



KONTROL KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI MAKASSAR DENGAN PARAMETER KANDUNGAN GULA REDUKSI, SUKROSA, AIR, pH DAN KEASAMAN

YURISA KINANTI
H 511 02 024



UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	20-12-2006
Asal Dari	Fale-MIPA
Banyak	1 (satu) ek
Marga	H
No. Inventaris	888/20-12-6
No. Klas	35073

JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006

**KONTROL KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI
MAKASSAR DENGAN PARAMETER KANDUNGAN GULA
REDUKSI, SUKROSA, AIR, pH DAN KEASAMAN**

SKRIPSI

**Untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana**

YURISA KINANTI

H 511 02 024

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006**

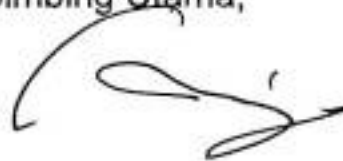
KONTROL KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI MAKASSAR DENGAN
PARAMETER KANDUNGAN GULA REDUKSI, SUKROSA, AIR, pH DAN
KEASAMAN

YURISA KINANTI

H511 02 024

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama,



Dr. Amran Ilyas Tandjung, M.Sc
NIP. 130 355 937

Pembimbing Pertama,



Dra. Jeanny Wunas, MS
NIP. 130 520 423

Pembimbing Kedua,



Dra. Christiana Lethe
NIP. 131 122 062

Pada Tanggal Agustus 2006

UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa dan Maha Penyayang karena berkat izin-Nya jualah sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Farmasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Shalawat dan taslim kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi, namun dengan segala daya dan upaya serta bantuan yang tak terhitung dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat penulis selesaikan. Untuk itu dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Amran Ilyas Tandjung selaku Penasehat Akademik dan Pembimbing Utama, Ibu Dra. Jeanny Wunas, MS selaku Pembimbing Pertama serta Ibu Dra. Christiana Lethe selaku Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu selama ini untuk memberi petunjuk, membagi ilmu dan menyumbangkan pikiran serta tenaga dalam membimbing penulis selama melakukan penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Pada kesempatan ini pula, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
2. Ibu Ketua Jurusan Farmasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin

3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Farmasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin
4. Rekan-rekan Angkatan 2002 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamannya selama ini
5. Teman-temanku Nini, Dian Minar, Hendra, Tira, atas kebersamaannya selama ini, juga vitha dan Nawir serta Satriani dan Yusra atas bantuannya selama ini.
6. Teman-teman angkatan 02 tersayang Yulia Salam, Dian Alhaidar, Eva, Asirah, Kia, Dewi Sartika, Dalma, Widya, Didi, Astri, Nety, Anti, Risnah, Neneng, partnerku Miftahul dan Lela, dan yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.
7. Thamar Thamrin, yang selalu menjadi motivasi bagi terselesaikannya penyusunan skripsi ini dan atas bantuan yang pernah diberikan.

Rasa hormat yang sedalam-dalamnya penulis haturkan kepada Ayahanda Rahardi yang selalu mendoakan, membiayai dan memberikan dorongan dalam menempuh jenjang pendidikan.

Akhimya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik tenaga maupun pikiran, penulis mendoakan semoga Allah SWT senantiasa memberkahinya. Semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi keilmuan farmasi pada khususnya dan masyarakat luas pada umumnya.

Makassar, Agustus 2006

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kontrol kualitas madu yang beredar di Makassar dengan parameter kandungan gula reduksi, sukrosa, air, pH dan Keasaman. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kandungan gula reduksi, sukrosa, air, pH dan keasaman madu kemudian membandingkannya dengan persyaratan mutu madu nasional menurut SNI 01-3545-2004 sebagai kontrol kualitas madu yang beredar di Makassar agar terjamin khasiat dan keamanannya. Analisis kualitatif glukosa dilakukan dengan uji Fehling dan Molisch, fruktosa dengan uji Seliwanoff dan Osazon menunjukkan hasil yang positif. Analisis kuantitatif meliputi penentuan kadar gula reduksi dan sukrosa dengan metode Luff Schoorl, analisis kandungan air dengan metode refraktometri, penentuan pH dengan pH meter, analisis keasaman dengan metode titrimetri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan gula reduksi semuanya tidak memenuhi standar SNI 01-3545-2004, kandungan sukrosa dan keasaman telah memenuhi standar kecuali sampel F, kandungan air memenuhi standar kecuali sampel A dan C, dan pH telah memenuhi standar kecuali sampel D, E, dan F.

Kata kunci : madu, kontrol kualitas, gula reduksi, sukrosa, kadar air, pH, keasaman

ABSTRACT

A research about quality control of honey in Makassar with parameters content of reducing sugar, sucrose, water, pH and acidity has been done. This research was intended to determinate the containing of reducing sugar, sucrose, water, pH and acidity of honeys and then compare it with national criteria of honey quality based on SNI 01-3545-2004 as quality control of honeys in Makassar so we can guarantee its restoratively power and safety. Qualitative analysis of glucose was done by Fehling and Molisch test, fructose by Seliwanoff and Osazone test. Quantitative analysis of reducing sugar and sucrose by Luff Schoorl method, determination of water concentration by refractometry method, determination of pH with pH metre, analysis of acidity with titration method. The results of these research show that content of reducing sugar from all sample have not fulfilled the standart, content of sucrose and acidity have fulfilled the standart except sample F, content of water have fulfilled the standart except sample A and C, and pH have fulfilled the standart except sample D, E, and F.

Key words : honey, quality control, reducing sugar, sucrose, concentration of water, pH, acidity

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 TINJAUAN TENTANG MADU.....	4
II.1.1 Pengertian Madu.....	4
II.1.2 Bahan Baku Madu.....	4
II.1.3 Proses Terbentuknya Madu.....	5
II.1.4 Komposisi Madu.....	6
II.1.5 Khasiat Madu.....	9
II.1.6 Jenis Madu.....	11
II.1.7 Kualitas Madu.....	12
II.1.8 Standardisasi Mutu Madu.....	14
II.1.9 Madu Palsu.....	14

II.2 TINJAUAN TENTANG PARAMETER UJI MADU...	16
II.2.1 Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa).....	16
II.2.2 Sukrosa.....	22
II.2.3 Kandungan air.....	24
II.2.4 pH.....	24
II.2.5 Keasaman.....	25
II.3 TINJAUAN TENTANG METODE DAN ALAT PENGUKURAN	
II.3.1 Metode Luff Schoorl.....	26
II.3.2 Refraktometer.....	28
II.3.3 pH meter.....	31
BAB III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	34
III.1 PENYIAPAN ALAT DAN BAHAN.....	34
III.1.1 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	34
III.1.2 Pengambilan dan Penyiapan Sampel.....	34
III.1.2.1 Pengambilan Sampel.....	34
III.1.2.2. Penyiapan Sampel.....	35
III.1.3 Penyiapan Perekasi.....	35
III.2 ANALISIS KUALITATIF.....	38
III.2.1 Identifikasi Glukosa.....	38
III.2.2 Identifikasi Fruktosa.....	39
III.3 ANALISIS KUANTITATIF.....	40
III.3.1 Penentuan Kadar Gula Reduksi.....	40
III.3.2 Penentuan Kadar Sukrosa.....	41

III.3.3 Penentuan Kandungan Air.....	41
III.3.4 Penentuan pH.....	42
III.3.5 Penentuan Keasaman.....	42
III.4 PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA.....	43
III.5 PEMBAHASAN HASIL.....	43
III.6 PENGAMBILAN KESIMPULAN.....	43
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
IV.1 HASIL PENELITIAN.....	44
IV.2 PEMBAHASAN.....	46
BAB V. PENUTUP.....	51
V.1 KESIMPULAN.....	51
V.2 SARAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Madu per 100 gram.....	8
2. Komposisi Kimia Madu per 100 gram.....	8
3. Persyaratan Mutu Madu Menurut SNI 01-3545-2004.....	14
4. Hasil Analisis Kualitatif Glukosa dengan Uji Molisch.....	54
5. Hasil Analisis Kualitatif Glukosa dengan Uji Fehling.....	54
6. Hasil Analisis Kualitatif Fruktosa dengan Uji Seliwanoff.....	54
7. Hasil Analisis Kualitatif Fruktosa dengan Uji Osazon.....	55
8. Penentuan Kadar Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dengan Metode Luff Schoorl.....	56
9. Penentuan Kadar Sukrosa dengan Metode Luff Schoorl.....	57
10. Penentuan Kandungan Air dengan Metode Refraktometr.....	58
11. Penentuan pH dengan Metode Potensiometri.....	59
12. Penentuan Keasaman dengan Metode Alkalimetri.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Struktur Glukosa.....	17
2. Struktur Fruktosa.....	18
3. Reaksi Oksidasi Glukosa dengan Cu^{2+}	20
4. Reaksi Oksidasi Glukosa dengan Asam Kuat.....	20
5. Reaksi Oksidasi Fruktosa dengan Cu^{2+}	21
6. Reaksi Pembentukan Osazon.....	22
7. Struktur Sukrosa.....	23
8. Refraksi Cahaya pada Suatu Permukaan Batas.....	30
9. Pengenceran Madu (1:20) untuk Analisis Kualitatif.....	61
10. Cincin Ungu pada Uji Molisch.....	61
11. Uji Fehling.....	62
12. Warna Merah yang Terbentuk pada Uji Seliwanoff.....	63
13. Uji Osazon.....	63
14. Histogram Kadar Gula Reduksi dalam tiap Sampel Madu.....	64
15. Histogram Kadar Sukrosa dalam tiap Sampel Madu.....	65
16. Histogram Kadar Air dalam tiap Sampel Madu.....	66
17. Histogram pH dalam tiap Sampel Madu.....	69
18. Histogram Keasaman dalam tiap Sampel Madu.....	68

19. Foto Sampel Madu.....	69
20. Refraktometer (Atago).....	70
21. pH meter (Hanna)	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Contoh Perhitungan Kadar Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dalam % b/b.....	72
2. Contoh Perhitungan Kadar Sukrosa dalam % b/b.....	73
3. Contoh Perhitungan Kadar Air dalam % b/b.....	74
4. Contoh Perhitungan Keasaman.....	75
5. Perhitungan Pembakuan.....	76
6. Skema Kerja.....	77
7. Penentuan Kadar Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dalam suatu bahan dengan metode Luff Schoorl.....	78
8. Penentuan Kadar Air dengan metode Refraktometri (Hubungan indeks bias terhadap Kadar air madu).....	79

BAB I

PENDAHULUAN

Pengobatan tradisional merupakan salah satu upaya pengobatan dan atau upaya perawatan lain di luar ilmu kedokteran dan keperawatan. Pengobatan tradisional yang dilakukan baik secara tradisi maupun dengan menggunakan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah terbukti mempunyai khasiat sebagai obat perlu dikembangkan dan disebarluaskan kepada masyarakat sebagai perwujudan untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal (1). Salah satu obat tradisional yang telah dikenal adalah madu yang mempunyai nilai gizi yang tinggi, lengkap dan seimbang.

Madu adalah cairan kental yang dihasilkan oleh lebah madu dari berbagai sumber nektar yang masih mengandung enzim diastase aktif (2). Nektar adalah cairan yang mengandung gula hasil sekresi kelenjar tumbuhan dan bagian tumbuhan yang menghasilkan nektar tersebut disebut nektari. Nektari terdapat di semua bagian tumbuhan yang berada di atas tanah (3). Manfaat madu diantaranya untuk pengobatan, pemeliharaan kesehatan, bahan pengawet alami serta bahan pemanis makanan dan minuman (4). Sebagai *food supplement* dan obat, madu mengandung berbagai jenis komponen yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Komponen yang dimaksud yaitu karbohidrat, asam amino, mineral, enzim, vitamin dan air (3,4).

Beberapa penelitian tentang madu telah dilakukan sebelumnya, antara lain pengaruh waktu dan suhu terhadap kualitas madu bompo (*Apis dorsata* Cokerall) dengan variasi kadar air (5) dan penentuan kadar gula reduksi dalam madu secara spektrofotometri sinar tampak (6), akan tetapi kedua penelitian tersebut belum dapat menentukan apakah madu yang telah diperiksa tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan aman dikonsumsi masyarakat.

Permasalahan yang ada sekarang yaitu sangat bervariasinya mutu madu dan banyaknya madu palsu yang beredar di pasaran. Mutu madu sangat dipengaruhi oleh kandungan atau komposisi kimia dan kadar air. Madu palsu adalah larutan yang menyerupai madu yang dibuat untuk keuntungan produsen tanpa pertolongan lebah atau menggunakan gula selain nektar. Madu palsu umumnya mempunyai warna yang sama dengan madu asli. Karena itu, bagi orang awam sulit untuk membedakan antara madu asli dan madu tiruan. Sejak lama, madu palsu telah banyak diproduksi orang dengan cara mencampur glukosa dengan gula pasir, buah, flavour serta zat warna. Ditinjau dari segi khasiatnya, madu buatan ini sangat jauh dibanding madu murni (4).

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan kontrol kualitas madu untuk menjamin khasiat dan keamanan madu yang beredar di pasaran. Kontrol kualitas ini mengacu pada persyaratan mutu madu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-2004 (**tabel 3**). Adapun



pengujian yang dilakukan meliputi penentuan kandungan gula reduksi (glukosa dan fruktosa), sukrosa, air, pH, dan keasaman.

Madu palsu biasanya memiliki pH 2,4 - 3,3 atau di atas 5,0 sedangkan madu asli mempunyai pH 3,4 - 4,5 (4). Berdasarkan hal inilah dilakukan penentuan pH madu dalam penelitian ini walaupun nilai pH tidak termasuk sebagai parameter mutu madu menurut SNI 01-3545-2004.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah madu yang beredar di Makassar telah memenuhi persyaratan mutu madu menurut SNI 01-3545-2004 dan sebagai kontrol kualitas madu yang beredar di Makassar agar terjamin khasiat dan keamanannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kandungan gula reduksi, sukrosa, Air, Keasaman, dan pH beberapa merek (produksi) madu yang beredar di Makassar kemudian membandingkannya dengan persyaratan mutu madu nasional menurut SNI 01-3545-2004.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 TINJAUAN TENTANG MADU

II.1.1 Pengertian Madu

Madu merupakan cairan alami yang mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu dari sari bunga tanaman (flora nektar) atau bagian lain dari tanaman (ekstra flora nektar) atau ekskresi serangga (11).

Madu adalah bahan yang rasanya manis yang dihasilkan oleh lebah madu dan berasal dari sari bunga atau dari cairan yang berasal dari bagian-bagian tanaman hidup yang dikumpulkan, diubah dan diikat dengan senyawa-senyawa tertentu oleh lebah dan disimpan dalam sarangnya. Madu mempunyai sifat optik aktif dapat memutar bidang polarisasi ke kiri (*levo rotary*) (17).

Madu merupakan nektar yang diisap oleh lebah, kemudian dikeluarkan lagi dan dikunyah-kunyah dan akhirnya disimpan dalam sel agar masak akibat adanya kerja enzim invertase (18).

II.1.2 Bahan Baku Madu

Madu adalah cairan kenyal yang dihasilkan oleh lebah madu dari berbagai sumber nektar yang masih mengandung enzim diastase aktif (2). Makanan lebah bersumber dari sari bunga (nektar) yang kemudian diolah menjadi madu dalam kelenjar lebah pekerja. Karena itu, madu dari sari bunga yang berbeda kan memiliki rasa, warna, aroma, dan manfaat yang

berbeda pula. Nektar merupakan senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar necteriffier dalam bunga dan berbentuk larutan gula dengan konsentrasi bervariasi. Sukrosa, fruktosa dan glukosa adalah komponen utama nektar, disamping zat-zat gula lainnya dalam konsentrasi yang lebih sedikit. Disamping itu, terdapat juga zat lain dalam jumlah yang sedikit yaitu asam amino, resin, protein, garam dan mineral. Apabila cairan dari nektar tersebut diisap oleh lebah madu, maka zat-zat tersebut akan mengalami suatu proses menjadi madu (4).

II.1.3 Proses Terbentuknya Madu

Lebah pandu adalah lebah pekerja yang bertugas untuk mencari tempat sumber pakan. Setelah menemukan tempat sumber pakan mereka akan kembali ke sarangnya dan menginformasikan letak sumber pakan tersebut kepada koloninya. Informasi tersebut meliputi jarak dan arah yang dituju melalui isyarat tarian yang disebut dengan tarian angka delapan (2).

Sebelum menjadi madu, ada empat tahap yang dilalui sebagai berikut. Pertama mengumpulkan nektar dari tanaman. Kedua, mengubahnya menjadi gula invert yang terjadi ketika ada kontak antara nektar dan cairan saliva lebah pada saat lebah mengisap nektar dengan belalainya. Cairan saliva lebah mengandung enzim-enzim hidrolase sehingga pada tahap ini terjadi pemecahan gula. Ketiga, mengurangi jumlah kandungan air. Keempat, mematangkan madu di dalam sarang lebah (4).

Nektar pada umumnya mengandung 40-80% air dan $\frac{3}{4}$ dari kadar air ini harus diuapkan oleh lebah untuk memperoleh madu. Madu yang sudah matang hanya mengandung 10-20% air. Untuk mempercepat penguapannya, lebah pekerja akan memindahkan tiap tetes nektar dari sel yang satu ke sel lain dalam sarangnya hingga madu yang matang menjadi kental atau dengan cara lebah terus-menerus mangipaskan sayapnya. Setelah sel sarang penuh berisi madu, lebah akan menutupnya dengan lilin (17).

II.1.4 Komposisi Madu

Komponen utama dari madu adalah glukosa dan fruktosa. Madu memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan rendah lemak. Kandungan gula dalam madu mencapai 80% dan dari gula tersebut 85% berupa fruktosa dan glukosa (4).

Madu mengandung banyak mineral seperti natrium, kalsium, magnesium, aluminium, besi, fosfor, dan kalium. Beberapa mineral seperti magnesium yang terkandung dalam madu ternyata sama dengan magnesium dalam darah manusia (19).

Vitamin-vitamin yang terdapat dalam madu adalah thiamin (B1), riboflavin (B2), asam askorbat (C), piridoksin (B6), niasin, asam pantotenat, biotin, asam folat dan vitamin K (4).

Enzim yang penting dalam madu adalah enzim diastase, invertase, glukosa oksidase, peroksidase, dan lipase. Enzim diastase adalah enzim yang mengubah karbohidrat kompleks (polisakarida) menjadi karbohidrat

yang sederhana (monosakarida). Enzim invertase adalah enzim yang memecah molekul sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Sedangkan enzim oksidase adalah enzim yang membantu oksidasi glukosa menjadi asam peroksida. Enzim peroksidase melakukan proses oksidasi metabolisme. Semua zat tersebut berguna untuk proses metabolisme tubuh (4).

Asam utama yang terdapat dalam madu adalah asam glutamat. Sementara itu, asam organik yang terdapat dalam madu adalah asam asetat, asam butirrat, formiat, suksinat, glikolat, malat, proglutamat, sitrat dan piruvat. Dalam madu juga terdapat hormon gonadotropin yang merangsang alat reproduksi lebah ratu dan membantu dalam proses pematangan telur (4). Komposisi kimia madu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi kimia madu per 100 gram (4)

No	Komposisi	Jumlah
1.	Kalori	328 kal
2.	Kadar Air	17,2 g
3.	Protein	0,5 g
4.	Karbohidrat	82,4 g
5.	Abu	0,2 g
6.	Tembaga	4,4 – 9,2 mg
7.	Fosfor	1,9 – 6,3 mg
8.	Besi	0,06 – 1,5 mg
9.	Mangan	0,02 – 0,4 mg
10.	Magnesium	1,2 – 3,5 mg
11.	Thiamin	0,1 mg
12.	Riboflavin	0,02 mg
13.	Niasin	0,20 mg
14.	Lemak	0,1 g
15.	Asam Total (meq/kg)	43,1 mg

Tabel 2. Komposisi kimia madu per 100 gram (2)

No	Komposisi	Jumlah
1.	Air	17,0%
2.	Fruktosa	38,5%
3.	Glukosa	31,0%
4.	Maltosa	7,2%
5.	Karbohidrat lain	4,2%
6.	Sukrosa	1,5%
7.	Enzim, mineral, dan vitamin	0,5%
8.	Energi (kalori/100 g)	294,0

II.1.5 Khasiat madu (2, 4, 7, 17, 18)

Secara umum madu berkhasiat untuk menghasilkan energi, meningkatkan daya tahan tubuh dan meningkatkan stamina. Banyak penyakit yang dapat disembuhkan dengan madu diantaranya penyakit lambung, radang usus, jantung dan hipertensi. Selain itu, dalam madu terdapat zat asetilkolin yang dapat melancarkan metabolisme seperti memperlancar peredaran darah dan menurunkan tekanan darah.

