



**KANDUNGAN HMF, GULA PEREDUKSI  
DAN AKTIVITAS AIR PADA MADU  
RAMBUTAN, MADU HUTAN DAN  
HONEYDEW DI JAWA BARAT**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Rizqi Arivia Purnomo  
NIM. 165050107111146**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2020**





**KANDUNGAN HMF, GULA PEREDUKSI  
DAN AKTIVITAS AIR PADA MADU  
RAMBUTAN, MADU HUTAN DAN  
HONEYDEW DI JAWA BARAT**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Rizqi Arivia Purnomo  
NIM. 165050107111146**

Skrripsi ini merupakan salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas  
Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2020**





## SURAT PERNYATAAN

Sehubungan dengan proyek penelitian bersama tentang “Pengembangan Teknologi Pembuatan Madu Bubuk Lebah Sebagai Material Fungsional Untuk Peningkatan Daya Saing Bahan Baku Industri Nasional dan Ekspor”, maka kami menyatakan bahwa :

1. Pemberi Proyek : Lembaga Pengelolaan Dana Pendidikan  
Kementerian Keuangan Republik  
Indonesia.
2. Tim Dosen
  - a. Dr. Ir. Anang Lastriyanto, M.Si (Ketua Proyek)
  - b. Dr.Ir. Erwan, M.Si
  - c. Dr. Jati Baroto, M.Si
  - d. Ir. Jacobus S.A. Lamerkabel, MP
  - e. Firman Jaya, S.Pt., MP
3. Tim Mahasiswa :
  - a. Kharisma Yogi Noviana, mengambil judul: Kualitas Fisiko dan Mikrobiologi Madu Rambutan (*Nephelium lappaceum*), Madu Hutan, dan Honeydew.
  - b. Rizqi Arivia Purnomo, mengambil judul: Kandungan HMF, Gula Pereduksi dan Aktivitas air pada Madu Rambutan, Madu Hutan dan Honeydew di Jawa Barat.
  - c. Riza Mahendra, mengambil judul: Perbandingan Kadar Abu, Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Fenolik dan Kadar Flavonoid Madu dari Berbagai



Nektar (Monoflora, Poliflora, dan *Honeydew*) di Daerah Jawa Barat.

d. Erma Yusmita, mengambil judul: Perbandingan Kualitas Madu Monoflora dan Madu Multiflora Ditinjau dari Gula Pereduksi, Warna, Kadar Air dan Keasaman.

e. Atanasius A, mengambil judul: Identifikasi Madu Karet, *Eucalyptus*, dan *Honeydew* Kosambi Ditinjau dari Kadar Air, Warna, Kadar Gula Pereduksi, dan Kadar Enzim Diastase.

f. Iman Indah Suci Nadillawati, mengambil judul: Identifikasi Madu Karet (*Hevea brasiliensis*), Madu Kayu Putih (*Eucalyptus spp*), dan *Honeydew* Kosambi Ditinjau dari Kualitas Kimia.

g. Rivai Rahman, mengambil judul: Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Fenol, Kadar Total Flavonoid dan Warna pada Madu Karet, *Eucalyptus*, dan *Honeydew*.

h. Dwi Putri Nurmala, mengambil judul : Pengaruh Pasteurisasi Terhadap Kualitas Fisiko Kimia Madu.

i. Miftahurrohman Anshar Pradana, mengambil judul: Pengaruh Penurunan Kadar Air Madu Karet, Kosambi, dan *Eucalyptus* dengan Vacum Evaporator ditinjau dari Sifat Fisik dan Mikrobiologi.

Malang, April 2020

Ketua Proyek

**KANDUNGAN HMF, GULA PEREDUKSI DAN  
AKTIVITAS AIR PADA MADU RAMBUTAN,  
MADU HUTAN DAN *HONEYDEW*  
DI JAWA BARAT**

**SKRIPSI**

Oleh :

Rizqi Arivia Purnomo  
NIM. 165050107111146

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana  
Pada Hari/Tanggal : Jumat/15 Mei 2020

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Brawijaya



(Prof. Dr. Sc. Agus J. Suyadi MS., IPU., ASEAN Eng)  
NIP. 196204051987011001  
Tanggal. 14-5-2020

Menyetujui:  
Pembimbing

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the supervisor, Prof. Dr. Ir. Lilik Eka Radiati.

(Prof. Dr. Ir. Lilik Eka Radiati, MS. IPU.)  
NIP. 19590823 198609 2 001  
Tanggal. 19 Juni 2020



# THE CONTENTS OF HMF, REDUCING SUGAR AND WATER ACTIVITY ON RAMBUTAN HONEY, HUTAN HONEY AND HONEYDEW AT WEST JAVA

Rizqi Arivia Purnomo<sup>1)</sup>, Lilik Eka Radiati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Student of Animal Products Technology Department, Faculty of Animal Science, Brawijaya University, Malang

<sup>2)</sup>Lecturer of Animal Products Technology Department, Faculty of Animal Science, Brawijaya University, Malang

E-mail : [arivia\\_purnomo@student.ub.ac.id](mailto:arivia_purnomo@student.ub.ac.id)

[lilik.eka@ub.ac.id](mailto:lilik.eka@ub.ac.id)

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the contents of hydroxymethylfurfural (HMF), reducing sugar and water activity ( $A_w$ ) on rambutan honey, hutan honey, and honeydew at West Java. The material used for this research was rambutan honey, hutan honey and honeydew. The method was using descriptive with completely randomized design (CRD) consisting of three treatments with four replications. The data were analyzed by ANOVA and if there were significant effect then would be continued Least Significant Difference (LSD). The results showed that the difference in honey had a very significant effect ( $P < 0,01$ ) on hydroxymethylfurfural (HMF), reducing sugar and water activity ( $A_w$ ). It can be concluded that rambutan honey, hutan honey and honeydew have different content of hydroxymethylfurfural (HMF), reducing sugar and water activity ( $A_w$ ). Suggestion from this research is the need for



further research on the quality of honey from the nectar of other plants in West Java.

Keywords : honey, hydroxymethylfurfural, reducing sugar, water activity

# KANDUNGAN HMF, GULA PEREDUKSI DAN AKTIVITAS AIR PADA MADU RAMBUTAN, MADU HUTAN DAN *HONEYDEW* DI JAWA BARAT

Rizqi Arivia Purnomo<sup>1)</sup>, Lilik Eka Radiati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

E-mail : [arivia\\_purnomo@student.ub.ac.id](mailto:arivia_purnomo@student.ub.ac.id)

[lilik.eka@ub.ac.id](mailto:lilik.eka@ub.ac.id)

## RINGKASAN

Madu merupakan cairan yang dihasilkan lebah madu yang mengambil nektar berasal dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman (*extra floral nectar*) atau sekresi serangga dan umumnya mempunyai rasa manis.

Kualitas madu dipengaruhi faktor internal dan eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan hidroksimetilfurfural (HMF), gula pereduksi dan aktivitas air ( $A_w$ ) pada madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat.

Materi penelitian yang digunakan madu rambutan, madu hutan, dan *honeydew*. Sampel madu tersebut didapatkan dari mitra PT Kembang Joyo Sriwijaya yang digembalakan di daerah Jawa Barat. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif dengan menggunakan jenis madu yang berbeda dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 sampel dengan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan jenis madu. Variabel yang diuji adalah hidroksimetilfurfural (HMF), gula

pereduksi dan aktivitas air ( $A_w$ ). Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) apabila diperoleh hasil berbeda nyata atau sangat nyata, maka akan dilanjutkan uji lanjutan menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan hidroksimetilfurfural (HMF), gula pereduksi dan aktivitas air ( $A_w$ ). Rataan nilai hidroksimetilfurfural (HMF) berturut-turut adalah  $0,53 \pm 0,021$  mg/kg;  $2,17 \pm 0,017$  mg/kg;  $0,48 \pm 0,017$  mg/kg. Rataan nilai gula pereduksi berturut-turut adalah  $70,49 \pm 0,81\%$ ;  $73,06 \pm 0,11\%$ ;  $69,98 \pm 0,46\%$ . Rataan nilai aktivitas air ( $A_w$ ) berturut-turut adalah  $0,662 \pm 0,006$ ;  $0,635 \pm 0,001$ ;  $0,663 \pm 0,005$ .

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* memiliki kandungan yang berbeda ditinjau dari hidroksimetilfurfural (HMF), gula pereduksi dan aktivitas air ( $A_w$ ). Kandungan terbaik didapatkan pada madu hutan dengan rata-rata hidroksimetilfurfural (HMF)  $2,17 \pm 0,017$  mg/kg, gula pereduksi  $73,06 \pm 0,11\%$ , dan aktivitas air ( $A_w$ )  $0,635 \pm 0,001$ .

