

**ANALISIS KUALITAS MADU YANG BEREDAR DI KOTA SEMARANG
BERDASARKAN KADAR HIDROKSIMETILFURFURAL (HMF), KADAR AIR,
PADATAN TAK LARUT DALAM AIR, DAN VISKOSITAS MADU**

SKRIPSI

Diajukan kepada

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Menyelesaikan Program Strata Satu (S-1)

Gizi (S.Gz)



FIRDAUSIL JENNAH

2007026049

PROGRAM STUDI GIZI

FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2024



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS PSIKOLOGI DAN KESEHATAN

Jl. Prof. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang, 50185
Telp (024) 76433370 E-mail: fpk@walisongo.ac.id; Website: fpk.walisongo.ac.id

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang
Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar
Air, Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu.
Penulis : Firdausil Jennah
NIM : 2007026049
Program Studi : Gizi

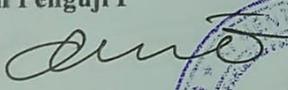
Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji Fakultas
Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah
satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Gizi.

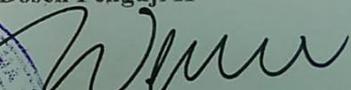
Semarang, 02 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Dosen Penguji I

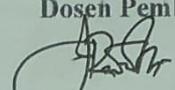
Dosen Penguji II

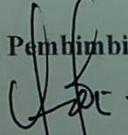

Angga Hardiansyah, S.Gz., M.Si
NIP. 198903232019031012


Wenny Dwi Kurniati, S.T.P., M.Si
NIP. 199105162019032011

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Etria Susilowati, M.Sc
NIP. 199004192018012002


Dr. Dina Sugivanti, M.Si
NIP. 198408292011012005

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Penulis : Firdausil Jennah

NIM : 2007026049

Program Studi : Gizi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

“ Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air, Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu ”

Merupakan hasil penelitian atau hasil karya saya sendiri, kecuali pada bagian tertentu yang mengutip dan merujuk pada beberapa sumber.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 13 Juni 2024

Pembuat Pernyataan



Firdausil Jennah
NIM. 2007026049

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 Juni 2024

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan
Universitas Islam Negeri Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

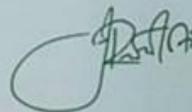
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang
Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air,
Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu.
Nama : Firdausil Jennah
NIM : 2007026049
Program Studi : Gizi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Pembimbing I



Fitria Susilowati, M.Sc
NIP. 199004192018012002

NOTA PEMBIMBING

Semarang, 13 Juni 2024

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan
Universitas Islam Negeri Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang
Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air,
Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu.

Nama : Firdausil Jennah

NIM : 2007026049

Program Studi : Gizi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Pembimbing II



Dr. Dina Sugiyanti, M.Si
NIP.198408292011012005

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Allahummasholli ala Sayyidina Muhammad wa 'ala ali Sayyidina Muhammad

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat dan karunia yang telah dilimpahkan-Nya, berupa kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis diberikan kemampuan dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar air, Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) Gizi (S.Gz) di Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo. Sholawat dan salam tercurahkan untuk Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya yang setia.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini didasari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pihak lain. Dalam menulis skripsi ini, penulis banyak mendapat pelajaran, dukungan, motivasi, bantuan berupa bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak mulai dari pelaksanaan hingga penyusunan naskah skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Nizar, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Baidi Bukhori, M.Si selaku Dekan Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Angga Hardiansyah, S.Gz., M.Si selaku Ketua Program Studi Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
4. Ibu Farohatus Solichah S.K.M., M.Gizi selaku Sekretaris Jurusan Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
5. Ibu Fitria Susilowati, M.Sc selaku dosen wali dan pembimbing pertama yang telah membimbing penulis dan bersedia memberikan arahan, saran, motivasi, do'a, dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Dr. Dina Sugiyanti, M.Si selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dan bersedia memberikan arahan, saran, motivasi, do'a, dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Angga Hardiansyah, S.Gz., M.Si selaku penguji I yang bersedia memberika masukan untuk menyempurnakan skripsi ini.
8. Ibu Wenny Dwi Kurniati, S.T.P., M.Si selaku penguji II yang bersedia memberikan masukan untuk menyempurnakan skripsi ini.
9. Ibu Fatimatuz Zahro, S.Pd., M.Pd yang telah membimbing, membantu dan mengarahkan penulis selama melakukan riset di Laboratorium Gizi.
10. Ibu Rizki Oktavia, S.Pd., M.Pd yang telah memberikan motivasi, do'a, dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
11. Segenap Bapak dan Ibu Dosen, pegawai dan civitas akademik Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu selama penulis menjalani masa perkuliahan.
12. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Nawawi yang telah mengiringi setiap langkah penulis dengan luapan do'a, dukungan secara materi dan non materi, serta motivasi yang tidak pernah terhenti, dan Ibu Susilowati (Almrhmh) yang mendampingi kemanapun jiwa pergi, memberikan kehangatan hati, dan kasih yang terus mengalir dalam hidup penulis.
13. Kakek dan Nenek tersayang, Kakek Tayib dan Nenek Masiha yang telah memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan semangat di kehidupan penulis.
14. Ummahku tercinta, Zahrotul Aini, S.Pd yang telah memberikan dukungan, do'a, motivasi, dan memberikan "tempat" yang istimewa di kehidupan penulis.
15. Adikku tersayang, Fadil Aqrom yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
16. Saudaraku terdekat, Muhammad Nurul Amin yang memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
17. Kakakku, Zainab Aqilah Ba'aly yang telah memberikan dukungan, do'a, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.

18. Sahabatku tercinta, Almarhumah Fatimah Ummul Banin Assegaf dan Zahro' Zainabi Assegaf, yang telah memberikan dukungan dan semangat dari awal hingga saat ini.
19. Ibu Sumiati, Bapak Erwin, Ibu Widya, dan Bapak Minan yang telah membantu dan mengarahkan penulis selama melakukan riset di Laboratorium Saintek.
20. Mba Desi Lestari S.Gz., kakak yang sangat membantu dan mengarahkan dalam berlangsungnya kegiatan di laboratorium.
21. Teman terbaik saya, Umni Zaimatus Shidqiyah, Devi Faradila, Nella Adhela Marbun, Nur Fitiani Aziz, Nikmatul Luailiya, dan Hasna Nur Fiani yang telah memberikan dukungan dan semangat saat menyusun skripsi ini.
22. Teman seperjuangan sedari awal perkuliahan Dea Juliana Putri dan Atika Anainayah yang telah bersedia menjadi tempat bercerita.
23. Teman-teman asisten laboratorium, yang menemani, membantu, dan memberi *support* bagi penulis untuk segera menuntaskan kuliah.
24. Teman-teman Gizi B 2020 yang telah kebersamai selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.
25. Kepada pihak yang tidak dapat penulis sebut satu per satu, yang membantu dan berperan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semgoa Allah SWT, memberikan keberkahan dan pahala berlipat ganda. *Amiin ya Rabbal'alamin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 13 Juni 2024

Penulis,



Firdausil Jennah

2007026049

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah Tuhan semesta Alam, atas segala nikmat yang telah diberikan kepada penulis.

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Bapak, Ibu tersayang, Kakek, Nenek, Ummah, dan Adik yang selalu memberikan semangat, dukungan, ketenangan, kenyamanan, motivasi, kasih sayang dan do'a restu yang tiada henti untuk penulis untuk terus maju menggapai impian dan cita-cita penulis.
2. Program Studi Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Walisongo Semarang.
3. Almamater tercinta, UIN Walisongo Semarang.
4. Orang-orang terdekat penulis, sahabat, teman-teman dan rekan yang peduli terhadap kesuksesan penulis.

MOTTO

“Setiap wadah menjadi semakin sempit dengan apa yang ditempatkan padanya,
kecuali pengetahuan yang justru menjadi luas”

(Sayyidina Ali bin Abi Thalib)

“Belajar adalah rekreasi paling menyenangkan bagi pecinta ilmu pengetahuan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iv
NOTA PEMBIMBING.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Hasil Penelitian.....	5
E. Keaslian Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Landasan Teori.....	10
1. Definisi Madu.....	10
2. Jenis Madu.....	10
3. Sifat dan Karakteristik Madu.....	12
4. Komposisi Madu.....	14
5. Manfaat Madu.....	16
6. Kualitas dan Keaslian Madu.....	19
7. Madu Palsu.....	21
8. Hidroksimetilfurfural (HMF).....	22
9. Kadar Air.....	24
10. Padatan Tak Larut dalam Air.....	25

11. Viskositas Madu.....	25
12. Viskometer <i>Brookfield</i>	26
13. <i>Hight Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC).....	27
G. Kerangka Teori.....	31
H. Kerangka Konsep.....	32
I. Hipotesis.....	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
A. Jenis dan Variabel Penelitian.....	34
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
C. Sampel Penelitian.....	35
D. Definisi Operasional.....	36
E. Prosedur Penelitian.....	37
F. Pengolahan dan Analisis Data.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil dan Pembahasan.....	47
1. Deskripsi Subjek.....	47
2. Data Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF) pada Sampel Madu.....	49
3. Data Kadar Air pada Sampel Madu.....	59
4. Data Kadar Padatan Tak Larut dalam Air pada Sampel Madu.....	62
5. Data Kadar Viskositas Madu.....	65
BAB V PENUTUP.....	69
A. Simpulan.....	69
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	79
RIWAYAT HIDUP.....	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Hidroksimetilfurfural (HMF).....	22
Gambar 2.	Monosakarida (heksosa) dalam suasana asam.....	22
Gambar 3.	Reaksi Pembentukan HMF.....	23
Gambar 4.	Instrumen HPLC.....	29
Gambar 5.	Kerangka Teori.....	31
Gambar 6.	Kerangka Konsep.....	32
Gambar 7.	Cara Membuat Larutan Fase Gerak.....	40
Gambar 8.	Cara Membuat Larutan Uji.....	41
Gambar 9.	Cara Membuat Larutan Larutan Baku.....	42
Gambar 10.	Cara Uji Kadar Air Metode Refraktometri.....	45
Gambar 11.	Cara Uji Padatan Tak Larut dalam Air.....	46
Gambar 12.	Cara Uji Viskositas Madu.....	48
Gambar 13.	Sampel Madu.....	50
Gambar 14.	Struktur Molekul C-18.....	52
Gambar 15.	UKS 1.....	53
Gambar 16.	UKS 2.....	53
Gambar 17.	UKS 3.....	53
Gambar 18.	Baku Kerja 0,5 µg/ml.....	54
Gambar 19.	Baku Kerja 1 µg/ml.....	54
Gambar 20.	Baku Kerja 2 µg/ml.....	55
Gambar 21.	Baku Kerja 5 µg/ml.....	55
Gambar 22.	Baku Kerja 10 µg/ml.....	55
Gambar 23.	Baku Kerja 20 µg/ml.....	55
Gambar 24.	Baku Kerja 40 µg/ml.....	55
Gambar 25.	Kurva Standar dari Larutan Baku Kerja HMF.....	56
Gambar 26.	Kromatogram Sampel M1.....	58
Gambar 27.	Kromatogram Sampel M2.....	58
Gambar 28.	Kromatogram Sampel M3.....	58
Gambar 29.	Kromatogram Sampel M4.....	58

Gambar 30.	Kromatogram Sampel M5.....	58
Gambar 31.	Kromatogram Sampel K1.....	58
Gambar 32.	Diagram Batang Kadar HMF Sampel Madu.....	60
Gambar 33.	Proses Pembentukan HMF pada Madu.....	62
Gambar 34.	Diagram Batang Kadar Air Madu.....	64
Gambar 35.	Diagram Batang Kadar Padatan Tak Larut Dalam Air.....	67
Gambar 36.	Diagram Batang Kadar Viskositas Madu.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Keaslian Penelitian.....	6
Tabel 2.	Kadar Nutrisi Madu.....	15
Tabel 3.	Persyaratan Mutu Madu (SNI 3545 : 2013).....	20
Tabel 4.	Persyaratan Madu Berdasarkan Karakteristik Fisik.....	20
Tabel 5.	Definisi Operasional.....	36
Tabel 6.	Preparasi Larutan Baku.....	43
Tabel 7.	Penetapan HPLC.....	43
Tabel 8.	Hasil UKS HPLC terhadap larutan baku induk HMF.....	54
Tabel 9.	Hasil analisis larutan baku kerja HMF menggunakan HPLC...	56
Tabel 10.	Hasil dari waktu retensi dan luas area	59
Tabel 11.	Data Hasil Kadar Air.....	64
Tabel 12.	Data Kadar Padatan Tak Larut Dalam Air.....	67
Tabel 13.	Data Kadar Viskositas Madu.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....	79
a. Perhitungan Uji Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF).....	79
b. Perhitungan Uji Kadar Air.....	84
c. Perhitungan Uji Kadar Padatan Tak Larut dalam Air.....	84
d. Perhitungan Uji Kadar Viskositas Madu.....	88
e. Hasil SPSS Analisis Deskriptif Variabel Pengujian.....	89
Lampiran 2. Gambar Penelitian.....	89
Lampiran 3. Surat Ijin Riset.....	98
Lampiran 3. Riwayat Hidup.....	102

ABSTRACT

Honey is a liquid from bee metabolism that is beneficial for health. As the demand for honey increases, it creates an opportunity for irresponsible individuals to make fake honey. The quality of honey can be known through several indicators, including hydroxymethyl furfural (HMF) content, moisture content, insoluble solids content in water, and honey viscosity. Hydroxymethyl furfural (HMF) is a compound formed due to the dehydration of glucose and fructose. The HMF value is one of the indicators of honey damage caused by acidity, excessive heating, or adulteration with invert sugar.

The purpose of this study is to determine the quality of honey circulating in Semarang City based on SNI standards. This study is a type of non-experimental laboratory research with honey as a sample. The sampling technique used is simple random sampling. Testing of HMF levels by the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method, water content by the refractometry method, insoluble solids content in water by the gravimetric method, and honey viscosity content by the Brookfield viscometer device.

The results of HMF content tests in M1, M2, M3, M4, M5, and K1 samples were 60,96 mg/kg, 1047,86 mg/kg, 770,68 mg/kg, 110,68 mg/kg, 36,55 mg/kg, and 4,01 mg/kg, respectively. The results of the moisture content test were 26,33%, 22,66%, 23,33%, 21,66%, 23,00%, and 18,66% respectively. The test results of insoluble solids in water were 0,10%, 0,43%, 0,36%, 0,18%, 0,30%, and 0,30% respectively. The results of the honey viscosity test were 11,40 Pois, 28,69 Pois, 17,71 Pois, 30,13 Pois, 28,93 Pois, and 35,14 Pois.

Honey HMF levels that exceed the SNI standard, which is a maximum of 50 mg/kg, are found in M1, M2, M3, and M4. The highest moisture content was found in the M1 sample and did not meet the SNI standard, which was a maximum of 22%. The level of insoluble solids in water in all honey samples was below the SNI standard, which was a maximum of 0.5%. The honey viscosity level in all samples met the SNI standard, which was a minimum of 10 Pois.

Keywords: *honey moisture content, honey viscosity, hydroxymethyl furfural (HMF), insoluble solids in water.*

INTISARI

Madu merupakan cairan hasil metabolisme lebah yang bermanfaat untuk kesehatan. Seiring meningkatnya permintaan madu menjadikan kesempatan bagi oknum yang tidak bertanggung jawab untuk membuat madu palsu. Kualitas madu dapat diketahui melalui beberapa indikator, diantaranya yaitu kadar hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, kadar padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Hidroksimetilfurfural (HMF) merupakan senyawa yang terbentuk akibat dehidrasi glukosa dan fruktosa. Nilai HMF adalah salah satu indikator kerusakan madu yang disebabkan oleh keadaan asam, pemanasan yang berlebihan maupun pemalsuan dengan gula *invert*.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang berdasarkan standar SNI. Penelitian ini merupakan jenis penelitian laboratorium non eksperimental dengan madu sebagai sampel. Teknik sampling yang digunakan yaitu *simple random sampling*. Pengujian kadar HMF dengan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), kadar air dengan metode refraktometri, kadar padatan tak larut dalam air dengan metode *gravimetri*, dan kadar viskositas madu dengan alat viskometer *Brookfield*.

