90	-	-	-	3.90
Nilai Diastase	20.80	-	-	-	-
Kadar Abu (%)	0.17	0.22	-	0.20	-
Fosfor (mg)	-	16.00	-	6.00	1.90-6.30
Besi (mg)	-	0.90	0.40	0.50	0.06-1.50
Natrium (mg)	-	-	-	5.00	0-7.60
Kalsium (mg)	-	5.00	5.00	5.00	4.4-9.20
Kalium (mg)	-	-	-	51.00	13.2-168
Vitamin A (mg)	-	0.00	Trace	0.00	-
Vitamin C (mg)	-	4.00	-	0.00	2.2-2.40
Thiamin (mg)	-	-	0.05	Trace	<0006
Riboflavin (mg)	-	-	0.02	0.04	<0.06
Niacin (mg)	-	-	Trace	0.30	<0.36

1. White *et al.*, (1994), 2. Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1980), 3. Suharjo (2010), 4. Sukartiko (1986), 5. The National Honey Board (2001). (-) Tidak ada data.
Sumber: Komara (2002).

2.5 Kualitas Madu

Kualitas madu merupakan aspek penting bagi konsumen madu. Aspek madu yang pertama diperhatikan adalah kemurnian madu, kebersihan dari madu, dan lain-lain. Kualitas madu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain, kadar air, warna, rasa madu. Pengendalian kualitas atau mutu madu sangat penting khususnya untuk usaha ekspor madu keluar negeri. Pengendalian mutu madu disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan untuk proses ekspor keluar negeri. Madu yang sering dikonsumsi konsumen berupa madu cair dan juga madu yang memiliki warna terang. Proses pengendalian warna biasa dilakukan dengan “*blending*” atau pencampuran dari berbagai madu. Pemasaran dan pemroduksian madu yang dipilih adalah jenis madu poliflora karena untuk jenis madu monoflora sulit didapatkan dalam jumlah banyak (Winarno, 1981).

Faktor yang mempengaruhi kualitas madu antara lain waktu pemanenan madu, kadar air, warna, rasa dan aroma madu. Pemanenan harus dilakukan saat yang tepat ketika madu sudah matang. Kadar air yang baik pada madu berkisar 17-21%. Madu di Indonesia umumnya memiliki kadar air tinggi dan pada suhu yang relatif tinggi sehingga menyebabkan madu semakin encer dan mudah terfermentasi. Madu dengan keadaan tersebut memiliki kualitas yang rendah (Sihombing, 1997).

Warna madu cenderung mengikuti tanaman penghasil nektar misalnya madu yang berasal dari tanaman apel akan berwarna kuning terang, madu yang berasal dari tanaman lime akan berwarna hijau terang, madu dari tanaman *lime* akan berwarna hijau terang, dan madu dari tanaman lobak akan memiliki warna putih seperti air. Madu yang telah disimpan dalam waktu yang lama juga akan mengalami perubahan warna yaitu warna madu menjadi lebih gelap (tua) (Jarvis, 2002). Rasa pada madu ditentukan oleh zat yang terkandung di dalam madu antara lain, glukosa, gula, asam glukonat dan prolin (Suranto, 2007).

Kualitas madu di Indonesia sudah ditetapkan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-3545-1994 yang merupakan kriteria mutu madu yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) dan hasil revisi dari SNI tahun 2004. Syarat mutu madu dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Syarat Mutu Madu

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktivitas enzim diastase	DN	min. 3
2	Hidroksimetilfurfural	mg/kg	maks. 40
3	Air	%	maks.22
4	Gula reduksi (dihitung sebagai glukosa)	%, b/b	min. 60
5	Sukrosa	%, b/b	maks. 10
6	Keasaman	meq/kg	maks. 40
7	Padatan yang tak larut dalam air	%, b/b	maks. 0,5
8	Abu	%, b/b	maks. 0,5
	Cemaran logam		
9	- Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 1,0
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 5,0
10	Cemaran Arsen	mg/kg	maks. 0,5

Sumber: BSN (2004).

Persyaratan kualitas madu di beberapa negara memiliki perbedaan. Syarat kualitas madu di Jerman Timur antara lain:

1. Kadar air (maksimal 22%)
 2. *Hidroxy methylfurfural*/HMF (maksimal 30 mg/kg)
 3. Aktivitas diastase (minimal 5)
 4. Kadar sukrosa (maksimal 5)
 5. Derajat keasaman (maksimal 40 mg asam/1000 gram)
- (Winarno, 1981).

Persyaratan kualitas madu secara internasional terdapat dalam *European Directive Honey* dan *Codex Alimentarius* Standar yang ada ada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Standar kualitas madu berdasarkan CL 1998/12-S dari *Codex Alimentarius* dan 96/0114 (CNS) dari EU

Kriteria Kualitas	Codex draft	EU draft
Kadar air		
Umum	≤ 21 g/100 g	≤ 21 g/100 g
Madu Semanggi	≤ 23 g/100 g	≤ 23 g/100 g
Madu Industri	≤ 25 g/100 g	≤ 25 g/100 g
Gula Pereduksi	≥ 65 g/100 g	≥ 65 g/100 g
Madu buah atau campuran antara madu buah dan madu bunga	≥ 45 g/100 g	≥ 60 g/100 g
<i>Xanthorrhoea pr.</i>	≥ 53 g/100 g	≥ 53 g/100 g
Kandungan Sukrosa		
<i>Robinia, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Citrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphia luc. Banksia menz. Rosemarinus</i>	≤ 10 g/100 g	≤ 10 g/100 g
<i>Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia gr., Xanthorrhoea pr. madu buah atau campuran antara madu buah dan madu bunga</i>	≤ 15 g/100 g	-
Jenis madu yang tidak disebutkan di atas	≤ 5 g/100 g	
Kandungan Padatan tak Larut Air		
umum	≤ 0,1 g/100 g	≤ 0,1 g/100 g
<i>Pressed honey</i>	≤ 0,5 g/100 g	≤ 0,5 g/100 g
Kadar Abu		
umum	≤ 0,6 g/100 g	≤ 0,6 g/100 g
madu buah atau campuran antara madu buah dan madu bunga atau madu chesnut	≤ 1,2 g/100 g	≤ 1,2 g/100 g
Keasaman	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg
Aktivitas Diastase		
Setelah pencampuran dan pemrosesan (<i>Codex</i>)	≥ 8	≥ 8
Secara umum (EU)	≥ 3	≥ 3
Kandungan 5-(Hidroksimetil)furan-2-karbaldehida(HMF)		
Setelah pencampuran dan pemrosesan	≤ 40 mg/kg*	≤ 40 mg/kg*
	≤ 80 mg/kg**	≤ 80 mg/kg**

(*) untuk madu yang berasal dari daerah beriklim subtropis, dan (**) untuk madu yang berasal dari daerah beriklim tropis (*International Honey Commission*, 2002)

Sumber: Bogdanov (2009).