## DAFTAR ISI

Isi	Halaman
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xiv</b>

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Kerangka Pikir .....	3
1.6 Hipotesis .....	7

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lebah Madu .....	9
2.2 <i>Honeydew</i> .....	10
2.3 Nektar .....	11
2.4 Madu .....	13
2.5 Hidroksimetilfurfural (HMF) Madu .....	15
2.6 Gula Pereduksi Madu .....	16
2.7 Aktivitas Air ( $A_w$ ) Madu .....	18

## BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	21
---------------------------------------	----



3.2 Materi Penelitian ..... 21

3.3 Metode Penelitian ..... 23

3.4 Tahapan Penelitian ..... 23

3.5 Variabel Pengamatan ..... 24

3.6 Analisis Data ..... 24

3.7 Batasan Istilah ..... 25

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hidroksimetilfurfural ..... 27

4.2 Gula Pereduksi ..... 30

4.3 Aktivitas Air ( $A_w$ ) ..... 32

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 35

5.2 Saran ..... 35

**DAFTAR PUSTAKA ..... 37**

**LAMPIRAN ..... 45**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Model data yang digunakan dalam penelitian.....	10
2. Hasil rataan Hidroksimetilfurfural (HMF), Gula Pereduksi dan Aktivitas air ( $A_w$ ).....	27
3. Rataan hidroksimetilfurfural (HMF) pada 3 jenis madu.....	28
4. Rataan gula pereduksi pada 3 jenis madu.....	30
5. Rataan aktivitas air ( $A_w$ ) pada 3 jenis madu.....	32

**DAFTAR GAMBAR**

**Gambar**

**Halaman**

1.	Skema Kerangka Pikir Penelitian .....	6
2.	Madu .....	15
3.	Tahapan Penelitian .....	23

**DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran Halaman**

1. Prosedur Uji Hidroksimetilfurfural Menurut SNI 01-3545-2013 ..... 45
2. Prosedur Uji Gula Pereduksi Menurut SNI 2892 ..... 46
3. Prosedur Uji Aktivitas air Menurut Testo (1999) ..... 48
4. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Hidroksimetilfurfural (HMF) ..... 49
5. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Gula Pereduksi ..... 52
6. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Aktivitas Air ( $A_w$ ) ..... 55
7. Dokumentasi Penelitian ..... 58

## DAFTAR SINGKATAN

g	=	Gram
mg	=	Miligram
kg	=	Kilogram
mL	=	Mililiter
%	=	Persen
dkk	=	Dan kawan-kawan
<i>et al</i>	=	et alii
ANOVA	=	<i>Analysis of Variance</i>
RAL	=	Rancangan Acak Lengkap
BNT	=	Beda Nyata Terkecil
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
HMF	=	Hidroksimetilfurfural
$A_w$	=	Aktivitas air

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lebah madu merupakan salah satu komoditi peternakan yang banyak diminati. Lebah merupakan serangga yang berperan penting pada proses penyerbukan. Beberapa jenis lebah yang biasa dibudidayakan di Indonesia diantaranya yakni *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata* dan *Trigona sp.*, jenis lebah tersebut tergolong jinak dan memiliki daya adaptasi lingkungan yang cukup baik. Produk yang dihasilkan oleh lebah berupa madu, polen, propolis, lilin lebah, *bee bread*, dan *royal jelly*. Produk tersebut memiliki manfaat kesehatan apabila dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomis bagi peternak.

Madu merupakan cairan alami yang umumnya memiliki rasa manis, berasal dari nektar bunga yang dikumpulkan oleh lebah madu. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545 Tahun 2013, madu adalah cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu (*Apis sp.*) dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman (*ekstra floral*). Nektar merupakan zat yang dihasilkan oleh kelenjar nektarifer dalam bunga berupa larutan gula dan mempunyai konsentrasi sekitar 7-70% (Jaya, 2017). Karakteristik fisik dan kimia madu berbeda-beda tergantung pada faktor internal dan eksternal. Faktor internal diantaranya jenis bunga (Nayik dan Nanda, 2015). Faktor eksternal seperti musim (Saxena, Gautam and Sharma, 2010), kondisi tanah atau letak geografis (Buba, Fatimah, Gidado and Shugaba, 2013), proses pengolahan dan penyimpanan (Babarinde, Adegbola, Babarinde, Ajayeoba, 2011).

Kandungan nutrisi pada madu sangat beragam. Madu mengandung banyak mineral seperti natrium, kalsium, magnesium, aluminium, besi, fosfor, dan kalium. 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, sedangkan enzim yang penting dalam madu antara lain enzim diastase, invertase, glukosa oksidase, peroksidase, dan lipase (Wulandari, 2017). Rata-rata komposisi madu adalah 17,1% air; 82,4% karbohidrat; 0,5% protein, asam amino, vitamin dan mineral. Karbohidrat madu termasuk tipe sederhana, dimana karbohidrat tersebut terdiri dari 38,5% fruktosa dan 31% glukosa (Parwata, Ratnayani dan Listya, 2010). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545 tahun 2013, standar mutu madu ditentukan oleh kandungan hidroksimetilfurfural, aktivitas enzim diastase, keasaman, gula pereduksi, sukrosa, padatan tak terlarut, abu dan kadar air.

Jawa Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan kondisi alam yang memungkinkan tumbuhnya berbagai tanaman yang dapat menghasilkan nektar seperti kaliandra, karet, randu, rambutan, mangga dan lain-lain, sehingga memungkinkan pula tersedianya jenis madu dengan karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan asal sumber nektar tanaman. Potensi produksi madu di Jawa Barat cukup besar, namun kurangnya informasi tentang kandungan mutu madu dari berbagai nektar masih sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian mengenai kandungan HMF, gula pereduksi dan  $A_w$  pada madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah yaitu bagaimana kandungan HMF, gula pereduksi dan  $A_w$  pada madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan HMF, gula pereduksi dan  $A_w$  pada madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Bagi Ilmu Pengetahuan

Menambah informasi tentang kandungan dalam madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

### 1.4.2 Bagi Masyarakat

Menambah wawasan bagi masyarakat umum terhadap kandungan madu rambutan, madu hutan dan *honeydew* di Jawa Barat.

## 1.5 Kerangka Pikir

Lebah madu merupakan serangga sosial yang hidup berkeloni. Lebah madu termasuk golongan serangga berdarah dingin, sehingga dalam aktivitas kehidupannya dipengaruhi oleh perubahan suhu sekitarnya. Suhu yang ideal untuk lebah yakni 33-34°C agar dapat beraktivitas dan memproduksi secara optimal. Lebah madu digembalakan secara berpindah-pindah sesuai dengan musim bunga yang tersedia di area penggembalaan. Jenis lebah madu yang sering ditenakkan dan

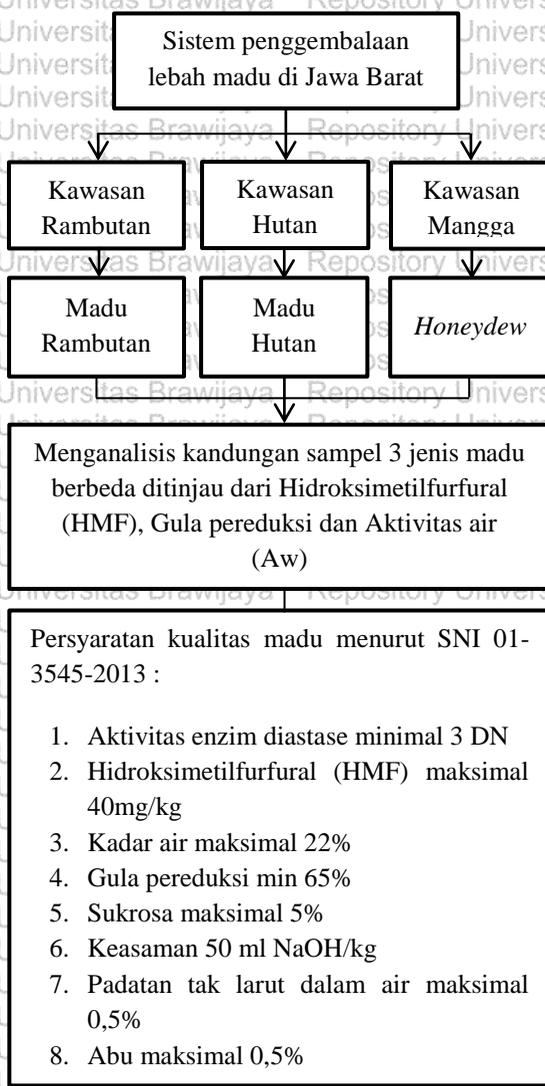
digembalakan ada tiga jenis yaitu *Apis mellifera*, *Apis cerana* dan *Trigona sp.*

Madu merupakan cairan manis yang berasal dari nektar tanaman yang diproses oleh lebah menjadi madu dan tersimpan dalam sel-sel sarang lebah. Nektar merupakan zat yang dihasilkan oleh kelenjar nektarier dalam bunga berupa larutan gula dan mempunyai konsentrasi sekitar 7-70% (Jaya, 2017). Nektar dipengaruhi beberapa faktor, yaitu tanah, jenis tanaman, dan kelembaban udara. Berdasarkan asal nektarnya, jenis-jenis madu yang dihasilkan yaitu madu monofloral dan multifloral. Sumber nektar yang berbeda akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia pada madu yang dihasilkan oleh lebah.