Hasil uji kadar HMF pada sampel M1, M2, M3, M4, M5, dan K1 secara berturut-turut 60,96 mg/kg, 1047,86 mg/kg, 770,68 mg/kg, 110,68 mg/kg, 36,55 mg/kg, dan 4,01 mg/kg. Hasil uji kadar air berturut-turut yaitu 26,33%, 22,66%, 23,33%, 21,66%, 23,00%, dan 18,66%. Hasil uji kadar padatan tak larut dalam air secara berturut-turut yaitu 0,10%, 0,43%, 0,36%, 0,18%, 0,30%, dan 0,30%. Hasil uji kadar viskositas madu secara berturut-turut yaitu 11,40 Pois, 28,69 Pois, 17,71 Pois, 30,13 Pois, 28,93 Pois, dan 35,14 Pois.

Kadar HMF madu yang melebihi standar SNI yaitu maksimal 50 mg/kg terdapat pada M1, M2, M3, dan M4. Kadar air tertinggi terdapat pada sampel M1 dan tidak memenuhi standar SNI yaitu maksimal 22%. Kadar padatan tak larut dalam air pada semua sampel madu memenuhi standar SNI yaitu tidak lebih dari 0,5%. Kadar viskositas madu pada semua sampel memenuhi standar SNI yaitu minimal 10 Pois.

Kata kunci: hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air madu, padatan tak larut dalam air, viskositas madu.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Madu adalah salah satu produk perlembahan dan termasuk kedalam produk hasil hutan. Madu merupakan cairan hasil metabolisme lebah madu yang sangat bermanfaat untuk kesehatan dan harganya relatif mahal. Hal tersebut sering memunculkan penyalahgunaan pembuatan madu oleh oknum yang tidak bertanggung jawab dengan membuat madu tiruan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545: 2013, madu adalah suatu cairan alami yang umumnya mempunyai rasa manis, dihasilkan oleh lebah madu dari nektar bunga tumbuhan (*flora nektar*). Secara umum, madu mengandung glukosa, fruktosa, sukrosa, air, berbagai senyawa asam amino, vitamin dan mineral (Sohaimy *et al.*, 2015: 280). Oleh karena itu, madu dapat berperan sebagai anti inflamasi (Navaei *et al.*, 2021: 3), antibakteri (Bucekova *et al.*, 2019: 12), antioksidan (Mohamed *et al.*, 2010: 61) dan sebagai imunitas bagi tubuh (Mao *et al.*, 2013: 8844). Beragamnya manfaat madu terhadap kesehatan, membuat permintaan madu terus meningkat bahkan mencapai 300% saat pandemi COVID-19 (Kompas, 2021: 1). Badan Pusat Statistik 2020 mencatat konsumsi madu sebesar 60 gram/kapita/tahun dikalibrasikan dengan total jumlah penduduk sekitar 270,20 juta jiwa, sekurang-kurangnya Indonesia membutuhkan sekitar 16.000.000 liter madu setiap tahunnya (BPS, 2021: 336). Namun, produksi madu dari tahun ke tahun mengalami penurunan. Penurunan paling signifikan terjadi di tahun 2020, yaitu dari 498.048,65 liter menjadi 51.338,26 liter (BPS, 2021: 39). Rendahnya produk madu dan tingginya permintaan konsumen, menjadi kesempatan bagi oknum yang tidak bertanggung jawab untuk membuat produk madu palsu. Pemalsuan produk madu selain merupakan perbuatan melanggar hukum, juga berdampak negatif terhadap kesehatan jika dikonsumsi, salah satunya yaitu memicu risiko diabetes melitus (Rasad *et al.*, 2018: 120).

Praktik pembuatan madu palsu terjadi di Provinsi Banten dan diedarkan ke berbagai wilayah di pulau Jawa maupun di luar pulau Jawa. Pelaku dan sindikat produk madu palsu memiliki berbagai teknik untuk memalsukan produk madu. Pertama, menggunakan limbah tetes tebu yang dicampur dengan glukosa dan fruktosa untuk membentuk cairan agar terlihat seperti madu (Kompas, 2020). Kedua, mengoplos madu dengan bahan kimia seperti *esens* yang dicampur dengan gula pasir, susu kental manis, dan tepung tapioka (Kompas, 2022). Ketiga, mengubah kadar air madu yang mulanya tinggi, kemudian diturunkan dengan cara pemanasan (Harmain *et al.*, 2023: 161). Keempat, mengubah volume madu dengan menambah air agar kuantitas produk madu menjadi lebih banyak (Kompas, 2020). Kelima, membuat madu sirupan, yaitu madu yang dihasilkan oleh lebah, namun lebahnya diberi pakan dengan air gula (Kompas, 2020). Hingga saat ini, jaminan keaslian dan kualitas madu yang beredar di pasaran belum memiliki komponen yang sesuai dengan standar yang berlaku, serta belum terdapat informasi yang tercantum pada label produk (Sumantri *et al.*, 2013). Hadirnya produk madu tanpa mencantumkan logo SNI dan kandungan gizi dinilai masih kurangnya pihak yang berwajib dalam melindungi kesehatan dan keamanan konsumen.

Kualitas madu di Indonesia diatur berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545:2013 tentang madu. Standar mutu yang beredar di pasaran ini penting agar produk madu tetap bernutrisi dan terjaga manfaat terapeutiknya (Jannetta, 2022: 17). Kualitas produk madu dapat ditentukan melalui beberapa parameter dengan uji laboratorium. Beberapa diantaranya yaitu hidrosimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu (Apriani *et al.*, 2013: 92).

Kadar air dapat menentukan kualitas dan keaslian produk madu. Sulistyianingsih *et al.* (2022: 293) melakukan pengujian kadar air pada madu dengan menggunakan metode refraktometri dan diperoleh hasilnya yaitu 27,3%. Hasil kadar air madu tersebut tidak memenuhi standar maksimal kadar air madu menurut SNI yaitu $\leq 22\%$. Kadar air yang

terkandung pada madu akan mempengaruhi tingkat viskositas madu. Semakin tinggi kadar air, maka viskositas madu semakin rendah (Apriantini *et al.*, 2022: 103). Apriliyani (2020: 70) melakukan uji viskositas madu dengan penambahan larutan gula menggunakan alat viskometer *falling ball* dan diperoleh hasil uji viskositas madu pada konsentrasi penambahan gula 60% yaitu 7,401 poise. Hasil tersebut tidak memenuhi standar minimal viskositas madu sesuai SNI yaitu ≥ 10 pois. Dalam proses pembuatan produk madu palsu, memungkinkan bahan-bahan organik maupun anorganik untuk ikut tercampur dalam madu seperti halnya pasir, limbah tebu, gula pasir, dan benda-benda asing lainnya. Padjula (2019: 20) melakukan uji padatan tak larut dalam air dengan metode *gravimetri* dan diperoleh hasilnya sebesar 0,81%. Hasil tersebut tidak memenuhi standar maksimal yang ditetapkan oleh SNI yaitu $\leq 0,5\%$.

Hidroksimetilfurfural (HMF) merupakan senyawa yang terbentuk akibat dehidrasi glukosa atau fruktosa (Dimiyati & Marzuki, 2023: 675). Nilai HMF merupakan salah satu indikator kerusakan madu yang disebabkan oleh keadaan asam, pemanasan yang berlebihan, maupun pemalsuan dengan gula *invert*. Gula *invert* adalah suatu campuran dengan perbandingan yang sama dari glukosa dan fruktosa yang dihasilkan dari hidrolisis sukrosa (Harjo *et al.*, 2015: 19). Kadar HMF pada madu maksimal 50 mg/kg (BSN, 2013: 5). Dimiyati dan Marzuki (2023: 682) melakukan uji kadar HMF menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dan diperoleh hasil pengujiannya yaitu terdapat satu sampel madu dengan kadar HMF 295,58 mg/kg. Hasil tersebut tidak memenuhi standar maksimal SNI yaitu ≤ 50 mg/kg.

Kota Semarang merupakan salah satu daerah dengan bisnis usaha madu yang berkembang pesat. Akan tetapi, masih banyak produk madu yang belum memenuhi persyaratan SNI. Istiani (2018), menguji kualitas madu di Kota Semarang dengan pengujian terhadap massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan. Namun demikian, studi terdahulu belum mencakup uji laboratorium, khususnya hidroksimetilfurfural (HMF).

Pengujian kadar HMF penting dilakukan untuk mendeteksi kualitas suatu produk madu secara komprehensif. Pengujian terhadap kualitas madu dilakukan agar madu yang dikonsumsi masyarakat memiliki standar kualitas sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana hasil uji kadar hidrosimetilfurfural (HMF) pada madu yang beredar di Kota Semarang?
2. Bagaimana hasil uji kadar air pada madu yang beredar di Kota Semarang?
3. Bagaimana hasil uji kadar padatan tak larut dalam air pada madu yang beredar di Kota Semarang?
4. Bagaimana hasil uji kadar viskositas pada madu yang beredar di Kota Semarang?
5. Bagaimana kualitas madu yang beredar di Kota Semarang berdasarkan variabel uji yang dilakukan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui hasil uji hidrosimetilfurfural (HMF) madu yang beredar di Kota Semarang.
2. Mengetahui hasil uji kadar air madu yang beredar di Kota Semarang.
3. Mengetahui hasil uji padatan tak larut dalam air pada madu yang beredar di Kota Semarang.
4. Mengetahui hasil uji viskositas madu yang beredar di Kota Semarang.
5. Mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang berdasarkan variabel uji yang dilakukan.

D. Manfaat Hasil Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan penambahan atas literasi dalam hal pengembangan pengetahuan dalam bidang gizi.

2. Manfaat Praktis

a. Peneliti

Sebagai sumber acuan pada penelitian selanjutnya serta peneliti yang lain terkait kualitas madu berdasarkan parameter hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu.

b. Masyarakat

- 1) Diharapkan masyarakat bijak dalam memilih madu dengan mutu dan kualitas yang baik.
- 2) Bagi konsumen, adanya uji keaslian madu dapat memberikan kepastian dan jaminan mutu serta nilai gizi madu yang diperdagangkan.
- 3) Bagi produsen, uji keaslian madu dapat memberikan perlindungan atas kualitas madu yang diproduksi, sehingga terjamin keamanan pangannya.

E. Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan, berbagai analisis pengujian kualitas madu sudah pernah diteliti sebelumnya. Namun demikian, belum terdapat pengujian secara laboratorium khususnya uji kadar hidroksimetilfurfural (HMF) dengan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) di Kota Semarang. Oleh karena itu, judul penelitian yang dipilih oleh peneliti adalah Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air, Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian yang serupa. Berikut pada Tabel 1 adalah ringkasan dari penelitian sebelumnya.

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Variabel	Hasil
Noor Aisyah Istiani (2018)	Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan.	Pengukuran massa jenis menggunakan alat piknometer, indeks bias menggunakan prinsip pembiasan pada zat cair, tegangan permukaan menggunakan metode kenaikan pipa kapiler.	Massa jenis, Indeks bias, dan tegangan permukaan.	Nilai massa jenis madu berkisar antara 1398,67-1462,73 kg/m ³ , yang berarti melebihi standar massa jenis yang terdaftar di BPOM yaitu 1331,25 kg/m ³ . Nilai indeks bias madu berkisar antara 1,40-1,45, yang berarti indeks bias tersebut masih di bawah standar BPOM yaitu 1,50. Nilai tegangan permukaan madu berkisar antara $46,50 \times 10^{-3}$ - $50,95 \times 10^{-3}$ N/m.
Yeyen Herawati Padjula (2019)	Uji Kualitas Madu Trigona Incisa di Desa Radda, Kecamatan Baebunta, Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan.	Kadar HMF dan gula pereduksi metode spektrofotometri, kadar air metode refraktometri, kadar sukrosa metode <i>Luff Schoorl</i> , keasaman metode titrasi asam basa, padatan tak larut dalam air metode gravimetri, dan kadar abu metode <i>gravimetri</i> .	Kadar HMF, kadar air, kadar gula pereduksi, kadar sukrosa, keasaman, padatan tak larut dalam air, dan kadar abu.	Kadar HMF P1 36,70 mg/kg, P2 1,93 mg/kg; kadar air P1 30,01%, P2 26,74%; gula pereduksi P1 35,61%, P2 60,29%, sukrosa 0,78%, P2 1,58; keasaman P1 200,34 ml NaOH, P2 196,34 ml NaOH; padatan tak larut dalam air P1 0,40%, P2 0,81%, kadar abu P1 0,015%, P2 0,78%.

Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Variabel	Hasil
Wulan-dika Aprili-yani (2020)	Analisis Perubahan Viskositas Madu Murni Akibat Penambahan Larutan Gula, Sebagai Identitas Kemurnian Madu	Viskometer <i>falling ball</i> .	Variabel bebas: konsentrasi larutan gula pasir dan larutan gula merah. Variabel terikat viskositas dan kemurnian madu.	Nilai viskositas madu dengan penambahan larutan gula dengan konsentrasi 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% secara berturut-turut yaitu 7,401 pois, 13,404 pois, 31,103 pois, dan 91,052 pois.
Sri Widodo Agung Suedy, Ajeng Aulia Aisyah, Sri Darman-ti, Sarjana Parman (2023)	Uji Kualitas Beberapa Madu Lokal di Semarang.	Kadar air metode refraktometri, kadar gula pereduksi metode DNS (<i>Dinitrosalicylic Acid</i>), kadar HMF metode spektrofotometri.	Kadar air, kadar gula pereduksi, dan kadar HMF.	Hasil uji kadar air yaitu 20,7%, 25,7%, 21,6%. Hasil uji gula pereduksi yaitu 85,86%, 77,40%, 94,02%, 77,08%. Hasil uji HMF yaitu 3,8 mg/kg, 6,3 mg/kg, 8,1 mg/kg, 4,2 mg/kg, 10,8 mg/kg.
Erin Dimiyati & Hasan Marzuki (2023)	Penetapan kadar 5-Hidroksi-metil-furfural dalam Madu Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT).	Kadar HMF dengan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT).	Kadar 5-Hidroksi-metil-furfural terhadap kualitas madu.	Terdapat 1 sampel madu dengan kadar HMF 295,58 mg/kg yang berarti melebihi maksimal SNI. Adapun sampel madu yang lainnya yaitu 22,27 mg/kg yang berarti memenuhi standar SNI.

Berdasarkan tabel keaslian penelitian pertama yaitu penelitian yang dilakukan oleh Noor Aisyah Istiani (2018) dengan judul “Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Parameter Massa Jenis, Indeks Bias, dan Tegangan Permukaan”. Topik penelitian yang diteliti memiliki kesamaan yaitu kualitas madu, akan tetapi perbedaannya adalah pada penelitian terdahulu hanya terbatas pada pengujian secara fisik. Namun, pada penelitian ini selain melakukan pengujian secara fisik, juga dilakukan pengujian secara kimia khususnya pengujian kadar hidrosimetilfurfural (HMF).

Judul penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yeyen Herawati Padjula (2019) adalah “ Uji Kualitas Madu *Trigona Incisa* di Di Desa Radda, Kecamatan Baebunta, Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan”. Persamaan terletak pada topik yang diteliti yaitu kualitas madu. Namun, terdapat perbedaan pada variabel, metode, dan sampel yang digunakan. Pada penelitian terdahulu belum meneliti terkait viskositas madu. Pengujian kadar HMF pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode spektrofotometri sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode HPLC.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wulandari Apriliyani (2022) dengan judul “Analisis Perubahan Viskositas Madu Murni Akibat Penambahan Larutan Gula, Sebagai Identitas Kemurnian Madu”. Persamaan penelitian ini terletak pada topik yang diteliti yaitu kualitas madu. Perbedaan nya terletak pada variabel dan metode yang digunakan. Pada penelitian terdahulu belum meneliti kadar HMF, kadar air, dan padatan tak larut dalam air pada madu.

Penelitian sejenis yang sebelumnya dilakukan oleh Sri Widodo Agung Suedy, Ajeng Aulia Aisyah, Sri Darmanti, Sarjana Parman (2023) adalah “Uji Kualitas Beberapa Madu Lokal di Semarang”. Topik penelitian sebelumnya yang diteliti terkait kualitas madu, begitu juga pada penelitian ini. Perbedaannya terletak pada variabel dan metode yang digunakan. Variabel pada penelitian terdahulu yang diteliti berupa kadar air, gula

pereduksi, dan kadar HMF. Namun demikian, pada penelitian ini variabel yang akan diteliti selain kadar HMF dan kadar air, juga meneliti terkait padatan tak larut dalam air dan viskositas madu. Selain itu, pada penelitian terdahulu metode yang digunakan dalam menganalisis kadar HMF dengan menggunakan metode spektrofotometri, sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode HPLC.