Walaupun memiliki pH yang rendah, ternyata madu dapat meningkatkan pH lambung. Hal ini disebabkan madu mengandung mineral yang bersifat alkali dan berfungsi sebagai buffer. Kandungan magnesium dalam madu ternyata sama dengan kandungan magnesium yang ada dalam serum darah manusia. Selain itu, kandungan zat besi dalam madu dapat meningkatkan jumlah eritrosit dalam darah manusia dan dapat meningkatkan kadar haemoglobin. Madu juga sering digunakan sebagai obat sariawan.

Madu mengandung zat antibakteri yang disebut inhibine sehingga baik untuk mengobati luka luar dan penyakit infeksi. Untuk kosmetika madu dapat dibuat untuk lotion, masker, sabun, sampo, bahan untuk luluran, bedak, bahan campuran lipstick, pelembab dan antiseptik kulit.

Salah satu sifat madu adalah preservative atau bersifat mengawetkan. Madu mempunyai sifat osmolalitas yang tinggi sehingga bakteri sulit untuk hidup. Sifat ini terdapat pada madu murni, sedangkan pada madu campuran bakteri masih bias hidup. Sifat inilah yang

menyebabkan madu sering dipakai sebagai bahan pengawet dan dapat disimpan baik selama ratusan tahun.

Madu mempunyai sifat higroskopis yaitu menarik air dari lingkungan sekitarnya. Dengan sifat higroskopis ini madu dapat dipakai untuk mengompres luka luar seperti borok akibat infeksi. Luka-luka yang bersifat basah akan lebih cepat kering karena air di permukaan bagian tubuh yang luka akan ditarik oleh madu. Demikian pula madu dapat menyerap air dari sel-sel mikroba yang ada di sekitarnya sehingga mikroba tersebut kehabisan air dan akhirnya mati.

Penyakit lain yang dapat diobati dengan madu antara lain penyakit paru (tuberkulosis), sakit mata, penyakit saraf, tekanan darah rendah, penyakit lever, sakit kepala, impotensi dan penyakit infeksi saluran kemih. Madu juga baik dikonsumsi ibu hamil di antaranya mencegah keracunan kehamilan dan menambah daya tahan tubuh.

Madu dengan kadar gula yang tinggi mudah diserap oleh usus bersama zat-zat organik lain, dengan demikian dapat bertindak sebagai stimulan bagi pencernaan dan menambah nafsu makan. Peranan madu bagi anak-anak kecil sangat penting karena di dalam madu juga terdapat asam folat, yaitu suatu asam yang banyak pengaruhnya terhadap pertumbuhan karena dapat memperbaiki susunan darah, jumlah eritrosit meningkat, demikian juga kandungan hemoglobinnya.

II.1.6 Jenis Madu

Madu dapat dibagi menurut asal nektar, maupun menurut bentuk madu yang lazim terdapat dalam istilah pemasaran. Berbagai jenis madu dapat dihasilkan dari berbagai jenis nektar yang dikenal sebagai madu flora, madu ekstra flora serta madu embun (4).

Madu dinamai sesuai dengan sumber utama pakan lebahnya, dalam hal ini nektarnya, dimana madu dari sari bunga yang berbeda akan memiliki rasa, warna, aroma dan manfaat yang berbeda pula. Contohnya, lebah yang hidup di perkebunan kapuk akan menghasilkan madu yang dinamai madu kapuk. Lebah yang digembalakan di perkebunan apel akan menghasilkan madu apel. Dengan demikian, beragam nama madu akan banyak dijumpai di pasaran seperti madu rambutan, madu lengkung, madu mahoni, madu mangga, madu mentimun, dan madu stroberi (18).

Di samping itu, masih ditemui beberapa jenis madu, misalnya madu sisir (*comb honey*), yaitu madu yang dijual berdasarkan sisir sarang madu; madu ekstraksi yang dihasilkan dengan bantuan ekstraktor, dan ada lagi jenis madu cair dan madu bergranulasi (berkristal) atau yang sering juga disebut *creamed honey* (18).

Di Indonesia, jenis madu yang dipasarkan sering diberi nama menurut asalnya, misalnya madu Sumba, madu Sumbawa, madu Lampung, dan lain-lain (18).

II.1.7 Kualitas Madu

Kualitas madu dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (4) :

1. Cara Pemanenan Madu

Pemanenan bisa dilakukan pada saat musim nektar telah berakhir dua sampai tiga minggu. Madu yang dipanen harus memiliki kadar air di bawah 20%. Jika sel-sel dalam sarang madu telah ditutup oleh lapisan lilin, madu tersebut telah memenuhi syarat kadar air dan siap untuk dipanen.

2. Cita rasa Madu

Cita rasa madu ditentukan oleh zat yang terdapat dalam madu di antaranya glukosa, alkaloid, asam glukonat dan prolin. Rasa dan aroma madu yang paling enak adalah madu yang baru dipanen dari sarangnya. Sesudah itu, senyawa-senyawa yang terdapat dalam madu sedikit demi sedikit akan menguap. Hal ini disebabkan senyawa yang terdapat dalam madu bersifat volatil (mudah menguap). Karena itu, untuk menjaga kualitas madu , cara memanen dan menyimpan madu haruslah diperhatikan.

3. Warna Madu

Warna merupakan salah satu kriteria mutu madu. Warna madu bervariasi dari hitam, coklat gelap hingga putih (transparan). Warna madu dipengaruhi oleh kandungan mineral, jenis tanaman asal, cara pengolahan madu seperti ekstraksi madu dan pemanasan. Warna madu yang putih paling banyak disukai. Semakin gelap warna madu, biasanya

aromanya semakin tajam dan keras. Selain itu, jika terkena cahaya matahari zat besi dalam madu akan teroksidasi. Warna madu yang teroksidasi menjadi lebih gelap.

Zat penyebab warna pada madu belum diketahui, namun ada yang menduga terdiri atas fraksi yang larut air dan larut lemak. Pada madu berwarna cerah, warna zat larut air lebih sedikit daripada yang larut lemak. Ada juga yang menduga warna tersebut disebabkan oleh berbagai senyawa polifenol, terutama pada madu berwarna pekat. Oksidasi yang berlangsung terhadap zat-zat ini akan semakin menimbulkan warna. Warna yang timbul pada madu yang tersimpan lama disebabkan oleh kombinasi beberapa factor, misalnya gabungan tannat dan polifenol dengan zat besi dari kemasan atau alat pengolah, reaksi dari gula tereduksi dengan senyawa yang mengandung nitrogen amino (asam amino, polipeptida, protein), dan ketidakstabilan fruktosa dalam larutan asam (karamelisasi). Madu cerah hampir tak mengandung tirosin dan triptofan, sedangkan pada madu berwarna pekat hal sebaliknya (3).

4. Komposisi Madu dan Kadar Air

5. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kualitas madu seperti jenis lebah, jenis bunga, iklim dan musim.

II.1.8 Standardisasi Mutu Madu (11)

Persyaratan mutu madu yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Persyaratan mutu madu (11)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktivitas enzim diastase, min.	DN	3
2	Hidroksimetilfurfural (HMF),maks	mg/kg	50
3	Air, maks	% b/b	22
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa), min.	% b/b	65
5	Sukrosa, maks.	% b/b	5
6	Keasaman, maks.	ml NaOH 1 N/kg	50
7	Padatan yang tak larut dalam air, maks.	% b/b	0,5
8	Abu, maks.	% b/b	0,5
9	Timbal (Pb),maks	mg/kg	1,0
	Tembaga (Cu),maks.	mg/kg	5,0
10	Cemaran arsen (As),maks.	mg/kg	0,5

II.1.9 Madu Palsu (4)

Madu palsu adalah larutan yang menyerupai madu yang dibuat untuk keuntungan produsen tanpa pertolongan lebah atau menggunakan gula selain nektar. Madu sintetis (artificial) adalah madu yang dibuat secara sintetis oleh manusia bukan oleh lebah atau gula yang dihasilkan dari

selain nectar bunga. Madu palsu umumnya mempunyai warna yang sama dengan madu asli. Karena itu, bagi orang awam sulit untuk membedakan antara madu asli dan madu tiruan. Pada perusahaan-perusahaan yang telah mendapat izin produksi akan mencantumkan keterangan produknya sehingga dapat diketahui apakah produknya itu madu asli atau madu sintetis. Madu sintetis yang beredar di antaranya madu melon, labu, semangka dan kurma.

Sejak lama, madu palsu telah banyak diproduksi orang dengan cara mencampur glukosa dengan gula pasir, buah, flavour serta zat warna. Ditinjau dari segi khasiatnya, madu buatan ini sangat jauh dibanding madu murni karena tidak mengandung berbagai vitamin, mineral dan enzim.

Cara lama untuk membedakan madu asli dengan madu palsu dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah dengan meneteskan madu pada selembar kertas koran. Madu palsu akan dengan mudah terserap oleh kertas koran karena kandungan airnya tinggi. Cara kedua adalah dengan mengocoknya. Madu asli akan membentuk gas atau uap air jika dikocok. Sekarang, cara ini sudah jarang digunakan. Dengan teknologi pencampuran dapat dibuat madu palsu yang secara penampilan, tekstur fisik, aroma, rasa, dan warna sangat mirip dengan madu murni.

Dengan melihat dan merasakannya, ahli madu akan dapat membedakan antara madu asli dan madu palsu. Salah satu pengujian

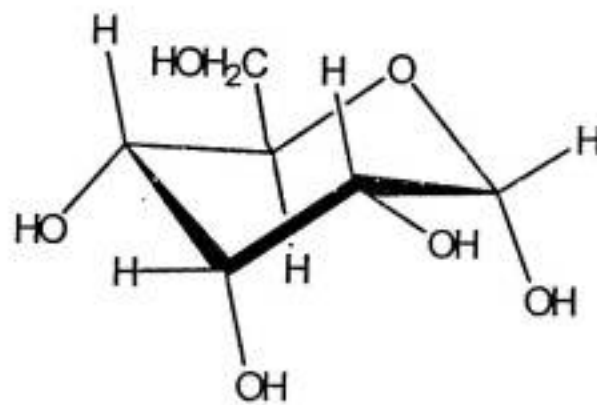
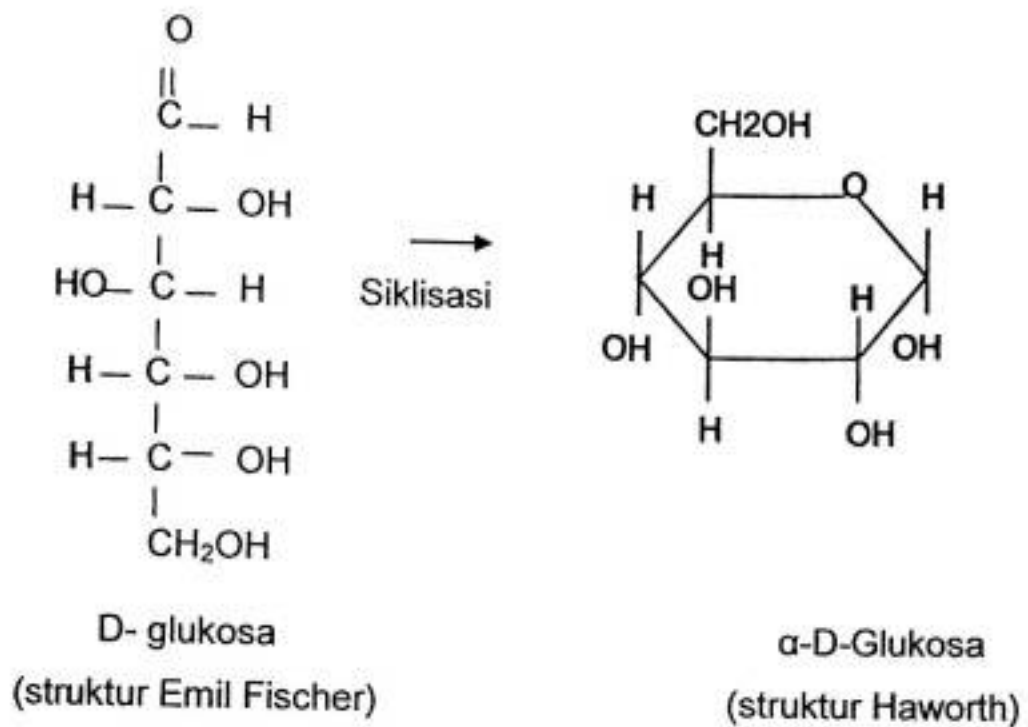
yang paling praktis adalah dengan menggunakan pH meter. Madu palsu biasanya memiliki pH 2,4-3,3 atau di atas 5. Sedangkan madu asli mempunyai pH 3,4-4,5.

Di laboratorium madu palsu akan mudah dikenali berdasarkan analisis kandungan HMF (5 hidroksi-metil furfural) dengan jumlah maksimum 3 mg/100 gram, aktivitas enzim diastase minimal 5 serta rasio kandungan kalium (K) dan natrium (Na) dalam madu asli sekitar 4,0 sedangkan madu palsu 0,05-0,1.

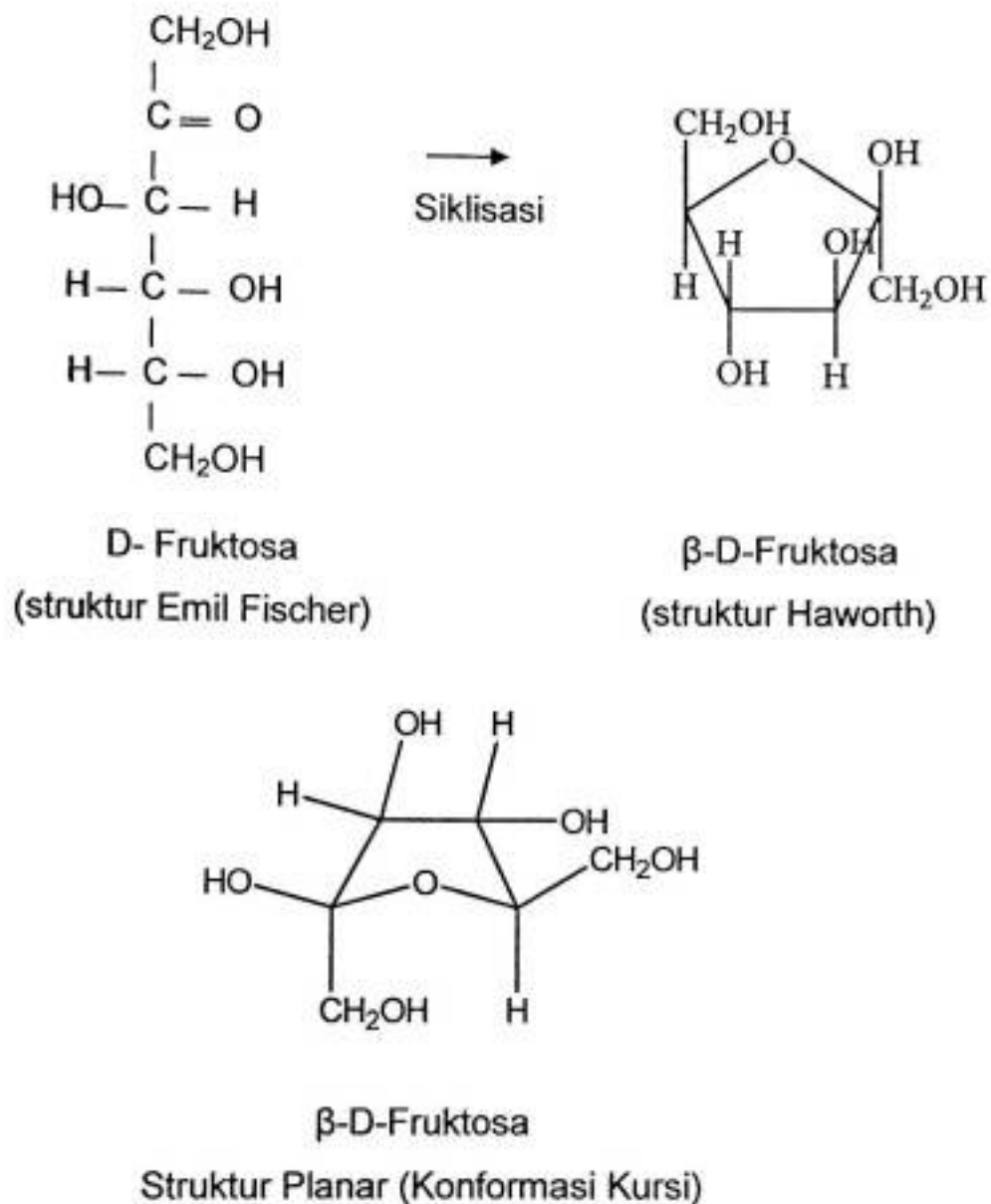
II.2 TINJAUAN TENTANG PARAMETER UJI MADU

II.2.1 Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) (19, 20, 23)

Kandungan gula dalam madu mencapai 80% dan dari gula tersebut 85% berupa fruktosa dan glukosa (4). Glukosa dan fruktosa adalah zat berwarna putih yang mudah larut dalam air. Larutannya bersifat optis aktif. Glukosa disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan, sedangkan fruktosa disebut juga laevulose karena memutar bidang polarisasi ke kiri. Glukosa merupakan senyawa aldosa yang mempunyai satu gugus aldehyd dan beberapa gugus hidroksil, sedangkan fruktosa merupakan senyawa ketosa yang mempunyai satu gugus keton dan beberapa gugus hidroksil. Glukosa dan fruktosa merupakan zat reduktor sehingga disebut gula pereduksi. Struktur glukosa dan fruktosa dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Struktur Glukosa (19, 20, 23)

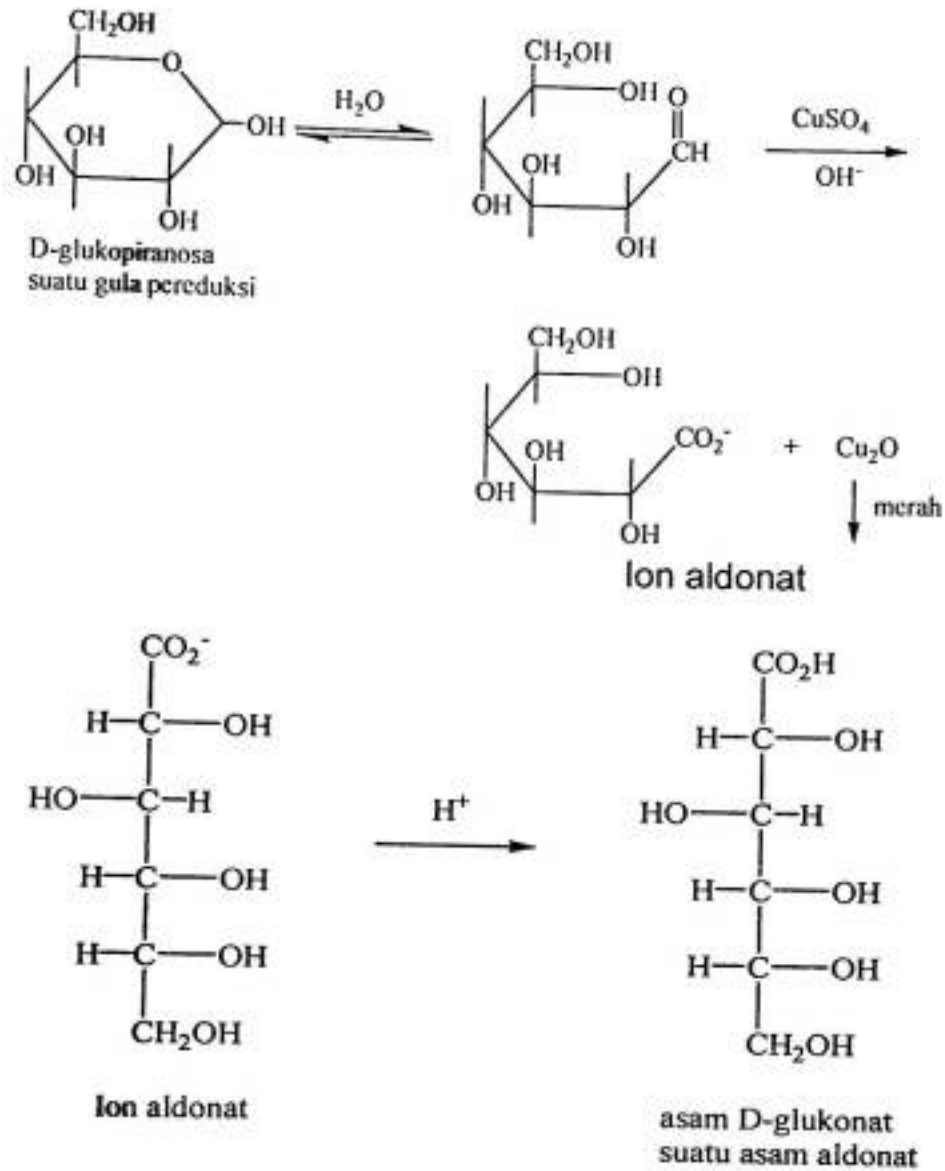


Gambar 2. Struktur Fruktosa (19, 20, 23)