2.5.1 Keasaman

Madu memiliki pH asam sekitar 3,2-4,5 yang nilai pH nya hampir mendekati nilai pH dari cuka. Madu memiliki rasa manis karena lebih dominan pada kandungan gulanya sehingga dengan nilai pH yang rendah tidak akan berubah rasa menjadi kecut seperti cuka (Achmadi, 1991). Nilai pH pada dipengaruhi oleh kandungan asam organik dan asam anorganik. Asam organik dalam madu terdapat banyak, namun yang paling dominan adalah asam glukonat. Asam glukonat merupakan asam yang diperoleh dari hasil perombakan glukosa oleh enzim. Asam organik lainnya adalah asam asetat, format, butirrat, glukonat, laktat, malat, maleat, oksalat, sitrat, suksinat, glukosa-6-fosfat, 3-fosfoglisarat, piruvat (Suarez *et al.*, 2010). Asam organik pada madu merupakan asam lemah, sehingga asam organik yang berpengaruh pada madu adalah asam organik yang terbentuk dari mineral-mineral yang terdapat dalam madu (Sihombing, 2005).

Nilai keasaman madu dapat diukur menggunakan alat pH meter. pH meter merupakan alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH suatu larutan atau analit. Prinsip kerja pada pH meter didasarkan pada pengukuran potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan didalam elektroda gelas dengan larutan diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen dan ion hidrogen tersebut akan terdeteksi pada elektroda gelas. pH meter mengukur nilai tegangan yang terjadi bukan nilai arus (Shevla, 1985).

Nilai keasaman pada madu menggunakan metode titrimetri dapat dihitung menggunakan rumus 2.1.

$$\text{Asam bebas (meq/kg)} = \frac{a \times b}{c} \times 1000 \quad (2.1)$$

dimana:

a: volume NaOH 0,1 N yang digunakan dalam titrasi (mL)

b: normalitas NaOH 0,1 N

c: bobot contoh (gram)

(Bogdanov, 2009).

2.5.2 Kadar Abu

Kadar abu dalam madu dipengaruhi oleh mineral-mineral yang ada dalam madu. Menurut SNI kadar abu dalam madu maksimal 0,50% b/b. Mineral-mineral dalam madu umumnya berasal dari tanah dimana bunga tumbuh. Kadar mineral dalam setiap madu tidak sama karena dipengaruhi oleh jenis tanah yang ditumbuhi oleh bunga. Kandungan mineral madu berupa 18 unsur mineral esensial dan 19 unsur nonesensial (Sihombing, 1997). Mineral yang terkandung dalam madu antara lain kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg), fosfor (P), klor (Cl), besi (Fe), belerang (S), serta iodium (I). Keaslian madu dapat ditentukan dengan rasio antara kalium dan natrium yaitu 4:1. Madu palsu atau tiruan merupakan madu yang telah dicampuri dengan gula tambahan. Madu tiruan memiliki kadar fruktosa yang tinggi yang memiliki perbandingan kadar natrium dengan kalium sebesar 0,05:1 sampai 0,1:1 (Winarno, 1981).

Menurut Bogdanov (2009), kadar abu pada madu dapat ditentukan dengan metode gravimetri. Kadar abu dihitung menggunakan rumus 2.2.

$$W_A = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100 \quad (2.2)$$

dimana:

W_A : kadar abu (g/100g)

m_0 : berat sampel madu (g)

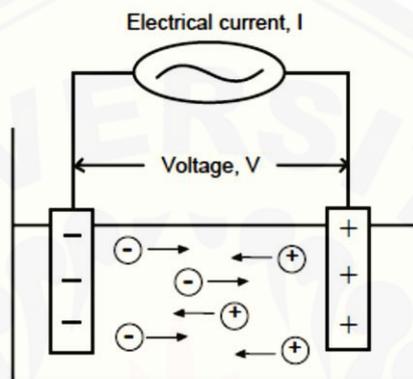
m_1 : berat cawan + abu (g)

m_2 : berat cawan (g)

2.5.3 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik merupakan salah satu parameter penentu kualitas madu. Metode penentuan konduktivitas listrik mudah, cepat, dan tidak membutuhkan instrumen yang mahal (Sholikhah, 2007). Konduktivitas listrik pada madu sebanding dengan kadar abu. Semakin tinggi kadar abu, maka semakin tinggi pula nilai konduktivitas listriknya. Konduktivitas listrik ditentukan oleh ion-ion yang ada dalam larutan. Kadar abu berhubungan dengan konduktivitas listrik karena kadar abu menunjukkan jumlah ion anorganik pada madu.

Konduktivitas listrik pada madu menurut standar IHC yaitu maksimal 0,8 mS/cm (Bogdanov dalam Antary *et al.* 2013). Konduktivitas dapat dihitung melalui alternatif arus listrik pada dua elektroda yang dicelupkan ke dalam larutan dan pengukuran akan menghasilkan suatu tegangan. Selama proses, kation akan migrasi ke elektroda negatif, anion akan akan ke elektroda positif dan larutan bertindak sebagai penghantar listrik (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Migrasi ion dalam larutan (Sumber: Cedex, 2004).

Konduktometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas listrik suatu larutan. Konduktivitas listrik bergantung pada jenis dan adanya ion dalam larutan. Ion yang berada dalam larutan jika mudah bergerak akan memiliki nilai konduktivitas listrik yang besar. Konduktivitas listrik atau konduktivitas memiliki satuan siemens per cm (mS/cm). Elektroda pada konduktometer jika dimasukkan dalam larutan yang mengandung ion-ion maka arus listrik akan mengalir pada elektroda tersebut apabila terdapat beda tegangan listrik antara elektroda yang dimasukkan. Arus mengalir dari katoda ke anoda (dari negatif ke positif). Ion-ion dalam larutan berperan sebagai pembawa arus. Setiap elektroda memiliki faktor tersendiri untuk perhitungan nilai konduktivitas yang disebut konstanta sel (K) (Basset, 1994). Nilai konduktivitas listrik pada madu dapat dihitung menggunakan hasil data yang diperoleh dari pengukuran nilai konduktivitas dengan konduktometer.