Berdasarkan penelitian oleh Dimiyati & Marzuki (2023) dengan judul “Penetapan Kadar 5-Hidroksimetilfurfural dalam Madu Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi”. Topik yang diteliti memiliki persamaan yaitu terkait kualitas madu, namun pada penelitian terdahulu hanya meneliti kualitas madu berdasarkan kadar 5-hidroksimetilfurfural saja. Adapun pada penelitian ini, selain menganalisis kadar HMF, juga menganalisis kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui masing-masing perbedaan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Oleh karena itu, penelitian dengan judul “Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang Berdasarkan Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air, Padatan Tak Larut dalam Air, dan Viskositas Madu” memiliki keaslian penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Definisi Madu

Madu adalah suatu cairan alami, umumnya berasa manis, dihasilkan oleh lebah madu dari nektar bunga tumbuhan (*floral nektar*) atau bagian lain dari tumbuhan (*ekstra floral nektar*) (BSN, 2013: 1). Definisi tersebut sesuai dengan keadaan madu asli, dimana madu merupakan pemanis alami yang dibuat langsung oleh lebah madu dari nektar tumbuhan (Bana *et al.*, 2023: 564). Lebah menghasilkan madu dengan cara memasukkan atau menghisap nektar bunga ke dalam kantong madu di dalam tubuhnya. Nektar bunga yang dihisap diproses di dalam tubuh lebah dan dicampur dengan enzim tertentu. Ketika lebah kembali ke sarangnya, campuran tersebut disimpan di dalam sel dan beberapa waktu kemudian menjadi madu (Attsani *et al.*, 2022: 543-544). Saat lebah pekerja mengumpulkan nektar dari bunga, bahan tersebut masih banyak mengandung air (80%) dan sukrosa. Setelah lebah mengubah nektar menjadi madu, kandungan air turun dan sukrosa diubah menjadi fruktosa dan glukosa (Sebayang *et al.*, 2017: 168).

2. Jenis Madu

Jenis madu ditentukan menurut nama geografi atau topografi suatu daerah. Selain itu, jenis madu juga ditentukan berdasarkan sumber nektar dari tumbuhan jika organoleptik, fisikokimia dan sifat mikroskopiknya sesuai dengan seluruh atau sebagian dari tumbuhan tersebut (Jaya, 2017: 4). Wulansari (2018: 6) mengklasifikasikan madu berdasarkan sumber bunga dan sumber nektarnya. Berdasarkan sumber bunganya, madu dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

a. Madu Monofloral

Madu monofloral adalah madu yang dihasilkan dari satu jenis tanaman, seperti madu kaliandra, madu kelengkeng, dan madu randu. Contohnya adalah madu kaliandra yang merupakan madu dari nektar

kaliandra. Begitu juga dengan madu kelengkeng merupakan madu dari nektar kelengkeng (Wulansari, 2018: 6).

b. Madu Multifloral

Madu multifloral adalah madu yang mengambil nektar dari bermacam-macam jenis tanaman. Madu hutan merupakan contoh dari madu multiflora. Nektar yang diambil oleh lebah berasal dari berbagai jenis tanaman yang terdapat dalam suatu area tertentu (Wulansari, 2018: 6).

Nektar merupakan zat yang dihasilkan oleh kelenjar nektarifer berupa larutan gula dan mempunyai konsentrasi sekitar 7-70%. Komponen-komponen utama dari larutan gula dalam nektar yaitu fruktosa, glukosa, dan sukrosa (Jaya, 2017: 6). Berdasarkan asal nektar, jenis-jenis madu yang dihasilkan yaitu:

1) Madu Floral

Madu floral berasal atau dihasilkan dari nektar bunga. Jika nektar tersebut berasal dari bermacam-macam bunga, maka madu tersebut dinamakan madu poliflora. Apabila terdiri dari satu jenis tanaman maka madu tersebut disebut madu monoflora (Wulansari, 2018: 6).

2) Madu Ekstraflora

Madu ekstraflora adalah madu yang dihasilkan atau berasal dari nektar non-flora atau yang bukan berasal dari bunga. Biasanya madu ini terdapat di luar bunga seperti pada daun, kelopak bunga, batang, dan lainnya (Wulansari, 2018: 6).

3) Madu Embun (*honey dew*)

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

dikumpulkan oleh lebah yang kemudian diproses dalam sarang (Wulansari, 2018: 6).

3. Sifat dan Karakteristik Madu

Madu adalah cairan yang sifatnya lengket dan berasa manis yang dibuat oleh lebah dari nektar bunga. Madu adalah larutan gula jenuh yang mengandung sedikit protein dan mineral. Menurut Jaya (2017: 10-17) terdapat beberapa sifat fisika madu yaitu:

a. Higroskopis

Madu bersifat higroskopis, yaitu kemampuan madu dalam menyerap air dari udara sekitar sehingga tercapai kesetimbangan. Hal ini dikarenakan madu merupakan larutan super jenuh dan tidak stabil. Kondisi iklim yang lembab menyebabkan madu memiliki kadar air yang tinggi. Hal ini dikarenakan madu akan menyerap air pada suhu yang relatif tinggi, sehingga akan membuat viskositas madu menjadi lebih encer dan menyebabkan terjadinya proses fermentasi (Jaya, 2017: 10).

b. Tekanan Osmosis

Madu merupakan larutan jenuh dari karbohidrat. Oleh karenanya, disebut media hiperosmotik. Sekitar 84% komposisi madu adalah campuran monosakarida yang tersusun atas fruktosa serta glukosa. Organisme sel tunggal akan terbunuh ketika berada dalam media hiperosmotik karena cairan tubuh hilang yang disebabkan oleh perbedaan tekanan osmotik yang besar. Selain itu, terdapat interaksi yang kuat antara molekul gula dan molekul air, sehingga ketersediaan air bagi mikroba menjadi terbatas (Jaya, 2017: 10).

c. Kadar Air

Kualitas madu bergantung pada banyaknya kadar air yang terkandung di dalamnya. Tingginya kadar air menyebabkan kualitas madu menjadi rendah. Perlakuan saat panen, iklim, dan jenis nektar merupakan beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap kadar air madu.

Penetapan kadar air oleh SNI pada madu yaitu maksimum 22% (Jaya, 2017: 11).

d. Viskositas

Madu adalah larutan super jenuh yang mengandung protein dan mineral dalam jumlah sedikit. Suhu, jenis flora bunga, dan kandungan air merupakan faktor yang berpengaruh terhadap viskositas madu. Viskositas madu menurun seiring dengan meningkatnya kadar air atau suhu (Jaya, 2017: 11).

e. Massa Jenis

Masa Jenis atau sering disebut densitas merupakan massa suatu benda per satuan volumenya. Kadar air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi massa jenis madu. Massa jenis madu dengan kadar air 15% adalah 1,435 sedangkan pada kadar air 18% adalah 1,417 dengan suhu 20°C (Jaya, 2017: 12).

f. Tegangan Permukaan

Madu memiliki sifat tegangan permukaan yang rendah. Oleh karenanya, madu sering digunakan sebagai campuran kosmetik. Faktor yang mempengaruhi tegangan permukaan madu antara lain sumber nektar dan kandungan koloid. Sebaliknya, jika tegangan permukaan madu rendah dan viskositasnya tinggi maka madu akan membentuk busa (Jaya, 2017: 12).

g. Warna

Warna alami madu adalah kuning kecoklatan seperti warna gula karamel. Namun demikian, warna madu sangat bervariasi mulai dari transparan hingga berwarna kuning tua. Warna madu sangat dipengaruhi oleh sumber nektar, umur madu saat dipanen, dan kondisi penyimpanan. Jernih atau tidaknya madu sangat bergantung pada partikel yang tercampur di dalamnya. Saat madu melewati proses kristalisasi, warna madu menjadi lebih terang karena kristal glukosa di dalamnya berwarna putih (Jaya, 2017: 13).

h. Aroma Madu

Zat organik yang mudah menguap pada madu merupakan senyawa yang memberikan aroma khas pada madu. Aroma madu menjadi unik dan spesifik pada nektarnya dikarenakan beragamnya komposisi zat aromatik yang terkandung di dalam madu. Minyak atsiri, perpaduan karbonil (asetaldehid, aseton, propionaldehid, formaldehid, metil etil keton, dan sebagainya), rangkaian alkohol (etanol, isobutanol, propanol, *benzyl alcohol*, butanol, pentanol, dan sebagainya), serta rangkaian ester (asam benzoate atau propionat) merupakan beberapa zat aromatik yang terkandung pada madu (Jaya, 2017: 14).

i. Rasa Madu

Kandungan asam organik, karbohidrat, dan jenis nektar mempengaruhi rasa pada madu. Umumnya madu berasa manis dan sedikit asam. Rasa manis pada madu tergantung pada perbandingan karbohidrat (fruktosa dan glukosa) yang terkandung dalam nektar tanaman (Jaya, 2017: 15).

4. Komposisi Madu

Komposisi madu bergantung pada sumber nektar yang dikonsumsi oleh lebah. Variasi komposisi madu cukup besar karena sumber nektarnya cukup luas. Jika madu berasal dari satu sumber, komposisi madu memiliki variasi kisaran nilai yang lebih sedikit karena konsistensi komposisi yang lebih besar. Sebagian besar karbohidrat yang ditemukan dalam madu adalah monosakarida, dengan lebih banyak fruktosa dibandingkan glukosa. Berbagai jenis disakarida juga terdapat pada madu meski dalam jumlah kecil seperti maltosa, isomaltosa, nigerosa, turanosa, dan maltutosa. Sekitar 1% atau kurang dari total gula, sejumlah kecil gula tinggi yaitu oligosakarida, dan dekstrin juga dapat ditemukan dalam madu. Adanya kandungan asam formiat, sitrat, dan glukonat (*2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanoic*) dalam madu menyebabkan madu terasa asam. Selain itu, asam lain telah diidentifikasi dalam madu termasuk asam asetat, butirrat, format, laktat, maleat, asam malat, oksalat, dan suksinat. Kandungan mineral pada madu lebih dominan

dibandingkan komponen lainnya (Wulansari, 2018: 21). Berikut kandungan nutrisi madu secara umum dalam 100 gr menurut data nutrisi USDA sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Madu

Kandungan Nutrisi Madu	Kadar
Energi	304 Kkal
Karbohidrat	82,40 g
Gula/ Fruktosa	82,12 g
Serat pangan	0,20 g
Lemak	0 g
Protein	0,30 g
Air	17,10 g
Riboflavin (Vit. B2)	0,038 mg (3%)
Niacin (Vit. B3)	0,121 mg (1%)
Asam Pantothenat (B5)	0,068 mg (1%)
Vitamin B6	0,024 mg (2%)
Folat (Vit. B9)	2 µg (1%)
Vitamin C	0,5 mg (1%)
Kalsium	6 mg (3%)
Besi	0,042 mg (3%)
Magnesium	2 mg (1%)
Fosfor	4 mg (1%)
Kalium	52 mg (1%)
Natrium	4 mg (0%)
Seng	0,22 mg (2%)

Sumber : (Data Nutrisi USDA)

5. Manfaat Madu

Madu dikenal sebagai salah satu makanan yang yang penuh dengan manfaat bagi kesehatan manusia. Madu juga memiliki makna dan keistimewaan tertentu di dalam agama islam. Allah SWT., telah menjelaskan keistimewaan dan manfaat dari madu yang dihasilkan oleh lebah sebagaimana dalam *Q.S. AN-Nahl* ayat 86-87 :

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا
يَعْرِشُونَ (٦٨)

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا، يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ
مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ، فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ، إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (٦٩)

68. Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: "Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia",
69. Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu) dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan.

Wahbah Az-Zuhaili (2014: 42-423) menjelaskan dalam kitab *Tafsir Al Munir* bahwa *وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ*, Allah SWT memberikan ilham kepada lebah berupa kemampuannya melakukan hal-hal menakjubkan yang bahkan manusia cerdas pun tidak dapat melakukannya, sehingga hal tersebut merupakan naluri alamiah lebah itu sendiri. Lebah hidup secara kooperatif dengan sistem yang sangat tepat, yaitu menghisap nektar bunga dan mengeluarkannya dalam bentuk madu dan lilin. Lebah melakukan hal-hal sebagai berikut:

أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا

"Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit"

Allah SWT memberikan inspirasi dan hidayah kepada lebah untuk membangun sarang tempat tinggalnya di gunung, bukit, pepohonan, dan tempat-tempat yang sengaja dibuat oleh manusia. Lebah memiliki kemampuan membuat sarang yang sangat kuat dan presisi dengan lubang-lubangnya yang berbentuk segi enam serta sisi-sisinya berukuran sama. Sarang tersebut digunakan oleh lebah untuk menyimpan madu, lilin, dan tempat untuk merawat anak-anak lebah. Lebah membuat lubang sarang dengan bentuk heksagonal agar benar-benar rapat dan tidak ada celah kosong di antara lubang tersebut.

ثُمَّ كُلِّي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ

“Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan”

Buah-buahan yang terdapat di alam, baik itu yang berasa manis, pahit, atau manis-pahit menjadi takdir bagi lebah untuk dijadikan sebagai sumber makanannya. Hal tersebut merupakan perintah yang Allah ciptakan untuk lebah. Sehingga, lebah bebas untuk memakannya.

فَاسْأَلِكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا

“Tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu)”

Setelah lebah selesai mengonsumsi nektar buah-buahan, maka Allah memerintahkan untuk mengubahnya menjadi madu. Madu tersebut kemudian disimpan di dalam sarang yang telah dibuat oleh lebah. Perintah lainnya yaitu agar lebah mencari sumber buah-buahan yang lain dan kembali ke sarang dengan selamat.

يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ

“Dari perut lebah itu keluar minuman (madu)”

Warna madu yang dihasilkan oleh lebah beraneka ragam. Ada yang berwarna putih, kuning, atau merah. Madu mengandung banyak manfaat dan obat untuk berbagai penyakit. Madu juga merupakan bagian dari pil dan obat-obatan. Di sini, Allah SWT menguraikan madu dalam tiga kekhususan, yaitu:

- a. Sebagai minuman, baik diminum secara langsung dalam bentuk madu murni maupun dijadikan bahan dalam pembuatan berbagai jenis minuman.
- b. Memiliki warna yang bervariasi, ada yang berwarna merah, putih, kuning, dan lainnya.
- c. Sebagai obat untuk berbagai macam penyakit.

Madu sudah digunakan sejak dulu kala sebagai pengobatan tradisional untuk berbagai keluhan dan kesehatan. Potensi dan manfaat madu dalam dunia kesehatan didapat dari kandungan zat gizi di dalamnya.

Beberapa manfaat madu dalam bidang kesehatan diantaranya sebagai berikut.

1) Antibakteri

Salah satu khasiat obat yang populer dari madu adalah antibakteri (Almasaudi, 2021: 2193). Kandungan peroksida dan tekanan osmotik pada madu menjadikan madu sebagai antibakteri. Madu memiliki tekanan osmotik yang lebih besar dibandingkan cairan dalam sel bakteri, sehingga cairan dalam sel bakteri keluar dan menyebabkan bakteri mati (Suhendar *et al.*, 2022 : 204).

Madu memiliki efek antibakteri terutama bakteri gram positif, baik bersifat sebagai bakteristatik maupun efek bakteriosida, sehingga dapat melawan banyak strain bakteri yang bersifat patogen. Glukosa oksidase yang terkandung dalam madu menghasilkan zat antibakteri yaitu hidrogen peroksida. Di sisi lain, katalase madu dapat menghilangkan aktivitas hidrogen peroksida. Oleh karena itu, madu dengan aktivitas katalase tinggi memiliki aktivitas antibakteri peroksida yang rendah (Wulansari, 2018: 30).

2) Antioksidan

Madu mengandung sejumlah senyawa dan sifat antioksidan. Sifat antioksidan pada madu berasal dari zat enzimatik (misalnya, katalase, glukosa oksidase dan peroksidase) dan zat non enzimatik (misalnya, asam askorbat, α -tokoferol, karotenoid, asam amino, protein, produk reaksi maillard, flavonoid dan asam fenolat) (Akbar, 2020: 1019).

Berbagai kandungan antioksidan dalam madu berperan dalam menghambat pembentukan radikal bebas. Vitamin C menjadi bagian pertahanan pertama terhadap ROS/*Reactive Oxygen Species* yang dapat menangkal radikal hidroksil dan bertindak sebagai donor hidrogen untuk perubahan radikal tokoferol menjadi alfa tokoferol. Vitamin A dapat membersihkan *singlet oxygen* dan juga bereaksi dengan senyawa radikal peroksil (Handayani, 2022: 237).