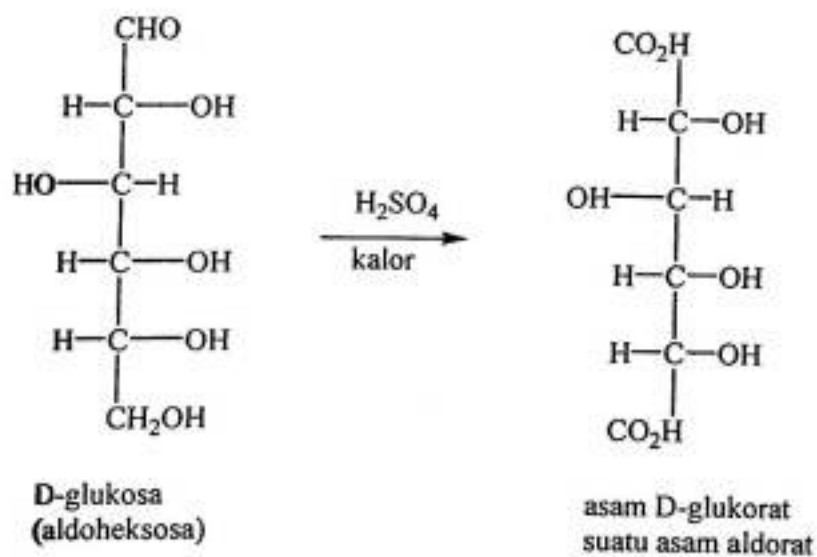
Sifat mereduksi dari glukosa dan fruktosa disebabkan oleh adanya gugus aldehid dan gugus keton yang bebas, sehingga mampu mereduksi ion-ion logam seperti tembaga (Cu^{2+}) dan perak (Ag^+) dalam larutan basa. Dalam larutan Luff Schoorl yang terbuat dari campuran CuSO_4 , Na_2CO_3 dan asam sitrat, gula reduksi akan mereduksi Cu^{2+} menjadi Cu^+ . Selanjutnya terbentuk Cu_2O yang tidak larut dan berwarna kuning merah. Pada saat yang bersamaan, gula reduksi teroksidasi, dimana yang

teroksidasi adalah gugus aldehid dari glukosa tanpa mengoksidasi gugusan hidroksil alkohol, membentuk ion aldolat dan selanjutnya terbentuk asam monokarboksilat yang disebut asam aldolat (Gambar 3). Jika digunakan oksidator yang lebih kuat seperti asam nitrat dan asam sulfat maka yang teroksidasi adalah gugus aldehid dan gugus alkohol primer dari glukosa sehingga akan terbentuk asam dikarboksilat yang disebut asam aldorat (gambar 4).

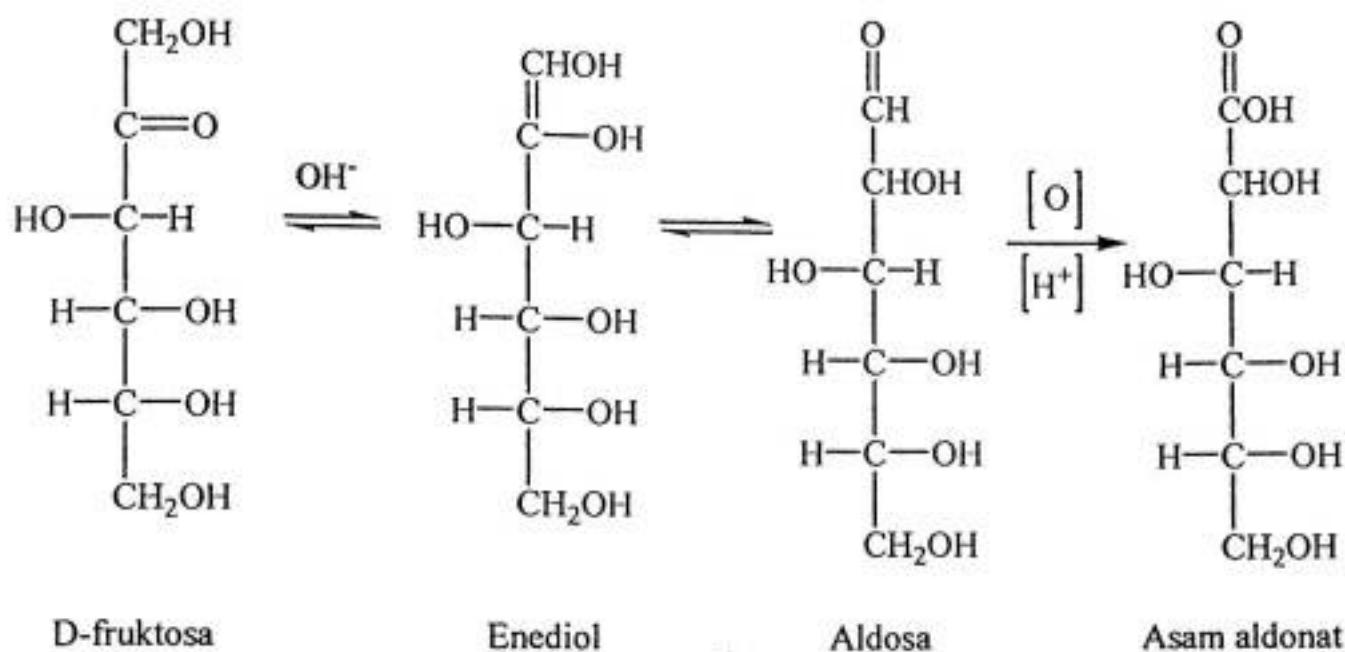
Hanya karbohidrat dengan gugusan hemiasetal yang merupakan gula pereduksi. Sebagai pengecualian adalah fruktosa yang merupakan ketoheksosa yang siap bereaksi dengan oksidator. Fruktosa tidak dioksidasi langsung. Suasana basa dari campuran reaksi mengubah fruktosa menjadi aldosa (glukosa) (Gambar 5) , yang kemudian dioksidasi menjadi asam aldolat, dengan reaksi yang sama dengan oksidasi glukosa (Gambar 3) dan hasil antara berupa enediol yang merupakan tautomer dari fruktosa.



Gambar 3. Reaksi oksidasi glukosa dengan Cu^{2+} (19)

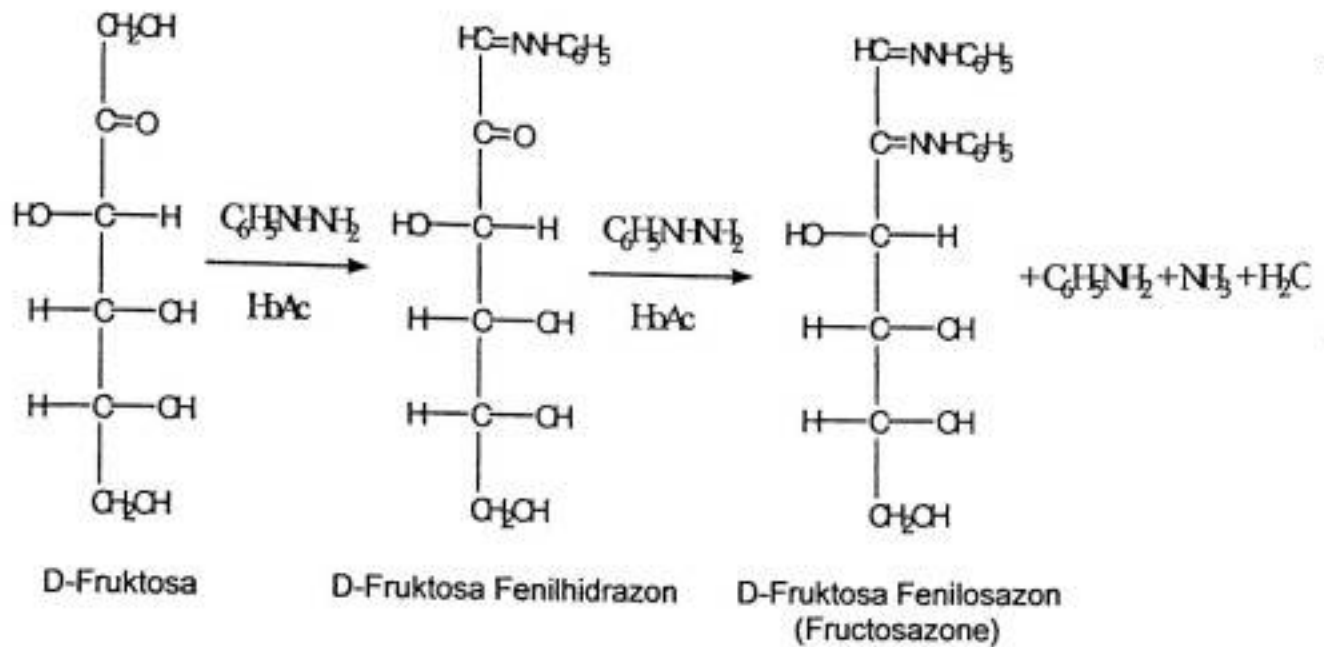


Gambar 4. Reaksi oksidasi glukosa dengan asam kuat (19)



Gambar 5. Reaksi oksidasi fruktosa dengan Cu^{2+} (19)

Aldosa maupun ketosa dengan fenilhidrazin dan dipanaskan akan membentuk senyawa hidrazon atau osazon yaitu fenilhidrazon. Akan tetapi pembentukan osazon pada senyawa ketosa berlangsung lebih cepat dibandingkan aldosa. Gugus ketonik dari fruktosa berikatan dengan fenilhidrazin. Senyawa Osazon ini berupa zat padat dan mudah dimurnikan sehingga dapat dipakai untuk identifikasi senyawa keton. Kristal yang terbentuk dengan fruktosa dalam sampel madu selanjutnya diamati di mikroskop dan dibandingkan dengan kristal yang terbentuk dalam larutan fruktosa murni yang berbentuk jarum. Reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi Pembentukan Osazon (23, 25)

III.2.2 Sukrosa (19, 20)

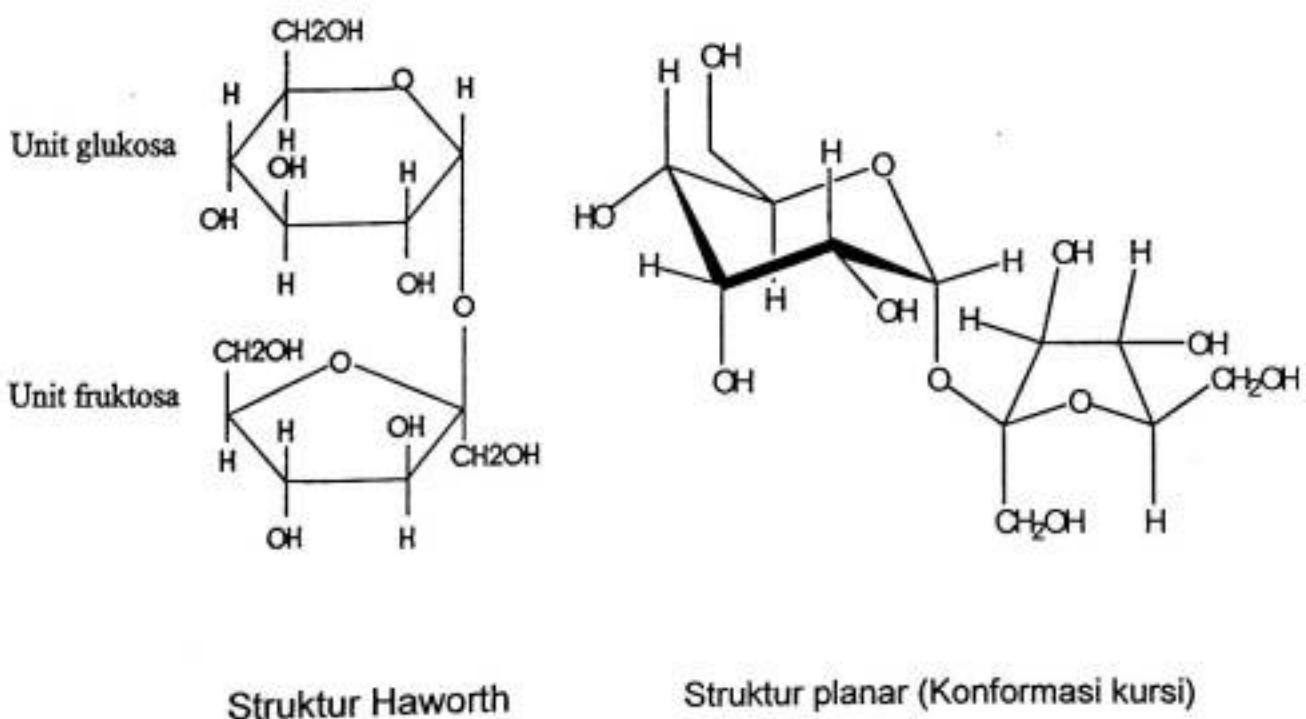
Kandungan madu akan sukrosa tidak boleh melebihi 5%. Kadar sukrosa dalam madu menjadi salah satu parameter mutu madu, dimana kadar sukrosa yang tinggi berarti madu telah dicampur dengan sirup atau gula pasir. Selain karena adanya unsur kesengajaan tersebut, tingginya kadar sukrosa karena koloni lebah bersarang di sekitar pembuatan gula merah dan dipanen dalam waktu awal (3,4).

Senyawa ini adalah yang dikenal sehari-hari dalam rumah tangga sebagai gula dan dihasilkan dalam tanaman dengan jalan mengkondensasikan glukosa dan fruktosa. Struktur sukrosa ditunjukkan pada gambar 7.

Sukrosa tidak dapat mereduksi dalam larutan Fehling, Tollens atau larutan Luff. Hal ini disebabkan sukrosa tidak mengandung gugus aldehyd atau keton bebas karena ikatan yang menghubungkan glukosa dan fruktosa dalam fruktosa terbentuk dari gugus hemiasetal glukosa dan

gugus hemiketal fruktosa sehingga sukrosa tidak memiliki gugus pereduksi lagi. Oleh sebab itu sukrosa harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi monosakarida yang lebih sederhana yaitu glukosa dan fruktosa. Campuran 50% glukosa dan 50% fruktosa disebut gula invert karena hidrolisis disertai dengan perubahan pemutaran optik (inversi) dari *dekstrorotary* menjadi *levorotary*. Hal ini terjadi karena daya putar kiri fruktosa lebih besar daripada daya putar kanan glukosa. Sukrosa sendiri merupakan pemutar kanan (*dekstrorotary*). Hidrolisis sukrosa dapat terjadi karena pengaruh asam atau enzim invertase.

Madu memiliki sifat dapat memutar optik ke kiri. Jadi dengan alat polarimeter dapat diketahui apakah madu itu palsu atau campuran, misalnya dicampur dengan sirup jagung (glukosa).



Gambar 7. Struktur Sukrosa (19, 20, 23)

penyederhanaan penulisan, Sorensen mengusulkan konsep eksponen ion hidrogen (pH) untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ , yang didefinisikan sebagai berikut :

$$pH = -\log [H^+] \quad \text{atau} \quad [H^+] = 10^{-pH}$$

Dalam setiap satu liter air murni terkandung ion H^+ dan ion OH^- masing-masing sebanyak 10^{-7} mol, akibatnya adalah bahwa pH larutan-larutan dalam kebanyakan kasus akan terletak antara nilai-nilai 0-14. Jika dilarutkan asam ke dalam air, maka $[H^+]$ dalam air akan bertambah dan akibatnya $[OH^-]$ akan berkurang. Sebaliknya, jika dilarutkan basa ke dalam air maka $[H^+]$ dalam air akan berkurang, sebab $[OH^-]$ bertambah. Jadi, besarnya konsentrasi H^+ merupakan salah satu ukuran untuk menentukan keasaman atau kebasaan suatu larutan dalam air. Larutan asam memiliki pH di bawah 7 sedangkan larutan basa memiliki pH di atas 7, dimana semakin rendah nilai pH, larutan akan semakin asam dan semakin tinggi nilai pH, larutan akan semakin basa.

II.2.5 Keasaman (4, 11)

Keasaman madu disebabkan oleh kandungan asam asetat, asam butirat, asam sitrat, asam formiat, asam glukonat, asam laktat, dan asam-asam organik lain yang secara normal terdapat dalam madu. Total asam yang terdapat dalam madu dapat mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisme. Asam ini juga mempengaruhi cita rasa dan aroma madu sehingga dapat mempengaruhi mutu madu. Keasaman madu yang terlalu tinggi juga menunjukkan terjadinya fermentasi oleh

mikroorganismenya sehingga terjadi peruraian gula madu menjadi alkohol dan asam-asam tertentu sehingga madu menjadi lebih asam dan khasiatnya berkurang (4).

Keasaman madu dinyatakan dalam satuan milligram equivalent (mEq) asam dalam satu kilogram bahan uji, dengan titrasi menggunakan larutan natrium hidroksida 0,1 N.

II.3 TINJAUAN TENTANG METODE DAN ALAT PENGUKURAN

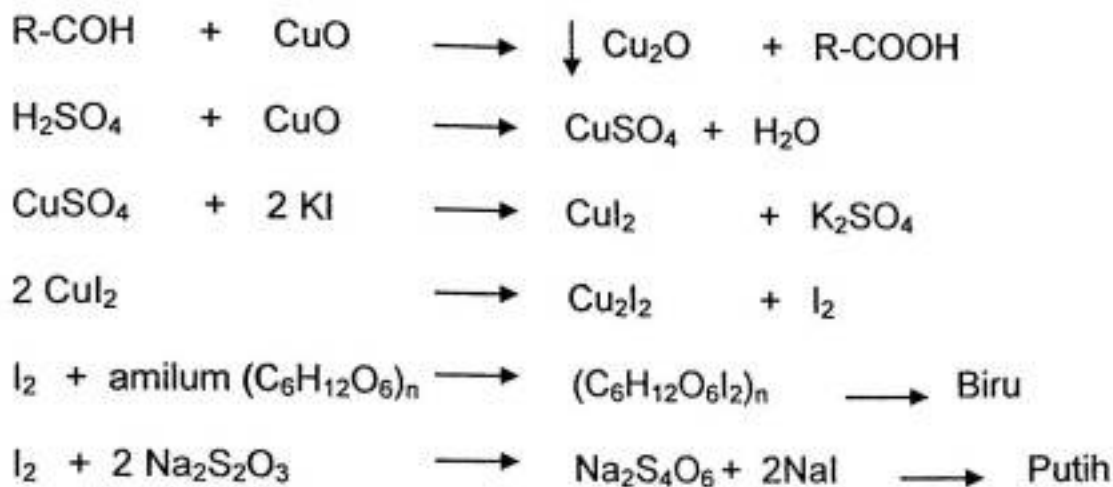
II.3.1 Metode Luff Schoorl (19)

Metode Luff Schoorl adalah salah satu cara menentukan banyaknya karbohidrat dalam suatu bahan dengan cara kimiawi. Reagen yang digunakan merupakan campuran kupri sulfat, natrium karbonat dan asam sitrat. Pada reagen ini yang berfungsi sebagai oksidator adalah kupri oksida yang dengan gula reduksi akan mengalami reduksi menjadi kupro oksida dan mengendap berwarna merah bata. Jumlah endapan kupro oksida ekuivalen dengan banyaknya gula reduksi yang ada. Secara umum kupro oksida yang terbentuk dapat diketahui dengan tiga cara yaitu dengan menimbang setelah dikeringkan, dengan melarutkan kembali dan selanjutnya dititrasi, atau dengan cara menentukan kelebihan kupri oksida yang ada di dalam larutan sebelum dan sesudah direaksikan dengan gula reduksi, dimana selisih kupri oksida sebelum dan sesudah direaksikan dengan gula reduksi adalah ekuivalen dengan kupro oksida yang terbentuk.