2.5.4 Gula Pereduksi

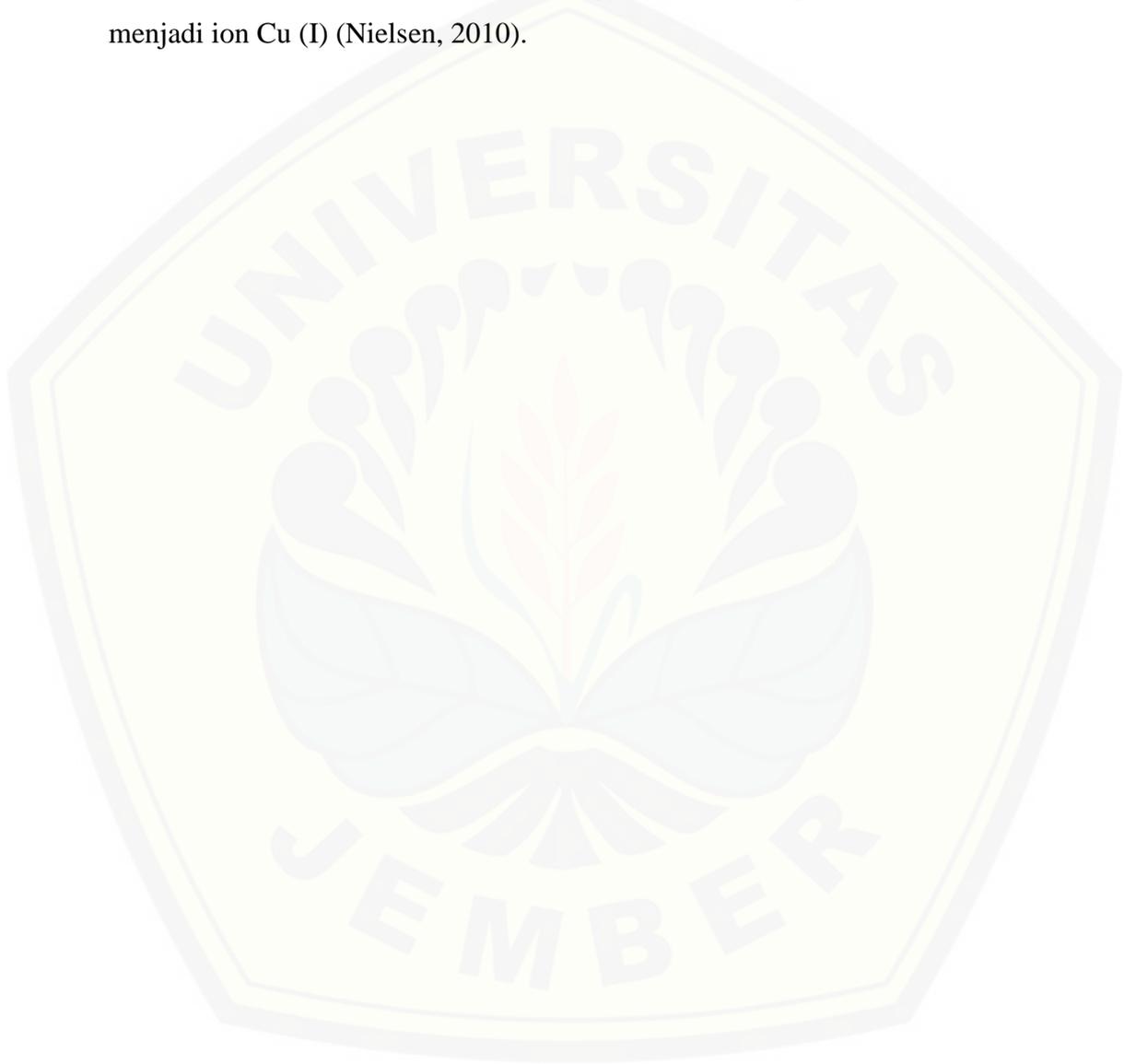
Madu mengandung sebagian besar karbohidrat. Komponen karbohidrat paling banyak yang terdapat dalam madu adalah fruktosa dan glukosa. Fruktosa dan glukosa mencakup 85% - 90% dari karbohidrat dalam madu dan kandungan karbohidrat golongan oligosakarida dan polisakarida yang sedikit. Kadar gula pada madu dipengaruhi oleh kadar air. Semakin besar nilai kadar airnya maka semakin sedikit kadar gula dalam madu (Suarez *et al.*, 2010).

Karbohidrat dalam madu menentukan sifat fisik dari madu, misalnya sifat higroskopis madu yang disebabkan madu merupakan larutan jenuh gula. Fruktosa berperan dalam sifat higroskopis madu, karena fruktosa memiliki sifat yang mudah larut dibandingkan dengan glukosa. Kandungan glukosa dapat menentukan lama dan bentuk kristal pada madu (Sihombing, 2005). Madu mengandung gula pereduksi yang dapat menyebabkan perubahan jika disimpan dalam jangka waktu yang lama. Kandungan glukosa dan fruktosa akan turun jika disimpan dalam waktu yang lama, sedangkan kandungan maltosa akan meningkat. Peningkatan kandungan karbohidrat golongan disakarida pereduksi (maltosa) diakibatkan oleh adanya penggabungan monosakarida pereduksi (glukosa dan fruktosa) (White, 1979).

Gula pereduksi merupakan salah satu parameter penentu kualitas madu. Kandungan gula pereduksi total pada madu minimal 60%. Jenis gula pereduksi pada madu tidak hanya glukosa dan fruktosa, tetapi juga terdapat dekstrin dan maltosa (Purbaya, 2002). Gula atau karbohidrat terdiri atas unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat sederhana dari golongan heksosa misalnya fruktosa, glukosa, galaktosa, dan sebagainya. Glukosa dan fruktosa memiliki rumus molekul $C_6H_{12}O_6$, tetapi masing-masing dibedakan dengan posisi gugus hidroksil (-OH) (Sihombing, 2005).

Penentuan gula pereduksi dapat menggunakan beberapa metode antara lain metode osmometri, refraktometri, metode Luff-Schoorl, Seliwanoff, Nelson-Somogyi, dan lain-lain. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode Nelson-Somogyi. Metode ini menentukan kadar gula pereduksi total dan tidak dapat menentukan kadar gula pereduksi secara individual. Metode Nelson-

Somogyi menggunakan reagen Nelson dan Arsenomolibdat. Prinsip dari metode Nelson-Somogyi adalah oksidasi reduksi. Gula pereduksi adalah gula yang memiliki gugus aldehida (aldosa) yang dapat memberikan elektron (sebagai agen pereduksi) ke agen pengoksidasi. Oksidasi gugus aldehida akan menghasilkan asam karboksilat. Metode Nelson-Somogyi berdasarkan pada reduksi ion Cu (II) menjadi ion Cu (I) (Nielsen, 2010).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik, Laboratorium Kimia Analitik, dan Laboratorium Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada bulan Januari sampai Maret.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