3) Penyembuhan Luka

Sifat asam madu dengan pH 3,2-4,5, meningkatkan pelepasan oksigen dari hemoglobin sehingga mendukung proses penyembuhan luka. Matriks kolagen diperlukan untuk perbaikan jaringan selama penyembuhan luka. Madu yang bersifat asam menghambat aktivitas protease dalam menghancurkan matriks kolagen (Pratiwi, 2020: 515).

Komponen dari madu sendiri untuk penyembuhan luka adalah sebagai viskositas, kadar air, gula (terutama glukosa dan fruktosa), antioksidan, berbagai asam amino, vitamin dan mineral, glukosa oksidase yang menghasilkan hidrogen peroksida dan asam glukonat yang memberikan madu pH asam dari 3,2-4,5. Madu memberikan aktivitas antibakteri dan mencegah osmolaritas tinggi pertumbuhan bakteri serta meningkatkan gizi lokal karena levulosa dan fruktosa (Rahmawati *et al.*, 2020: 10). Hal ini yang menyebabkan penyembuhan pada luka bakar dan menurunkan rasa sakit.

6. Kualitas dan Keaslian Madu

Terdapat beberapa cara untuk mengetahui kualitas dan keaslian madu. Berdasarkan SNI 3545:2013 terdapat beberapa parameter mutu madu, yaitu hidrosimetilfurfural (HMF), kadar air, kandungan padatan tidak larut air. Selain itu, kualitas madu juga dapat diketahui dari tingkat viskositas dari produk madu.

Kualitas madu dipengaruhi sejak madu tersebut dipanen. Perlakuan yang tepat dapat menjaga kualitas madu, sedangkan perlakuan yang tidak tepat akan menurunkan kualitas madu dan memperpendek umur simpannya. Salah satu perlakuan yang kurang tepat adalah pemanasan madu berlebihan dan proses penurunan kadar air madu yang terlalu lama sehingga dapat mempengaruhi kandungan nutrisi dan sifat fisik madu (Apriantini, 2022: 99). Selain itu, kandungan padatan tak larut dalam madu baik itu berasal dari bahan organik maupun anorganik dapat merusak tampilan madu dan akan menjadi pemicu turunnya kualitas madu (Rahayu *et al.*, 2021: 1707).

Standar Nasional Indonesia (3545:2013) mengatur terkait kualitas dan keaslian mutu madu dengan beberapa persyaratan. Persyaratan mutu madu dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Persyaratan Mutu Madu (SNI 3545 : 2013)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
A.	Uji Organoleptik		
1.	Bau		Khas madu
2.	Rasa		Khas madu
B.	Uji Laboratoris		
1.	Aktivitas enzim diastase	DN	Min 3 ^{*)}
2.	Hidroksimetilfurfural (HMF)	Mg/kg	Maks 50
3.	Kadar air	% b/b	Maks 22
4.	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	% b/b	Min 65
5.	Sukrosa	% b/b	Maks 5
6.	Keasaman	ml NaOH/kg	Maks 50
7.	Padatan tak larut dalam air	% b/b	Maks 0,5
8.	Abu	% b/b	Maks 0,5
9.	Cemaran logam		
	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0
	9.2 Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,2
	9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,03
10.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0
11.	Kloramfenikol		Tidak terdeteksi
12.	Cemaran mikroba		
	12.1 Angka lempeng total (ALT)	koloni/g	<5x10 ³
	12.2 Angka paling mungkin (APM) koloform	APM/g	<3
	12.3 Kapang dan khamir	koloni/g	<1x10 ¹

Catatan: *) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen

Sumber: BSN (2013 : 5)

Selain beberapa parameter di atas, karakteristik fisik madu juga menentukan kualitas dari produk madu. Berikut pada Tabel 4 persyaratan madu secara fisik berdasarkan SNI.

Tabel 4. Persyaratan Madu Berdasarkan Karakteristik Fisik

Kriteria	SNI
Indeks bias	1,5044-1,4745
Viskositas (Pois)	Minimal 10
Berat jenis (g/mL)	1,354-1,4164

Sumber: Apriani *et al.*, (2013: 94)

Adanya SNI madu ini berguna untuk menjamin mutu dan kualitas produk madu. Di sisi lain, madu sebagai komoditas perdagangan dan barang konsumsi, sudah sepatutnya mutu dan kualitasnya harus terjaga dengan baik. Dengan demikian, manfaat serta khasiat dari madu tetap bernutrisi dan terjaga khasiat terapeutiknya hingga sampai ke konsumen (Jannetta, 2022: 17).

7. Madu Palsu

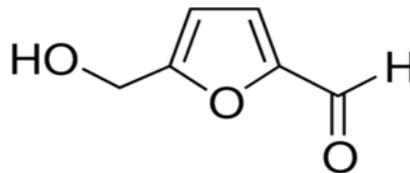
Madu palsu merupakan suatu bahan pangan yang diberi nama madu namun tidak diolah atau diproduksi oleh lebah. Pemalsuan madu digolongkan ke dalam beberapa kategori. Pertama, pemalsuan kuantitas, yaitu penambahan volume madu asli yang dicampur dengan madu palsu. Selain itu, terdapat juga madu yang ditambah dengan air agar kuantitas madu menjadi bertambah. Kedua, pemalsuan kualitas yang dilakukan dengan mengubah kadar air madu, yaitu dengan menurunkan kadar air dengan cara pemanasan. Ketiga, pemalsuan total, yaitu madu yang dianggap asli namun sebenarnya 100% buatan, sehingga bukan madu yang berasal dari lebah dalam komposisi aslinya. Pemalsuan dengan cara tersebut biasanya dengan menggunakan gula pasir, soda kue, *esens*, dan sebagainya. Kelima, madu sirupan, yaitu madu yang diproduksi oleh lebah, namun lebahnya diberi pakan dengan air gula (Kompas, 2020). Pada dasarnya, suatu enzim, vitamin, dan mineral tidak terkandung di dalam madu palsu sebagaimana yang terkandung pada madu murni.

Menurut Audiatri (2020: 5), ciri-ciri madu palsu antara lain, tekstur madu lebih lengket atau cair, mudah larut dalam air, adanya endapan pada madu jika didiamkan lama, dan rasa manis pada madu tetap melekat di lidah. Pasalnya, madu buatan umumnya terdiri dari sirup dengan kandungan fruktosa yang tinggi. Meningkatnya pemahaman masyarakat terhadap manfaat madu berdampak pada kekhawatiran yang muncul akibat beredarnya madu palsu. Secara umum, aroma dan warna madu palsu sulit dibedakan dengan madu asli. Namun hal tersebut dapat diketahui melalui beberapa indikator melalui pengujian secara laboratorium. Beberapa

diantaranya yaitu pengujian kadar hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu.

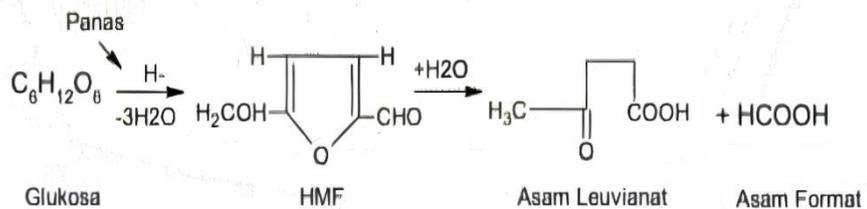
8. Hidroksimetilfurfural (HMF)

HMF adalah senyawa organik heterosiklik enam karbon yang mengandung gugus fungsi aldehyd dan alkohol (hidroksimetil). Cincin struktur tersebut berpusat pada gugus furan, sedangkan dua gugus fungsi, yaitu gugus formil dan hidroksi-metil, masing-masing dihubungkan pada posisi kedua dan kelima (Shapla *et al.*, 2018: 3). Struktur HMF ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Struktur Hidroksimetilfurfural (HMF)
Sumber: Shapla *et al.*, (2018)

Hidroksimetilfurfural (HMF) yang terdapat pada madu merupakan senyawa kimia yang terbentuk dari pecahan monosakarida dalam madu baik pecahan dari glukosa maupun fruktosa. HMF dapat terbentuk dalam keadaan asam dan juga suasana panas. Reaksi ini selanjutnya akan menghasilkan asam format dan asam leuvianat (Dimiyati & Marzuki, 2023: 675). Adapun reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.

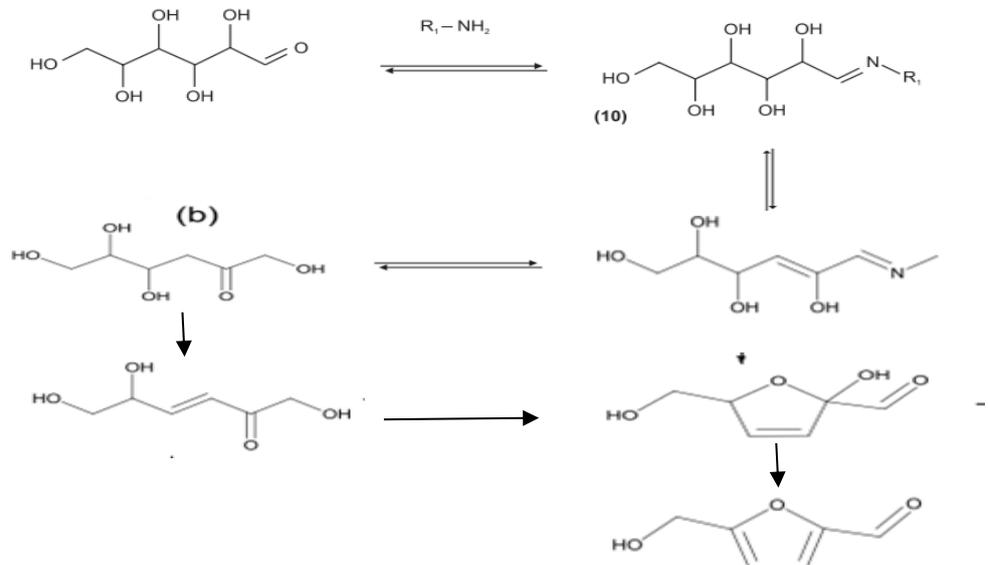


Gambar 2. Monosakarida (heksosa) dalam suasana asam
Sumber: Anjana *et al.*, (2014)

Kadar HMF merupakan salah satu indikator kerusakan madu. Menurut Obiedzińska *et al.*, (2018: 60), nilai HMF pada madu dapat meningkat yang disebabkan oleh tiga keadaan. Pertama, penyimpanan madu dalam jangka panjang dan dalam kondisi yang tidak sesuai. Kedua, karena

adanya dekrystalisasi yang tidak tepat, yaitu pemanasan secara berlebihan sehingga menimbulkan reaksi *maillard*. Ketiga, karena adanya pemalsuan dengan gula *invert*. Gula *invert* adalah suatu campuran dengan perbandingan yang sama dari glukosa dan fruktosa yang dihasilkan oleh hidrolisis sukrosa (Harjo *et al.*, 2015: 19).

Reaksi pembentukan senyawa HMF diawali dengan glukosa dan fruktosa yang bereaksi dengan gugus amina dari asam amino maupun protein yang akan membentuk basa *Schiff*. Oleh karena madu bersifat asam maka basa *Schiff* akan bereaksi dengan ion H^+ dan akan mengikat gugus hidroksil pada posisi C4 dan melepaskan molekul air membentuk eneiminol (6-iminoheks-4-ene-1,2,3,5-tetraol). Tautomer keto-enol serta deaminasi dari eneiminol akan menyebabkan pembentukan senyawa 1,2,3,6-tetrahidroksi heks-5-on yang selanjutnya akan mengalami dehidrasi membentuk senyawa dengan ikatan rangkap pada C3. Tahap selanjutnya adalah siklisasi dan dehidrasi dari senyawa tersebut akan menyebabkan terbentuknya hidroksimetilfurfural (HMF) (Kowalski *et al.*, 2013: 209-211). Reaksi pembentukan HMF dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Reaksi Pembentukan HMF
 Sumber: Kowalski *et al.*, (2013: 209 - 211)

Tingginya kadar HMF dalam madu akan menurunkan kualitas madu. Kandungan HMF dalam madu memiliki keterikatan dengan beberapa karakteristik kimia madu lainnya seperti kadar air, nilai pH, kandungan asam bebas, kadar gula pereduksi, dan aktivitas enzimatis dalam madu (Kowalski *et al.*, 2013: 208). Oleh karena itu, masyarakat penting untuk memahami dan membedakan antara madu yang berkualitas baik sesuai dengan persyaratan SNI dan madu tiruan yang terdapat di pasaran.

9. Kadar Air

Kadar air merupakan persentase air dalam sampel menurut berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*) (Anwar *et al.*, 2022: 33). Penetapan kadar air dalam suatu produk pangan bertujuan untuk mengukur banyaknya air yang ada pada produk tersebut. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan yang dinyatakan dalam persen (%). Berdasarkan SNI 8664:2018, kandungan maksimal air pada madu yaitu 22%.

Kadar air pada madu dipengaruhi oleh sifat madu yang higroskopis yang mana mudah untuk menyerap kelembaban di lingkungan sekitarnya. Kadar air yang rendah pada madu menyebabkan mikroba pembusuk tidak dapat hidup di dalamnya, selain madu mengandung zat antimikroba. Kadar air yang tinggi dapat memicu terjadinya fermentasi karena pada kadar air yang tinggi mikroba dan kapang mampu hidup. Madu yang kadar airnya tinggi mudah terfermentasi oleh khamir dari genus *Zygosaccharomyce* yang tahan terhadap konsentrasi gula tinggi, sehingga dapat hidup dalam madu (Jaya, 2017: 10). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menentukan kadar air pada bahan pangan, diantaranya yaitu metode pengeringan (*Thermogravimetri*), metode destilasi (*Thermovolumetri*), metode kimia, dan metode fisika (Sumantri, 2013: 193-195).

Selain berbagai metode tersebut, terdapat cara lain untuk menentukan kadar air pada madu. Berdasarkan SNI 3545:2013 cara untuk menentukan kadar air pada madu yaitu dengan menggunakan metode refraktometri dengan menggunakan alat refraktometer. Prinsipnya yaitu

pembacaan nilai indeks bias madu pada suhu 20°C, atau suhu pembacaan yang telah dikoreksi 20°C, menunjukkan besarnya kadar air dari madu (BSN, 2013: 20).

10. Padatan Tak Larut dalam Air

Padatan tak larut yaitu banyaknya padatan yang tidak larut dalam air atau pelarut (Mayani *et al.*, 2014: 152). Beberapa proses seperti ekstraksi dengan pengepresan dan sentrifugasi, filtrasi atau penyimpanan dilakukan untuk menghasilkan madu yang bebas dari partikel kotoran. Partikel kotoran adalah unsur padat madu yang tidak larut dalam air (Sintayehu *et al.*, 2022: 41). Komponen madu yang tidak larut dalam air berasal dari sumber organik maupun anorganik seperti partikel tumbuhan, tanah, debu, gula pasir dan sebagainya (Belay *et al.*, 2013: 3389). Pengukuran padatan yang tidak larut dalam air penting untuk mendeteksi kotoran madu.

Berdasarkan SNI 3545:2013 standar maksimal padatan tak larut dalam air pada madu yaitu 0,5%. Semakin tinggi kandungan padatan yang tidak larut dalam air mungkin disebabkan oleh kurangnya akses terhadap peralatan ekstraksi dan penyaringan yang berkualitas (Belay *et al.*, 2013: 3389). Di sisi lain, tingginya kandungan padatan tidak larut dalam air pada madu menunjukkan buruknya kondisi kebersihan di wilayah pemrosesan madu (Getu & Birhan, 2014: 12-13). Secara visual, kejernihan madu merupakan kriteria kualitas dimana jumlah padatan yang tidak larut dalam air akan memberikan pengaruh terhadap kejernihan pada madu (Albu *et al.*, 2021: 10). Analisis kadar padatan tak larut dalam air pada madu dilakukan dengan metode *gravimetri* berdasarkan SNI 01-2891-1992. Prinsip pengoperasiannya adalah komponen yang tidak larut dalam air merupakan kontaminan seperti pasir, potongan daun, dan sebagainya.

11. Viskositas Madu

Menurut Apriani *et al.*, (2013: 94) viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan dan dengan demikian menunjukkan besarnya gesekan dalam cairan tersebut. Semakin besar viskositas suatu

fluida maka semakin sulit fluida tersebut mengalir dan semakin sulit pula suatu benda bergerak di dalam fluida. Madu merupakan cairan yang kental. Viskositas madu dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada cairan tersebut (Primandasari *et al.*, 2021: 2). Semakin tinggi kadar air pada madu menyebabkan madu lebih cepat mengalir dan sebaliknya. Perpaduan antara aktivitas air yang rendah dan tingginya kadar gula juga berpengaruh terhadap osmolaritas madu yang berhubungan dengan tingkat viskositasnya yang tinggi (Faustino & Pinheiro, 2021: 7).