Pada penentuan gula cara Luff Schoorl, yang ditentukan bukannya kuprooksida yang mengendap tetapi dengan menentukan kupri oksida dalam larutan sebelum direaksikan dengan gula reduksi (titrasi blanko) dan sesudah direaksikan dengan dengan sampel gula reduksi (titrasi sampel). Penentuannya dengan titrasi menggunakan natrium tiosulfat. Selisih titrasi blanko dengan titrasi sampel ekuivalen dengan kupro oksida yang terbentuk dan juga ekuivalen dengan jumlah gula reduksi yang ada dalam bahan/larutan.

Reaksi yang terjadi selama penentuan karbohidrat cara ini mula-mula kupri oksida yang ada dalam reagen akan membebaskan iod dari garam kalium iodida. Banyaknya iod yang dibebaskan ekuivalen dengan banyaknya kupri oksida. Banyaknya iod dapat diketahui dengan titrasi menggunakan natrium tiosulfat dan indikator amilum. Apabila larutan berubah warnanya dari biru menjadi putih berarti titrasi sudah selesai. Agar perubahan warna biru menjadi putih dapat tepat maka penambahan amilum diberikan pada saat titrasi hampir selesai. Setelah diketahui selisih banyaknya titrasi blanko dan titrasi sampel kemudian dilihat tabel Luff Schoorl yang tersedia yang menggambarkan hubungan antara banyaknya natrium tiosulfat dengan banyaknya gula reduksi.

Reaksi yang terjadi dalam penentuan gula cara Luff Schoorl dapat dituliskan sebagai berikut :



II.3.2 Refraktometer (9, 21, 22)

Untuk identifikasi cepat, karakterisasi dan pemeriksaan kemurnian cairan dan larutan, farmakope melakukan penentuan indeks bias. Harga ini tergantung pada suhu dan pada cairan, per derajat kenaikan suhu mencapai sekitar 4 sampai 5 satuan dalam desimal. Selain itu harga ini tergantung pada panjang gelombang cahaya dan akan bertambah secara normal dengan panjang gelombang yang semakin pendek.

Harga indeks bias dalam Farmakope dinyatakan untuk garis D cahaya natrium pada panjang gelombang dublet 589,0 nm dan 589,6 nm. Umumnya alat dirancang untuk digunakan dengan cahaya putih, tetapi dikalibrasi agar memberikan indeks bias untuk garis D cahaya natrium. Walaupun menurut Farmakope suhu pengukuran adalah 25⁰, tetapi pada banyak monografi indeks bias ditetapkan pada suhu 20⁰. Suhu pengukuran harus benar-benar diatur dan dipertahankan, karena sangat mempengaruhi indeks bias.

Bila berkas cahaya monokromatik datang dari ruang hampa udara (media A) dan mengenai permukaan batas suatu cairan atau zat padat

(media B), maka cahaya ini pada titik singgung akan dibelokkan. Sudut datang α adalah lebih besar dari sudut keluar β .

Indeks bias suatu zat (n) adalah perbandingan kecepatan cahaya (C_A) dalam udara dengan kecepatan cahaya (C_B) dalam zat tersebut, dan dinyatakan dalam hukum Snellius :

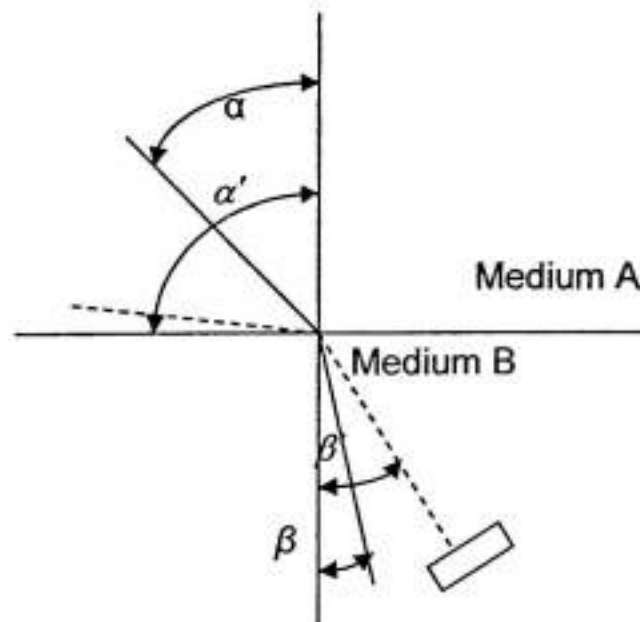
$$n = \frac{C_A}{C_B} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Peralatan untuk penentuan indeks bias disebut refraktometer. Peralatan ini dapat memberikan ketelitian pembacaan sampai 3 desimal, dilengkapi dengan termometer untuk membaca suhu kamar dari 20°C dan harus termostatik. Persyaratan ini dipenuhi oleh misalnya refraktometer Abbe, yang menentukan sudut batas refleksi total. Beberapa tetes larutan yang diperiksa diteteskan pada prisma ukur. Pada gambar 8, cairan dengan indeks bias n adalah medium A, kaca prisma dengan indeks bias N adalah medium B, N adalah lebih besar dari n . Indeks bias media kedua yang berbatasan adalah berbanding terbalik dari sinus sudut bias yang sesuai :

$$\frac{n}{N} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sin \beta'}{\sin \alpha'}$$

Jika cahaya yang digambar sebagai garis putus-putus pada gambar 8 menyentuh perbatasan cairan (medium A)/kaca prisma (medium B) dengan sudut datang hampir 90° maka cahaya ini akan bergerak dengan sudut batas β' dalam kaca prisma. Jika dilihat sektor kanan bawah pada gambar 8 dalam arah berkas sinar jatuh yang digambarkan sebagai garis

putus-putus diamati, maka terlihat di dalam daerah sudut β' suatu zone terang, bagian zone gelap dengan batas terang gelap yang tajam. Karena n diketahui dan $\alpha = 90^\circ$, maka dengan menggunakan persamaan di atas, dari sudut batas β' yang diperoleh dari pengukuran dapat dihitung indeks bias n yang dicari. Pada refraktometer Abbe warna sisa yang terbentuk pada penyinaran langsung cahaya putih dikompensasi oleh prisma dan indeks bias ditunjukkan pada garis D-natrium. Untuk mengontrol refraktometer digunakan cairan dengan indeks bias diketahui seperti air ($n_D^{20} = 1,333$) atau 1-bromonaftalin ($n_D^{20} = 1,658$).



Gambar 8. Refraksi cahaya pada suatu permukaan batas (21)

Bidang penggunaan refraktometri selanjutnya adalah penentuan kadar larutan, karena indeks bias kan bertambah dengan bertambahnya konsentrasi. Juga dapat ditentukan perbandingan campuran dua cairan dengan menentukan indeks bias yang berbeda dari kedua komponen.

Selanjutnya dapat juga ditentukan kadar air dalam suatu bahan dengan cara mengkonversikannya terhadap nilai indeks bias (**Lampiran 7**).

II.3.3 pH meter (13)

Metode yang paling maju dan tepat dalam mengukur pH adalah secara potensiometri, yaitu berdasarkan pengukuran tegangan gerak elektrik (*electromotive force*) suatu sel elektrokimia, yang mengandung larutan yang tak diketahui pH-nya sebagai elektrolit, dan dua buah electrode. Elektrode-elektrode ini dihubungkan dengan terminal-terminal sebuah voltmeter elektronik, yang kebanyakan disebut pH-meter saja. Jika telah dikalibrasi dengan baik dengan suatu buffer yang sesuai yang diketahui pH-nya, pH larutan yang tak diketahui itu dapat dibaca langsung dari skala pada alat pH-meter.

Kedua electrode yang dipakai untuk membentuk sel elektrokimia tersebut mempunyai peranan yang berbeda dalam pengukuran, dan harus dipilih yang sesuai. Salah satu electrode dinamakan electrode indicator, mendapat potensial yang bergantung pada pH larutan. Dalam praktek, elektroda dari kaca dipakai sebagai elektroda indicator. Di lain pihak, elektroda yang kedua, harus mempunyai potensial yang tetap, tidak tergantung pada pH larutan, yang terhadapnya potensial elektroda indicator dapat dibandingkan dalam berbagai larutan. Itulah sebabnya elektroda kedua ini dinamakan *elektroda pembanding*. Dalam pengukuran pH, elektroda kalomel (yang jenuh) dipakai sebagai pembanding.

Elektroda kaca terdiri dari kaca yang peka terhadap pH dalam bentuk bola kecil, yang dipadu pada sebuah tabung kaca biasa. Bola diisi dengan suatu larutan asam atau dengan suatu buffer asam yang dihubungkan pada rangkaian dengan kawat platinum. Biasanya ada sebuah electrode pembanding dalam (elektroda perak-perak klorida) yang dimasukkan ke dalam rangkaian. Peranan elektroda pembanding dalam adalah untuk melindungi elektroda kaca dari beban listrik yang membahayakan. Elektroda ini tak terpolarisasikan dan memiliki potensial yang konstan.

Elektroda kaca cocok untuk pengukuran pH yang teliti dalam daerah pH 2 sampai 11. Di bawah pH ini (pada konsentrasi ion hidrogen yang tinggi), apa yang disebut potensial difusi termasuk ke dalam e.m.f. yang terukur sehingga hasil pengukuran yang diperoleh kurang akurat, bahkan dengan kalibrasi yang paling seksama sekalipun. Pada nilai pH di atas 11, timbul apa yang disebut kesalahan alkali dari elektroda kaca, yang membuat responsnya non linear dengan pH. Biasanya setiap pengukuran harus didahului dengan kalibrasi menggunakan suatu buffer yang pH-nya harus sedekat mungkin dengan pH dari larutan uji.

Elektroda kalomel pada dasarnya adalah elektroda merkuri (raksa), yang potensial elektrodanya bergantung semata-mata pada konsentrasi ion merkuri (I) (Hg_2^{+2}) dalam larutan dengan mana ia bersentuhan. Konsentrasi ion merkuri(I) dijaga agar tetap dengan menambahkan endapan merkuri(I) klorida (kalomel) kepada larutan

dan dengan memakai konsentrasi kalium klorida jenuh yang besar. Pada suhu yang konstan, konsentrasi ion klorida adalah konstan, ini berarti konsentrasi ion merkuri(II) tetap konstan, jadi potensial elektroda tetap konstan pula. Maka elektroda ini tak terpolarisasikan.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. PENYIAPAN ALAT DAN BAHAN

III.1.1. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan adalah buret 50 ml (*Whatman*), erlenmeyer bersumbat kaca (*Pyrex*) 250 ml, labu tentukur 100 ml, 250 ml, 1000 ml, oven, penangas air, pH meter (*Hanna*), pipet volume 1 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml, refraktometer (*Atago*), termometer, dan timbangan analitik (*Dragon 303*).

Bahan-bahan yang digunakan adalah alfa naftol, amilum, amonium hidrogen fosfat, asam klorida p.a. (*Merck*), asam sitrat, asam sulfat p.a. (*Merck*), etanol 96%, fenolftalein, kalium bikromat p.a. (*Merck*), kalium iodida, kalium biftalat p.a. (*Merck*), kalium natrium tartrat, natrium hidroksida, natrium karbonat, natrium tiosulfat, resorsinol, sampel madu, tembaga sulfat, dan timbal asetat.

III.1.2. Pengambilan dan Penyiapan Sampel

III.1.2.1. Pengambilan sampel

Sampel yang akan dianalisis berupa madu dengan berbagai merek yang beredar di beberapa swalayan dan apotek di Makassar (Sulawesi Selatan), dengan variasi enam merek yang dominan.

III.1.2.2. Penyiapan Sampel

Sampel diencerkan dengan air suling pada perbandingan 1 : 20 kemudian dihomogenkan.

III.1.3. Penyiapan Pereaksi (10,12,13)

Pereaksi yang dibutuhkan dalam penelitian dibuat sesuai dengan prosedur pembuatan pereaksi.

1. Alfa naftol 10% b/v

Alfa naftol ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan dalam 50 ml etanol 96%.

2. Amilum 0,5% b/v

Pati ditimbang sebanyak 0,5 gram dan disuspensikan dalam beberapa ml air suling, dididihkan sampai hampir jernih dan dicukupkan volumenya hingga 100 ml. Kemudian pendidihan dilanjutkan sampai larutan amilum benar-benar jernih.

3. Amonium hidrogen fosfat 10% b/v

Diamonium hidrogen fosfat ditimbang sebanyak 10 gram dan dilarutkan dalam air suling kemudian diencerkan sampai menjadi 100 ml.

4. Asam klorida 25% b/b

Asam klorida pekat diukur sebanyak 7 ml kemudian dituangkan ke dalam 70 ml air suling dengan terus diaduk dan diencerkan dengan air suling sampai menjadi 100 ml.

5. Asam klorida, HCl 4N

Asam klorida pekat diukur sebanyak 34 ml dan dituangkan dalam 50 ml air suling dengan terus diaduk kemudian diencerkan dengan air suling sampai menjadi 100 ml.

6. Asam sulfat 25% b/b

Asam sulfat pekat diukur sebanyak 127 ml kemudian ditambahkan perlahan-lahan pada 250 ml air suling dalam Erlenmeyer sambil terus diaduk. Jika campuran menjadi panas, tunggu selama 5 menit sebelum meneruskan pengenceran. Bila campuran telah dingin lagi, diencerkan dengan air suling sampai menjadi 500 ml dan dipindahkan ke dalam botol kaca tertutup rapat.

7. Fenolftalein 1% b/v

Fenolftalein ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dilarutkan dalam 50 ml etanol netral.

8. Fehling

Fehling A : Tembaga (II) sulfat ditimbang sebanyak 7 gram kemudian dilarutkan dalam air suling dan diencerkan sampai menjadi 100 ml.

Fehling B : Kalium natrium tartrat ditimbang sebanyak 35 gram dan 10 gram natrium hidroksida dilarutkan dalam air suling dan diencerkan hingga 100 ml.

9. Kalium Iodida 20% b/v

Kalium iodida sebanyak 20 gram ditimbang dan dilarutkan dalam 100 ml air suling.

10. Larutan Luff Schoorl

Natrium karbonat anhidrat ditimbang sebanyak 143,8 gram dan dilarutkan dalam 300 ml air suling. Sambil diaduk, tambahkan 50 gram asam sitrat yang telah dilarutkan dengan 50 ml air suling. Tambahkan 25 gram tembaga (II) sulfat yang telah dilarutkan dengan 100 ml air suling. Pindahkan larutan tersebut ke dalam labu tentukur 1 liter dan tepatkan sampai tanda garis dengan air suling dan kocok. Dibiarkan semalaman dan kemudian disaring.

11. Natrium hidroksida 30% b/v

Natrium hidroksida ditimbang sebanyak 30 gram dan dilarutkan dalam 30 ml air suling, setelah larut diencerkan sampai menjadi 100 ml dengan air suling.

12. Natrium hidroksida 0,1 N

Pembuatan : Natrium hidroksida ditimbang sebanyak 4 gram kemudian dilarutkan dengan air suling secukupnya dan diencerkan hingga 1000 ml dalam labu tentukur.

Pembakuan : Kalium biftalat yang telah dikeringkan pada suhu 105°C selama 3 jam ditimbang seksama sebanyak 500 mg. Larutkan dengan 25 ml air suling bebas karbondioksida dalam Erlenmeyer, ditambahkan 2

tetes indikator fenolftalein dan titrasi dengan natrium hidroksida sampai terbentuk warna merah yang tetap. Pembakuan diulang 2 kali dan dihitung normalitas larutan natrium hidroksida.

13. Natrium tiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

Pembuatan : Natrium tiosulfat P ditimbang sebanyak 26 gram dan natrium karbonat P sebanyak 200 mg, dilarutkan dalam air suling bebas karbondioksida segar secukupnya hingga 1000 ml dalam labu tentukur.

Pembakuan : Kalium bikromat yang sebelumnya telah dikeringkan di dalam oven pada suhu 120°C selama 4 jam ditimbang seksama sebanyak 210 mg. Kemudian dilarutkan dalam 100 ml air suling pada Erlenmeyer bersumbat kaca dan dihomogenkan. Kemudian ditambahkan dengan cepat 3 gram kalium iodida P, 2 gram Natrium bikarbonat P dan 5 ml Asam Klorida P. Ditutup kembali dan digoyang hingga tercampur, dibiarkan di tempat gelap selama 10 menit. Selanjutnya dititrasi dengan Natrium tiosulfat menggunakan indikator larutan kanji. Pembakuan diulang 2 kali, dan dihitung normalitas larutan.

14. Timbal asetat, $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ jenuh

Pb asetat ditimbang sebanyak 25 gram dan dilarutkan dengan 50 ml air suling.

III.2. ANALISIS KUALITATIF (14, 15, 16)

III.2.1. Identifikasi Glukosa

1. Uji Molisch

Larutan sampel sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 tetes larutan alfa naftol 10% b/v dalam etanol 96%. Secara hati-hati 2 ml H_2SO_4 pekat ditambahkan melalui dinding tabung akan terbentuk cincin ungu.

2. Uji Fehling

Larutan sampel sebanyak 2 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan Fehling A dan larutan Fehling B sama banyak, lalu tabung reaksi ditempatkan dalam air mendidih selama 1-2 menit, akan terbentuk endapan merah bata.

III.2.2. Identifikasi Fruktosa

1. Uji Seliwanoff

Larutan sampel sebanyak 5 ml ditambahkan 10 mg resorsinol dan 10 ml HCl 4N, lalu dipanaskan selama 20 detik akan terbentuk warna merah.

2. Uji Pembentukan Osazon

Larutan sampel sebanyak 10 ml ditambahkan 200 mg fenilhidrazin HCl dan 300 mg natrium asetat kristal dan beberapa tetes asam asetat glasial. Dipanaskan secara perlahan-lahan di atas penangas air sampai mendidih, akan terbentuk kristal dan diamati di bawah mikroskop.

III.3. ANALISIS KUANTITATIF

III.3.1 Penentuan Kadar Gula reduksi (8, 10, 12)

Sampel sebanyak 2 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 250 ml kemudian ditambahkan air suling dan kocok. Ditambahkan 5 ml Pb asetat jenuh dan digoyangkan kemudian teteskan 1 tetes larutan Pb asetat jenuh hingga tidak menimbulkan kekeruhan lagi, lalu ditambahkan 15 ml larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10% untuk mengendapkan Pb asetat setengah basa kemudian teteskan 1-2 tetes $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10% hingga tidak timbul kekeruhan. Digoyangkan dan ditepatkan isi labu ukur sampai tanda garis dengan air suling, dikocok, diamkan dan disaring.

Setelah itu dipipet 10 ml larutan hasil penyaringan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer bersumbat kaca 250 ml. Ditambahkan 15 ml air suling dan 25 ml larutan Luff Schoorl serta beberapa butir batu didih, lalu hubungkan erlenmeyer dengan pendingin tegak dan panaskan di atas penangas listrik. Dipanaskan terus-menerus selama 10 menit, kemudian angkat dan segera dinginkan. Setelah dingin ditambahkan 10 ml larutan KI 20% dan 25 ml larutan H_2SO_4 25%. Selanjutnya dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N dengan larutan kanji 0,5% sebagai indikator. Dikerjakan

penetapan blanko dengan 25 ml air dan 25 ml larutan Luff Schoorl dan dikerjakan seperti di atas.

Dengan mengetahui selisih antara titrasi blanko dan titrasi contoh, kadar gula reduksi (sebelum inversi) dalam bahan dapat dicari dengan menggunakan tabel Luff Schoorl (lampiran 2).

III.3.2 Penentuan Kadar Sukrosa (8, 10, 12)

Sebanyak 50 ml hasil saringan pada penetapan gula reduksi dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 ml. Setelah itu ditambahkan 25 ml HCl 25%, kemudian dipanaskan di atas penangas air pada suhu 68-70°C dan suhu dipertahankan selama 10 menit. Setelah didinginkan, ditambahkan NaOH 30% sampai netral dengan indikator fenolftalein, ditambahkan air suling hingga tanda garis dan dikocok. Dipipet 10 ml larutan tersebut dan dimasukkan dalam erlenmeyer bersumbat kaca 250 ml kemudian ditambahkan 15 ml air suling dan 25 ml larutan Luff Schoorl serta beberapa butir batu didih. Hubungkan dengan pendingin tegak dan panaskan di atas penangas listrik. Diusahakan 3 menit sudah mulai mendidih. Dipanaskan terus sampai 10 menit. Angkat dan segera dinginkan dalam bak berisi es tanpa digoyang. Setelah dingin ditambahkan 10 ml larutan KI 20% dan 25 ml H₂SO₄ 25%. Selanjutnya dititrasi dengan larutan Na-tiosulfat 0,1 N dengan larutan kanji 0,5% sebagai indikator. Dilakukan juga penetapan blanko dengan 25 ml larutan Luff Schoorl dan dikerjakan seperti di atas.