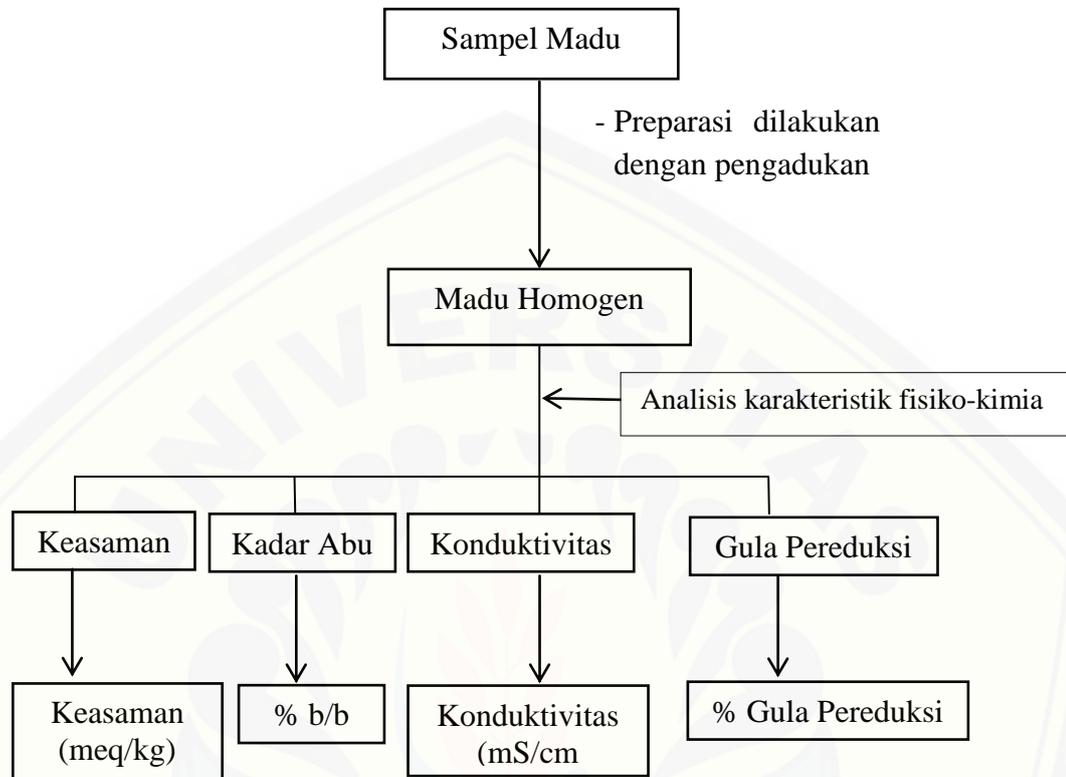
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, labu ukur, pipet volume, pipet mohr, pipet tetes, *ball pipet*, erlenmeyer, corong gelas, gelas arloji, batang pengaduk, satu set konduktometer, satu set pH meter, *waterbath*, cawan porselin, *furnace*, desikator, *hot plate*, neraca analitik, pengaduk magnetik, oven, spektrofotometer *visible*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel madu randu, madu mangga, madu kaliandra, madu kopi, madu kelengkeng, indikator *phenolphthalein* (PP), kalium klorida (KCl), akuades, akuademin, asam oksalat dihidrat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3), garam Rochelle, natrium bikarbonat (NaHCO_3), natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4), tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), asam sulfat (H_2SO_4), amonium heptamolibdat, $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, glukosa anhidrat.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



3.3.2 Langkah Kerja

a. Penentuan Nilai Konduktivitas Listrik Madu

1. Pembuatan Larutan KCl 0,01 M

Padatan KCl sebanyak 0,0745 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL dan ditambahkan akuades secukupnya. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan dengan akuades sampai tanda batas.

2. Penentuan nilai konduktivitas listrik madu (Bogdanov, 2009)

Konduktivitas listrik digunakan untuk menentukan kandungan ion-ion yang terdapat pada madu. Masing-masing sampel madu kering (*anhydrous honey*) dan madu (*hydrous honey*) ditimbang sebanyak 20,0 gram dimasukkan dalam gelas kimia 50 mL dan dilarutkan dengan akuades secukupnya sampai larut. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Larutan madu diambil sebanyak 40 mL, diletakkan dalam gelas kimia. Sel elektroda dibilas dengan akuades, kemudian dicelupkan dalam sampel uji sampai konduktometer memiliki angka pembacaan yang tetap. Hasil yang diperoleh dicatat dan diulangi sebanyak tiga kali.

b. Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu pada madu meliputi persiapan cawan, persiapan sampel dan penentuan kadar abu. Persiapan cawan porselin dilakukan dengan cara menimbang cawan porselin sampai diperoleh berat konstan (m_2). Sampel madu masing-masing ditimbang sebanyak 5 gram (m_0) dan diletakkan dalam cawan porselin. Sampel madu dipijarkan di atas bunsen sampai tidak berasap. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 600°C selama lima jam sampai diperoleh abu berwarna putih. Sampel kemudian didinginkan dalam suhu kamar dan ditimbang (m_1). Penentuan kadar abu dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2.2 dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

c. Penentuan pH dan Keasaman

1. Pembuatan Larutan NaOH 0,1 M

Padatan NaOH sebanyak 0,4 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL dan ditambahkan akuades secukupnya. Larutan dipindahkan secara kuantitatif dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan dengan akuades sampai tanda batas.

2. Standardisasi Larutan NaOH 0,1 M

Asam oksalat ditimbang sebanyak 1,26 gram dan diletakkan dalam gelas kimia 50 mL kemudian ditambahkan dengan akuades secukupnya sampai larut. Larutan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan dengan akuades sampai tanda batas. Larutan asam oksalat diambil sebanyak 10 mL, dimasukkan dalam erlenmeyer 50 mL dan ditambahkan dengan indikator PP 1% sebanyak 2 tetes dengan pipet tetes. Larutan dititrasi dengan larutan NaOH yang akan distandardisasi sedikit demi sedikit sampai titik akhir titrasi yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari larutan yang tidak berwarna sampai berubah menjadi warna merah muda. Volume larutan NaOH yang dibutuhkan saat titrasi dicatat untuk menentukan konsentrasi sebenarnya NaOH dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (triplo).

3. Penentuan pH dan Keasaman (Bogdanov, 2009)

Keasaman madu diperoleh dengan cara sampel madu masing-masing ditimbang sebanyak 10 gram, dimasukkan dalam gelas erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan dengan 75 mL akuademin. Larutan madu kemudian diaduk dengan pengaduk magnetik, elektroda pH meter yang sudah dikalibrasi dengan pH 4, 7, dan 9 dimasukkan kemudian dicatat nilai pH. Larutan madu kemudian ditambahkan dengan indikator PP sebanyak 4 tetes dan dititrasi dengan larutan NaOH yang sudah distandardisasi. Proses titrasi dihentikan ketika pH mencapai 8,3 dan terjadi perubahan warna. Volume larutan NaOH yang dibutuhkan dicatat dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (triplo). Nilai keasaman madu dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2.1.

d. Penentuan Gula Reduksi Menggunakan Metode Nelson-Somogyi ((Sudarmadji *et al.*, 1984)

1. Pembuatan Larutan

a) Reagen Nelson

Reagen Nelson A: 1,25 g natrium karbonat, 1,25 g garam Rochelle, 1 g natrium bikarbonat, dan 10 g natrium sulfat anhidrat dilarutkan dalam 35 mL akuades dan diencerkan sampai 50 mL. Reagen Nelson B: 7,5 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 50 mL akuades dan ditambahkan 1 tetes asam sulfat pekat. Reagen Nelson dibuat dengan pencampuran 25 mL reagen Nelson A dan 1 mL reagen Nelson B.