Madu dengan kualitas baik biasanya memiliki viskositas tinggi yang menunjukkan kekentalan madu itu sendiri. Semakin kental madu, maka akan semakin baik kualitasnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya campuran bahan lain seperti air yang terdapat dalam madu (Saputri *et al.*, 2023). Jika kadar air meningkat, madu menjadi kurang kental. Viskositas madu selain dipengaruhi oleh persentase air, suhu juga ikut berpengaruh terhadap kekentalan madu. Ketika suhu pada madu meningkat, maka viskositas madu menurun. Hal ini dipengaruhi oleh adanya penyerapan pada peningkatan suhu yang menyebabkan madu menjadi terlalu panas dan mengalami penurunan viskositas atau dengan kata lain terjadi pengenceran pada madu tersebut (Apriani *et al.*, 2013). Berdasarkan SNI, standar minimum kadar viskositas madu yaitu 10 pois (Apriani *et al.*, 2013: 94).

12. Viskometer *Brookfield*

Viskometer adalah alat pengukuran yang digunakan untuk menentukan viskositas suatu zat cair. Alat pengukuran viskositas ini dapat mengukur derajat viskositas suatu zat cair secara akurat dan spesifik sesuai standar yang telah ditentukan (Regina *et al.*, 2019: 128). Berbagai instrumen yang digunakan untuk mengukur viskositas seperti viskometer *Ostwald*, viskometer *Hoppler*, viskometer *Stormer*, viskometer *Brookfield* dan viskometer *Ferranti-Shirley* (Verma *et al.*, 2019: 34).

Pada penelitian ini, dalam mengukur kadar viskositas madu menggunakan alat viskometer *Brookfield* dengan merk NDJ-8S. Kelebihan dari viskometer *Brookfield* merk ini yaitu memiliki akurasi yang tinggi,

terdapat berbagai pilihan *spindle* dan kecepatan rotasi untuk berbagai jenis cairan, serta dapat dioperasikan dalam berbagai kondisi suhu. Selain memiliki kelebihan, viskometer *Brookfield* juga memiliki kekurangan yaitu harga relatif mahal, tidak cocok untuk cairan dengan partikel padat atau berbutir kasar, dan memerlukan kalibrasi serta perawatan rutin (Setiawan, 2020: 74).

Cara menentukan viskositas suatu zat menggunakan alat viskometer *Brookfield* dengan merk NDJ-8S yaitu nilai viskositas didapatkan dengan mengukur gaya punter sebuah router silinder (*spindle*) yang dicelupkan ke dalam sampel. Viskometer *Brookfield* memungkinkan untuk mengukur viskositas dengan menggunakan teknik dalam *viscometry*. Alat ukur kekentalan ini dapat mengukur viskositas melalui kondisi aliran berbagai bahan sampel yang diuji (Setiawan, 2020: 71).

Prinsip kerja viskometer *Brookfield* didasarkan pada pengukuran torsi yang diperlukan untuk memutar *spindle* dalam suatu cairan pada kecepatan tertentu. Prinsip ini mengikuti hukum Newton tentang viskositas, yang menyatakan bahwa viskositas cairan adalah perbandingan antara torsi yang diterapkan terhadap cairan dengan kecepatan perubahannya. Semakin tinggi viskositas maka semakin besar torsi yang diperlukan, begitu juga sebaliknya (Apriyanti & Fithriyah, 2013: 28).

13. High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

High Performance Liquid Chromatography (HPLC) merupakan metode kromatografi elusi cair yang digunakan untuk memisahkan dan mendeterminasi senyawa, baik organik, anorganik, maupun material biologis secara kualitatif dan kuantitatif dengan sistem kecepatan dan efisiensi yang tinggi. HPLC menggunakan teknik kromatografi cair sehingga fase gerak yang digunakan adalah pelarut cair. Sementara itu, fase diam bersifat padat, berpori, dan merupakan material aktif permukaan dalam bentuk partikel kecil atau pendukung lapisan padat yang dilapisi lapisan tipis cairan (Brotosudarmo *et al.*, 2019:22-23). Menurut (Alatas *et al.*, 2019: 96) keuntungan dari penggunaan HPLC antara lain:

- a. Memiliki daya pisah dengan kecepatan yang tinggi.
- b. Memiliki kepekaan yang tinggi.
- c. Pemilihan eluen dan kolom beragam.
- d. Mampu menganalisis senyawa dengan molekul besar dan kecil.

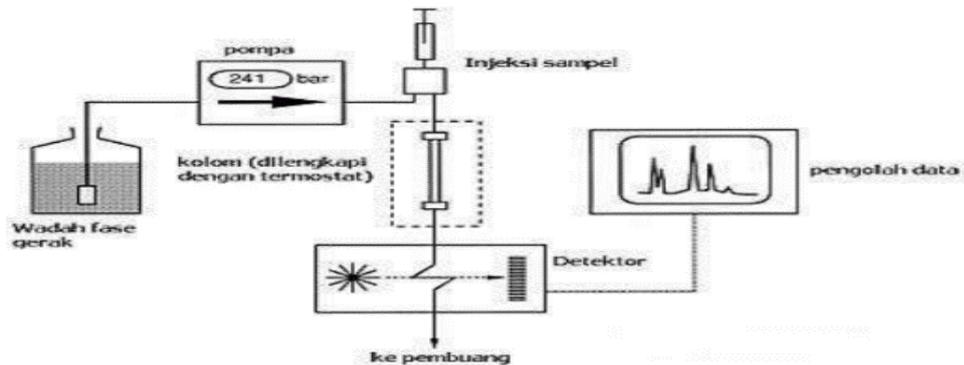
Di sisi lain, HPLC memiliki kekurangan yaitu peralatannya yang lebih rumit dan mahal. Oleh karenanya, dibutuhkan analisis khusus untuk mengoperasikannya karena membutuhkan *skill* dengan kompetensi khusus. Prinsip kerja HPLC yaitu terjadinya pemisahan komponen analit berdasarkan kepolarannya. Setiap komponen senyawa yang keluar akan terdeteksi oleh detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram. Jumlah *peak* menyatakan jumlah komponen, sedangkan luas *peak* menyatakan konsentrasi komponen dalam suatu senyawa (Zainal *et al.*, 2019: 91). Teknik pemisahan campuran didasarkan atas perbedaan distribusi dari komponen-komponen campuran diantara dua fase, yaitu:

- a. Fase Gerak

Fase gerak berupa cairan atau larutan yang berfungsi sebagai pembawa komponen menuju detektor. Fase gerak disimpan dalam reservoir. Botol kaca merupakan jenis reservoir yang paling umum digunakan. Dari reservoir, fase gerak akan dialirkan secara terus menerus dengan kecepatan alir yang tetap oleh pompa. Pengaturan kecepatan alir dilakukan dengan menggunakan program dalam HPLC. Kemudian sampel diinjeksikan melalui injektor dan dari fase gerak akan dibawa menuju kolom (Angraini & Desmaniar, 2020: 70).

- b. Fase Diam

Fase diam adalah fase tetap di dalam kolom berupa partikel dengan pori yang kecil dan memiliki area *surface* tinggi. Fase diam merupakan salah satu komponen penting dalam proses pemisahan dengan metode HPLC. Karena dengan interaksi dengan fase diam terjadi perbedaan waktu retensi (*t_R*) dan terpisahnya komponen senyawa analit (Angraini & Desmaniar, 2020: 70). Ilustrasi instrumen dasar HPLC dapat dilihat pada Gambar 4. sebagai berikut.



Gambar 4. Instrumen HPLC
Sumber: Gandjar (2012)

HPLC memiliki banyak komponen. Menurut Brotosudarmo *et al.*, (2019: 24) terdapat beberapa komponen utama pada instrumen HPLC. Beberapa komponen tersebut yaitu wadah fase gerak (solven), pompa, injektor, kolom, detektor, dan rekorder.

a. Wadah Fase Gerak

Wadah fase gerak menggunakan labu laboratorium yang terbuat dari kaca dan dipastikan wadah tersebut bersih. Wadah ini mampu menampung satu hingga dua liter pelarut tunggal maupun campuran untuk fase gerak. Pelarut yang disarankan untuk fase gerak yaitu *buffer* dan reagen yang khusus untuk HPLC (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 24).

b. Pompa

Pompa yang digunakan dalam HPLC dipastikan *inert* dengan fase gerak, seperti gelas, baja tahan panas, dan batu nilam. Pompa diposisikan pada aliran atas sistem kromatografi cair dan menghasilkan aliran eluen dari reservoir pelarut ke dalam sistem. Penggunaan pompa digunakan untuk menyalurkan fase gerak ke seluruh bagian HPLC secara tepat, reproduisibel, konstan, dan tanpa gangguan (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 25).

c. Injektor

Injektor dipasang di sebelah pompa. Adanya injektor berfungsi untuk menginjeksikan sampel dan larutan ke fase gerak yang mengalir dengan tekanan menuju kolom. Tembaga *stainless steel* yang dilengkapi dengan *loop* cocok digunakan untuk injektor. Penggunaan

sistem injektor otomatis memungkinkan injeksi berulang dalam waktu yang telah ditentukan (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 26).

d. Kolom

Jantung HPLC terletak pada sebuah kolom. Hal tersebut karena di dalam kolom terjadi penguraian terhadap suatu komponen. Ukuran kolom bervariasi dari 15 sampai 150 cm. Pengoperasian kolom dilakukan pada suhu kamar, dapat pula dioperasikan pada suhu tinggi (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 26).

e. Detektor

Keberadaan komponen sampel dalam kolom dideteksi secara kualitatif, sedangkan untuk menghitung konsentrasinya dilakukan secara kuantitatif oleh detektor, selain detektor juga berperan dalam memberikan sinyal elektronik (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 26). Detektor pada HPLC dikelompokkan menjadi dua yaitu:

1) Detektor Universal

Detektor universal dapat menganalisis suatu zat secara umum baik itu bersifat nonspesifik maupun nonselektif, seperti halnya detektor indeks bias, dan detektor spektrometri massa (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 27).

2) Detektor Spesifik

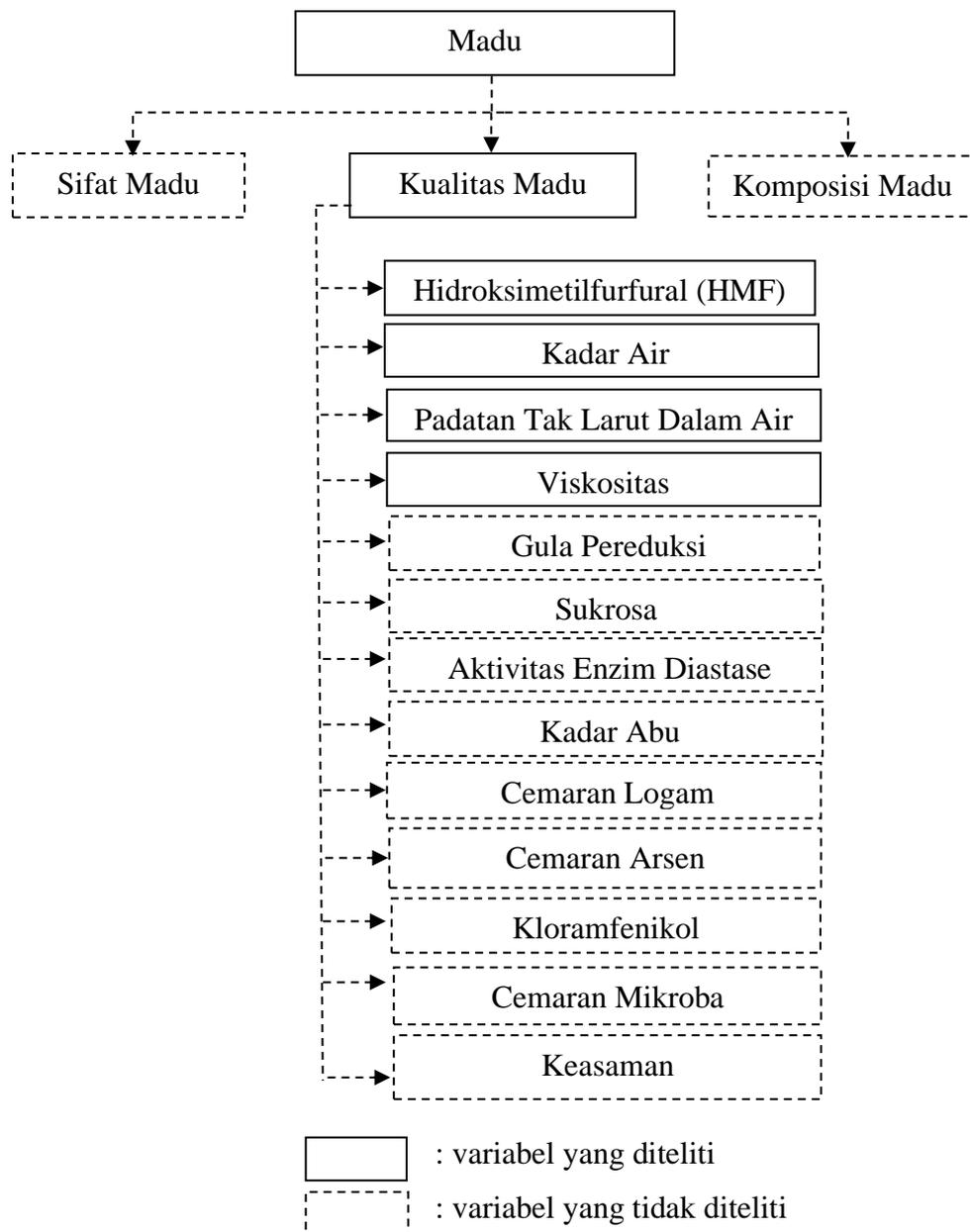
Detektor spesifik hanya mampu menganalisis analit secara spesifik dan selektif seperti halnya detektor UV-Vis, detektor fluoresensi, dan elektrokimia (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 27).

f. Komputer/Rekorder

Perangkat pengumpulan data berupa komputer maupun rekorder yang dihubungkan dengan detektor. Rekorder ini berfungsi untuk mengukur sinyal elektronik yang dihasilkan oleh detektor kemudian mencatatnya sebagai kromatogram. Data yang diperoleh dapat dievaluasi dan dianalisis (Brotosudarmo *et al.*, 2019: 27).

B. Kerangka Teori

Kerangka teori diaplikasikan untuk menguraikan pemikiran yang dipakai dalam menganalisis penelitian yang ditinjau (Notoatmodjo, 2018: 82). Penentuan kerangka teori disesuaikan berdasarkan topik atau permasalahan penelitian dan tujuan dari penelitian serta disusun berdasarkan argumentasi dari teori-teori yang dikembangkan sebelumnya. Berikut kerangka teori penelitian ini sebagaimana Gambar 5.

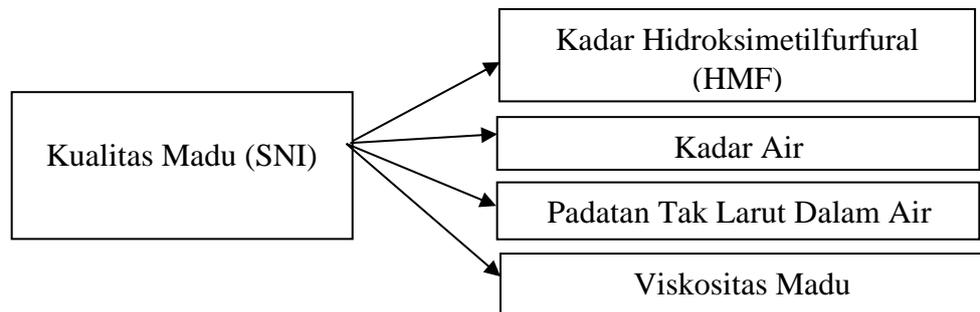


Gambar 5. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep merupakan hubungan antar variabel dalam penelitian yang digambarkan dalam sebuah model. Umumnya, konsep mempunyai tingkatan tertentu. Semakin dekat dengan kenyataan, semakin mudah konsep tersebut dinilai dan diinterpretasikan. Pada Gambar 6. terdapat kerangka konsep yang digunakan dalam penelitian. Kerangka konsep yang baik menurut (Heryana, 2019: 75) yaitu:

1. Sesuai dengan pertanyaan dan tujuan penelitian yang spesifik.
2. Merupakan bagian atau sub bagian dari kerangka teori.
3. Digunakan sebagai dasar pembuatan hipotesis penelitian.