Dengan mengetahui selisih antara titrasi blanko dan titrasi contoh, diperoleh berapa mg gula (setelah inversi) yang setara dengan ml Natisulfat yang digunakan dengan menggunakan tabel Luff Schoorl (lampiran 2).

Kadar sukrosa dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\% \text{ sukrosa} = 0,95 \times (\% \text{gula sesudah inversi} - \% \text{gula sebelum inversi})$$

III.3.3 Penentuan Kandungan Air (11)

Metode Refraktometer

Contoh ditetapkan indeks biasanya pada suhu 20⁰C dengan menggunakan refraktometer. Hasil pembacaan (nilai indeks bias) dikonversikan terhadap kadar air dengan menggunakan data pada lampiran 3. Jika penetapan tidak dilakukan pada suhu 20⁰C, maka dikonversikan hasil pembacaan terhadap suhu 20⁰C dengan menggunakan koreksi suhu, yaitu jika nilai indeks bias diukur pada suhu di bawah 20⁰C kurangkan 0,00023 per ⁰C pada angka tabel, bila pengukuran dilakukan pada suhu di atas 20⁰C tambahkan 0,00023 per ⁰C dari angka tabel.

III.3.4 Penentuan pH

pH contoh ditentukan dengan menggunakan alat pH meter.

III.3.5 Penentuan Keasaman (11)

Madu sebanyak 5 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml kemudian larutkan dengan 75 ml air suling dan

tambahkan 4-5 tetes indikator fenolftalein. Selanjutnya dititrasi larutan di atas dengan larutan NaOH 0,1 N sampai dicapai titik akhir yang tetap selama 10 detik. Dicatat volume NaOH 0,1 N yang digunakan untuk titrasi dan dihitung keasaman dalam madu.

III.4. PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

Data dari hasil penelitian dikumpul dan dianalisis.

III.5. PEMBAHASAN HASIL

Pembahasan hasil dilakukan berdasarkan hasil pengumpulan dan analisis data yang diperoleh.

III.6. PENGAMBILAN KESIMPULAN

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan hasil penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 HASIL PENELITIAN

IV.1.1 Hasil Analisis Kualitatif

Hasil analisis kualitatif glukosa dan fruktosa dalam madu yang diperoleh dari beberapa swalayan dan apotek di Makassar dengan metode sampling, dimana keenam sampel madu tersebut mengandung glukosa dan fruktosa. Adanya glukosa dalam sampel madu dapat diketahui dengan uji Molisch dan uji Fehling (dapat dilihat pada **tabel 4** dan **tabel 5**). Adanya fruktosa dalam sampel madu dapat diketahui dengan uji Seliwanoff dan uji Osazon (dapat dilihat pada **tabel 6** dan **tabel 7**).

IV.1.2 Hasil Analisis Kuantitatif

1. Kandungan Gula Reduksi (Fruktosa dan Glukosa) dengan metode

Luff Schoorl

Kadar gula reduksi (glukosa dan fruktosa) sebagai berikut :

- a. Sampel A : 60,88 % b/b **
- b. Sampel B : 61,65 % b/b **
- c. Sampel C : 61,40 % b/b **
- d. Sampel D : 63,00 % b/b **
- e. Sampel E : 61,57 % b/b **
- f. Sampel F : 45,02 % b/b **

2. Kandungan Sukrosa dengan metode Luff Schoorl

Kadar sukrosa sebagai berikut :

- a. Sampel A : 4,25 % b/b *
- b. Sampel B : 1,48 % b/b *
- c. Sampel C : 1,02 % b/b *
- d. Sampel D : 1,40 % b/b *
- e. Sampel E : 3,61 % b/b *
- f. Sampel F : 12,29 % b/b **

3. Kandungan Air dengan metode Refraktometri

Kandungan air sebagai berikut :

- a. Sampel A : 23,71 % b/b **
- b. Sampel B : 16,71 % b/b *
- c. Sampel C : 24,04 % b/b **
- d. Sampel D : 21,83 % b/b *
- e. Sampel E : 19,19 % b/b *
- f. Sampel F : 21,56 % b/b *

4. pH secara potensiometri

pH sampel dengan menggunakan pH meter sebagai berikut :

- a. Sampel A : 4,33 *
- b. Sampel B : 4,33 *
- c. Sampel C : 4,33 *
- d. Sampel D : 4,77 **

- e. Sampel E : 4,73 **
- f. Sampel F : 2,70 **

5. Keasaman

Keasaman dengan titrasi menggunakan NaOH 0,1 N sebagai berikut :

- a. Sampel A : 48,43 mEq/kg *
- b. Sampel B : 44,39 mEq/kg *
- c. Sampel C : 45,07 mEq/kg *
- d. Sampel D : 7,40 mEq/kg *
- e. Sampel E : 11,10 mEq/kg *
- f. Sampel F : 84,41 mEq/kg **

Keterangan : * = Memenuhi Syarat

** = Tidak Memenuhi Syarat

IV.2 PEMBAHASAN

IV.2.1 Analisis Kualitatif

Pada uji Molisch, karbohidrat oleh asam sulfat pekat akan dihidrolisa menjadi glukosa kemudian mengalami dehidrasi oleh asam sulfat menjadi hidroksi metil furfural yang selanjutnya dengan alfa naftol akan berkondensasi membentuk senyawa kompleks yang berwarna ungu berupa cincin pada batas antara larutan karbohidrat dengan asam sulfat.

Pada uji Fehling, identifikasi glukosa disebabkan karena kemampuan gugus aldehyd pada glukosa mereduksi Cu^{2+} yang terdapat pada larutan

Fehling membentuk endapan Cu_2O yang berwarna hijau, kuning-oranye atau merah bata bergantung dari macam gula reduksinya.

Uji Seliwanoff spesifik untuk analisis fruktosa karena peristiwa dehidrasi fruktosa menjadi furfural yang selanjutnya bereaksi dengan resorsinol membentuk senyawa kompleks yang berwarna merah.

Pada uji pembentukan osazon, fruktosa dengan fenilhidrazin dan dipanaskan akan membentuk senyawa hidrazon atau osazon yaitu fenilhidrazon. Senyawa Osazon ini berupa zat padat dan mudah dimurnikan. Kristal yang terbentuk dengan fruktosa dalam sampel madu selanjutnya diamati di mikroskop dan dibandingkan dengan kristal yang terbentuk dalam larutan fruktosa murni yang berbentuk jarum.

IV.2.2 Analisis kuantitatif

1. Penentuan Kadar Gula Reduksi dengan metode Luff Schoorl

Sampel madu ditambahkan dengan Pb asetat jenuh dimaksudkan untuk menghilangkan pigmen, senyawa berwarna dan senyawa koloid sehingga diperoleh larutan sampel yang jernih. Untuk menghilangkan Pb asetat yang digunakan dalam penjernihan, ditambahkan kristal Na_2CO_3 anhidrat atau K atau Na-Oksalat anhidrat atau larutan Na-fosfat 8%.

Dari hasil penentuan kandungan gula reduksi tersebut semua sampel tidak memenuhi syarat, dimana kandungan gula reduksi minimum untuk produk madu menurut SNI 01-3545-2004 adalah 65% b/b.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan gula reduksi pada madu adalah kadar air, waktu dan suhu penyimpanan. Kadar air, waktu dan suhu penyimpanan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan terjadinya proses perombakan gula monosakarida menjadi alkohol terjadi dengan cepat sehingga kadar gula reduksi berkurang (4). Perubahan ini akan terjadi dengan cepat pada kadar air di atas 17%, dimana jika dilihat kandungan air pada masing-masing sampel hanya Sampel B yang memiliki kadar air di bawah 17%. Ini berarti rendahnya kadar gula reduksi pada sampel B tidak terlalu dipengaruhi oleh kadar airnya.

2. Penentuan Kadar Sukrosa dengan metode Luff Schoorl

Penentuan kadar sukrosa dilakukan dengan metode Luff Schoorl sebagaimana pada penentuan kadar gula reduksi. Akan tetapi, sebelum direaksikan dengan reagen Luff Schoorl larutan sampel terlebih dahulu dihidrolisis dengan suatu asam menjadi gula reduksi.

Dari hasil penentuan kandungan sukrosa tersebut Sampel A, B, C, D, dan E telah memenuhi syarat sedangkan Sampel F tidak memenuhi syarat dimana kandungan sukrosa maksimum untuk produk madu menurut SNI 01-3545-2004 adalah 5 % b/b.

Kandungan air serta lamanya waktu penyimpanan juga mempengaruhi penurunan kadar sukrosa pada madu. Hal ini disebabkan pada kondisi kadar air di atas 17% ragi madu aktif melakukan perombakan sukrosa menjadi gula monosakarida yang akhirnya akan menjadi alkohol (4). Perubahan ini akan terjadi dengan cepat pada kadar air di atas 17%.

Selain itu kadar sukrosa yang tinggi seperti pada Sampel F kemungkinan karena telah dicampur dengan gula pasir atau karena koloni lebah bersarang di sekitar pembuatan gula merah dan dipanen dalam waktu awal.

3. Penentuan Kandungan Air dengan metode Refraktometri

Kandungan air pada madu ditentukan dengan cara menentukan indeks bias larutan madu pada suhu 20⁰C dengan menggunakan alat refraktometer.

Dari hasil penentuan kandungan air tersebut Sampel B, D, E dan F telah memenuhi syarat sedangkan Sampel A dan C tidak memenuhi syarat dimana kandungan air maksimum untuk produk madu menurut SNI 01-3545-2004 adalah 22 % b/b.

Kandungan air sangat berpengaruh terhadap kadar gula reduksi dan sukrosa dalam madu. Hal ini disebabkan pada kondisi kadar air di atas 17% ragi madu aktif melakukan perombakan sukrosa menjadi gula monosakarida yang akhirnya akan menjadi alkohol (4). Perubahan ini akan terjadi dengan cepat pada kadar air di atas 17%.

4. Penentuan pH dengan metode Potensiometri

pH madu ditentukan dengan menggunakan alat pH-meter. Dari hasil penentuan pH tersebut Sampel A, B, dan C telah memenuhi syarat sedangkan Sampel D, E dan F tidak memenuhi syarat dimana pH madu yang baik adalah berkisar antara 3,4-4,5.

Sampel F memiliki nilai pH yang terlalu rendah. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi merek madu ini yang telah ditambahkan dengan bahan pengaroma dan rasa jeruk. Selain itu, walaupun kadar air madu ini masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN), nilai kadar airnya yaitu 21,56% b/b masih terlalu tinggi mengingat kadar air madu yang berkualitas baik adalah sekitar 17%. Tingginya nilai kadar air dapat mempercepat terjadinya proses fermentasi gula dalam madu yang dapat menyebabkan meningkatkan kandungan asam dan turunya pH madu. Sebaliknya, Sampel D dan E memiliki nilai pH yang tinggi. Artinya sampel madu ini mengandung jumlah asam yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas madu karena sebenarnya secara normal dalam madu terdapat asam-asam tertentu yang juga dibutuhkan oleh tubuh.

5. Penentuan Keasaman dengan Metode Titrimetri

Penentuan keasaman madu dilakukan untuk menentukan jumlah total asam yang terkandung dalam madu. Semakin rendah pH maka akan semakin besar nilai keasamannya, sebaliknya semakin tinggi nilai pH maka semakin rendah keasamannya.

Dari hasil penentuan keasaman tersebut Sampel A, B, C, D dan E telah memenuhi syarat sedangkan Sampel F tidak memenuhi syarat dimana keasaman madu maksimum menurut SNI 01-3545-2004 adalah 50 ml 0,1 N NaOH/kg atau mEq/kg.

BAB V

PENUTUP

V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari contoh madu yang diteliti dapat disimpulkan bahwa kandungan gula reduksi semuanya tidak memenuhi standar SNI 01-3545-2004, kandungan sukrosa dan keasaman telah memenuhi standar kecuali sampel F, kandungan air memenuhi standar kecuali sampel A dan C, dan pH telah memenuhi standar kecuali sampel D, E, dan F.

V.2 SARAN

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang identifikasi dan analisis kuantitatif terhadap flavanoid inhibine (bersifat bakteriostatik), vitamin, hidroksi metil furfural (HMF), aktivitas enzim diastase dan kemungkinan adanya pemanis buatan yang terdapat dalam madu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fauziah, M. 1995. *Taman Obat Keluarga*. Swadaya. Jakarta. 1-2.
2. Pusat Perlebahan Apiari Pramuka. 2003. *Lebah Madu : Cara Berternak dan Pemanfaatan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 77.
3. Sihombing, D.T. 1997. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 32.
4. Suranto, A. 2005. *Khasiat dan Manfaat Madu Herbal*. Cetakan ke-2. Agromedia Pustaka. Jakarta. 25-35.
5. Juliati. 1993. Pengaruh Waktu dan Suhu Terhadap Kualitas Madu Bompo (*Apis dorsata* Cookerell) dengan Variasi Kadar Air. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam Universitas Hasanuddin. Makassar. 5-20.
6. Hasniah. 1998. Penentuan Kadar Gula Reduksi dalam Madu Secara Spektrofotometer Sinar Tampak. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Makassar. 1-3.
7. Murtidjo, B.A. 1994. *Memelihara Lebah Madu*. Kanisius. Yogyakarta. 59-61.
8. Muchtadi, D. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bandung. 57-63.
9. Jenkins, G.L. 1957. *Quantitative Pharmaceutical Chemistry*. Fifth Edition. Mc Graw Hill-Book Company, Inc. Toronto.
10. Standar Nasional Indonesia 01-2892-1992. 1992. *Cara Uji Gula*. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta. 1-11.
11. Standar Nasional Indonesia 01-3545-2004. 2004. *Madu*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 1-13.
12. Sudarmadji, S., Bambang, H., & Suhardi. 1984. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi ke-4. Liberty. Yogyakarta. 34-38, 152.

13. Svehla, G. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif makro dan Semimikro*. Kalman Media Pustaka. Jakarta. 620-635.
14. Anonim. 1979. *Card System dan Reaksi Warna*. Edisi Revisi. Sie Kesejahteraan Himpunan Mahasiswa Farmasi Institut Teknologi Bandung. Bandung. 84-89.
15. Rampengan, V.J., Pontoh, D.T., & Sembel. 1985. *Dasar-dasar Pengawasan Mutu Pangan*. Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur. Universitas Hasanuddin. Makassar. 35.
16. Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 47.
17. Warisno. 1996. *Budidaya Lebah Madu*. Kanisius. Yogyakarta. 35, 46.
18. Sumoprastowo, R.M. 1993. *Beternak Lebah Madu Modern*. Bharata. Jakarta. 42, 48.
19. Fessenden, R.J. 1996. *Dasar-dasar Kimia Organik*. Terjemahan Oleh Sukmariah Maun. 1997. Binarupa Aksara. Jakarta. 595-600.
20. Riawan, S. 1990. *Kimia Organik*. Binarupa Aksara. Jakarta. 279-286.
21. Roth, J.H. 1988. *Analisis Kimia Farmasi*. Terjemahan Kisman S. 1992. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 338-341.
22. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. 1995. *Farmakope Indonesia*. Edisi V. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 1030.
23. Streitwieser, A. 1992. *Introduction to Organic Chemistry*. Fourth Edition. Macmillan Publishing Company. New York. 925-926.
24. Morrison, R.T., Boyd. R.N. 1992. *Organic Chemistry*. Sixth Edition. Paramount Communication Company. New Jersey. 591.

Tabel 4. Hasil Analisis Kualitatif Glukosa dengan Uji Molisch

Sampel	Hasil	Pustaka	Keterangan
A	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+
B	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+
C	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+
D	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+
E	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+
F	Cincin Ungu	Cincin Ungu	+

Tabel 5. Hasil Analisis Kualitatif Glukosa dengan Uji Fehling

Sampel	Hasil	Pustaka	Keterangan
A	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+
B	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+
C	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+
D	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+
E	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+
F	Merah Bata	Hijau, kuning-orange, atau merah	+

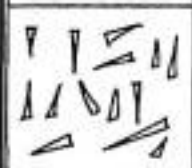
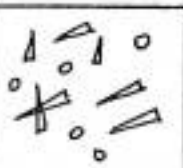
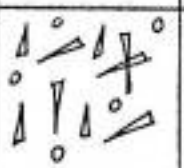

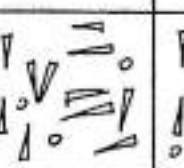
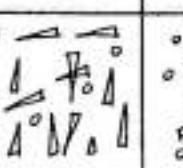

Tabel 6. Hasil Analisis Kualitatif Fruktosa dengan Uji Seliwanoff

Sampel	Hasil	Pustaka	Keterangan
A	Merah	Merah	+
B	Merah	Merah	+
C	Merah	Merah	+
D	Merah	Merah	+
E	Merah	Merah	+
F	Merah	Merah	+

Tabel 7. Hasil Analisis Kualitatif Fruktosa dengan Uji Osazon

Sampel	Hasil	Pustaka	Keterangan
A	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+
B	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+
C	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+
D	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+
E	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+
F	Terbentuk kristal jarum	Kristal seperti jarum	+

Gambar pembentukan kristal yang terbentuk pada Uji Osazon dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10 x 10.

Standar Fruktosa	Sampel					
	A	B	C	D	E	F
						

Tabel 8. Penentuan Kadar Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dengan Metode Luff School

Sampel			Volume Titrasi (ml)			% Gula Reduksi	% Gula Reduksi (rata-rata)
Merek	Replikasi	Bobot (mg)	Blanko	Sampel	Blanko-Sampel		
A	I	2002	23,37	4,65	18,72	59,93	59,40
	II	2003		4,70	18,67	59,72	
	III	2007		5,00	18,37	58,55	
B	I	2001	23,37	4,85	18,52	59,25	60,16
	II	2004		4,50	18,87	60,40	
	III	2002		4,40	18,97	60,82	
C	I	2003	23,37	4,75	18,62	59,55	59,90
	II	2004		4,25	19,12	61,29	
	III	2002		4,95	18,42	58,87	
D	I	2006	23,37	3,90	19,47	62,47	61,45
	II	2002		4,20	19,17	61,52	
	III	2005		4,50	18,87	60,37	
E	I	2002	23,37	4,70	18,67	59,75	60,07
	II	2005		4,90	18,47	58,96	
	III	2003		4,20	19,17	61,49	
F	I	2003	23,37	9,30	14,07	43,75	43,96
	II	2007		8,90	14,47	44,99	
	III	2001		9,50	13,87	43,13	

Perhitungan : Dengan mengetahui selisih antara titrasi blanko dan titrasi sampel, banyaknya gula reduksi dalam bahan dapat dicari dengan menggunakan tabel Luff School (Lampiran 2).