Parameter penentu mutu madu berdasarkan SNI 01-3545-2013, diantaranya adalah hidroksimetilfurfural (HMF) dan gula pereduksi. Komponen utama madu adalah karbohidrat dari golongan monosakarida yang terdiri atas glukosa dan fruktosa, kedua monosakarida tersebut diistilahkan sebagai gula pereduksi dalam pengujian mutu madu menurut SNI. Kandungan gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa) pada madu yang disyaratkan yaitu minimal 60%. Indikator lain yang diperlukan untuk menentukan kualitas madu yaitu dengan memperhatikan nilai dari hidroksimetilfurfural (HMF), selanjutnya aktivitas air yang sering dijumpai di laboratorium pada suhu antara 4-37°C dengan kadar air 16% adalah 0,5 dan pada kadar air 18,3% adalah 0,6.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan dari madu rambutan, madu hutan, dan *honeydew*. Penelitian mengenai kandungan dari beberapa jenis berbeda jenis madu masih kurang sehingga perlu dilakukan





Gambar 1. Skema Kerangka Pikir Penelitian



## 1.6 Hipotesis

Madu rambutan, madu hutan, dan *honeydew* di Jawa Barat memiliki kandungan berbeda ditinjau dari HMF, gula pereduksi dan  $A_w$ .



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lebah Madu

Lebah termasuk dalam ordo *Hymenoptera*. Lebah merupakan salah satu kelompok serangga eusosial yang hidup bersama di dalam sarang (Michener, 2007). Dalam koloni lebah terdiri dari seekor lebah ratu, puluhan jantan dan ribuan lebah pekerja yang dapat mengembangkan komunikasi kompleks dan mempertahankan sistem kasta. Lebah ratu berukuran lebih besar dibandingkan dengan lebah pekerja dan lebah pejantan. Keistimewaan lebah ratu adalah dapat menyengat berkali-kali tanpa merusak tubuhnya, selain itu memiliki hormon feromon yang menjadikannya dapat mengatur seluruh aktivitas lebah pekerja dan lebah pejantan. Lebah ratu menerima makanan berupa sari madu dari lebah pekerja muda yang masih bertugas di dalam sarang. Lebah pejantan memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dari lebah ratu namun lebih besar dari lebah pekerja. Tugas dari lebah pejantan yakni menjaga dan membersihkan sarang. Lebah pekerja memiliki ukuran tubuh yang paling kecil dibandingkan dengan lebah ratu maupun lebah pejantan, lebah pekerja dikenal juga sebagai lebah lapangan yang bertugas mencari nektar, serbuk sari dan air (Sarwono, 2001).

Ratu lebah mampu bertelur sebanyak 1000-2000 butir telur per hari. Umurnya dapat mencapai 3-5 tahun. Pada satu koloni lebah madu hanya ada seekor ratu lebah. Strata lebah pekerja merupakan strata yang jumlahnya paling banyak yaitu sekitar 20.000-90.000 ekor dalam satu koloni. Umur lebah pekerja sekitar 35-42 hari. Strata lebah jantan merupakan strata kedua terbesar dalam koloni lebah madu. Jumlahnya

berkisar dari 100-250 ekor dalam satu koloni. Umur lebah jantan sekitar 75-90 hari (Lamerkabel,2011).

Lebah merupakan serangga yang berperan penting baik secara ekologis (penyerbuk) maupun ekonomis (penghargaan secara financial terhadap jasanya sebagai penyerbuk (Byrne and Fitzpatrick, 2009). Lebah madu merupakan salah satu komoditi peternakan yang banyak diminati di Indonesia. Lebah madu adalah hewan yang menghasilkan berbagai macam produk yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Jenis lebah madu yang digunakan seperti *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata* dan *Trigona sp.* *Apis mellifera* dan *Trigona sp.* merupakan dua jenis lebah yang banyak diternakan karena mudah dalam sistem pengembalaannya (Rosyidi, Radiati, Minarti, Mustakim, Susilo, Jaya dan Aziz, 2018).

## 2.2 Honeydew

Embun madu (*honeydew*) merupakan produk sekresi yang dihasilkan oleh serangga (kebanyakan kumbang kecil famili *Psyllidae*, *Lechnidae* atau *Lechanidae*) dimana eksudatnya diletakkan pada bagian-bagian tanaman. Hasil dari sekresi yang berasal dari pencernaan serangga tersebut dikeluarkan dalam bentuk embun kemudian dan selanjutnya dikumpulkan oleh lebah (Jaya,2017).

Bangsa *Homoptera* sebagai pengisap cairan tumbuhan, dengan alat pencernaannya yang khas tidak mampu mencerna secara sempurna, kotorannya masih mengandung berbagai macam senyawa seperti gula, asam-asam organik, garam, vitamin, asam amino dan amida sebagai embun madu, yang merupakan makanan semut. Mutu embun madu ini sangat

bervariasi dan erat kaitannya dengan tumbuhan inangnya (Noerdjito, Ito dan Nakamura, 2000).

Lebah madu juga dapat memperoleh karbohidrat dari nambur madu atau *honeydew* yaitu cairan gula yang disekresikan tanaman melalui perantaraan sejenis kutu (*plantsucking insects*). Karbohidrat yang terkandung pada nambur madu tersebut sekitar 90-95%. Nambur madu dikumpulkan oleh lebah kemudian diubah menjadi madu dan dapat menjadi sumber madu utama (Putra, Astuti, Kartika, 2018). Ada empat gula yang terdapat pada *honeydew* yaitu glukosa, fruktosa, arabinosa dan sukrosa. Glukosa lebih dominan diantara gula yang diidentifikasi. Kandungan glukosa pada *honeydew* sangat tinggi 85,8%. Konsentrasi fruktosa adalah terendah dari semua gula yang diidentifikasi yaitu kurang dari 10% (Golan and Najda, 2011).

Serangga yang menghasilkan *honeydew* dapat menambahkan sejumlah besar karbon larut ke ekosistem hutan di Selandia Baru dalam bentuk gula yang larut. Dalam penelitian ini diproduksi 3800-4600 kg per ha per tahun berat kering *honeydew*. Ini setidaknya urutan besarnya lebih besar dari jumlah yang dihasilkan *honeydew* 400-700 kg per ha per tahun oleh kepadatan kutu tinggi di belahan bumi utara cemara Norwegia (Beggs, Karl, Wardle, and Bonner, 2005).

### 2.3 Nektar

Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar *necteriffier* dalam bunga dan berbentuk larutan gula dengan konsentrasi bervariasi. Sukrosa, fruktosa, dan glukosa adalah komponen utama nektar, di samping zat-zat gula lainnya dalam konsentrasi yang lebih sedikit. Di samping itu, terdapat juga zat lain dalam jumlah yang sedikit yaitu asam

amino, resin, protein, garam, dan mineral. Nektar ini kemudian diolah menjadi madu dalam kelenjar lebah pekerja. Karena itu, madu dari sari bunga yang berbeda akan memiliki rasa, warna, aroma, dan manfaat yang berbeda juga (Nadilla,2014).

Faktor yang mempengaruhi produksi nektar dan kadar gula pada nektar terdiri dari faktor internal dan eksternal. Faktor internal diantaranya adalah ukuran bunga, luas permukaan nektar, umur tumbuhan, umur bunga, posisi bunga pada tumbuhan, spesies, varietas, kultivar tumbuhan. Faktor eksternal diantaranya adalah kelembaban tanah, tipe tanah, pemakaian pupuk, temperatur, angin. Kelembaban tinggi maka produksi nektar semakin banyak tetapi kandungan gula rendah, apabila udara kering maka produksi nektar semakin rendah tetapi kandungan gula meningkat. Nektar yang dihasilkan tanaman karet lebih banyak dibandingkan nektar tanaman rambutan (Sihombing, 2005).

Nektar mengandung air 50-90% (Suranto, 2007). Nektar mengandung karbohidrat 3-87% seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa. Selain karbohidrat, nektar juga mengandung sedikit senyawa-senyawa nitrogen seperti asam amino, amida, asam organik, vitamin dan senyawa aromatik (Putra dkk, 2018).

Terdapat lebih dari 450 tanaman di dunia yang memproduksi nektar berlebih, dan madu yang dihasilkan lebah untuk masing-masing spesies berbeda warna, rasa, dan bau. Sisi positifnya, spesies tanaman yang berbeda tersebut cenderung berbunga pada waktu yang berbeda tiap tahunnya. Peternak lebah menempatkan rumah lebah di tengah satu jenis tanaman sebagai sumber bunga yang berbunga pada musim tertentu sebagai makanan lebah. Setelah makanan lebah dari satu bunga ini dikumpulkan, peternak lebah memindahkan

rumah lebah tersebut ke tempat lain dan mengumpulkan madu dari sumber bunga yang berbeda (Chayati, 2008).

#### 2.4 Madu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545:2013, definisi madu adalah cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu (*Apis sp.*) dari sari bunga tanaman (floral nectar) atau bagian lain dari tanaman (Evahelda, Pratama, Malahayati, dan Santoso, 2017). Menurut Nayik dan Nanda (2015), indikator madu yang penting bagi konsumen adalah warna, aroma, dan rasa. Warna, aroma, dan rasa madu dipengaruhi oleh jenis tanaman sumber nektarnya. Warna madu dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada madu. Sebagai contoh madu mangga (rasa agak asam), madu bunga timun (rasanya sangat manis), madu kapuk/randu (rasanya manis, lebih legit dan agak gurih), madu kelengkeng (rasa manis, lebih legit dan aromanya lebih tajam). Selain itu dikenal pula madu buah rambutan, madu kaliandra dan madu karet (Parmitasari dan Hidayanto, 2013).