Gambar 6. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Hipotesis adalah suatu preposisi yang dirumuskan dalam bentuk yang dapat diuji yang memprediksi keterkaitan tertentu antara dua variabel (Ridhahani, 2020: 47). Hipotesis tidak hanya berfungsi sebagai kesimpulan awal terhadap persoalan penelitian, tetapi juga sebagai acuan bagi peneliti dalam melakukan penelitiannya. Berdasarkan teori yang telah dijelaskan sebelumnya, maka hipotesisnya adalah :

1. H₀ diterima jika:
 - a. Tidak terdapat perbedaan kadar hidroksimetilfurfural (HMF) madu berdasarkan SNI.
 - b. Tidak terdapat perbedaan kadar air madu berdasarkan SNI.
 - c. Tidak terdapat perbedaan kadar padatan tak larut air madu berdasarkan SNI.
 - d. Tidak terdapat perbedaan kadar viskositas madu berdasarkan SNI.

2. Ha ditolak jika:
 - a. Terdapat perbedaan kadar hidroksimetilfurfural (HMF) madu berdasarkan SNI.
 - b. Terdapat perbedaan kadar air madu berdasarkan SNI.
 - c. Terdapat perbedaan kadar padatan tak larut air madu berdasarkan SNI.
 - d. Terdapat perbedaan kadar viskositas madu berdasarkan SNI.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Variabel Penelitian

Jenis/desain penelitian ini adalah penelitian laboratorium non eksperimental dengan menggunakan madu sebagai sampel. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan pengujian laboratorium. Pengujian secara laboratorium dengan menggunakan metode *High Performance Chromatography* (HPLC) untuk analisis kadar hidroksimetilfurfural (HMF), metode refraktometri untuk analisis kadar air, metode *gravimetri* untuk analisis kadar padatan tak larut dalam air, dan menggunakan alat viskometer *Brookfield* untuk analisis viskositas madu.

Variabel dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu variabel bebas (variabel independen) dan variabel terikat (variabel dependen). Variabel bebas adalah variabel yang dapat merubah nilai variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu kadar hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Variabel terikat adalah variabel yang nilainya akan berubah karena pengaruh dari variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kualitas madu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan standar pengujian hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Hasil dari percobaan dibandingkan dengan persyaratan mutu madu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Gizi, Fakultas Psikologi dan Kesehatan, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian ini adalah bulan November 2023 – Mei 2024.

C. Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beberapa madu yang diambil di Kota Semarang. Diantaranya yaitu madu dari Semarang Barat (M1), madu dari Semarang Selatan (M2), madu dari Semarang Tengah (M3), madu dari Semarang Timur (M4), madu dari Semarang Utara (M5), dan madu murni (K1) sebagai kontrol. Adapun teknik sampling yang digunakan adalah *simple random sampling*. *Simple random sampling* merupakan suatu metode pengambilan sejumlah n sampel dari populasi berhingga N, dengan catatan setiap sampel berukuran n tersebut mempunyai peluang yang sama untuk terpilih (Fauzy, 2019). Jumlah sampel yang digunakan mengacu pada Supranto (2000).

$$\begin{aligned}(t - 1) \times (r - 1) &\geq 15 \\(4 - 1) \times (r - 1) &\geq 15 \\3 \times (r - 1) &\geq 15 \\3r - 3 &\geq 15 \\3r &\geq 15 + 3 \\3r &\geq 18 \\r &\geq 6\end{aligned}$$

Keterangan :

t : banyaknya pengujian yang dilakukan.

r : jumlah sampel.

Kriteria inklusi adalah karakteristik umum subjek penelitian dari suatu populasi target yang terjangkau dan diteliti (Nursalam, 2017: 172). Kriteria eksklusi adalah mengeluarkan subjek dari kriteria inklusi dengan beberapa sebab, antara lain terdapat keadaan yang mengganggu pengukuran maupun interpretasi hasil, terdapat keadaan yang mengganggu pelaksanaan, hambatan etis, dan subjek menolak berpartisipasi (Nursalam, 2017: 173). Adapun kriteria inklusi dan eksklusi sampel madu sebagai berikut.

1. Inklusi :

- a. Produk madu dijual di toko/pasaran di Kota Semarang.
- b. Produk madu tidak dijual di toko resmi seperti apotik.
- c. Produk madu belum memiliki label SNI dan BPOM.
- d. Produk madu belum mencantumkan kandungan gizi.

- e. Produk madu belum mencantumkan logo halal.
2. Eksklusi :
- a. Produk madu dijual di luar Kota Semarang.
 - b. Produk madu memiliki label SNI dan BPOM.
 - c. Produk madu mencantumkan kandungan gizi.
 - d. Produk madu mencantumkan logo halal.

D. Definisi Operasional

Definisi operasional diartikan sebagai gambaran batasan terhadap variabel yang akan dianalisis dalam suatu penelitian (Notoatmodjo, 2018: 112). Definisi operasional adalah penjelasan dari masing-masing variabel yang diteliti. Berikut pada Tabel 5 adalah penjelasan dari definisi operasional untuk setiap jenis variabel.

Tabel 5. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Alat	Hasil	Skala
Kadar Hidroksimetil-furfural (HMF).	Hidroksimetilfurfural adalah senyawa yang terbentuk akibat pemecahan glukosa atau fruktosa (Dimiyati & Marzuki, 2023: 673). Nilai hidroksimetilfurfural merupakan indikator kerusakan madu akibat pemanasan berlebihan atau pemalsuan dengan gula <i>invert</i> (Harjo <i>et.al.</i> , 2015: 19). Berdasarkan SNI 3545:2013 kandungan kadar HMF madu maksimal 50 mg/kg.	<i>High Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC).	mg/kg	Rasio
Kadar Air	Kadar air merupakan persentase air dalam suatu sampel berdasarkan berat basah (<i>wet basis</i>) atau berat kering (<i>dry</i>	Refraktometer madu.	Persen	Rasio

Variabel	Definisi	Alat	Hasil	Skala
	<i>basis</i>) (Anwar <i>et al.</i> , 2022: 33). Kadar air maksimal pada madu 22% berdasarkan SNI 3545: 2013.			
Padatan Tak Larut Dalam Air	Padatan tak larut yaitu banyaknya padatan yang tidak larut dalam pelarut (Mayani <i>et al.</i> , 2014: 152). Komponen madu yang tidak larut dalam air berasal dari sumber organik maupun anorganik (Belay <i>et al.</i> , 2013: 3389). Berdasarkan SNI 3545:2013 standar maksimal padatan tak terlarut pada madu yaitu 0,5%.	Oven	Persen	Rasio
Viskositas	Viskositas dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain (Apriani <i>et.al.</i> , 2013: 94). Nilai viskositas madu menurut SNI minimal 10 Pois.	Viskometer <i>Brookfield</i> NDJ-8S.	Pois	Rasio

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah penentuan lokasi pengambilan sampel. Tahap kedua adalah pengambilan sampel madu. Tahap ketiga adalah pengujian mutu dan keaslian madu, meliputi pengujian kadar hidrosimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Data disajikan dalam bentuk tabel/grafik dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

a. Penentuan Lokasi Sampling

Lokasi pengambilan sampel ditentukan dengan cara membagi wilayah Kota Semarang menjadi lima wilayah. Kelima wilayah tersebut meliputi Semarang Timur, Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Utara, dan Semarang Selatan.

b. Pengambilan Sampel

Sampel madu didapatkan dari toko/pasaran yang menjadi perwakilan setiap wilayah di Kota Semarang. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *simple random sampling*, dimana sampel diambil secara acak dan mewakili setiap wilayah di Kota Semarang. Selain itu, terdapat kriteria inklusi dan eksklusi dalam pengambilan sampel tersebut.

c. Pengamatan Kualitas Madu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang. Pengujian tersebut meliputi kadar hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Pengujian kadar hidroksimetilfurfural (HMF) menggunakan metode HPLC. Pengujian kadar air menggunakan metode refraktometri. Pengujian kadar padatan tak larut dalam air menggunakan metode *gravimetri*. Pengujian viskositas madu dilakukan dengan menggunakan alat viskometer *Brookfield NDJ-8S*. Hasil pengujian madu dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545:2013 tentang madu. Pengujian kualitas madu meliputi:

1. Analisis Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hidroksimetilfurfural (HMF) merupakan senyawa yang terbentuk dari pecahan glukosa atau fruktosa karena adanya asam dan dipercepat oleh pemanasan (Dimiyati & Marzuki, 2023: 673). Nilai HMF merupakan indikator kerusakan madu yang disebabkan oleh pemanasan berlebihan atau pemalsuan dengan gula *invert*, yaitu campuran glukosa dan fruktosa dengan proporsi yang sama yang dibentuk oleh sukrosa (Harjo *et.al.*, 2015: 19). Kandungan

hidroksimetilfurfural (HMF) pada madu maksimal 50 mg/kg (BSN, 2013: 5). Berbagai metode yang digunakan untuk menganalisis kadar hidroksimetilfurfural (HMF) antara lain metode spektrofotometri dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Penelitian ini menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) merupakan metode kromatografi elusi cair yang digunakan untuk memisahkan dan mendeterminasi senyawa, baik organik, anorganik, maupun material biologis secara kualitatif dan kuantitatif dengan sistem kecepatan dan efisiensi yang tinggi (Brotosudarmo *et al.*, 2019:22-23).

Prinsip kerja HPLC didasarkan pada pemisahan komponen analit berdasarkan kepolarannya. Setiap komponen senyawa yang keluar akan terdeteksi dengan detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram. Dimana jumlah *peak* menyatakan jumlah komponen dan luas *peak* menyatakan konsentrasi komponen dalam suatu senyawa (Zainal *et al.*, 2019: 91). Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian HMF pada madu dengan metode HPLC yaitu:

1). Alat :

- | | |
|--|--------------------------------|
| a. Neraca analitik | h. Vial dan membrane vial |
| b. Gelas beker | i. Corong kaca |
| c. Vortex | j. Sudip |
| d. Seperangkat alat HPLC-C ₁₈ | k. Peralatan <i>water bath</i> |
| e. Detektor UV-Vis | l. <i>Syringe</i> |
| f. Pipet mikro 20-200µL | m. Labu ukur |

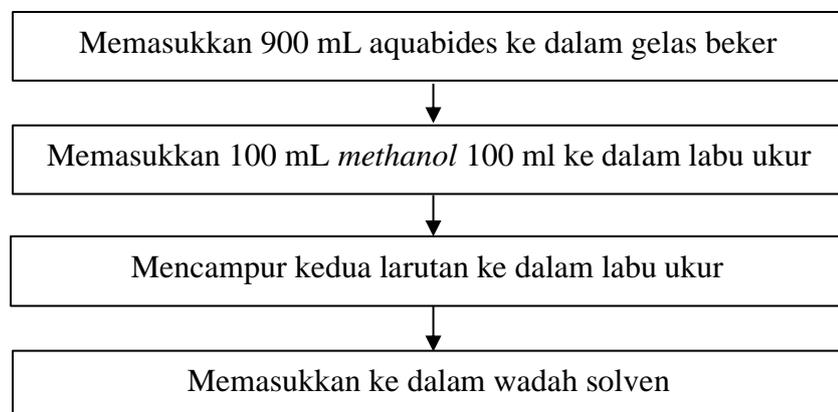
2). Bahan :

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| a. Sampel madu | c. Serbuk HMF |
| b. Aquabides | d. <i>Methanol p.a HPLC</i> |

Analisis HMF pada madu memiliki beberapa tahap. Tahapan tersebut dimulai dari persiapan hingga pengujian. Berikut tahapan dalam analisis HMF pada madu sebagaimana gambar 7,8, dan 9.

a) Membuat Fase Gerak

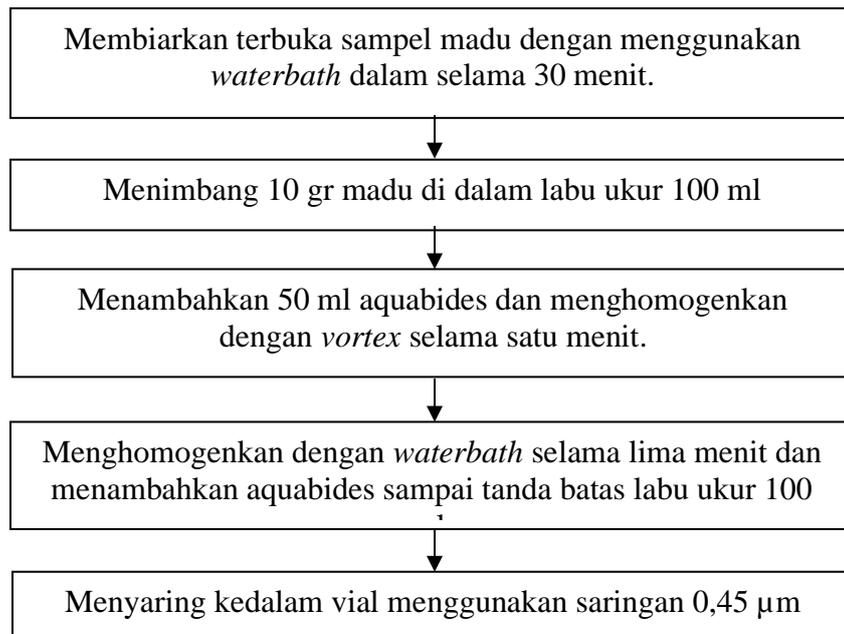
Fase gerak berfungsi untuk membantu mengalirkan senyawa yang dianalisis menuju kolom. Fase gerak yang digunakan harus *inert* dengan senyawa yang akan dianalisis. Apabila senyawa tersebut bersifat polar maka fase gerak yang digubakan juga harus polar. Pada pengujian ini sampel yang digunakan adalah madu, dimana madu termasuk dalam senyawa organik yang bersifat polar. Oleh karenanya, fase gerak yang cocok digunakan adalah fase gerak yang bersifat polar, pada uji ini menggunakan campuran antara *methanol* dan aquabides. Berikut cara membuat larutan fase gerak sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. Cara Membuat Larutan Fase Gerak
Sumber: Dimiyati & Marzuki (2023: 679)

b) Membuat Larutan Uji

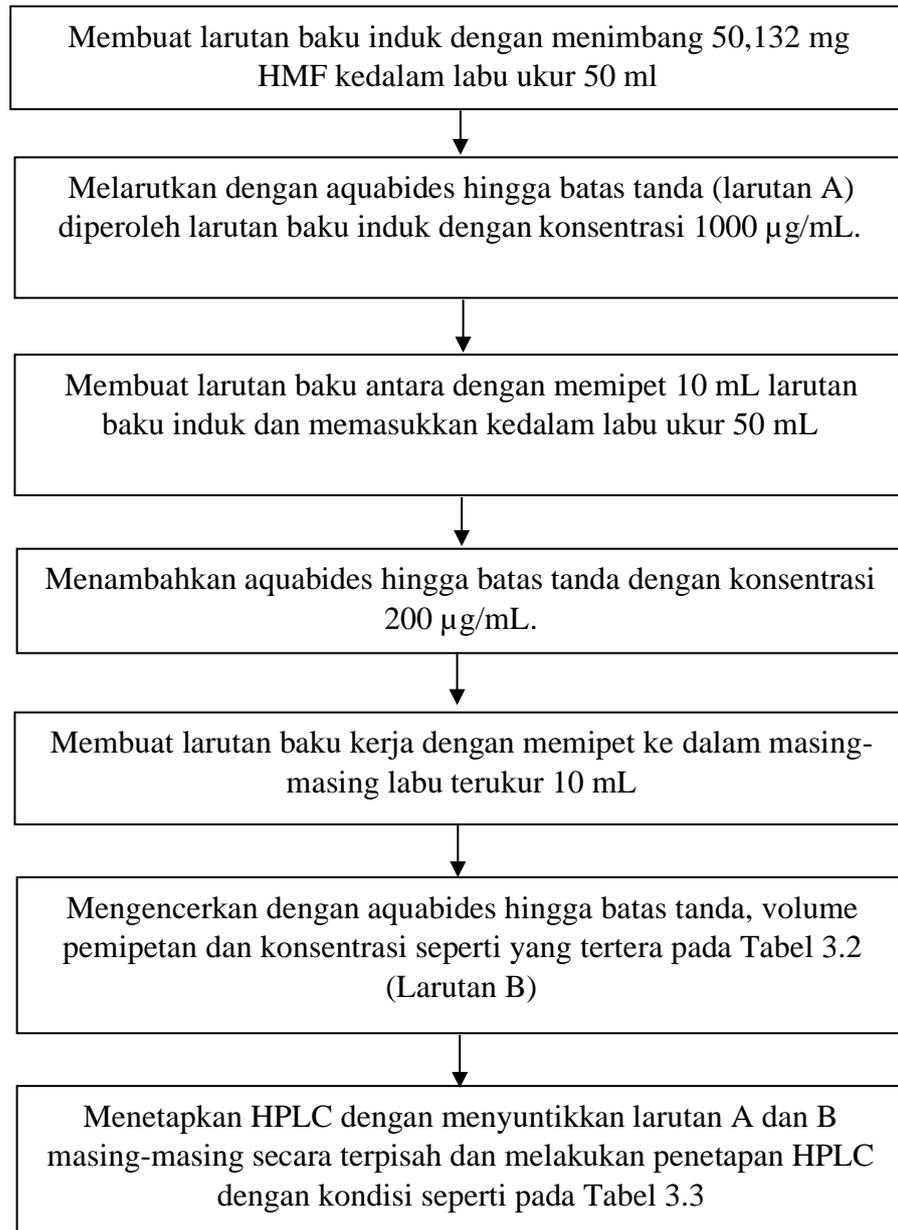
Sebelum dilakukan analisis terhadap sampel, diperlukan preparasi dalam pembuatan larutan uji terlebih dahulu. Dalam preparasi larutan uji ini harus dipastikan bahwa alat dan bahan yang digunakan harus steril untuk meminimalisir kejadian yang tidak diinginkan saat proses berlangsungnya pengujian. Berikut cara membuat larutan uji pada sampel madu sebagaimana Gambar 8.