b) Reagen Arsenomolibdat

Ditimbang sebanyak 2,5 g amonium molibdat dalam 45 mL akuades dan ditambahkan dengan 2,5 mL asam sulfat pekat. Pada gelas kimia lainnya ditimbang 0,3 g $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 2,5 mL akuades, kemudian larutan ditambahkan pada gelas kimia pertama. Larutan yang telah dicampurkan kemudian disimpan dalam botol berwarna cokelat dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Glukosa Standar

Larutan glukosa dengan konsentrasi 6 mg/100 mL dibuat dengan mengencerkan larutan induk glukosa 10% W/V . Larutan induk glukosa 10% dipipet sebanyak 15 mL dan diencerkan ke dalam labu ukur 25 mL. Larutan dengan konsentrasi 6 mg/100 mL dipipet sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan dengan reagen Nelson sebanyak 1 mL kemudian ditutup dengan aluminium foil. Tabung dipanaskan dalam penangas air mendidih selama 20 menit kemudian diangkat dan didinginkan sampai suhu tabung 25°C . Setelah dingin, larutan dalam tabung ditambahkan dengan 1 mL reagen Arsenomolibdat, dikocok sampai semua endapan Cu_2O larut sempurna, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 7 mL dan dikocok sampai homogen.

Serapan panjang gelombang diukur pada 600-800 nm dengan menggunakan blanko akuades.

3. Pembuatan Kurva Standar Glukosa Anhidrat

Larutan induk glukosa dibuat dengan konsentrasi 10% W/V . Glukosa standar ditimbang sebanyak 10 mg dan dilarutkan dengan akuades 100 mL. Larutan glukosa standar dibuat pada konsentrasi 2-8 mg/100 mL. Larutan dengan konsentrasi 2 mg/100 mL dibuat dengan mengambil larutan induk sebanyak 20 mL dan dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 100 mL, larutan standar glukosa konsentrasi 3-8 mg/100 mL dilakukan hal yang sama dengan pembuatan larutan standar glukosa 2 mg/100 mL dengan pengenceran larutan induk. Larutan glukosa standar masing-masing dimasukkan dalam tabung reaksi sebanyak 1 mL dan satu tabung diisi dengan 1 mL akuades sebagai blanko. Masing-masing tabung ditambahkan dengan 1 mL reagen Nelson dan ditutup dengan aluminium foil kemudian dipanaskan dalam penangas air mendidih selama 20 menit. Tabung kemudian diangkat dan didinginkan sampai suhu tabung 25°C. Setelah dingin, larutan dalam tabung ditambahkan dengan 1 mL reagen Arsenomolibdat, dikocok sampai semuanya endapan Cu_2O larut sempurna, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 7 mL dan dikocok sampai homogen. Masing-masing larutan diambil sebanyak 3 mL dan diletakkan ke dalam kuvet. Pengukuran absorbansi dilakukan pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 746 nm. Kurva standar yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi glukosa dengan absorbansi dibuat dengan menggunakan rumus $y = a+bx$, dimana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi.

4. Preparasi Sampel

Sampel madu masing-masing ditimbang kira-kira sebanyak 0,8 gram dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 10 mL. Larutan dipindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 mL. Sampel ditambahkan 4 mL zink asetat 30% dan dikocok (sambil ditambahkan $(NH_4)_2HPO_4$ 1% tetes demi tetes sampai endapan putih muncul). Langkah selanjutnya, ditambahkan $(NH_4)_2HPO_4$ 1%

2. Linieritas

Linieritas dapat diperoleh dari kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara memplotkan atau membuat grafik antara sumbu x dan sumbu y. Respon linier yang ditunjukkan melalui persamaan garis sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Dimana, a merupakan perpotongan terhadap sumbu y (intersep) dan b adalah kemiringan kurva kalibrasi.

3. Keterulangan

Analisis yang dilakukan masing-masing diulangi sebanyak tiga kali. Perhitungan hubungan antara nilai konduktivitas listrik dengan kadar abu menggunakan rata-rata dari masing-masing sampel yang digunakan. Parameter perhitungan meliputi, nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi dari masing-masing perlakuan (Kropf *et al.*, 2008). Koefisien variasi dan standar deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kv = \left[\frac{SD}{\bar{x}} \right] \times 100\% \quad (3.1)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

dimana:

SD: standar deviasi

x: potensial yang dihasilkan

\bar{x} : potensial rata-rata sampel

n: jumlah pengulangan

Kv: koefisien variasi

(Harmita, 2004).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Kadar gula pereduksi madu mangga> madu kaliandra> madu kelengkeng> madu kopi> madu randu. Konduktivitas listrik madu kaliandra> madu randu> madu kopi> madu mangga> madu kelengkeng. Kadar abu madu madu kaliandra> madu randu> madu kopi> madu mangga> madu kelengkeng. Keasaman madu kopi> madu randu> madu kaliandra> madu kelengkeng> mangga.
2. Hubungan antara konduktivitas listrik dengan kadar abu memiliki hubungan yang linier dengan nilai korelasi $k=1,5819w + 0,0959$ dan R^2 sebesar 0,9455, selain itu urutan jenis madu dari yang tertinggi sampai terendah untuk konduktivitas listrik dan kadar abu memiliki urutan yang sama. Hubungan antara konduktivitas listrik dengan keasaman dan konduktivitas listrik dengan gula pereduksi tidak memiliki hubungan yang linier, hal ini dikarenakan urutan jenis madu tidak memiliki urutan yang sama.

2.2 Saran

Berdasarkan penelitian mengenai korelasi antara konduktivitas listrik dengan kadar abu dan keasaman terhadap karakteristik berbagai jenis madu lokal, maka disarankan agar dilakukan penelitian tentang pengaruh kondisi geografis dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisiko-kimia berbagai jenis madu lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Accorti, M., M.G. Piazza, dan L.P. Oddo. 1986. Electrical Conductivity and Ash in Honeys. *Apicolt. Mod.* 77165–167.
- Achmadi, S. 1991. *Analisis Kimia Produk Lebah Madu dan Pelatihan Staf Laboratorium Pusat Perlebahan Nasional Parung Panjang*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam IPB.
- Adriana, C. dan Purcarea C. 2011. The Effect of Thermal Treatment on Fresh Monofloral Honey Types From Bihar Country University of Oradea. *Skripsi*. Oradea: Faculty of Environment Protection.
- Antary, P., K. Ratnayani., dan A.A.I.A.M. Laksmiwati. 2013. Nilai Daya Hantar Listrik, Kadar Abu, Natrium dan Kalium pada Madu Bermerk di Pasaran Dibandingkan dengan Madu Alami (Lokal). *Jurnal Kimia*. 7 (12): 172-180.
- Basset, J, et al. 1994. *Buku Ajar Vogel: Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.
- Bogdanov. 2009. *Harmonised Methods of the International Honey Commission*. Bee Product Science.
- Bogdanov, S., Martin, P. dan Lullman, C. 2011. *Honey as Nutrient and Food Function Food*. Bee Product Science.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1994. SNI 01-3545-1994. *Madu*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2004. SNI 01-3545-2004. *Madu*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Cedex, Villeurbanne. 2004. *Conductivity Theory and Practice*. France: Radiometer Analytical SAS.
- Chasanah, N. 2001. Kadar Dekstrosa, Levulosa, Maltosa, Serta Sukrosa Madu Segar dan Madu Bubuk dengan Bahan Pengisi Campuran Gum Arab dan Dekstrin. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