Di Indonesia terdapat beberapa jenis madu berdasarkan jenis flora yang menjadi sumber nektarnya (Suranto, 2007). Madu monoflora merupakan madu yang diperoleh dari satu tumbuhan utama. Madu ini biasanya dinamakan berdasarkan sumber nektarnya, seperti madu kelengkeng, madu rambutan dan madu randu. Madu monoflora mempunyai wangi, warna dan rasa yang spesifik sesuai dengan sumbernya. Jenis yang lain yaitu madu poliflora. Madu poliflora merupakan madu yang berasal dari nektar beberapa jenis tumbuhan bunga. Madu ini biasanya berasal dari hutan yang diproduksi oleh lebah-lebah liar. Beberapa jenis madu yang berbeda sumber

nektarnya ini dimungkinkan akan memiliki aktivitas antibakteri yang berbeda pula.

Madu adalah cairan manis yang berasal dari nektar tanaman yang diproses oleh lebah menjadi madu dan tersimpan dalam sel-sel sarang lebah. Kandungan dari madu yaitu terdiri atas air (17,2%), zat gula (81,3%) dan sisanya adalah asam amino, vitamin, mineral (besi, fosfor, magnesium, aluminium, natrium, kalsium dan kalium), enzim, hormon, zat bakterisida dan zat aromatik. Zat gula dalam madu memiliki komposisi yaitu fruktosa (38,19%), glukosa (31,28%), sukrosa (5%), maltose dan disakarida lain (6,83%). Madu memiliki kandungan vitamin C (asam askorbat), vitamin B6 (piridoksin), tiamin (B1), riboflavin (B2), niasin, asam pantotenat, biotin, asam folat dan vitamin K. Madu memiliki kandungan asam organik yaitu asam asetat, asam butirat, format, suksinat, glikolat, malat, protutamat, sitrat dan piruvat (Khasanah, Sarjana, dan Widodo, 2017).

Madu juga terdapat berbagai jenis enzim, antara lain enzim glukosa oksidase dan enzim invertase yang dapat membantu proses pengolahan sukrosa untuk diubah menjadi glukosa dan fruktosa yang keduanya mudah diserap dan dicerna. Begitu pula enzim amilase dan enzim lipase dan minyak volatil, seperti hidroksi metil furfural. Madu juga mengandung dekstrosa (gula yang ditemukan dalam tumbuhan), lilin, gen pembiakan, dan asam formik (Hamad, 2007).

Kandungan dalam madu hutan (*Meidepuratum*) memiliki manfaat yang baik untuk tubuh diantaranya terdapat vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, C, D, E, K, beta karoten, flavonoid, asam glutamat, asam fenolik, asam asetat, dan asam nikotinat. Madu (*Meidepuratum*) juga memiliki kandungan

mineral dan garam atau zat lain seperti zat besi, sulfur, magnesium, kalsium, kalium, khlor, natrium, fosfor, sodium serta antibiotika dan enzim pencernaan (Yunus, Abbas dan Bakri, 2019). Gambar madu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Madu  
Sumber : Nordqvist, 2018

## 2.5 Hidroksimetilfulfural (HMF) Madu

Hidroksimetilfulfural (HMF) yang terdapat dalam madu merupakan senyawa kimia yang dihasilkan dari perombakan monosakarida madu (glukosa dan fruktosa), dalam suasana asam dan dengan bantuan kalor (panas) (Achmadi, 1991). Kadar hidroksimetilfulfural (HMF) ditetapkan oleh SNI (2013) dengan nilai maksimum 50mg/kg. HMF disintesis secara utama oleh adanya dehidrasi pada monosakarida yang membutuhkan hilangnya tiga molekul air. Proses tersebut dikatalisis oleh suasana asam dengan komponen awal yang terbaik dalam pembentukan HMF berupa fruktosa (Simeonov and Afonso, 2013).

Menurut Al-Diab dan Jarkas (2015), madu yang baru dipanen secara alami mengandung HMF meskipun dalam jumlah yang relatif kecil, yaitu 0,06 hingga 0,2 mg/100 g madu. Madu yang baru dipanen biasanya memiliki kadar HMF di bawah 1 mg/kg namun dapat terus meningkat apabila suhu sekitar mencapai 20 °C.

HMF (5-hydroxymethyl-2-furfural) adalah salah satu parameter kerusakan madu. HMF adalah produk komposisi gula yang terbentuk dalam madu selama pemrosesan dan penyimpanan panas, atau dikenal sebagai reaksi Maillard. Pengujian kadar HMF dalam madu sangat penting dalam menentukan keaslian dan kesegaran madu. Faktor yang mempengaruhi peningkatan kadar HMF dalam madu adalah suhu, lama penyimpanan dan penambahan fruktosa (Suhaela, Noor dan Ahmad, 2016).

Menurut Adalina (2018) bahwa pada penelitian ini menunjukkan kadar HMF madu Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Rantau sebesar 0,229 – 0,417 mg/kg. Nilai hasil uji HMF ini masih jauh di bawah batas standar kadar HMF yang diijinkan, yaitu maksimal 50 mg/kg. Sampel madu yang diteliti merupakan madu yang baru dipanen, karena itu kadar HMFnya masih sangat rendah.

Menurut Harjo, Radiati dan Rosyidi (2015), madu rambutan sebesar  $7,61 \pm 0,23$  mg/kg. Kenaikan kadar HMF juga disebabkan oleh suhu penyimpanan. Warna madu akan semakin gelap seiring meningkatnya kadar HMF karena oksigen dari udara akan mengoksidasi HMF sehingga membentuk warna gelap pada madu (Bogdanov, Ruoff and Perdsano, 2004).

## **2.6 Gula Pereduksi Madu**

Gula pereduksi merupakan golongan gula(karbohidrat) yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron. Gula pereduksi adalah gula karbohidrat seperti fruktosa dan glukosa, sedangkan gula nonpereduksi adalah sukrosa. Ratnayani, Dwi dan Gita (2008) standar mutu madu salah satunya didasarkan pada kandungan gula pereduksi (glukosa

dan fruktosa) total, sedangkan jenis gula pereduksi yang terdapat pada madu tidak hanya glukosa dan fruktosa, tetapi juga terdapat maltosa dan dekstrin. Proses produksi madu oleh lebah itu sendiri merupakan proses yang kompleks, sehingga kemungkinan besar terjadi perbedaan kadar dan komposisi gula pereduksi di antara berbagai jenis madu yang beredar di masyarakat.

Glukosa dan fruktosa merupakan gula yang dominan terdapat dalam semua jenis madu yang diteliti. Perbedaan profil gula dalam madu ini disebabkan oleh sumber nektar bunga. Silvia, Gauche, Gonzaga, Costa and Fett (2015) menyatakan Komposisi gula madu dipengaruhi oleh jenis bunga yang digunakan oleh lebah, serta daerah dan kondisi iklim. Analisis gula pereduksi, jumlah sukrosa adalah parameter yang sangat penting dalam mengevaluasi kematangan madu. Menurut Arcot dan Miller (2005) menunjukkan bahwa kadar fruktosa dalam madu bervariasi antara 27,5-54,2 g/100 g, sedangkan kadar glukosanya antara 20,3-32,9 g/100 g. Glukosa dan fruktosa merupakan gula yang dominan terdapat dalam semua jenis madu yang diteliti. Wulandari (2017) menambahkan bahwa pada madu suhu ruang memiliki kadar gula pereduksi sebesar 51,625%, sedangkan pada madu suhu dingin memiliki kadar gula pereduksi sebesar 62,5%. Berdasarkan data Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545 (2013) kadar gula pereduksi madu minimal 65%, maka dapat disimpulkan bahwa madu suhu dingin memiliki kadar gula pereduksi lebih baik daripada madu suhu ruang. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar gula pereduksi madu antara lain, kadar air, kelembapan, dan masa panen. Kandungan glukosa pada madu suhu ruang lebih rendah daripada madu suhu dingin karena madu suhu

ruang memiliki kadar air lebih tinggi daripada madu suhu dingin. Ada penelitian yang menunjukkan bahwa kandungan air yang tinggi pada madu dapat merangsang aktivitas khamir untuk tumbuh dan berkembang di dalam madu, sehingga menyebabkan proses fermentasi. Khamir penyebab fermentasi pada madu adalah *yeast osmophilic* dari genus *Zygosaccharomyces*, yang tahan terhadap konsentrasi gula tinggi, sehingga dapat hidup dan berkembang dalam madu. Khamir di dalam madu akan mendegradasi gula, khususnya dekstrosa dan levulosa menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub>, sehingga berpengaruh terhadap kandungan dekstrosa (glukosa) dan levulosa (fruktosa) madu. Hal ini diduga menjadi penyebab kandungan glukosa pada madu suhu ruang lebih rendah daripada madu suhu dingin karena madu suhu ruang memiliki kadar air lebih tinggi daripada madu suhu dingin.

## 2.7 Aktivitas Air (A<sub>w</sub>) Madu

Aktivitas air adalah (A<sub>w</sub>) adalah perbandingan antara tekanan uap larutan dengan tekanan uap air solven murni pada temperatur yang sama. Aktivitas air (A<sub>w</sub>) menggambarkan derajat aktivitas air dalam bahan pangan, baik kimia dan biologis. aktivitas air sangat erat kaitannya dengan kadar air dalam bahan terhadap daya simpan (Belitz, 2009).