Tabel 9. Penentuan Kadar Sukrosa dengan Metode Luff Schoorl

Sampel			Volume Titrasi (ml)			%Kadar Gula Setelah Inversi	%Kadar Sukrosa	%Kadar Sukrosa (Rata-rata)
Merek	Replikasi	Bobot (mg)	Blanko	Sampel	Blanko-Sampel			
A	I	2002	23,40	12,80	10,60	64,82	4,64	4,48
	II	2003		12,85	10,55	64,47	4,51	
	III	2007		13,05	10,35	63,07	4,29	
B	I	2001	23,40	13,20	10,20	62,31	2,91	1,30
	II	2004		13,34	10,05	61,26	0,82	
	III	2002		13,40	10,00	61,01	0,18	
C	I	2003	23,40	13,50	9,90	60,34	0,75	1,42
	II	2004		13,30	10,10	61,58	0,28	
	III	2002		13,20	10,20	62,28	3,24	
D	I	2006	23,40	13,05	10,35	63,10	0,59	1,81
	II	2002		13,10	10,30	62,91	1,32	
	III	2005		12,90	10,50	64,08	3,52	
E	I	2002	23,40	12,90	10,50	64,18	4,21	3,16
	II	2005		13,00	10,40	63,45	4,26	
	III	2003		13,15	10,25	62,56	1,02	
F	I	2003	23,40	14,30	9,10	55,26	10,93	12,27
	II	2007		13,90	9,50	57,69	12,06	
	III	2001		13,90	9,50	57,69	13,83	

Tabel 10. Penentuan Kandungan Air dengan Metode Refraktometri

Sampel		Nilai Indeks Bias			% Kadar Air	%Kadar Air (Rata-rata)
		Nilai Terbaca		Konversi Pada Suhu 20 ⁰ C		
		Suhu Sampel	Indeks Bias			
A	I	29,9	1,4753	1,4776	23,56	23,71
	II	30,0	1,4745	1,4768	23,88	
	III	30,1	1,4750	1,4773	23,68	
B	I	30,6	1,4918	1,4942	16,93	16,71
	II	30,7	1,4928	1,4952	16,56	
	III	30,7	1,4925	1,4950	16,64	
C	I	30,9	1,4725	1,4750	24,60	24,04
	II	30,9	1,4742	1,4767	23,92	
	III	30,9	1,4750	1,4775	23,60	
D	I	30,6	1,4790	1,4814	21,96	21,83
	II	30,6	1,4796	1,4820	21,80	
	III	30,6	1,4798	1,4822	21,72	
E	I	30,3	1,4868	1,4892	18,92	19,19
	II	30,3	1,4856	1,4880	19,40	
	III	30,5	1,4860	1,4884	19,24	
F	I	29,8	1,4780	1,4802	21,52	21,56
	II	29,9	1,4780	1,4803	21,48	
	III	29,8	1,4776	1,4798	21,68	

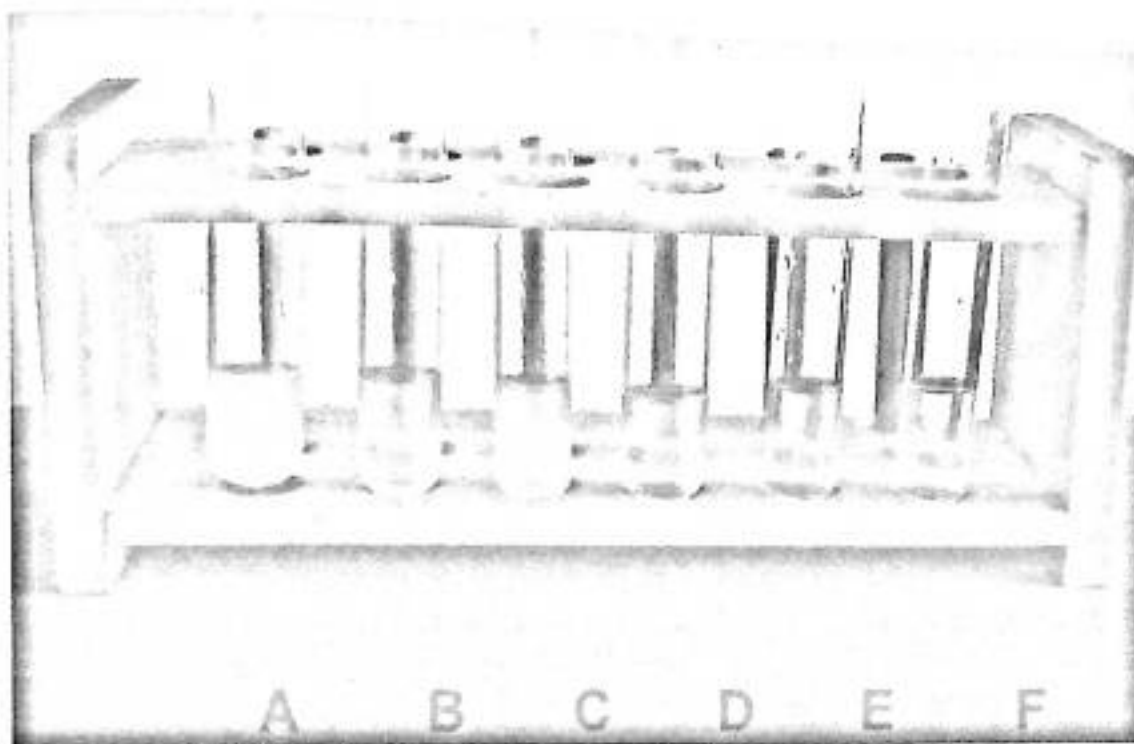
Perhitungan : Kandungan air dalam sampel dihitung dengan nilai indeks bias sampel yang dikonversikan pada suhu 20⁰C dan dihitung kadar airnya menggunakan data tabel (Lampiran 8).

Tabel 11. Penentuan pH dengan Metode Potensiometri (pH meter)

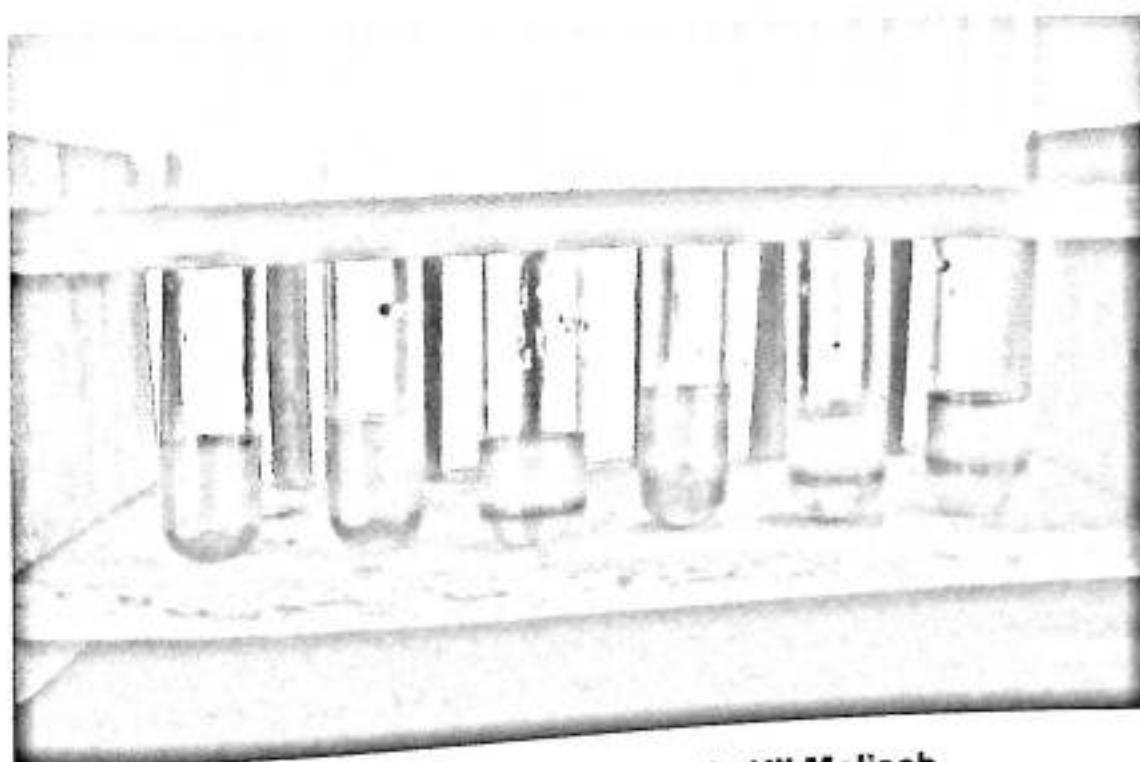
Sampel	Nilai pH			Rata-rata
	I	II	III	
A	4,3	4,3	4,4	4,33
B	4,2	4,5	4,3	4,33
C	4,3	4,4	4,3	4,33
D	4,8	4,8	4,7	4,77
E	4,7	4,8	4,7	4,73
F	2,8	2,7	2,6	2,70

Tabel 12. Penentuan Keasaman dengan Metode Alkalimetri

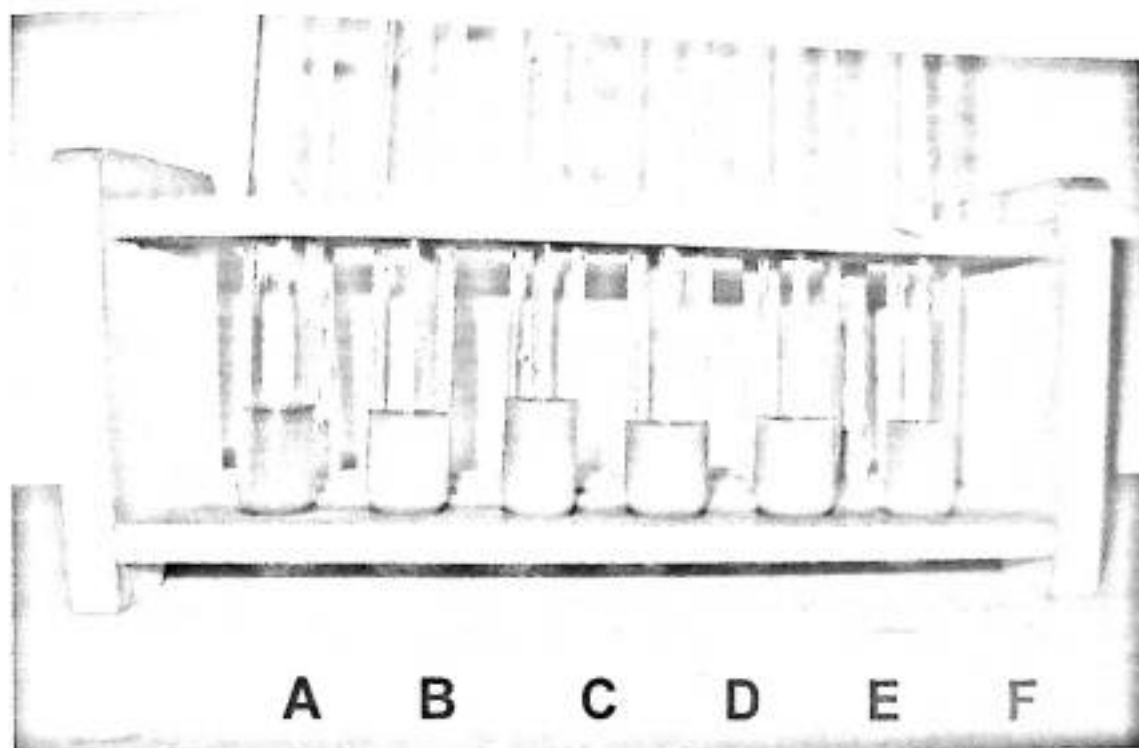
Sampel		Bobot contoh (gram)	Volume Titrasi	Keasaman (ml 0,1N NaOH/kg)	
				Replikasi	Rata-rata
A	I	5,004	2,25	45,39	48,43
	II	5,002	2,50	50,45	
	III	5,001	2,45	49,46	
B	I	5,005	2,30	46,39	44,39
	II	5,002	2,10	42,38	
	III	5,002	2,20	44,40	
C	I	5,003	2,25	45,40	45,07
	II	5,002	2,40	48,44	
	III	5,003	2,05	41,36	
D	I	5,004	0,40	8,07	7,40
	II	5,007	0,30	6,05	
	III	5,002	0,40	8,07	
E	I	5,002	0,60	12,11	11,10
	II	5,002	0,50	10,09	
	III	5,001	0,55	11,10	
F	I	5,003	4,10	82,73	84,41
	II	5,002	4,10	82,75	
	III	5,004	4,35	87,76	



Gambar 9. Pengenceran madu (1 : 20) untuk analisis kualitatif



Gambar 10. Cincin Ungu pada Uji Molisch

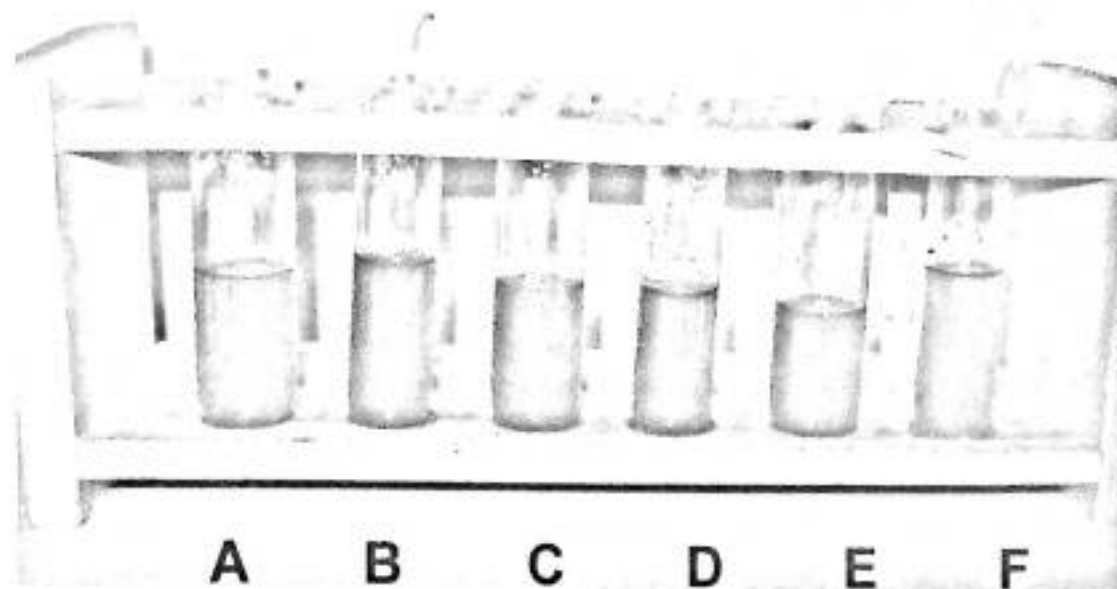


11. a

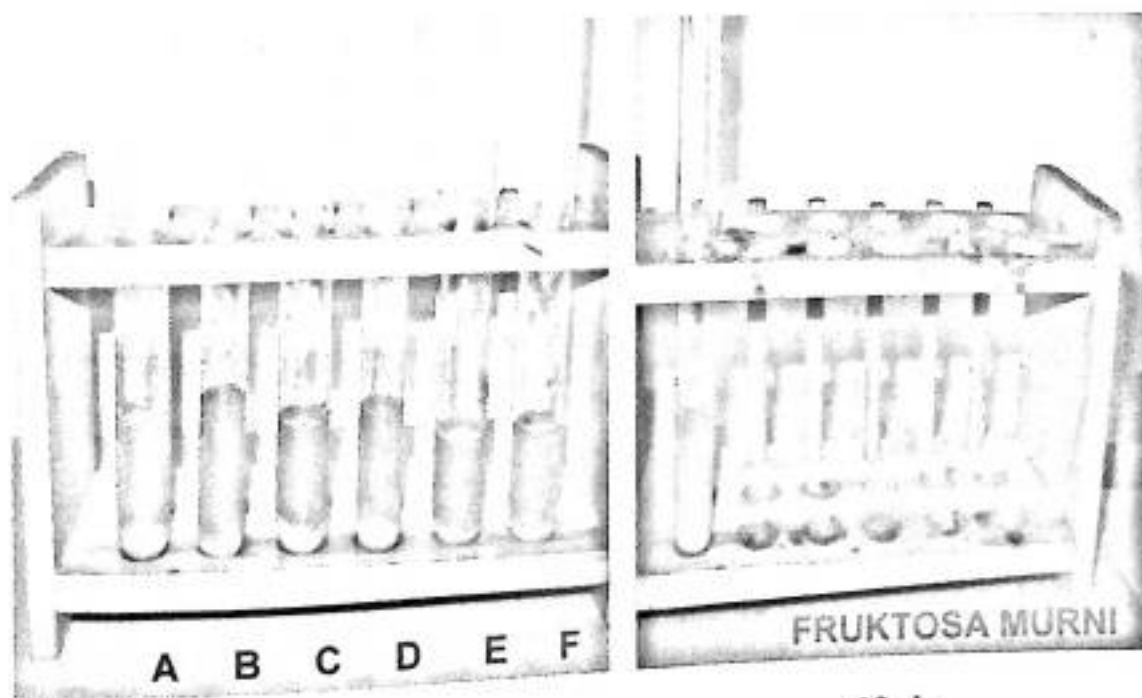


11. b

Gambar 11. Uji Fehling (a. Penambahan Fehling A dan Fehling B (1 : 1) pada Sampel madu, b. Endapan merah bata yang terbentuk pada Uji Fehling)



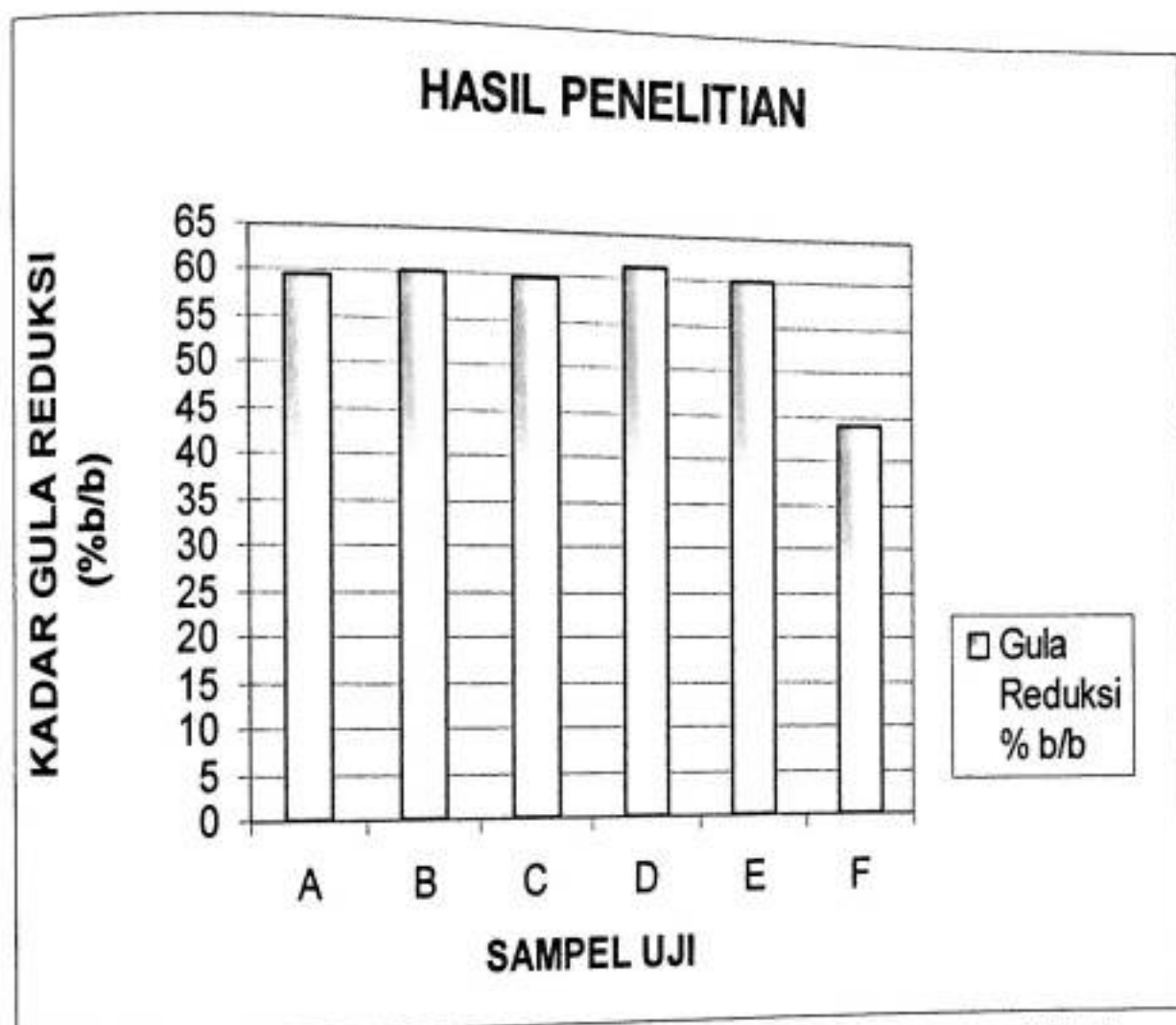
Gambar 12. Warna merah yang terbentuk pada Uji Seliwanoff