- Conti, M.E. 2000. Lazio Region (Central Italy) Honeys: A Survey of Mineral Content and Typical Quality Parameters. *J. Food Contr.* 11: 459–463.
- Crane, E. 1979. *Honey: A Comprehensive Survey*. London: Heinemann.
- Downey, K. Hussey, J.D. Kelly, T.F. Walshe, P.G. Martin. 2005. Preliminary Contribution to the Characterisation of Artisanal Honey Produced on the Island of Ireland by Palynological and Physico-Chemical Data. *Food Chem.* 91:347–354.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian.* 1 (3): 121-123.
- Hikmawati, Alfian N., Hasnah N. 2011. Mikro Mineral Essensial (Co, Ni Dan V) Serta Sifat Bio-Fisika Kimia Pada Madu Asal Mallawa, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmiah.* 1: 5.
- Jarvis M.D. 2002. *Khasiat Sari Apel dan Madu*. Cetakan Pertama. Jakarta : Penerbit Prestasi Pustaka.
- Karaman, T., Buyukunal, S.K., Vurali, A., dan Altunatmaz, S.S. 2010. Physicochemical Properties in Honey from Different Regions of Turkey. *Food Chem.*123: 41–44.
- Komara, S. 2002. *Kajian Aktivitas dan Identifikasi Kelas Senyawa Antibakteri 5 Jenis Madu Indonesia*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Kropf, U., J. Mojca, J. Bertoncej, dan T. Golob. 2008. Linier Regression Model of the Ash Mass Fraction and Electrical Conductivity for Slovenian Honey. *Food Techno. Biotechno.* 46 (3): 335-340.
- Kucuk, M., Kolayli, S., Karaoglu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., dan Candan, F. 2007. Biological Activities and Chemical Composition of Three Honeys of Different Types from Anatolia. *Food Chem.*100: 528.
- Michener, C.D. 2007. *The Bees of The World Second Edition*. Amerika:The Jhonson and Hopkins University Press.
- Nielsen, S.S. 2010. *Introduction toFood Analysis*. New York: Springer.
- Piazza, M.G., M. Accorti, L. Persano Oddo. 1991. Electrical Conductivity, Ash, Colour and Specific Rotatory Power in Italian Unifloral Honeys. *Apicoltura.* 7. 51–63.
- Purbaya, J.R. 2002. *Mengenal dan Memanfaatkan Khasiat Madu Alami*. Bandung: Pionir Jaya.

- Sakri, F.M. 2015. *Madu dan Khasiatnya*. Yogyakarta. Diandra Pustaka Indonesia.
- Sancho, S. Muniategui, M.P. Sánchez, J.F. Huidobro, J. Simal-Lozano. 1991. Relationships Between Electrical Conductivity And Total And Sulphated Ash Contents In Basque Honeys. *Apidologie*. 22. 487–494.
- Sancho, M.T., S. Muniategui, M.P. Sanchez, J.F. Huidobro, J. Simal-Lozano. 1992. Study of Ash in Honey. *Bee Science*. 2. 147–153.
- Sarwono, B. 2001. *Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Lebah Madu*. Cetakan Pertama. Jakarta : PT . Agro Media Pustaka.
- Sarwono, B. 2007. *Lebah Madu*. Jakarta Selatan: Agro Media Pustaka.
- Shevla. 1985. *Buku Teks Analisis Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: P.T. Kalman Media Pustaka.
- Sholikah, S. 2007. Karakterisasi Kualitas Madu Asli dari Tinjauan Daya Hantar Listrik dan Viskositas, serta Perubahannya Akibat Penambahan Komponen Dari Luar. *Skripsi*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Sihombing, D. 1997. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Yogyakarta : Gadjah Mada Universitas Press.
- Sihombing, D. T. H. 2005. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Silva, L.R., Romeu, V., Andreia, P.M., Patricia, V., Paula, B.A. 2009. Honey From Luso Region (Portugal): Physicochemical Characteristic And Mineral Contents. *Microchemical Journal*. 93. 76.
- Suarez. 2010. Contribution of Honey in Nutrition and Human Health: A Rivew. *Mediterranean J. Nutr. Metabolism*. 3: 15-23.
- Sudarmadji, S. 1984. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Pertama. Yogyakarta : Liberty Yogyakarta.
- Suharjo. 2010. Aplikasi Madu Sebagai Pengawet Daging Sapi Giling Segar Selama Proses Penyimpanan. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Suranto, A. 2007. *Terapi Madu*. Jakarta: Penerbit Penebar Plus.

- Talplay, B. 1985. Spezifikationen für Trachthonige. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*. 81 (5): 148-152.
- White, J.W. 1979. Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey. *J.Assoc.Off.Anal.Chem.*
- White, J.W. 1994. The Role of HMF and Diastase Assays in Honey Quality Evaluation. *J. Bee World*. 75(3): 104-117.
- Winarno, PG. 1981. *Madu "Teknologi Khasiat dan Analisa"*. Jakarta: Ghalia Indonesia.



LAMPIRAN

Lampiran 4.1 *Gula pereduksi*

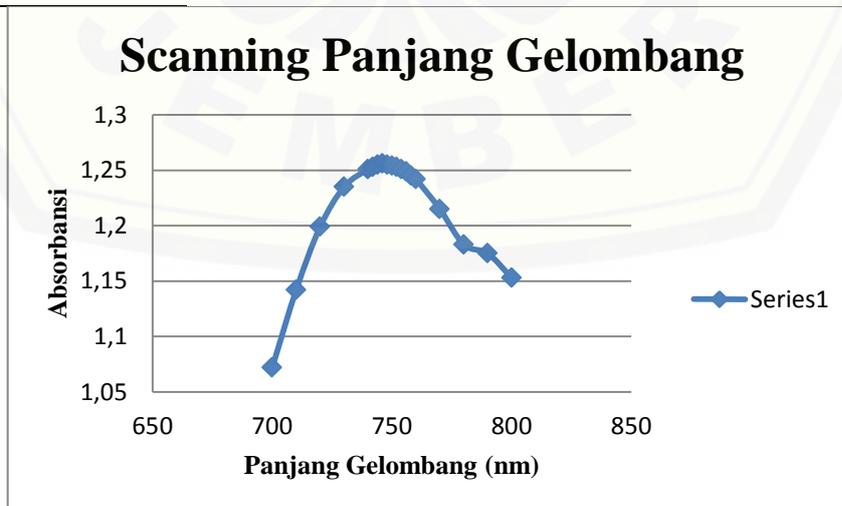
Scanning Panjang Gelombang Maksimum Larutan Glukosa Standar