Aktivitas Air (A<sub>w</sub>), adalah unit yang sebanding dengan kadar air bebas dalam makanan. Nilai A<sub>w</sub> madu bervariasi antara 0,55 dan 0,75 (Apriani, Gusnedi, Darvina, 2013). Tinggi rendahnya nilai aktivitas air akan mempengaruhi waktu simpan dan kualitas dari bahan makanan. Range nilai aktivitas air yaitu 0 – 1. Semakin besar nilai aktivitas air maka semakin kecil daya tahan bahan makanan begitu pula sebaliknya semakin kecil nilai aktivitas air maka semakin lama daya

simpan bahan makanan tersebut. Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Mikroba mempunyai  $A_w$  minimum agar dapat tumbuh dengan baik, seperti bakteri pada  $A_w$  0,90 ; khamir pada  $A_w$  0,8 – 0,9 dan kapang pada  $A_w$  0,6 – 0,7.



### BAB III

## MATERI DAN METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel madu dilakukan peternakan lebah madu mitra dari PT Kembang Joyo Sriwijaya di Jawa Barat dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penelitian ini dimulai pada 6 Januari 2020 sampai dengan 20 Maret 2020 dan dilaksanakan pengujian di Laboratorium Saraswanti Indo Genetec Bogor, Jawa Barat.

### 3.2 Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan madu yang berasal dari nektar bunga rambutan yang dihasilkan dari lebah *Apis mellifera*, madu nektar hutan yang dihasilkan dari lebah *Trigona sp.*, dan *honeydew* yang dihasilkan dari sekresi serangga. Sampel madu tersebut didapatkan dari mitra PT Kembang Joyo Sriwijaya yang digembalakan di daerah Jawa Barat. Sampel yang didapatkan kemudian diujikan sifat fisiko-kimianya yang terdiri dari uji hidrosimetilfurfural (HMF), uji gula pereduksi, dan uji aktivitas air ( $A_w$ ).

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

- a. Sampel : Madu rambutan, madu hutan, dan *honeyde*.
- b. Uji Hidrosimetilfurfural (HMF) : Kertas saring, aquades, alkohol, larutan carrez I, larutan carrez II, natrium bisulfit ( $\text{NaHSO}_3$ ) 0,20%.

c. Uji Gula pereduksi : Larutan luuf schoolr, larutan KI 20%, larutan  $H_2SO_4$  25%, larutan  $NaTio$  (natrium tiosulfat)  $Na_2S_2O_3$  0,1 N, indikator kanji (amilum) 0,5%, larutan amonium hidrogen fosfat  $(NH_4)_2 HPO_4$  10% atau larutan kalium ferosianida.

d. Uji Aktivitas air ( $A_w$ ) :

### 3.2.2 Peralatan Penelitian

a. Uji Hidroksimetilfurfural (HMF) : Spektrofotometer uv-vi dengan panjang gelombang 284 nm dan 336 nm mempunyai sel 1 cm, timbangan analitik, labu ukur 50 mL, pipet tetes, pipet volum, tabung reaksi.

b. Uji Gula pereduksi : *Hot plate*, timbangan analitik, erlenmeyer 250 mL, pipet volumetrik 10 mL, labu ukur 100 mL dan 250 mL, penangas air, refluks, termometer, buret 50 mL dan *stopwatch*.

c. Uji Aktivitas air ( $A_w$ ) :  $A_w$  meter.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif dengan menggunakan tiga sampel madu dari jenis berbeda. Sampel penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 sampel dengan 4 ulangan. Sampel yang digunakan sebagai berikut :

M1 : Madu rambutan

M2 : Madu hutan

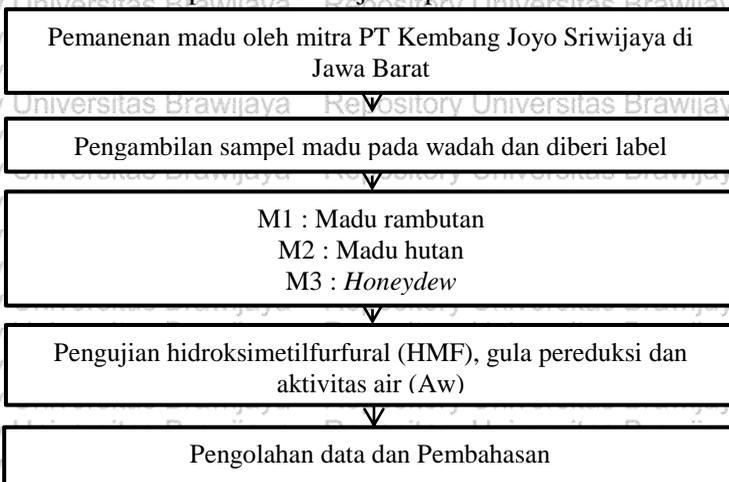
M3 : *Honeydew*

Tabel 1. Model data yang digunakan dalam penelitian

Sampel	Ulangan			
	1	2	3	4
M1	M1U1	M1U2	M1U3	M1U4
M2	M2U1	M2U2	M2U3	M2U4
M3	M3U1	M3U2	M3U3	M3U4

### 3.4 Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

### 3.5 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Uji Hidroksimetilfurfural (mg/kg) menurut SNI 01-3545 Tahun 2013 dengan menggunakan metode spektrofotometer. Prosedur pengujian dapat dilihat pada Lampiran 1.
2. Uji Gula pereduksi (%) menurut SNI 01-2892 Tahun 1992 dengan menggunakan metode Luff Schoorl. Prosedur pengujian dapat dilihat pada Lampiran 2.
3. Uji Aktivitas air ( $A_w$ ) menurut Testo (1999) dengan menggunakan  $A_w$  meter . Prosedur pengujian dapat dilihat pada Lampiran 3.

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan bantuan program *Microsoft Excel*, kemudian dianalisis statistik dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila diperoleh hasil berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) atau berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) maka akan dilanjutkan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Model matematika percobaan RAL yang digunakan yaitu :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan perlakuan ke-i ulangan ke-j

$\mu$  : rataan perlakuan

$T_i$  : pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  : galat percobaan pada perlakuan ke-i, ulangan ke-j

i : 1,2,...,t perlakuan

j : 1,2,...,r ulangan

### 3.7 Batasan Istilah

**Madu** :

Cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu (*Apis sp.*) dari sari bunga tanaman (*floral nectar*) atau bagian lain dari tanaman.

**Nektar** :

Zat yang dihasilkan oleh kelenjar nektafier berupa larutan gula dan mempunyai konsentrasi sekitar 7-70%.

**Hidroksimetilfurfural (HMF)** :

Senyawa kimia yang dihasilkan dari perombakan monosakarida madu (glukosa dan fruktosa), dalam suasana asam dan dengan bantuan kalor (panas).

**Gula pereduksi** :

Gula karbohidrat seperti fruktosa dan glukosa, sedangkan gula nonpereduksi adalah sukrosa.

**Aktivitas air ( $A_w$ )** :

Perbandingan antara tekanan uap larutan dengan tekanan uap air solven murni pada temperatur yang sama.





Tabel 3 Rataan Hidroksimetilfurfural pada 3 jenis madu

Sampel	Rataan (mg/kg)
M1	$0,53 \pm 0,021^b$
M2	$2,17 \pm 0,017^c$
M3	$0,48 \pm 0,017^a$

Keterangan : Perbedaan *superscript* pada tabel menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

SNI 01-3545 Tahun 2013 menyebutkan bahwa HMF pada madu maksimal 50 mg/kg. Data Tabel 3. menunjukkan bahwa kadar HMF pada madu rambutan (M1) sebesar  $0,53 \pm 0,021$ . Kadar HMF pada madu hutan (M2) sebesar  $2,17 \pm 0,017$  sedangkan pada *honeydew* (M3) sebesar  $0,48 \pm 0,017$ . Perbedaan HMF pada setiap sampel dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Hidroksimetilfurfural yang terdapat dalam madu merupakan senyawa kimia yang dihasilkan dari perombakan monosakarida madu (glukosa dan fruktosa), dalam suasana asam dan dengan bantuan kalor (panas) (Harjo dkk, 2015). HMF dalam madu sangat penting dan menentukan keaslian dan kesegaran madu. Kadar HMF pada madu hutan (M2) yaitu  $2,17 \pm 0,017$  merupakan nilai tertinggi diantara kedua sampel lainnya. Hasil tersebut menunjukkan kadar HMF pada madu hutan sesuai dengan nilai SNI 3545:2013 yakni di bawah 50 mg/kg. Faktor yang mempengaruhi peningkatan HMF dalam madu adalah suhu, lama penyimpanan dan penambahan fruktosa (Suhaela dkk, 2016). Pemanasan atau lama penyimpanan dapat ditandai dengan tingkat hidroksimetilfurfural yang tinggi dan pengaruh suhu yang

tinggi dapat berpengaruh pada pembentukan hidroksimetilfurfural dalam madu. Semakin lama penyimpanan, kadar HMF akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan dekomposisi glukosa, fruktosa, dan monosakarida lain yang memiliki enam atom C dalam suasana asam, dan dipercepat dengan bantuan panas. Reaksi ini selanjutnya akan menghasilkan asam format dan levulinat (Anjana, Fika, Oktaviani, dan Roesyadi, 2014). Faktor-faktor lain dapat mempengaruhi kadar HMF seperti adanya asam organik, pH, dan kadar air. Nektar yang berasal dari tanaman yang berbeda juga mempengaruhi kadar HMF dalam madu. Warna madu akan semakin gelap seiring meningkatnya kadar hidroksimetilfurfural karena oksigen dari udara akan mengoksidasi hidroksimetilfurfural sehingga membentuk warna gelap pada madu (Bogdanov *et al.*, 2004). Tingginya kadar HMF pada madu juga dapat menjadi indikasi pemalsuan atau kerusakan.