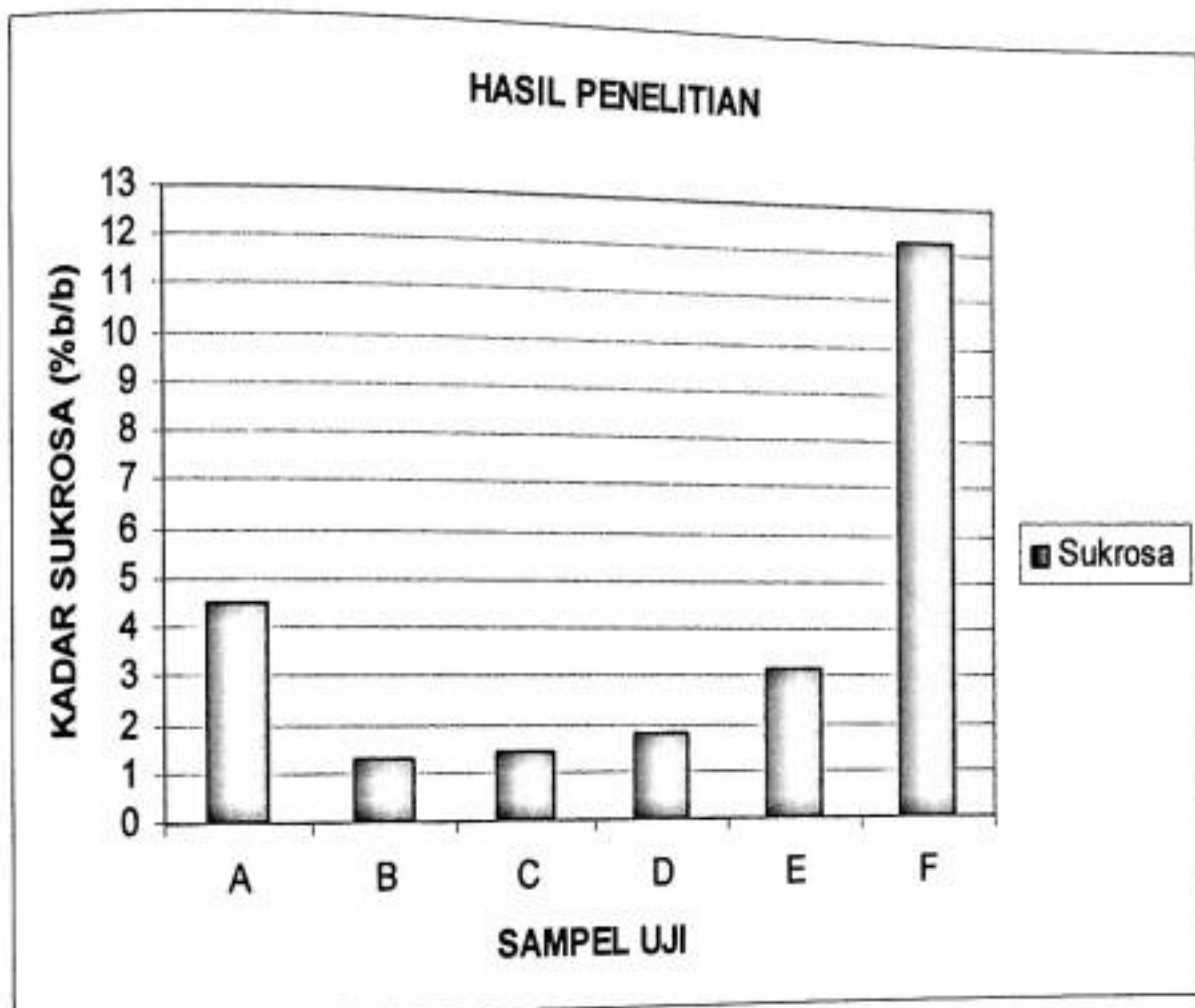
13. a

13. b

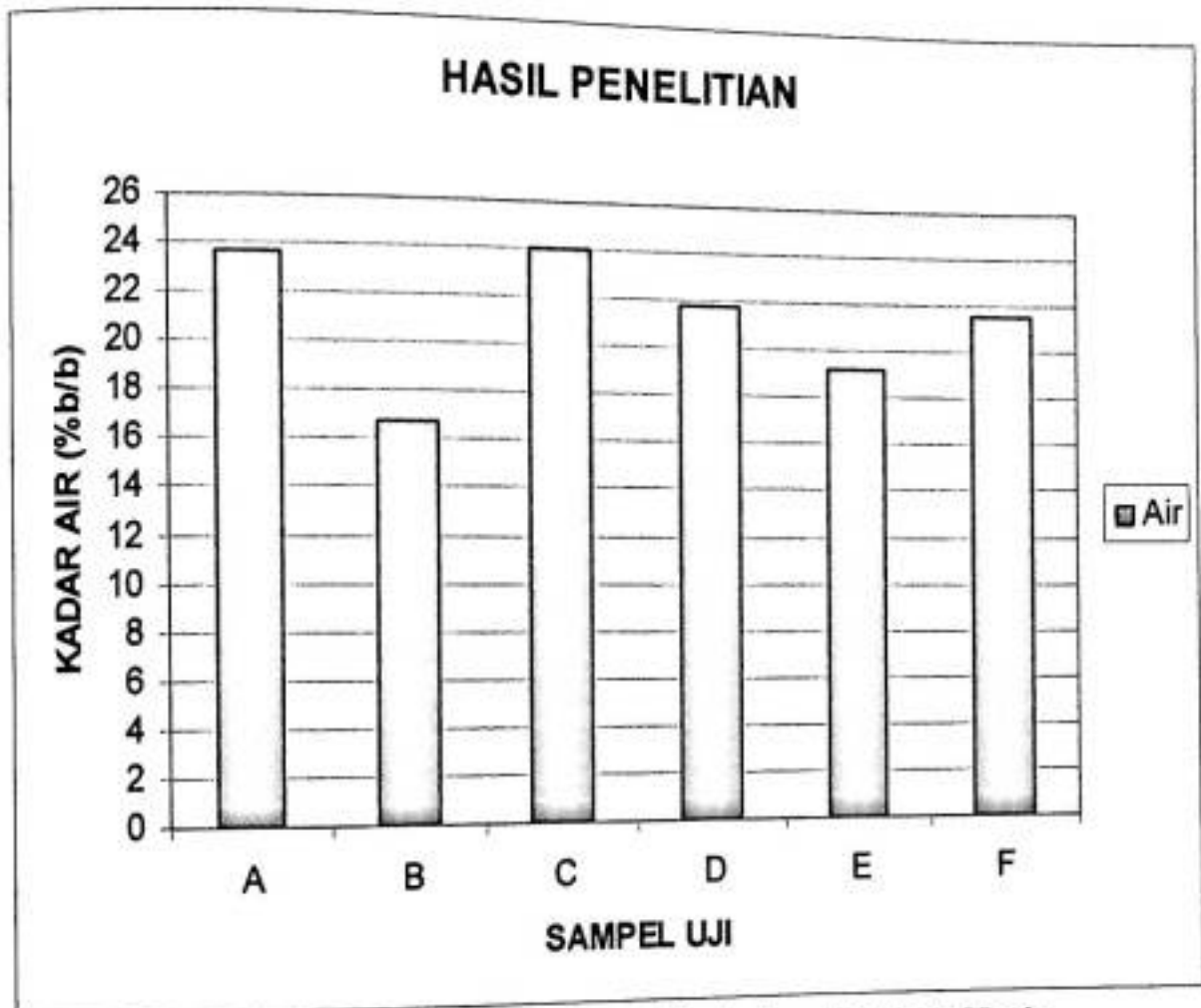
Gambar 13. Uji Osazon (a. kristal yang terbentuk pada sampel madu, b. kristal yang terbentuk pada larutan fruktosa murni)



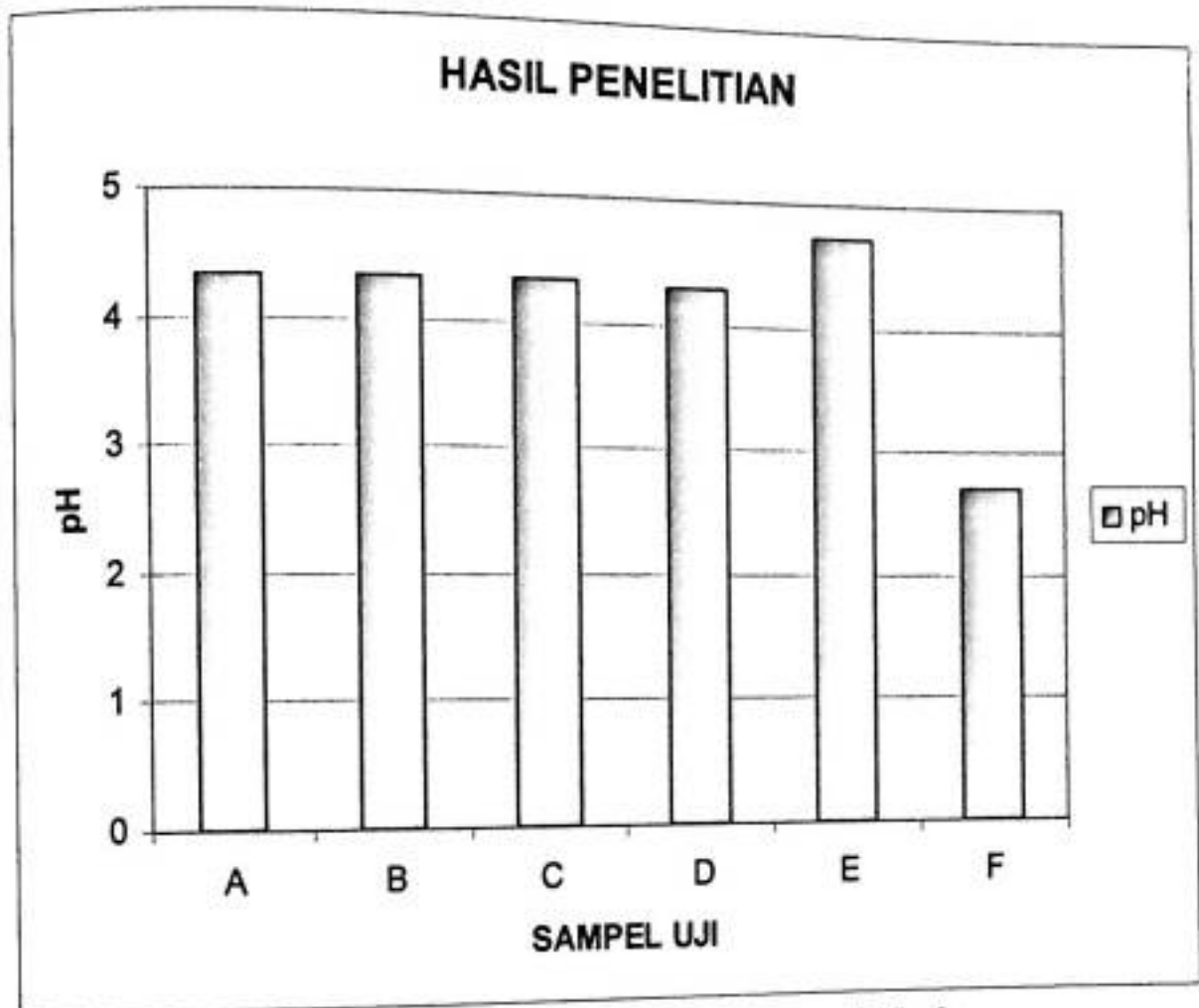
Gambar 14. Histogram Kadar Gula Reduksi dalam Sampel Madu



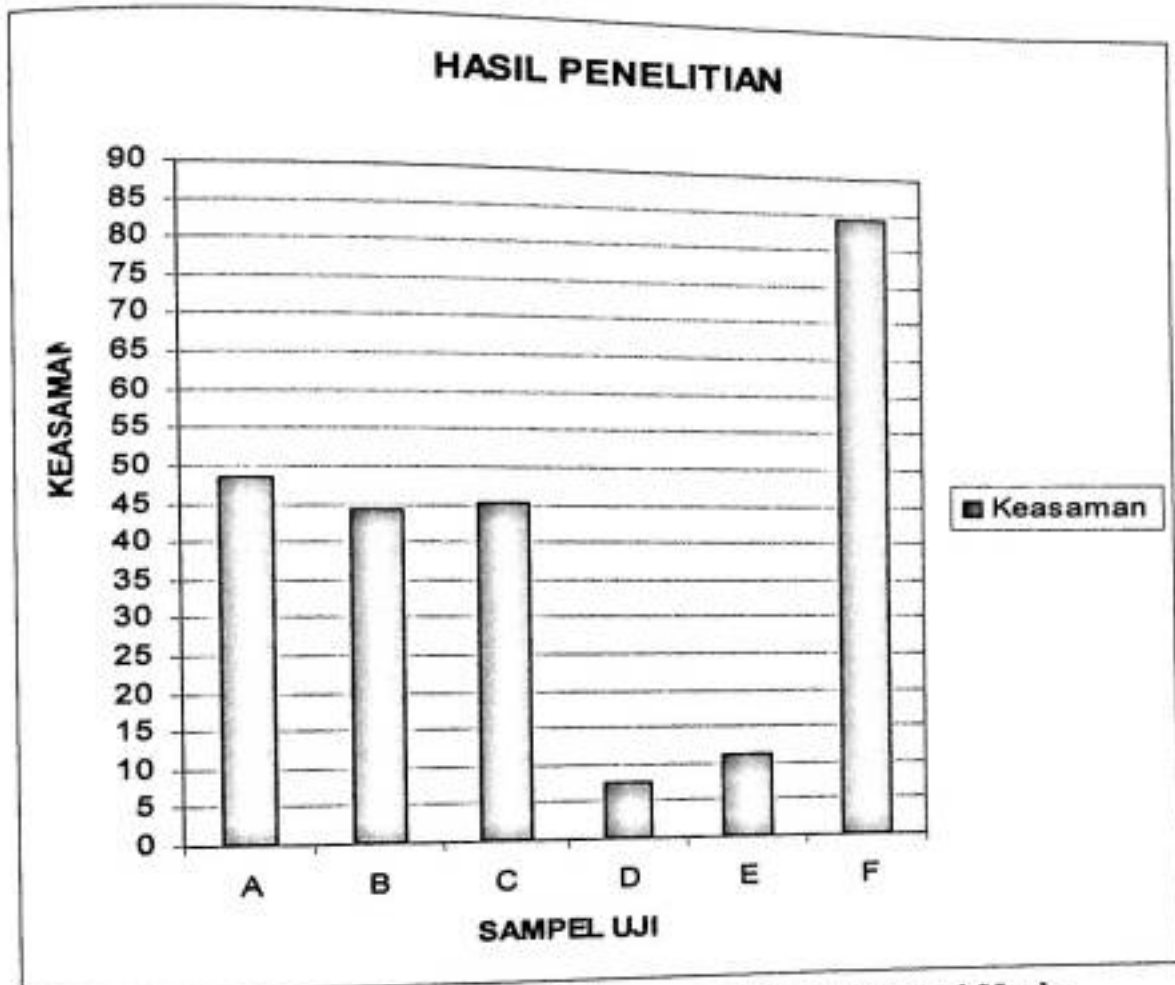
Gambar 15. Histogram Kadar Sukrosa dalam Sampel Madu



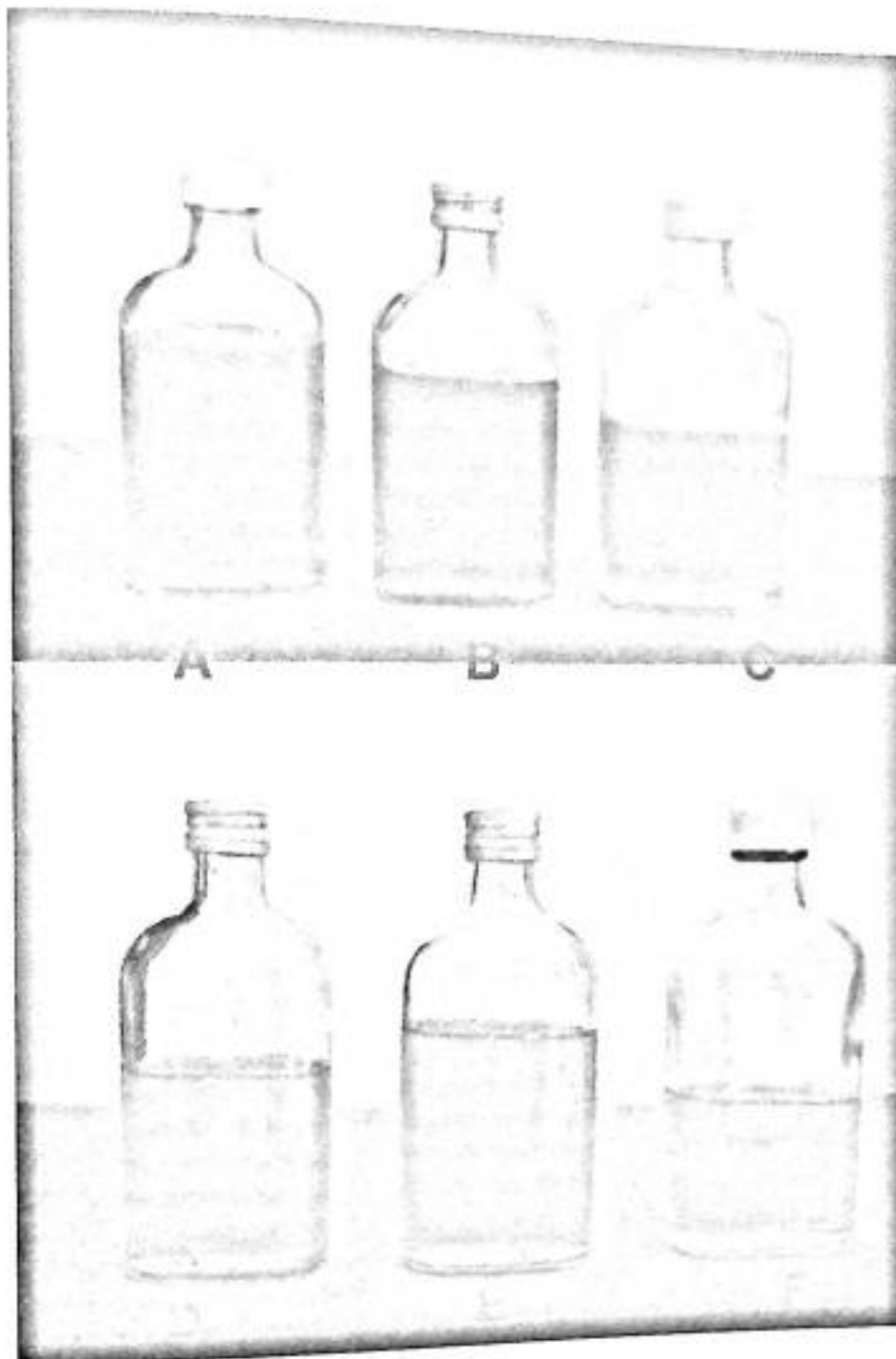
Gambar 16. Histogram Kadar Air dalam Sampel Madu