a) $\lambda = 600-800 \text{ nm}$

Λ	A
600	0,531
610	0,573
620	0,61
630	0,644
640	0,681
650	0,727
660	0,792
670	0,855
680	0,929
690	1,006
700	1,072
710	1,142
720	1,199
730	1,235
740	1,251
750	1,254
760	1,242
770	1,215
780	1,183
790	1,175
800	1,153

b) $\lambda = 740-760 \text{ nm}$

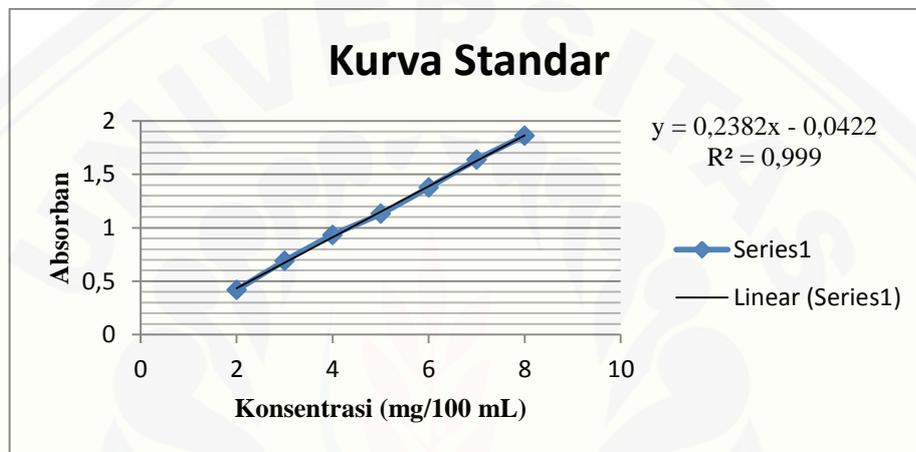
λ	A
740	1,251
742	1,253
744	1,255
746	1,256
748	1,255
750	1,254
752	1,253
754	1,251
756	1,249
758	1,245
760	1,242



Gambar 4.14 Kurva Scanning Panjang Gelombang

Lampiran 4.2 Pengukuran Standar Larutan Glukosa

Kons. (mg/100 mL)	A1	A2	A3	Rata-Rata A
2	0,417	0,417	0,418	0,417
3	0,690	0,689	0,688	0,689
4	0,932	0,933	0,931	0,932
5	1,130	1,131	1,131	1,131
6	1,376	1,377	1,377	1,377
7	1,636	1,634	1,638	1,636
8	1,861	1,861	1,862	1,861



Gambar 4.15 Kurva Standar Larutan Glukosa

Lampiran 4.3 Kadar Gula Pereduksi Berbagai Jenis Madu Lokal

Jenis Madu	Ke-	A1	A2	A3	\bar{A}	X (mg/100 mL)	m (mg)	%	Rata-rata %	SD	Kv %
Mangga	I	1,475	1,475	1,475	1,475	6,369		77,9	81,3	3,05	3,75
	II	1,529	1,529	1,529	1,529	6,749	818	82,5			
	III	1,587	1,586	1,587	1,587	6,839		83,6			
Kelengkeng	I	1,419	1,419	1,419	1,419	6,134		76,1	78,0	2,58	3,24
	II	1,512	1,512	1,512	1,512	6,525	806	80,9			
	III	1,436	1,436	1,436	1,436	6,206		76,9			
Kopi	I	1,423	1,423	1,425	1,424	6,155		75,5	76,0	0,66	0,87
	II	1,428	1,428	1,428	1,428	6,172	815	75,7			
	III	1,448	1,448	1,448	1,448	6,256		76,7			
Kaliandra	I	1,484	1,484	1,484	1,484	6,407		78,3	79,2	1,62	2,04
	II	1,539	1,537	1,537	1,538	6,634	818	81,1			
	III	1,481	1,483	1,485	1,483	6,403		78,2			
Randu	I	1,254	1,254	1,254	1,254	5,442		66,8	68,2	1,29	1,89
	II	1,283	1,283	1,283	1,283	5,563	814	68,3			
	III	1,306	1,305	1,302	1,304	5,651		69,4			

Persamaan regresi dari kurva standar larutan glukosa adalah

$$Y = aX + b$$

Keterangan:

Y = absorbansi

a = slope

X = kadar glukosa (mg/100 mL)

b = intersep

$$Y = 0,2382X + 0,0422$$

Contoh perhitungan kadar glukosa jenis madu mangga ulangan I yaitu

$$Y = 0,2382X + 0,0422$$

$$1,475 = 0,2382X + 0,0422$$

$$X = 6,369$$

Setelah didapatkan harga X kemudian digunakan untuk menentukan kadar gula pereduksi menggunakan rumus sebagai berikut

$$\% = \frac{X \times V}{m} \times 100 \%$$

Keterangan:

X = kadar glukosa (mg/100 mL)

V = volume labu ukur (mL)

m = massa madu (mg)

Contoh perhitungan kadar gula pereduksi jenis madu mangga ulangan I yaitu

$$\% = \frac{6,369 \times 100}{818} \times 100 \%$$

$$\% = 77,9\%$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, maka nilai gula pereduksi dapat ditentukan untuk semua jenis madu yang diuji, hasil kadar gula pereduksi secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4.3

Lampiran 4.4 Konduktivitas madu basah (*hydrous honey*)

No	Jenis Madu	k_1 (mS/cm)			Rerata			Rata-Rata	SD	Kv%	
		Ulangan	I	II	III	I	II				III
1	Mangga		0,30	0,30	0,30						
			0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0	0
			0,30	0,30	0,30						
2	Kelengkeng		0,15	0,15	0,15						
			0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,01	3,33
			0,16	0,15	0,16						
3	Kaliandra		1,09	1,08	1,06						
			1,06	1,07	1,09	1,07	1,08	1,08	1,08	0,01	0,46
			1,06	1,09	1,09						
4	Randu		0,75	0,75	0,75						
			0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0	0
			0,75	0,75	0,76						
5	Kopi		0,64	0,65	0,65						
			0,65	0,64	0,65	0,64	0,64	0,65	0,64	0,01	0,78
			0,64	0,64	0,65						

Lampiran 4.5 Konduktivitas madu kering (*anhydrous honey*)

No	Jenis Madu	k_2 (mS/cm)			Rerata			Rata-Rata	SD	Kv %	
		Ulangan	I	II	III	I	II				III
1	Kelengkeng		0,10	0,10	0,11						
			0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,01	5,00
			0,10	0,11	0,10						
2	Mangga		0,22	0,21	0,21						
			0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0	0
			0,21	0,21	0,20						
3	Kopi		0,57	0,57	0,56						
			0,56	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0	0
			0,56	0,55	0,56						
4	Randu		0,70	0,70	0,71						
			0,69	0,70	0,71	0,70	0,70	0,71	0,70	0,01	1,43
			0,70	0,70	0,71						
5	Kaliandra		1,02	1,02	1,02						
			1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0	0
			1,02	1,02	1,03						