Kadar HMF pada *honeydew* (M3) merupakan terendah dengan nilai  $0,48 \pm 0,017$ . Hal tersebut dikarenakan *honeydew* diujikan dalam kondisi segar. Menurut Adalina (2018) bahwa pada penelitian ini menunjukkan kadar HMF madu Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Rantau sebesar  $0,229 - 0,417$  mg/kg. Nilai hasil uji HMF ini masih jauh di bawah batas standar kadar HMF yang diijinkan, yaitu maksimal 50 mg/kg. Sampel madu yang diteliti merupakan madu yang baru dipanen, karena itu kadar HMFnya masih sangat rendah. Sesuai dengan pendapat (Kowalski, 2013) menyatakan bahwa madu segar tidak mengandung hidroksimetilfurfural atau berisi dalam jumlah kecil. Hal tersebut didukung oleh Al-Diab dan Jarkas (2015), madu yang baru dipanen secara alami mengandung HMF meskipun dalam

jumlah yang relatif kecil, yaitu 0,06 hingga 0,2 mg/100 g madu. Madu yang baru dipanen biasanya memiliki kadar HMF di bawah 1 mg/kg namun dapat terus meningkat apabila suhu sekitar mencapai 20 °C.

#### 4.2 Gula Pereduksi

Hasil analisis ragam pengujian gula pereduksi pada Lampiran 5, menunjukkan bahwa 3 jenis madu tersebut memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap gula pereduksi. Adapun rataannya dapat diterangkan seperti Tabel 4.

Tabel 4. Rataan gula pereduksi pada 3 jenis madu

Sampel	Rataan (%)
M1	$70,49 \pm 0,81^a$
M2	$73,06 \pm 0,11^b$
M3	$69,98 \pm 0,46^a$

Keterangan : Perbedaan *superscript* pada tabel menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

SNI 01-3545 Tahun 2013 menyebutkan bahwa gula pereduksi pada madu minimal 65%. Data Tabel 4, menunjukkan bahwa kadar gula pereduksi pada madu rambutan (M1) sebesar  $70,49 \pm 0,81$ . Kadar gula pereduksi pada madu hutan (M2) sebesar  $73,06 \pm 0,11$  sedangkan pada *honeydew* (M3) sebesar  $69,98 \pm 0,46$ . Kadar gula pereduksi berbeda pada setiap sampel dipengaruhi oleh beberapa faktor. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kadar gula pereduksi madu antara lain, kadar air, kelembapan, dan masa panen.

Kadar gula pereduksi tertinggi pada madu hutan (M2) sebesar  $73,06 \pm 0,11$ . Hal tersebut dikarenakan tanaman di hutan menghasilkan nektar melalui kelenjar nektarifer

ekstrafloral yang disekresikan melalui stipula, daun, tangkai daun dan batang, sedangkan nektar yang dihasilkan tanaman rambutan dan disekresikan oleh kelenjar nektarifier floral melalui bunga yang merupakan bakal buah. Hasil tersebut menunjukkan kadar gula pereduksi pada madu hutan sesuai dengan nilai SNI 3545:2013 yakni min 65%. Gula pereduksi adalah gula karbohidrat seperti fruktosa dan glukosa, sedangkan gula nonpereduksi adalah sukrosa. Jenis gula pereduksi yang terdapat pada madu tidak hanya glukosa dan fruktosa, tetapi juga terdapat maltosa dan dekstrin (Ratnayanti dkk, 2008). Analisis gula pereduksi dan jumlah sukrosa adalah parameter yang sangat penting dalam mengevaluasi kematangan madu. Perbedaan profil gula dalam madu ini disebabkan oleh sumber nektar bunga. Silva, Gauche, Gonzaga, Costa and Fett (2015) menyatakan komposisi gula madu dipengaruhi oleh jenis bunga yang digunakan oleh lebah, serta daerah dan kondisi iklim.

Kadar gula pereduksi terendah pada *honeydew* (M3) yaitu  $69,98 \pm 0,46$ . Hal tersebut dikarenakan *honeydew* memiliki kadar air yang relatif tinggi sehingga menyebabkan gula pereduksi didalamnya rendah. Nuryati (2006) menjelaskan bahwa Indonesia memiliki angka kelembaban udara relatif yang tinggi, yaitu 80%. Madu bersifat higroskopis yang dapat menyerap air yang ada disekitarnya menyebabkan peningkatan kadar air pada madu. Menurut Wulandari (2017) bahwa pada madu suhu ruang memiliki kadar gula pereduksi sebesar 51,625%, sedangkan pada madu suhu dingin memiliki kadar gula pereduksi sebesar 62,5%. kandungan glukosa pada madu suhu ruang lebih rendah daripada madu suhu dingin karena madu suhu ruang memiliki kadar air lebih tinggi daripada madu suhu dingin. Kandungan air yang tinggi pada

madu dapat merangsang aktivitas khamir untuk tumbuh dan berkembang di dalam madu, sehingga menyebabkan proses fermentasi. Khamir penyebab fermentasi pada madu adalah *yeast osmophilic* dari genus *Zygosaccharomyces*, yang tahan terhadap konsentrasi gula tinggi, sehingga dapat hidup dan berkembang dalam madu. Khamir di dalam madu akan mendegradasi gula, khususnya dekstrosa dan levulosa menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub>, sehingga berpengaruh terhadap kandungan dekstrosa (glukosa) dan levulosa (fruktosa) madu, karena madu suhu ruang memiliki kadar air lebih tinggi daripada madu suhu dingin.

#### 4.3 Aktivitas Air (A<sub>w</sub>)

Hasil analisis ragam pengujian aktivitas air pada Lampiran 6. menunjukkan bahwa 3 jenis madu tersebut memberikan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01) terhadap aktivitas air. Adapun rataannya dapat diterangkan seperti Tabel 5.

Tabel 5. Rataan aktivitas air (A<sub>w</sub>) pada 3 jenis madu

Sampel	Rataan (%)
M1	0,662 ± 0,006 <sup>b</sup>
M2	0,635 ± 0,001 <sup>a</sup>
M3	0,663 ± 0,005 <sup>b</sup>

Keterangan : Perbedaan *superscript* pada tabel menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01).

Data Tabel 5 menunjukkan bahwa aktivitas air pada madu rambutan (M1) sebesar 0,662 ± 0,006. Kadar aktivitas pada madu hutan (M2) sebesar 0,635 ± 0,001 sedangkan pada *honeydew* (M3) sebesar 0,663 ± 0,005. Standar minimum ataupun maksimum aktivitas air pada madu belum ditentukan

oleh SNI 01-3545 Tahun 2013. Aktivitas air dalam madu bergantung pada suhu dan kadar air.

Aktivitas air adalah ( $A_w$ ) adalah perbandingan antara tekanan uap larutan dengan tekanan uap air solven murni pada temperatur yang sama. Nilai madu bervariasi antara 0,55 dan 0,75 (Apriani, Gusnedi, Darvina, 2013). Aktivitas air tertinggi terdapat pada *honeydew* (M3) yaitu  $0,663 \pm 0,005$ . Hal tersebut dikarenakan kadar air yang terkandung dalam *honeydew* relatif tinggi dibandingkan kedua sampel lainnya. Menurut Legowo dan Nurmanto (2004) yaitu hubungan kadar air dengan aktivitas air ( $A_w$ ) ditunjukkan dengan kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi pula nilai  $A_w$  nya.

Tinggi rendahnya nilai aktivitas air akan mempengaruhi waktu simpan dan kualitas dari bahan makanan. Aktivitas air pada madu hutan (M2) merupakan nilai terendah diantara kedua sampel lainnya yaitu sebesar  $0,635 \pm 0,001$ , sehingga dapat diketahui jika madu hutan memiliki waktu simpan lebih lama dibanding madu rambutan dan *honeydew*. Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Mikroba mempunyai  $A_w$  minimum agar dapat tumbuh dengan baik, seperti bakteri pada  $A_w$  0,90 ; khamir  $A_w$  0,8 – 0,9 ; kapang  $A_w$  0,6 – 0,7.









## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. 1991. Analisis Kimia Produk Lebah Madu dan Pelatihan Staf Laboratorium Pusat Perlebahan Nasional Parung Panjang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor.
- Adalina, Y. 2018. Analisis Habitat Koloni Lebah Hutan Apis Dorsata Dan Kualitas Madu Yang Dihasilkan Dari Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Rantau, Kalimantan Selatan. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. 15(1) : 25-40.
- Al-Diab, D. and Jarkas, B. 2015. Effect Of Storage And Thermal Treatment On The Quality Of Some Local Brand Of Honey From Latakia Markets. Journal Of Entomology And Zoology Studies. 3(3) : 328–334.
- Anjana, Fika, W.R. Oktaviani, dan A. Roesyadi. 2014. Studi Kinetika Dekomposisi Glukosa Pada Temperatur Tinggi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Apriani, D., Gusnedi, dan Y. Darvina. 2013. Studi Tentang Nilai Viskositas Madu Hutan Dari Beberapa Daerah Di Sumatera Barat Untuk Mengetahui Kualitas Madu. Pillar Of Physics, 2(1) : 91-98.
- Arcot, J. dan Brand, M. J. 2005. A Preliminary Assessment of the Glycemic Index of Honey : <http://www.rirdc.gov.au/reports/HBE/05-027sum.html>. Diakses 13 Februari 2006.