Gambar 17. Histogram pH Sampel Madu



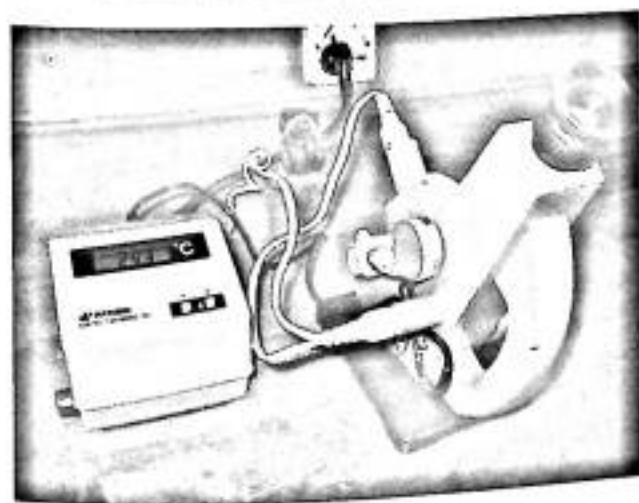
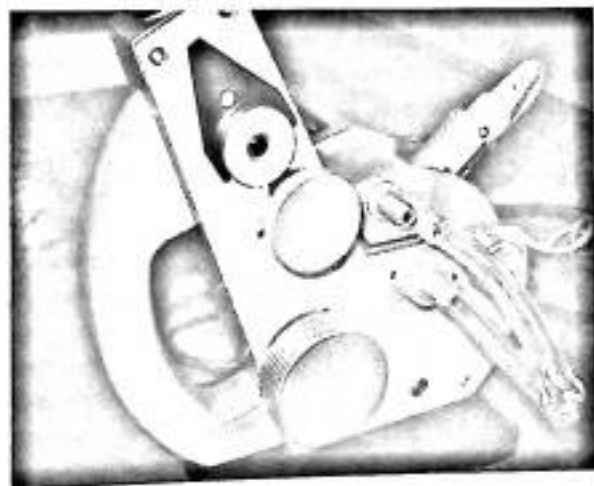
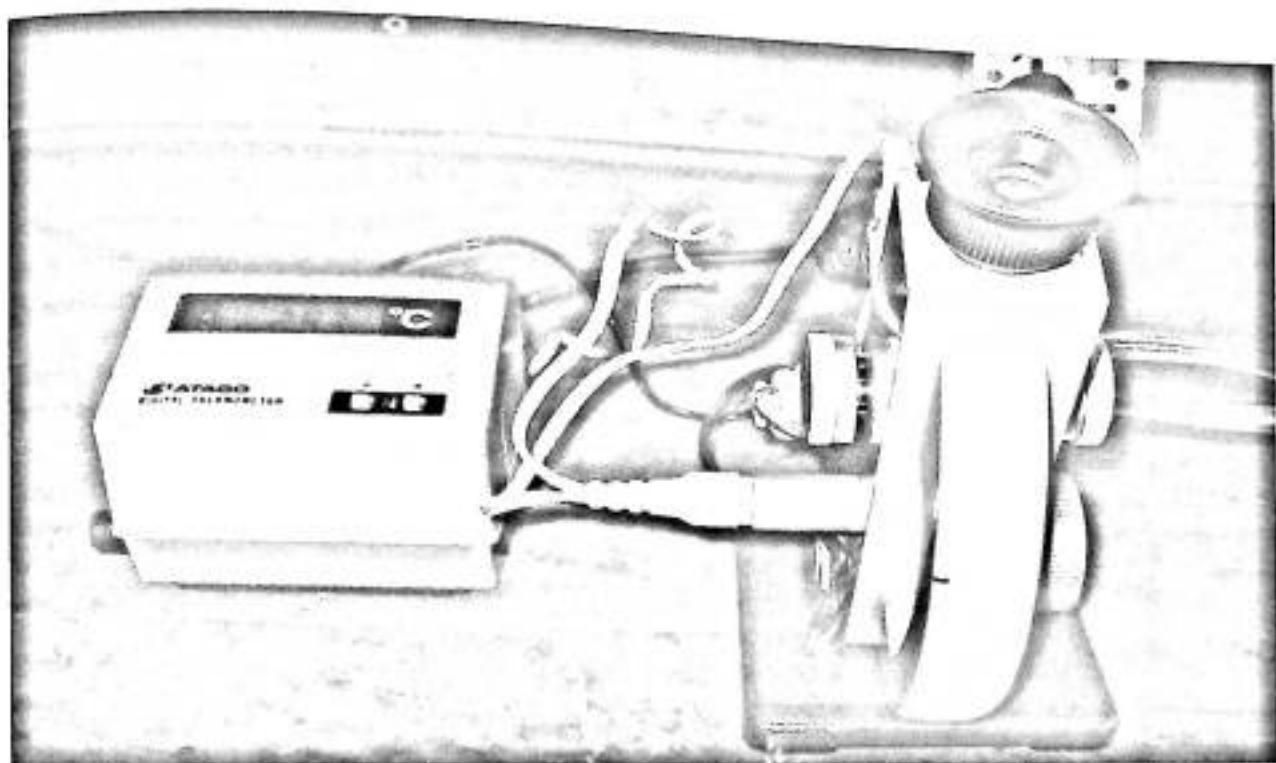
Gambar 18. Histogram Keasaman dalam Sampel Madu



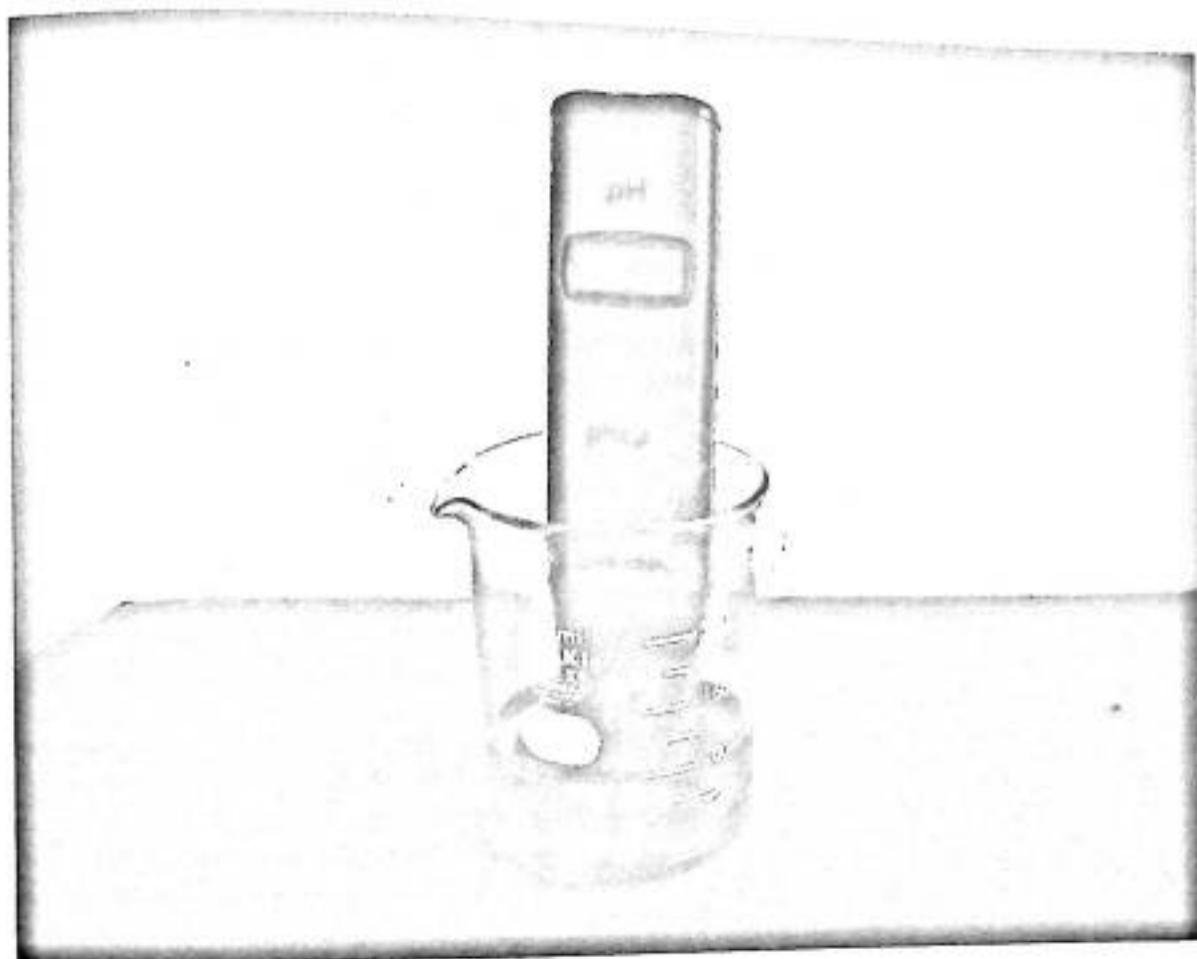
Gambar 19. Foto Sampel Madu

Keterangan :

- A = Sampel Merek AB**
- B = Sampel Merek MMRA**
- C = Sampel Merek MRK**
- D = Sampel Merek MMN**
- E = Sampel merek MKN**
- F = Sampel Merek M**



Gambar 20. Refraktometer (Atago)



Gambar 21. pH meter (Hanna)

Lampiran 1
Contoh Perhitungan Kadar Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dalam %

❖ **Untuk Sampel A (Replikasi I)**

Bobot contoh	=	2002	mg	
Vol. Titrasi Blanko	=	23,37	ml	
Vol. Titrasi Sampel	=	4,65	ml	
Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	=	0,0978	N	
Volume Titrasi	=	$(23,37 \text{ ml} - 4,65 \text{ ml}) \times \frac{0,0978 \text{ N}}{0,1 \text{ N}}$		
	=	18,3082	ml	
Derajat defisiensi (Δ)	=	2,9		
Banyaknya gula reduksi (dari tabel Luff Schoorl)	=	$47,1 \text{ mg} + (0,3082 \times 2,9) \text{ mg}$		
	=	47,994	mg	
Faktor pengenceran	=	25		
Kadar Gula Reduksi dalam sampel (%)	=	$\frac{\text{Banyaknya gula (mg)} \times \text{fp} \times 100\%}{\text{Berat Sampel}}$		
	=	$\frac{47,994 \text{ mg} \times 25 \times 100\%}{2002 \text{ mg}}$		
	=	59,93%		

Kadar Gula Reduksi dalam Sampel A adalah hasil rata-rata replikasi I, II, dan III.

Kadar Gula Reduksi dalam Sampel A	=	$\frac{59,93\% + 59,72\% + 58,55\%}{3}$	
	=	59,40%	

Lampiran 2

Contoh Perhitungan Kadar Sukrosa dalam %

❖ Untuk Sampel A (Replikasi I)

Bobot contoh	=	2002 mg
Vol. Titrasi Blanko	=	23,40 ml
Vol. Titrasi Sampel	=	12,80 ml
Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	=	0,0978 N
Volume Titrasi	=	$(23,40 \text{ ml} - 12,80 \text{ ml}) \times \frac{0,0978 \text{ N}}{0,1 \text{ N}}$
	=	10,3668 ml
Derajat defisiensi (Δ)	=	2,6
Banyaknya gula reduksi (dari tabel Luff Schoorl)	=	$25 \text{ mg} + (0,3668 \times 2,6) \text{ mg}$
	=	25,9537 mg
Faktor pengenceran	=	10 x 5
Kadar Gula Reduksi dalam sampel setelah inversi (%)	=	$\frac{\text{Banyaknya gula (mg)} \times \text{fp}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$
	=	$\frac{25,9537 \text{ mg} \times 50}{2002 \text{ mg}} \times 100\%$
	=	64,82 %
Kadar Sukrosa	=	$0,95 \times (\% \text{ gula setelah inversi} - \% \text{ gula sebelum inversi})$
	=	$0,95 \times (64,82 - 59,93)$
	=	4,64 %
Kadar Sukrosa replikasi I, II, dan III selanjutnya dirata-ratakan :		
Kadar Sukrosa dalam Sampel A	=	$\frac{4,64 \% + 4,51 \% + 4,29 \%}{3}$
	=	4,48 %

Lampiran 3

Contoh Perhitungan Kadar Air dalam %

❖ Untuk Sampel A (Replikasi I)

$$\text{Suhu Pengukuran} = 29,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Indeks Bias Terbaca} = 1,4753$$

$$\text{Faktor konversi per } ^{\circ}\text{C} = + 0,00023 \text{ (karena pengukuran dilakukan di atas suhu } 20^{\circ}\text{C)}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Bias pada suhu } 20^{\circ}\text{C} &= 1,4753 + \{(29,9 - 20) ^{\circ}\text{C} \times 0,00023\} \\ &= 1,4776 \text{ (terletak antara } 1,4775 \text{ dan } 1,4780) \end{aligned}$$

$$\text{Derajat defisiensi } (\Delta) = 0,2$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air dalam sampel (dari tabel)} &= 23,4 \% + \frac{\{1,4780 - 1,4776\} \times 0,2}{1,4780 - 1,4775} \\ &= 23,56 \% \end{aligned}$$

Kadar air sampel A adalah hasil rata-rata dari replikasi I,II, dan III.

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air dalam Sampel A} &= \frac{23,56 \% + 23,88 \% + 23,68 \%}{3} \\ &= 23,71 \% \end{aligned}$$

Lampiran 4

Contoh Perhitungan Keasaman (dalam ml 0,1 N NaOH/kg)

❖ Untuk Sampel A (Replikasi I)

$$\begin{aligned}
 \text{Bobot contoh} &= 5,004 \text{ gram} \\
 \text{Vol. Titrasi Sampel} &= 2,25 \text{ ml} \\
 \text{Normalitas NaOH} &= 0,10095 \text{ N} \\
 \text{Keasaman sampel} &= \frac{\text{Vol.titrasi} \times \text{N}}{\text{Bobot sampel (gram)}} \times 1000 \\
 &= \frac{2,25 \times 0,10095}{5,004} \times 1000 \\
 &= 45,39 \text{ mEq/kg}
 \end{aligned}$$

Keasaman sampel A adalah hasil rata-rata dari replikasi I,II, dan III.

$$\begin{aligned}
 \text{Keasaman Sampel A} &= \frac{45,39 + 50,45 + 49,46}{3} \\
 &= 48,43
 \end{aligned}$$

Keterangan : Rumus perhitungan ini mengikuti persyaratan SNI 01-3545-2004

Lampiran 5 Perhitungan Pembakuan

1. Natrium Hidroksida (NaOH 0,1 N)

Dibakukan dengan Kalium biftalat

Bobot Kalium biftalat ditimbang = 68 mg
 Volume titrasi NaOH rata-rata = 3,33 ml
 Bobot setara (Bst) = 1 ml NaOH 0,1 N setara dengan
 20,42 mg kalium biftalat

$$\begin{aligned} \text{Normalitas NaOH baku} &= \frac{\text{mg} \times \text{fk}}{\text{Bst} \times \text{vol.titrasi}} \\ &= \frac{68 \times 0,1}{20,42 \times 3,33} \\ &= 0,10095 \text{ N} \end{aligned}$$

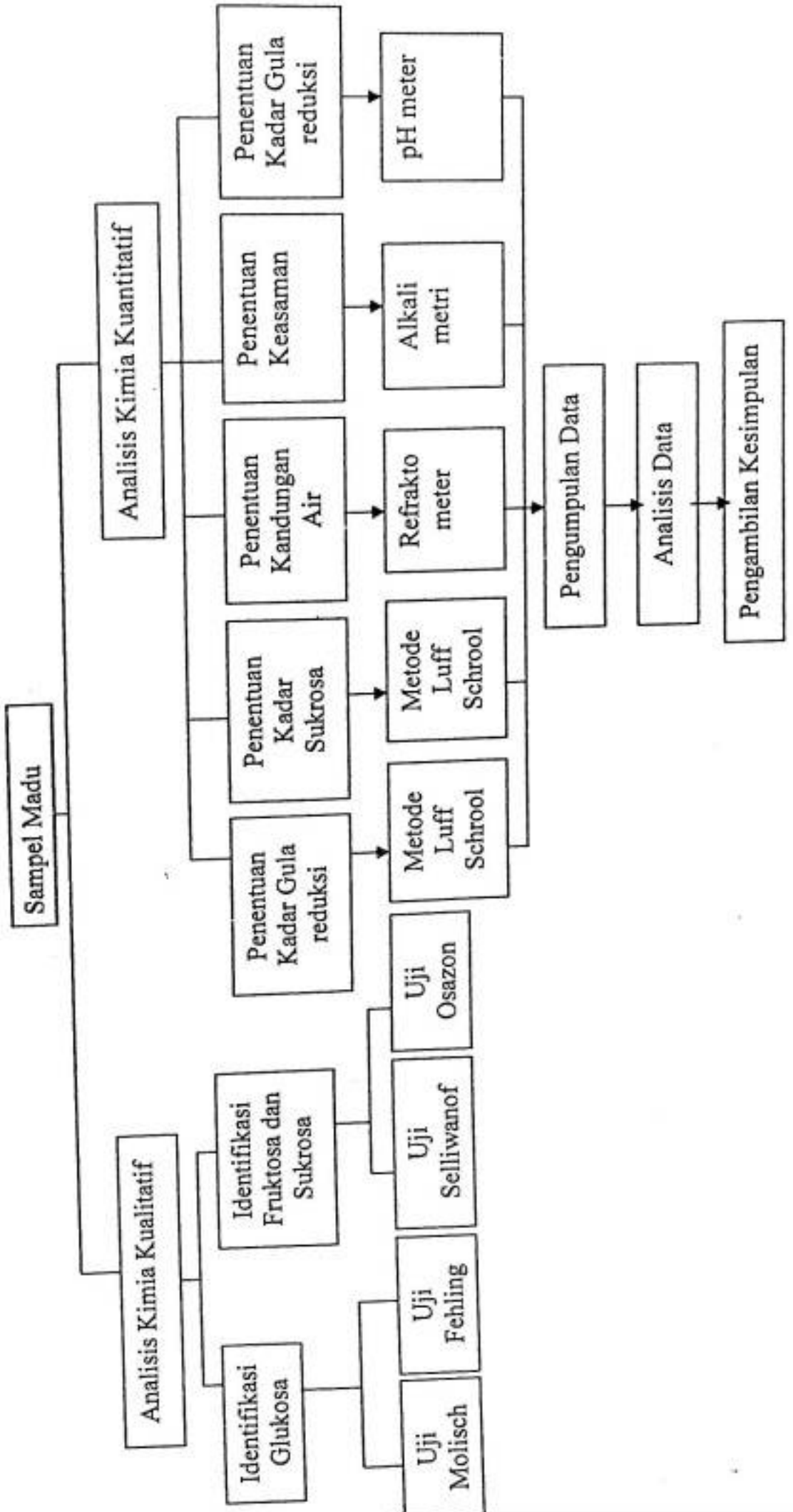
2. Natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃ 0,1 N)

Dibakukan dengan Kalium dikromat

Bobot Kalium dikromat ditimbang = 68 mg
 Volume titrasi NaOH rata-rata = 10,85 ml
 Bobot setara (Bst) = 1 ml Na₂S₂O₃ 0,1 N setara dengan
 mg kalium dikromat

$$\begin{aligned} \text{Normalitas NaOH baku} &= \frac{\text{mg} \times \text{fk}}{\text{Bst} \times \text{vol.titrasi}} \\ &= \frac{68 \times 0,1}{20,42 \times 3,33} \\ &= 0,097768 \text{ N} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 6
SKEMA KERJA KONTROL KUALITAS MADU



Lampiran 7

Penentuan Gula Reduksi (Glukosa dan Fruktosa) dalam Suatu
Bahan dengan Metode Luff Schoorl

Na ₂ S ₂ O ₃ , 0,1 N ml	Glukosa,fruktosa, gula inversi mg	Laktosa mg	Maltosa mg
1	2,4	3,6	3,9
2	4,8	7,3	7,8
3	7,2	11,0	11,7
4	9,7	14,7	15,6
5	12,2	18,4	19,6
6	14,7	22,1	23,5
7	17,2	25,8	27,5
8	19,8	29,5	31,5
9	22,4	33,2	35,5
10	25,0	37,0	39,5
11	27,6	40,8	43,5
12	30,3	44,6	47,5
13	33,0	48,6	51,6
14	35,7	52,2	55,7
15	38,5	56,0	59,8
16	41,3	59,9	63,9
17	44,2	63,8	68,0
18	47,1	67,7	72,2
19	50,0	71,1	76,5
20	53,0	75,1	80,9
21	56,0	79,8	85,4
22	59,1	83,9	90,0
23	62,2	88,0	94,6

Sumber : SNI 01-2892-1992, *Cara Uji Gula*, hlm.11

Lampiran 8

Penentuan Kandungan Air dalam Suatu Bahan dengan Metode Refraktometri (Hubungan Indeks Bias dengan Kadar Air pada Madu)

Indeks bias (20°C)	Kadar air (%)	Indeks bias (20°C)	Kadar air (%)
1,5044	13,0	1,4890	19,0
1,5038	13,2	1,4885	19,2
1,5033	13,4	1,4880	19,4
1,5028	13,6	1,4875	19,6
1,5023	13,8	1,4870	19,8
1,5018	14,0	1,4865	20,0
1,5012	14,2	1,4860	20,2
1,5007	14,4	1,4855	20,4
1,5002	14,6	1,4850	20,6
1,4997	14,8	1,4845	20,8
1,4992	15,0	1,4840	21,0
1,4987	15,2	1,4835	21,2
1,4982	15,4	1,4830	21,4
1,4976	15,6	1,4825	21,6
1,4971	15,8	1,4820	21,8
1,4966	16,0	1,4815	22,0
1,4961	16,2	1,4810	21,2
1,4956	16,4	1,4805	21,4
1,4951	16,6	1,4800	21,6
1,4946	16,8	1,4795	21,8
1,4940	17,0	1,4790	23,0
1,4935	17,2	1,4785	23,2
1,4930	17,4	1,4780	23,4
1,4925	17,6	1,4775	23,6
1,4920	17,8	1,4770	23,8
1,4915	18,0	1,4765	24,0
1,4910	18,2	1,4760	24,2
1,4905	18,4	1,4755	24,4
1,4900	18,6	1,4750	24,6
1,4895	18,8	1,4745	24,8
		1,4740	25,0