Gambar 8. Cara Membuat Larutan Uji
Sumber: Dimiyati & Marzuki (2023: 678)

c) Membuat Larutan Baku

Larutan baku adalah suatu larutan yang mengandung konsentrasi yang diketahui secara tepat dari unsur atau zat. Fungsi dari larutan baku ini adalah sebagai standar dalam pengukur analit yang nantinya hasilnya akan diplotkan pada kurva standar untuk menentukan nilai regresi dari kurva. Dalam analisis ini digunakan konsentrasi larutan standar HMF yang diperoleh melalui pengenceran dari larutan baku antara HMF 200 µg/mL sehingga didapatkan larutan standar baku kerja dengan konsentrasi 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, dan 40 µg/mL. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan larutan baku sebagaimana Gambar 9.



Gambar 9. Cara Membuat Larutan Baku
Sumber: Dimiyati & Marzuki (2023: 678)

Penentuan kadar HMF dilakukan menggunakan HPLC dengan metode AOAC. Dalam penentuan kadar HMF ini, larutan standar untuk pembuatan kurva kalibrasi ditentukan terlebih dahulu sebelum pengujian terhadap larutan sampel. Fungsi dari larutan standar ini adalah sebagai standar dalam pengukur analit yang nantinya hasilnya akan diplotkan pada

kurva standar untuk menentukan nilai regresi dari kurva. Dalam analisis ini digunakan konsentrasi larutan standar HMF yang diperoleh melalui pengenceran dari larutan baku antara HMF 200 µg/mL sehingga didapatkan larutan standar baku kerja dengan konsentrasi 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, dan 40 µg/mL. Berikut volume pipet larutan baku kerja dan konsentrasi HMF sebagaimana Tabel 6.

Tabel 6. Preparasi Larutan Baku

Baku Kerja	Volume Pipet Baku Kerja (mL)	Konsentrasi HMF (µg/mL)
1	0,025	0,5
2	0,050	1
3	0,100	2
4	0,250	5
5	0,500	10
6	1,000	20
7	2,000	40

Sumber: Dimiyati & Marzuki (2023: 678-679)

Analisis senyawa HMF didasarkan pada penetapan dari suatu sistem HPLC. Penetapan tersebut meliputi fase gerak, kolom, detektor, laju alir, dan volume penyuntikan. Fase gerak yang digunakan harus *inert* dengan senyawa yang akan dianalisis. Teknik pemisahan pada HPLC ini dilakukan dalam mode fase terbalik dengan menggunakan fase gerak polar dan fase diam non polar. Berikut penetapan sistem HPLC sebagaimana Tabel 7.

Tabel 7. Penetapan HPLC

Fase Gerak	Metanol – Aquabides (10:90)
Kolom	T3 Atlantis (15 × 4,6 Mm) Ukuran Partikel 5µm/ C-18
Detektor	UV, pada panjang gelombang 285
Laju Alir	1,0 mL/menit
Volume Penyuntikan	10 µL

Sumber: Dimiyati & Marzuki (2023: 679)

Rumus interpretasi hasil data :

$$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{\text{Csp} \times \text{V}}{\text{W}}$$

Keterangan :

Csp : Kadar HMF = perhitungan dengan kurva kalibrasi ($\mu\text{g/mL}$)

V : Volume (mL)

W : Bobot sampel (gr)

Batas Maksimal dalam Madu : 50 mg/kg (BSN:2013)

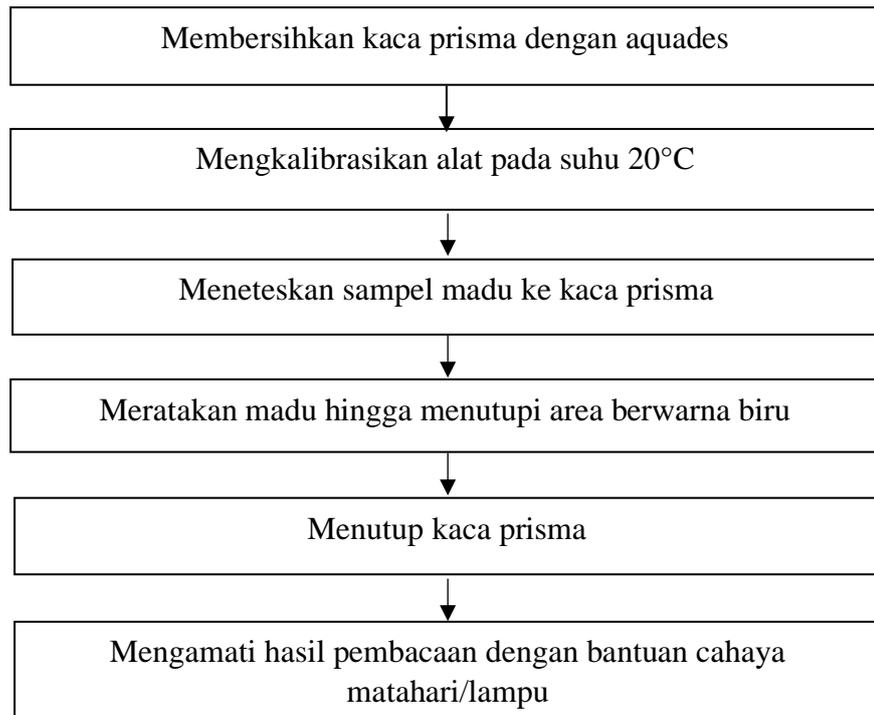
2. Analisis Kadar Air Madu

Kadar air adalah persentase air dalam suatu sampel berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*) (Anwar *et al.*, 2022: 33). Tujuan penentuan kadar air dalam suatu produk pangan adalah untuk mengukur jumlah air dalam produk tersebut. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan, dinyatakan dalam persentase (%). Dalam penelitian ini digunakan metode refraktometri untuk menganalisis kadar air pada madu. Prinsipnya yaitu pembacaan nilai indeks bias madu pada suhu 20°C, atau suhu pembacaan yang telah dikoreksi 20°C menunjukkan besarnya kadar air dari madu. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian kadar air ini yaitu:

- 1) Alat:
 - a. Refraktometer madu
 - b. Pipet
 - c. Tisu/lap
- 2) Bahan:
 - a. Beberapa sampel madu
 - b. Aquades

3) Cara Uji Kadar Air Madu Metode Refraktometri

Sebelum penggunaan alat refraktometer harus dikalibrasikan terlebih dahulu dengan meneteskan aquades 2 tetes pada prisma refraktometer. Pastikan hasil nilai kalibrasi 0 *percent water*. Setelah itu, refraktometer siap digunakan dengan langkah-langkah dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Cara Uji Kadar Air Madu Metode Refraktometri
Sumber: SNI (2013: 15)

3. Analisis Padatan Tak Larut dalam Air

Padatan tak larut yaitu banyaknya padatan yang tidak larut dalam air atau pelarut (Mayani *et al.*, 2014: 152). Komponen madu yang tidak larut dalam air berasal dari sumber organik maupun anorganik (Belay *et al.*, 2013: 3389). Berdasarkan SNI 8664:2018 standar maksimum padatan tak larut dalam air pada madu yaitu 0,5%.

Metode analisis yang digunakan yaitu gravimetri berdasarkan SNI 01-2891-1992. Prinsip kerjanya yaitu bagian yang tidak dapat larut dalam air adalah zat-zat kotoran baik berasal dari bahan organik maupun anorganik. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam analisis padatan tak larut dalam air yaitu:

1) Alat:

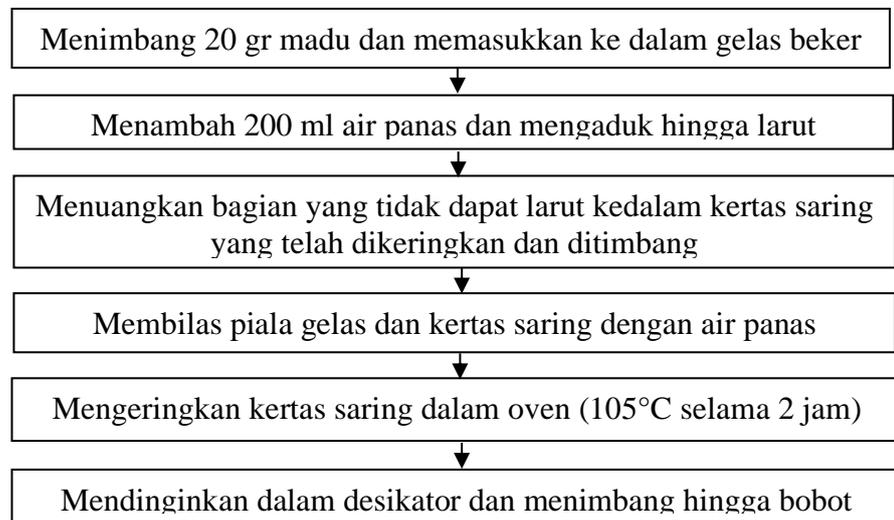
- | | |
|--------------------|------------------|
| a. Gelas beker | f. Kertas saring |
| b. Krus | g. Desikator |
| c. Oven | h. Corong kaca |
| d. Neraca analitik | i. Erlenmeyer |

2) Bahan:

- a. Enam sampel madu
- b. Air panas

3) Cara Uji Padatan Tak Larut dalam Air

Sebelum pengujian padatan tak larut dalam air, diperlukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cara mengoven kertas saring dan krus selama lima belas menit sebelum digunakan. Selain itu, dilakukan juga pengujian terhadap balnko dengan menggunakan aquades untuk memastikan bahwa padatan tak larut bukan berasal dari aquades yang digunakan, akan tetapi berasal dari sampel madu yang digunakan. Berikut langkah-langkah pengujian terhadap padatan tak larut dalam air sebagaimana Gambar 11.



Gambar 11. Cara Uji Padatan Tak Larut dalam Air

Sumber: SNI 01-2891-1992

Rumus perhitungan kadar padatan tak larut air pada madu yaitu:

$$\text{Kadar padatan tak larut dalam air} = \frac{W1-W2}{W} \times 100\%$$

W : bobot cuplikan (gr)

W1 : bobot botol cuplikan timbang + kertas saring berisi bagian yang tak dapat larut (gr)

W2 : bobot botol timbang + kertas saring kosong (gr)

4. Analisis Viskositas Madu

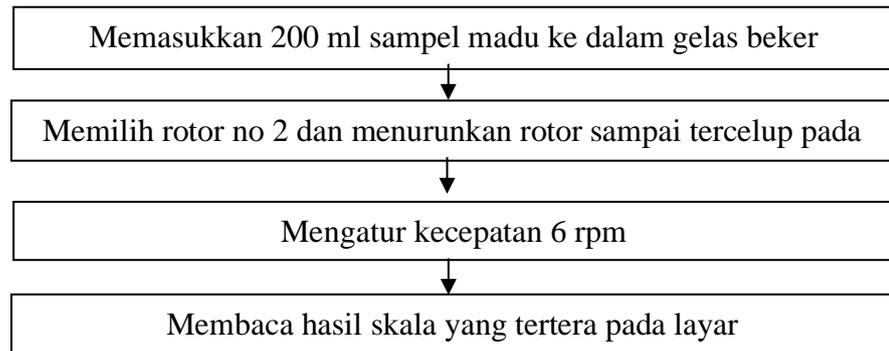
Viskositas dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain (Apriani *et al.*, 2013: 94). Pengukuran kekentalan suatu produk bertujuan untuk menjaga karakteristik asli dan kualitas asli produk. Penelitian ini, viskositas madu diukur menggunakan alat viskometer *Brookfield* NDJ-8S.

Prinsip kerja viskometer *Brookfield* didasarkan pada pengukuran torsi yang diperlukan untuk memutar spindle (pemutar) dalam suatu cairan pada kecepatan tertentu. Prinsip ini mengikuti hukum *Newton* tentang viskositas, yang menyatakan bahwa viskositas cairan adalah perbandingan antara torsi yang diterapkan terhadap cairan dengan kecepatan perubahannya. Semakin tinggi viskositas maka semakin besar torsi yang diperlukan, begitupun sebaliknya. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam analisis viskositas yaitu:

- 1) Alat:
 - a. Seperangkat alat viskometer *Brookfield*
 - b. Gelas beker
- 2) Bahan:
 - a. Enam sampel madu

3) Cara Uji Viskositas Madu

Sebelum penggunaan alat viskometer *Brookfield* harus dikalibrasikan terlebih dahulu dengan memastikan titik hitam di atas alat tepat berada di tengah. Analisis kadar viskositas madu ini dilakukan pada suhu ruang yang berkisar antara 20 - 26°C. Berikut langkah-langkah pengujian kadar viskositas madu dengan menggunakan alat viskometer *Brookfield* NDJ-8S sebagaimana Gambar 12.



Gambar 12. Cara Uji Viskositas Madu
Sumber: *Engineering Laboratories* (2018)

F. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan Microsoft Excel dan SPSS (*Statistical Package for Social Science*) versi 25.0. Analisis data yang digunakan berupa deskriptif dengan skala numerik. Nilai rata-rata ($n=6$) dengan standar deviasi dilaporkan untuk perbedaan kualitas madu seperti kadar hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, padatan tak larut dalam air, dan viskositas madu. Semua hasil analisis dinyatakan nilai rata-rata ($n=6$) dengan standar deviasi (Siddiqi *et al.*, 2020: 4).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan

1. Deskripsi Subjek

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu madu. Madu tersebut didapatkan dari beberapa pasar yang terdapat di wilayah Kota Semarang. Perwakilan pasar yang menjadi tempat pengambilan sampel madu beberapa di antaranya yaitu Pasar Ngaliyan di Semarang Barat (M1), Pasar Bulu di Semarang Selatan (M2), Pasar Johar di Semarang Tengah (M3), Pasar Meteseh di Semarang Timur (M4), dan Pasar Bandarharjo di Semarang Utara (M5). Selain kelima madu tersebut, terdapat juga satu sampel madu murni yang didapatkan dari peternak Multi Madu yang berlokasi di Desa Podorejo, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang (K1). Madu murni tersebut digunakan sebagai kontrol terhadap beberapa madu yang didapatkan dari pasaran. Jenis madu yang didapatkan dari pasar di wilayah Semarang Barat dan Semarang Utara berjenis madu multiflora. Madu yang didapatkan dari pasar di wilayah Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, dan madu murni berjenis madu monoflora yang dihasilkan oleh lebah *Apis mellifera*. Hal tersebut dikarenakan madu yang dihasilkan oleh lebah *Apis mellifera* cukup terkenal di kalangan pasaran di Kota Semarang yang dibuktikan dengan total jumlah peternak madu *Apis mellifera* lebih dari 15 peternak dalam suatu wilayah (Akhiroh & Masyithoh, 2021). *Apis mellifera* banyak dibudidayakan oleh peternak karena memiliki produktivitas tinggi antara 25-35 kg per koloni per tahun, serta memiliki keunggulan pada jumlah produksi madu yang tinggi dan tidak agresif atau lebih jinak (Rosyidi *et al.*, 2018: 109). Seluruh produk madu yang didapatkan tersebut belum pernah melalui tahap pengujian secara laboratorium dan belum tersertifikasi oleh BPOM. Oleh karenanya, pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian terhadap beberapa madu

tersebut berdasarkan persyaratan SNI 3545-2013 untuk madu jenis monoflora dan multiflora.