Babarinde, G.O., Babarinde, S.A., Adegbola, D.C. and Ajayeoba, S.I. 2011. Effect Of Harvesting Methods On Physicochemical And Microbial Quality Of Honey. *Journal Of Food Science And Technology* 48(5) : 628– 634.

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2013. Sni Nomor 01-3545 Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.

Beggs, J. R., Karl, B. J., Wardle, D. A., and K. I. Bonner. 2005. Soluble Carbon Production By Honeydew Scale Insects In A New Zealand Beech Forest. *New Zealand Journal of Ecology*, 29(1): 105-115.

Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. 2009. Springer Food Chemistry 4th Revised And Extended Edition. *Annual Review Biochemistry*, 79(2) : 655-681.

Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbuhl, W. and Gallmann, P. 2007. Mineral In Honey Environmental Geographical And Botanical Aspects. *Journal Apicultural Research And Bee World* 46(4) : 269– 275.

Bogdanov, S., Ruoff K., and Persano K.O. 2004. Physicochemical Methods For The Characterisation Of Unifloral Honeys. *A Review Apidologie*, 35(2) : 4-17.1

Buba, Fatimah, Gidado, A. and Shugaba, A. 2013. Analysis Of Biochemical Composition Of Honey Sampel From Northeast Nigeria. *Journal Of Biochemistry And Analytical Biochemistry*, 2(3) : 1–7.



Byrne, A. and Ú. Fitzpatrick. 2009. Bee Conservation Policy At The Global, Regional And National Levels. *Apidologie* 40 : 194-210.

Chayati. I. 2008. Sifat Fisikokimia Madu Monoflora Dari Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Jawa Tengah. *Agritech*. 28(1) : 9-15.

Evahelda, E., F.Pratama., N.Malahayati, dan B.Santoso. 2017. Sifat Fisik Dan Kimia Madu Dari Nektar Pohon Karet Di Kabupaten Bangka Tengah, Indonesia. *Agritech*. 37(4) : 363-368.

Golan. K and A. Najda. 2011. Differences In The Sugar Composition Of The Honeydew Of Polyphagous Brown Soft Scale *Coccus Hesperidum* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea) Feeding On Various Host Plants. *Eur. J. Entomol*, 108(1) : 705–709.

Hamad, S. 2007. Terapi Madu. Pustaka Iman. Jakarta.

Harjo, S.S.T., L.E. Radiati dan D. Rosyidi. 2015. Perbandingan Madu Karet Dan Madu Rambutan Berdasarkan Kadar Air, Aktivitas Enzim Diastase Dan Hidroximetilfurfural (HMF). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*. 10(1) : 18-21.

Husen, N., S. Niapele, and A. Saalatalohy. 2019. Budidaya Lebah Madu *Trigona* Sp Di Kecamatan Oba Tidore Kepulauan Studi Kasus Di Desa Kusu Sinopa. *Jurnal Akrab Juara*. 4(2) : 172-182.

Jaya, F. 2017. Produk-Produk Lebah Madu Dan Hasil Olahannya. Ub Press. Malang.

Khasanah, R., Sarjana, P., dan S. Widodo. 2017. Kualitas Madu Lokal dari Lima Wilayah di Kabupaten Wonosobo. *Jurnal biologi*. 6(1) : 29 – 37.

Kowalski, S. 2013. Changes Of Antioxidant Activity And Formation Of 5hydroxymethylfurfural In Honey During Thermal And Microwave Processing. *Food Chemistry*. 141 (2): 1378–82.

Lamerkabel, J. S. A. 2011. Mengenal Jenis-Jenis Lebah Madu, Produk-Produk dan Cara Budidayanya. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknoloji*. 9(1) : 70-78.

Legowo, A. M. dan Nurwanto. 2004. Analisis Pangan. Diktat Kuliah. Program Studi Teknologi Ternak. Fakultas Peternakan, Undip. Semarang.

Michener, C. D. 2007. *The Bees of The World*. The Johns Hopkins University Press, Maryland (US).

Nadilla, N.F. 2014. The Activity Of Antibacterial Agent Of Honey Against *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Majority*. 3(7) : 94-102.

Nayik, G.A. dan Nanda, V. 2015. Physico-Chemical, Enzymatic, Mineral And Colour Characterization Of Three Different Varieties Of Honey From Khasmir Valley Of India With A Multivariate Approach. *Polish Journal Of Food And Nutritions Sciences*. 65(2) : 101–108.

Noerdjito, W.A., F. Ito dan K. Nakamura. 2000. Perilaku Pertahanan Deri Kumbang Kuya Mas *Aspidomorpha*

Sanctae crucis-Fabricius (Chrysolmelidae, Cassedevis)  
Terhadap Semut Pad *Aipomoea Carnea* Auct. Berita  
Biologi. 5(1) : 49-61.

Nordqvist, J. 2018. Everything You Need To Know About  
Honey.

<https://www.medicalnewstoday.com/articles/264667>.  
P Hp Diakses Pada Tanggal 23 Maret 2019 Pk.  
14:08.

Nuryati, S. 2006. Laporan Penelitian : Status Dan Potensi  
Pasar Madu Organik Nasional Dan Internasional.  
Aliansi Organik Indonesia Bogor.

Parmitasari, P dan E. Hidayanto. 2013. Analisis Korelasi  
Indeks Bias Dengan Konsentrasi Sukrosa Beberapa  
Jenis Madu Menggunakan Portable Brix Meter.  
*Youngster Physics Journal*. 1(5) : 191-198.

Parwata, I.M.O.A., K. Ratnayani dan A. Listya. 2010.  
Aktivitas Antiradikal Bebas Serta Kadar Beta  
Karoten Pada Madu Randu (*Ceiba Pentandra*) Dan  
Madu Kelengkeng (*Nephelium Longata* L.). *Jurnal  
Kimia*. 4(1) : 54-62.

Putra, H.S., W. Astuti dan R. Kartika. 2018. Aktivitas  
Amilase, Protease Dan Lipase Dari Madu Lebah  
*Trigona sp*, *Apis Mellifera* Dan *Apis Dorsata*. *Jurnal  
kimia mulawarman*. 16(1) : 27-32.

Ratnayani, K., S.N.M.A Dwi dan I.G.A.M.A.S. Gita. 2008.  
Penentuan Kadar Glukosa Dan Fruktosa Pada Madu  
Randu Dan Madu Kelengkeng Dengan Metode  
Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Bukit Jimbaran.  
Universitas Udayana*. 2(2) : 77-86.



Rosyidi, D., L.E Radiati, S. Minarti, Mustakim, A. Susilo, F. Jaya, dan A. Aziz. 2018. Perbandingan Sifat Antioksidan Propolis Pada Dua Jenis Lebah (*Apis Mellifera Dan Trigona Sp.*) Di Mojokerto Dan Batu, Jawa Timur, Indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*. 13(2) : 108-117.

Sarwono, B. 2001. *Lebah Madu*. Jakarta : Agro Media Pustaka.

Saxena, S., Gautam, S. and Sharma, A. (2010). Physical Biochemical And Antioxidant Properties Of Some Indian Honeys. *Food Chemistry* 118(2) : 391-397.

Sihombing, D.T.H. 2005. *Ilmu Ternak Lebah Madu*. Gajdah Mada University Press. Yogyakarta.

Silvia, P. M. D., C. Gauche., L. V. Gonzaga., A. C. O. Costa and R. Fett. 2015. Honey: Chemical Composition, Stability And Authenticity. Brazil. *Food Chemistry* 196(1) : 309-323.

Simeonov S.P and C.A.M. Afonso. 2013. Batch And Flowsynthesis Of 5hydroxymethylfurfural (Hmf) From Fructose Asabioplatform Intermediate : An Experiment For The Organic Or Analytical Laboratory. *J Chem. Educ* 40(30) : 1373-1375

Suhaela, A. Noor, and A. Ahmad. 2016. Effect Of Heating And Storage Time Levels 5-(Hydroxymethyl) Furan-2-Karbaldehida (HMF) In Honey Origin Mallawa . *International Journal Marina Chimica Acta The University Of Hasanuddin*. 17(2) : 24-32.



Suranto, A. 2007. Terapi Madu. Penebar Plus. Jakarta

Testo. 1999. Testo 950, 650, And 400 Instruction Manual V. 202. Testo Ag. <http://www.Enviroequipment.com/rentals/Pdf/Testo-950-650-400.Pdf> Diakses 21 Desember 2019.

Wulandari, D.D. 2017. Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Air, Dan Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan. Jurnal Kimia Riset. 2(1) : 16-22.

Yunus, M, M. Abbas, dan Z. Bakri. 2019. Uji Daya Hambat Madu Hutan Murni (*Mei Depuratum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. Majalah Farmasi Nasional. 16(1) : 6-13.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Prosedur Uji Hidroksimetilfurfural (mg/kg) Menurut SNI 01-3545 Tahun 2013.