Lampiran 4.6 Kadar Abu Berbagai Jenis Madu Lokal

Jenis Madu	Ke-	Massa cawan (m_2)			m_2	Massa cawan + madu			m_3	Massa cawan + abu (m_1)			m_1	W_A (%)	$\overline{W_A}$ (%)	SD	Kv %
		I	II	III		I	II	III		I	II	III					
Kopi	I	33,1208	33,1203	33,1206	33,1206	38,1228	38,1229	38,1228	38,1228	33,1329	33,1330	33,1329	33,1329	0,246			
	II	33,1221	33,1218	33,1217	33,1219	38,1238	38,1239	38,1237	38,1238	33,1350	33,1354	33,1352	33,1352	0,266	0,243	0,025	10,3
	III	30,8157	30,8157	30,8159	30,8158	35,8165	35,8167	35,8166	35,8166	30,8264	30,8265	30,8269	30,8266	0,216			
Kelengkeng	I	30,8162	30,8165	30,8159	30,8162	35,8186	35,8185	35,8183	35,8185	30,8179	30,8175	30,8178	30,8177	0,029			
	II	33,1219	33,1212	33,1216	33,1216	38,1276	38,1272	38,1272	38,1273	33,1225	33,1227	33,1223	33,1225	0,018	0,025	0,006	24,8
	III	33,1223	33,1226	33,1224	33,1224	38,1235	38,1235	38,1237	38,1236	33,1235	33,1238	33,1237	33,1237	0,026			
Randu	I	30,8154	30,8157	30,8154	30,8155	35,8171	35,8170	35,8170	35,8170	30,8313	30,8315	30,8315	30,8314	0,318			
	II	30,8349	30,8349	30,8350	30,8349	35,8371	35,8368	35,8362	35,8367	30,8499	30,8501	30,8505	30,8502	0,306	0,315	0,008	2,63
	III	33,1215	33,1218	33,1216	33,1216	38,1225	38,1224	38,1225	38,1225	33,1375	33,1378	33,1379	33,1377	0,322			
Mangga	I	29,3541	29,3542	29,3542	29,3542	34,3552	34,3555	34,3551	34,3553	29,3608	29,3608	29,3611	29,3609	0,134			
	II	29,3541	29,3540	29,3543	29,3541	34,3592	34,3593	34,3591	34,3592	29,3596	29,3591	29,3597	29,3595	0,108	0,126	0,015	12,4
	III	33,1224	33,1224	33,1225	33,1224	38,1235	38,1237	38,1238	38,1237	33,1291	33,1291	33,293	33,1292	0,136			
Kaliandra	I	30,8156	30,8157	30,8156	30,8156	35,8193	35,8193	35,8192	35,8193	30,8472	30,8474	30,8481	30,8476	0,639			
	II	29,3529	29,3534	29,3532	29,3532	34,3535	34,3535	34,3534	34,3535	29,3829	29,3831	29,3831	29,3830	0,596	0,626	0,026	4,12
	III	33,1215	33,1215	33,1216	33,1215	38,1235	38,1236	38,1236	38,1236	33,1537	33,1538	33,1537	33,1537	0,642			

Keterangan:

W_A : kadar abu (g/100g)

m_0 : berat sampel madu (g)

m_1 : berat cawan + abu (g)

m_2 : berat cawan (g)

Nilai kadar abu pada madu dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_A = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%$$

Contoh perhitungan kadar abu madu kopi ulangan ke-I yaitu

$$W_A = \frac{0,0123}{5,0022} \times 100\%$$

$$W_A = 0,246\%$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, maka nilai kadar abu dapat ditentukan untuk semua jenis madu yang diuji, hasil kadar abu secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4.6

Lampiran 4.7 Standarisasi NaOH 0,1 M

Ke-	V As. oksalat	M As. oksalat	V NaOH	M NaOH
1	10 mL	0,1 M	20,40 mL	0,09 M
2	10 mL	0,1 M	20,30 mL	0,09 M
3	10 mL	0,1 M	20,40 mL	0,09 M

Nilai Molaritas NaOH dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M_{\text{as.oks}} \cdot V_{\text{as.oks}} = M_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

Contoh perhitungan Molaritas NaOH ke-1 adalah

$$0,1 \text{ M} \cdot 10 \text{ mL} = M_{\text{NaOH}} \cdot 20,40 \text{ mL}$$

$$M_{\text{NaOH}} = 0,09 \text{ M}$$

Berdasarkan perhitungan molaritas diatas, maka nilai molaritas NaOH untuk semua pengulangan dapat dilihat pada Lampiran 4.7

Lampiran 4.8 Nilai Keasaman Berbagai Jenis Madu Lokal

No	Jenis Madu	Ke-	C	pH awal	pH akhir	a	b	AB	\overline{AB}	SD	Kv %
1	Mangga	I	10,073	4,81	8,32	1,00	0,098	9,729	9,7	0,02	0,26
		II	10,007	4,84	8,32	1,00	0,098	9,793			
		III	10,045	4,86	8,3	1,00	0,098	9,756			
2	Kelengkeng	I	10,095	4,46	8,31	2,00	0,098	19,416	20	0,41	0,02
		II	10,033	4,48	8,32	2,10	0,098	20,512			
		III	10,045	3,76	8,33	2,00	0,098	19,512			
3	Kaliandra	I	10,018	4,85	8,32	3,80	0,098	37,173	38	0,01	0,02
		II	10,194	4,86	8,33	4,00	0,098	38,454			
		III	10,112	4,86	8,33	4,00	0,098	38,766			
4	Randu	I	10,080	4,16	8,33	6,00	0,098	58,333	52	0,10	0,20
		II	10,038	4,11	8,3	5,80	0,098	56,625			
		III	10,052	3,96	8,32	4,20	0,098	40,947			
5	Kopi	I	10,005	3,87	8,31	7,00	0,098	68,566	69	0,24	0,35
		II	10,013	3,42	8,34	7,00	0,098	68,511			
		III	10,000	3,79	8,33	7,10	0,098	69,58			

Keterangan:

AB : asam bebas (meq/kg)

a: volume NaOH 0,1 N yang digunakan dalam titrasi (mL)

b: normalitas NaOH 0,1 N

c: bobot contoh (gram)

Nilai keasaman (asam bebas) pada madu dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Asam bebas (meq/kg)} = \frac{a \times b}{c} \times 1000$$

Contoh perhitungan keasaman madu mangga ulangan ke-I yaitu

$$\text{Asam bebas (meq/kg)} = \frac{1,00 \times 0,09}{10,073} \times 1000$$

$$\text{Asam bebas (meq/kg)} = 9,7 \text{ meq/kg}$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, maka nilai keasaman dapat ditentukan untuk semua jenis madu yang diuji, hasil keasaman secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4.8