1. Penentuan hidroksimetilfurfural (HMF) pada madu dilakukan dengan menimbang sampel terlebih dahulu 5 g
2. Dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL
3. Dibilas dengan aquades 25 mL
4. Ditambahkan 0,50 ml larutan carrez I
5. Dikocok lalu ditambahkan larutan carrez II 0,50 ml dan kocok
6. Diencerkan dengan aquades sampai tanda garis
7. Ditambahkan alkohol setetes untuk menghilangkan busa pada permukaan
8. Disaring dan buang 10 ml saringan pertama.
9. Pipet 5ml saringan dan masing-masing masukkan kedalam tabung reaksi
10. Pipet aquades 5mL dan 5mL 0,20% natrium bisulfit kedalam tabung lainnya (pembanding).
11. Dikocok sampai tercampur sempurna (Vortex mixer)
12. Tetapkan absorbannya terhadap reference (pembanding) dalam cell 1 cm pada panjang gelombang 284 nm dan 336 nm
13. Bila absorbansi lebih tinggi dari 0,6 untuk memperoleh hasil yang teliti, larutan contoh diencerkan dengan air sesuai kebutuhan
14. Perhitungan HMF

$$\text{Kadar HMF} \left( \frac{\text{mg}}{100 \text{ g madu}} \right) = \frac{(A_{284} + A_{336}) \times 14,97 \times 5}{\text{Bobot sampel (g)}}$$



## **Lampiran 2. Prosedur Uji Gula Pereduksi (%) Menurut SNI 01-2892 Tahun 1992.**

1. Kadar gula pereduksi dilakukan dengan metode luff schoorl dimana dilakukan pengujian kepekatan terhadap larutan luff schoorl terlebih dahulu dengan pH 9,3-9,4 pada larutan luff schoorl yang telah dibuat
2. Ditimbang sampel madu 2 g
3. Dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL
4. Ditambahkan aquades lalu dikocok
5. Ditambahkan 5 mL Pb asetat setengah basa dan digoyangkan
6. Ditambahkan aquades  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$  10% sebanyak 15 ml sampai Pb asetat mengendap secara keseluruhan lalu digoyang
7. Ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu disaring
8. Dipipet 10 ML larutan hasil penyaringan
9. Dimasukkan kedalam erlenmeyer 500ml, lalu tambahkan 15 mL aquades dan 25 ml larutan luff schoorl lalu
10. Dipanaskan di hot plate sampai 10 menit dan
11. Didinginkan di bak berisi air es (jangan digoyang)
12. Setelah dingin ditambahkan 10 mL larutan KI 20% dan 25 ml larutan  $\text{H}_2\text{So}_4$  25% lalu
13. Dititrasi dengan Natio 0,1N dan diberi larutan kanji (amilum) 0,5% sebagai indikator
14. Kerjakan larutan blanko dengan aquades tanpa sampel
15. Kemudian dimasukkan ke dalam rumus dan dihitung kadar gula pereduksi yang terdapat pada sampel madu

16. Perhitungan:

$$\% \text{ gula sebelum inversi} = \frac{W1 \times fp}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

- W1 = glukosa (mg)
- fp = faktor pengencer
- W = bobot sampel (mg)

### Lampiran 3. Prosedur Uji Aktivitas air Menurut Testo (1999)

1. Sebelum digunakan, perangkat aw meter dikondisikan pada ruangan pengukuran selama lebih kurang dua jam.
2. Aktivitas air sampel diukur dengan menempatkan sampel dalam sampel container dan mengkondisikanya selama 30 hingga 60 menit.
3. Sensor kemudian dikontakkan dengan sampel dalam container dalam keadaan terbuka.
4. Nilai aktivitas air lalu terbaca pada panel alat  $A_w$  meter.
5. Pengukuran ini dilakukan sebanyak dua kali untuk tiap sampel.

**Lampiran 4. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Hidroksimetilfurfural (HMF) (mg/kg)**

Sampel	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
M1	0,50	0,55	0,52	0,53	2,10	0,53	0,021
M2	2,16	2,19	2,15	2,17	8,67	2,17	0,017
M3	0,47	0,50	0,48	0,46	1,91	0,48	0,017
Total	3,13	3,24	3,15	3,16	12,68		

**Perhitungan :**

- **Faktor Koreksi (FK)**

$$FK = \frac{Y^2}{p \cdot u}$$

$$= \frac{(12,68)^2}{(3 \times 4)}$$

$$= 13,399$$

- **Jumlah Kuadrat (JK)**

$$JK \text{ Total} = \sum x^2 - FK$$

$$= (0,50^2 + 0,55^2 + 0,52^2 + \dots + 0,46^2) - 13,399$$

$$= 7,411$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \sum p^2 / u - FK$$

$$= (2,10^2 + 8,67^2 + 1,91^2) / 4 - 13,399$$

$$= 7,408$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$$

$$= 7,411 - 3,7041$$

$$= 0,003$$

• **Kuadrat Tengah (KT)**

$$KT \text{ Perlakuan} = JK \text{ Perlakuan} / db \text{ Perlakuan}$$

$$= 7,408 / 2$$

$$= 3,7041$$

$$KT \text{ Galat} = JK \text{ Galat} / db \text{ Galat}$$

$$= 0,003 / 9$$

$$= 0,0003$$

• **F Hitung**

$$F \text{ Hitung} = KT \text{ Perlakuan} / KT \text{ Galat}$$

$$= 3,7041 / 0,0003$$

$$= 10930,16$$

**Tabel ANOVA**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel
Sampel	2	7,408	3,7041	10930,16**	3,98
Galat	9	0,003	0,0003		7,21
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>7,411</b>			

Kesimpulan : Madu dari jenis berbeda memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap hidoksimetilfurfural (HMF).

**Uji BNT**

$$SE = \sqrt{2 \text{ KTGalat} / r}$$

$$= \sqrt{2 \times 0,0003 / 4}$$

$$= 0,013$$

$$\begin{aligned} \text{BNT-1\%} &= (t_{0,01 \text{ db } 9}) \times \text{SE} \\ &= 3,25 \times 0,013 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

**Tabel Kodikasi**

Sampel	Rataan	Notasi
M1	0,525	b
M2	2,168	c
M3	0,478	a

### Lampiran 5. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Gula Pereduksi (%)

Sampel	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
M1	69,40	70,45	70,80	71,31	281,96	70,49	0,81
M2	73,05	72,93	73,05	73,20	292,23	73,06	0,11
M3	70,10	70,17	69,30	70,33	279,90	69,98	0,46
Total	212,55	213,55	213,15	214,84	854,09		

#### Perhitungan :

- **Faktor Koreksi (FK)**

$$FK = \frac{y^2}{p \cdot u}$$

$$= (854,09)^2 / (3 \times 4)$$

$$= 60789,14$$

- **Jumlah Kuadrat (JK)**

$$JK \text{ Total} = \sum x^2 - FK$$

$$= (69,40^2 + 70,45^2 + 70,80^2 + \dots + 70,33^2) - 60789,14$$

$$= 24,44$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \sum p^2 / u - FK$$

$$= (281,96^2 + 292,23^2 + 279,90^2) / 4 - 60789,14$$

$$= 21,81$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$$

$$= 24,44 - 21,81$$

$$= 2,63$$

• **Kuadrat Tengah (KT)**

$$KT \text{ Perlakuan} = JK \text{ Perlakuan} / db \text{ Perlakuan}$$

$$= 21,81 / 2$$

$$= 10,91$$

$$KT \text{ Galat} = JK \text{ Galat} / db \text{ Galat}$$

$$= 2,63 / 9$$

$$= 0,29$$

• **F Hitung**

$$F \text{ Hitung} = KT \text{ Perlakuan} / KT \text{ Galat}$$

$$= 10,91 / 0,29$$

$$= 37,32$$

**Tabel ANOVA**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					0,05	0,01
Sampel	2	21,81	10,91	37,32**	3,98	7,21
Galat	9	2,63	0,29			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>24,44</b>				

Kesimpulan : Madu dari jenis berbeda memberikan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01) terhadap gula pereduksi.

**Uji BNT**

$$SE = \sqrt{2 \text{ KTGalat}/r}$$

$$= \sqrt{2 \times 0,29/4}$$

$$= 0,38$$

$$BNT \ 1\% = (t \ 0,01 \ db \ 9) \times SE$$

$$= 3,25 \times 0,38$$



## Lampiran 6. Data dan Hasil Analisis Statistika Uji Aktivitas Air (A<sub>w</sub>)

Sampel	Ulangan				Total	Rataan	SD
	1	2	3	4			
M1	0,657	0,659	0,660	0,670	2,646	0,662	0,006
M2	0,634	0,633	0,635	0,636	2,538	0,635	0,001
M3	0,658	0,660	0,670	0,663	2,651	0,663	0,005
Total	1,949	1,952	1,965	1,969	7,835		

### Perhitungan :

- **Faktor Koreksi (FK)**

$$FK = \frac{y^2}{p \cdot u}$$

$$= \frac{(7,835)^2}{(3 \times 4)}$$

$$= 5,1156$$

- **Jumlah Kuadrat (JK)**

$$JK \text{ Total} = \sum x^2 - FK$$

$$= (0,657^2 + 0,659^2 + 0,660^2 + \dots + 0,663^2) - 5,1156$$

$$= 0,0022$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \sum p^2 / u - FK$$

$$= (2,646^2 + 2,538^2 + 2,651^2) / 4 - 5,1156$$

$$= 0,0020$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$$

$$= 0,0022 - 0,0020$$

$$= 0,0002$$



**Tabel Kodifikasi**

<b>Sampel</b>	<b>Rataan</b>	<b>Notasi</b>
M1	0,662	b
M2	0,635	a
M3	0,663	b

## Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Sampel madu rambutan



Sampel madu hutan



Sampel *honeydew*