Gambar 13. Sampel Madu

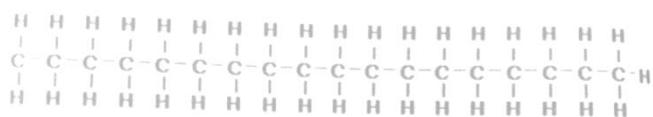
Gambar di atas menunjukkan beberapa sampel madu yang didapatkan dari beberapa pasar di wilayah Kota Semarang. Secara berturut-turut Gambar (a) M1 adalah madu dari Semarang Barat, Gambar (b) M2 adalah madu dari Semarang Selatan, Gambar (c) M3 adalah madu dari Semarang Tengah, Gambar (d) M4 adalah madu dari Semarang Timur, Gambar (e) M5 adalah madu dari Semarang Utara, dan Gambar (f) K1

adalah madu murni sebagai kontrol yang didapatkan dari peternak madu. Secara kasat mata enam madu tersebut memiliki ciri-ciri dan karakteristik tersendiri. Sampel M1 memiliki ciri-ciri sangat encer, berwarna kuning pucat, dan terdapat buih di permukaannya. Ciri-ciri sampel M2 yaitu bertekstur kental dan berwarna coklat muda jernih. Karakteristik sampel M3 yaitu kental, berwarna coklat tua. Sampel M4 memiliki ciri-ciri kental dan berwarna coklat muda jernih. Tekstur sampel M5 yaitu kental, berwarna coklat pucat dan terdapat buih di permukaannya. Sampel K1 memiliki ciri-ciri yaitu sangat kental, dan berwarna coklat tua.

2. Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF) pada Sampel Madu

Analisis kadar hidroksimetilfurfural (HMF) pada madu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang. Hal tersebut dikarenakan semakin maraknya peredaran madu di pasaran namun kualitasnya belum diketahui serta belum tercantumnya kandungan gizi pada kemasan, belum terdapat nomor BPOM, dan tidak adanya logo halal di balik kemasan. Selain itu, secara kasat mata sulit untuk membedakan antara madu murni dan madu tiruan. Oleh karenanya, diperlukan pengujian secara kimia khususnya pengujian kadar HMF untuk mengetahui kualitas suatu madu. Pengujian kadar HMF ini dilakukan dengan menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). HPLC merupakan suatu teknik pemisahan yang didasarkan pada partisi sampel di antara fase gerak dan fase diam yang berupa cairan maupun padatan dibantu dengan adanya tekanan tinggi sehingga analit lebih mudah dipisahkan untuk selanjutnya diidentifikasi dan dihitung berapa konsentrasi dari masing-masing komponen tersebut (Wisnuwardhani *et al.*, 2015). Prinsip kerja HPLC adalah pemisahan analit berdasarkan kepolarnya. Setiap komponen senyawa yang keluar akan terdeteksi oleh detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram. Jumlah *peak* menyatakan jumlah komponen dan luas *peak* menyatakan konsentrasi komponen dalam senyawa (Zainal *et al.*, 2019).

HPLC yang digunakan dalam pengujian ini memiliki merk *Alliance* dengan detektor UV-Vis. Teknik pemisahan HPLC ini dilakukan dalam mode fase terbalik. Kromatografi fase terbalik adalah teknik yang menggunakan rantai alkil yang berikatan kovalen dengan partikel fase stasioner untuk menciptakan fase diam hidrofobik, yang memiliki afinitas kuat untuk senyawa hidrofobik atau kurang polar. Kromatografi fase terbalik menggunakan fase gerak polar. Akibatnya, molekul hidrofobik dalam fase gerak polar cenderung menyerap ke fase diam hidrofobik, serta molekul hidrofilik dalam fase gerak akan melewati kolom dan dielusi terlebih dahulu. Fase gerak polar yang digunakan yaitu campuran antara *methanol* p.a HPLC dan aquabides dengan perbandingan 10:90. Digunakan pelarut *methanol* dan aquabides karena berdasarkan orientasi, sampel madu bersifat polar sehingga dapat larut dalam pelarut polar juga, dalam hal ini yaitu *methanol* dan aquabides. Fase diam yang digunakan dalam kromatografi terbalik tergolong non polar. Kelompok gugus fungsional yang digunakan adalah oktadesil. Kelompok fungsional oktadesil memiliki rantai karbon lurus 18. Jenis kolom ini juga sering disebut kolom C18 (C-depan belas). Nama oktadesil berasal dari “okta” yang berarti angka delapan dan “desi” yang berarti nomor 10. Sejumlah besar rantai hidrokarbon ini melekat pada permukaan gel silika (Brotosudarmo *et al.*, 2019).



Gambar 14. Struktur molekul C18

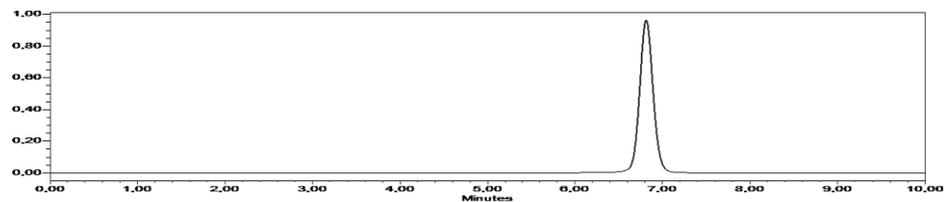
Jenis detektor yang digunakan adalah UV-Vis. Penentuan kadar HMF ini menggunakan panjang gelombang 285 dan laju alirnya dengan kecepatan 1,0 ml/menit. Kadar HMF madu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{C_{sp} \times V}{W}$$

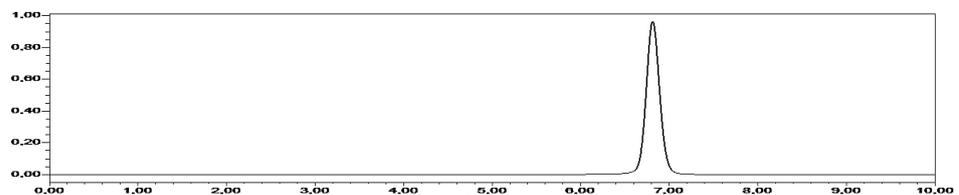
dimana C_{sp} adalah kadar HMF yaitu perhitungan dengan kurva kalibrasi ($\mu\text{g/mL}$), V adalah volume pengenceran (mL), dan W adalah bobot sampel (gr). Langkah-langkah dalam pengujian kadar HMF ini yaitu:

a. Uji Kesesuaian Sistem (UKS)

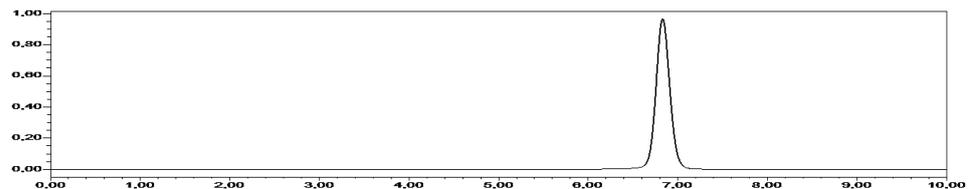
Dalam analisis kadar HMF pada madu terlebih dahulu dipreparasi larutan baku antara HMF untuk Uji Kesesuaian Sistem (UKS). UKS dilakukan untuk memastikan apakah sistem HPLC dapat menganalisis asam HMF dengan baik. Dalam HPLC setiap campuran yang keluar akan terdeteksi oleh detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram. Jumlah *peak* menyatakan jumlah komponen, sedangkan luas *peak* menyatakan konsentrasi komponen dalam campuran. Fungsi dari pengecekan UKS ialah untuk memastikan bahwa sistem siap dioperasikan untuk membaca kromatogram dari baku kerja dan sampel. Uji Kesesuaian Sistem ini dilakukan dengan menggunakan larutan baku antara dengan konsentrasi larutan 200 µg/mL. Hasil UKS HPLC terhadap larutan baku antara HMF disajikan dalam Gambar 15, Gambar 16, dan Gambar 17



Gambar 15. UKS 1



Gambar 16. UKS 2



Gambar 17. UKS 3

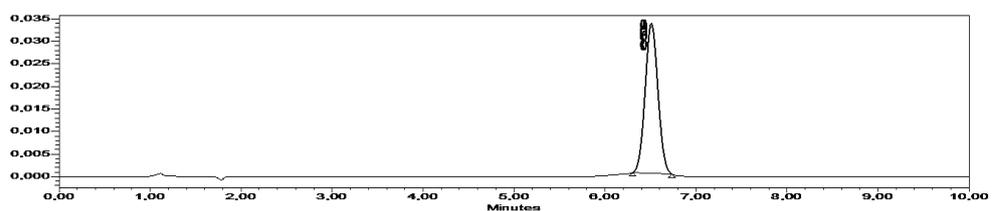
Berdasarkan gambar di atas, diketahui bahwa HMF memiliki waktu retensi yang stabil pada kisaran 6,810 – 6,830 atau rata-rata waktu retensi yaitu 6,81. Waktu retensi inilah yang digunakan sebagai acuan untuk mengindikasikan adanya HMF. Berikut hasil mengenai waktu retensi dan luas area pada larutan baku antara seperti yang disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 8. Hasil UKS HPLC terhadap larutan baku induk HMF

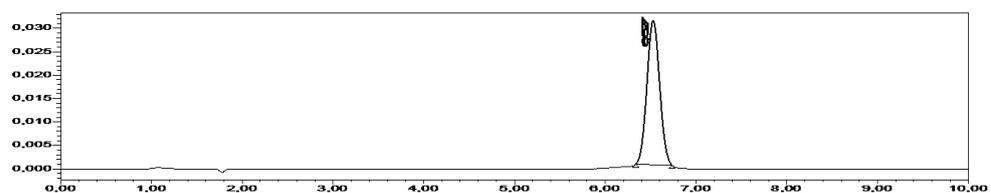
No	Sampel	Rt (min)	Luas Area (mV)
1	UKS1	6,812	10165244
2	UKS2	6,831	10593533
3	UKS3	6,812	10479492

b. Analisis Larutan Baku Kerja

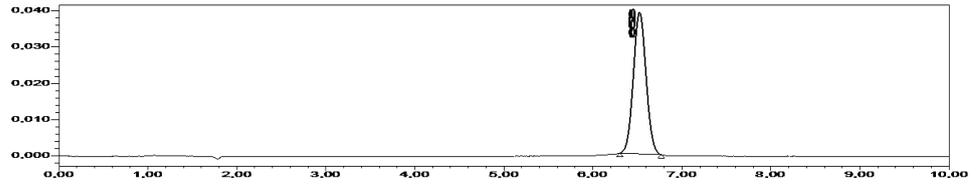
Larutan baku kerja dibuat dalam tujuh konsentrasi yang berbeda. Tujuh konsentrasi tersebut yaitu 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, dan 40 ppm yang dibuat dari larutan baku antara dengan konsentrasi 200 ppm, kemudian dipipet 0,025 μL , 0,050 μL , 0,100 μL , 0,250 μL , 1,000 μL , dan 2,000 μL dari larutan baku antara, masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Larutan ditambah aquabides hingga mencapai tanda batas. Larutan siap dianalisis pada HPLC setelah larutan baku dimasukkan ke dalam vial dan ditempatkan di dalam *sample tray*. Pengoperasian pada HPLC dengan memberikan perintah pada *system* yang telah *disetting*. Hasil analisis larutan baku kerja HMF menggunakan HPLC disajikan dalam Gambar 18, 19, 20, 21, 22, 23, dan 24.



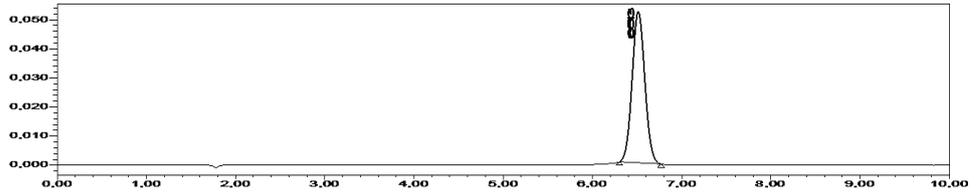
Gambar 18. Baku Kerja 0,5 $\mu\text{g/mL}$



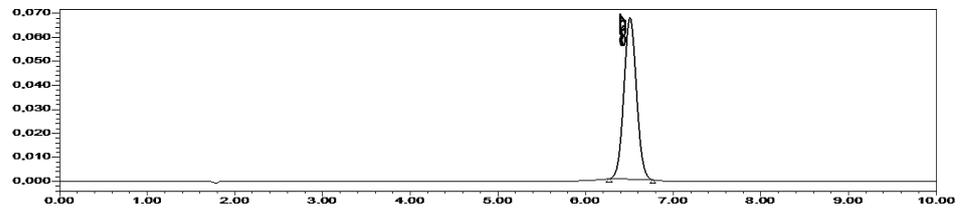
Gambar 19. Baku Kerja 1 $\mu\text{g/mL}$



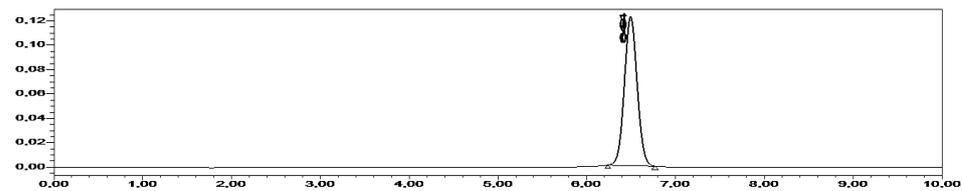
Gambar 20. Baku Kerja 2 µg/mL



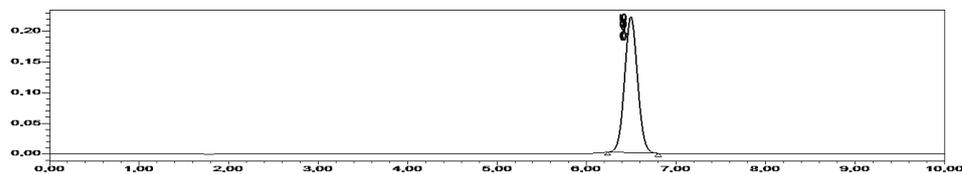
Gambar 21. Baku Kerja 5 µg/mL



Gambar 22. Baku Kerja 10 µg/mL



Gambar 23. Baku Kerja 20 µg/mL



Gambar 24. Baku Kerja 40 µg/mL

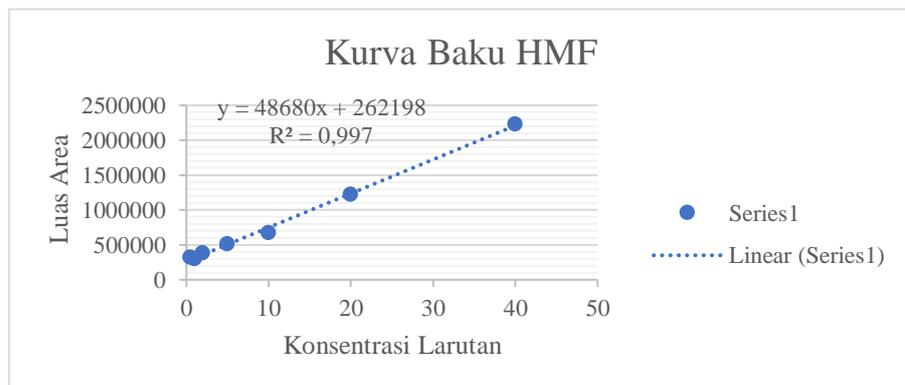
Berdasarkan gambar diatas, diperoleh informasi mengenai kadar, waktu retensi, dan luas area HMF. Waktu retensi menunjukkan bahwa senyawa HMF terdeteksi pada kisaran menit ke enam. Data mengenai kadar, waktu retensi, dan luas area HMF sebagaimana Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil analisis larutan baku kerja HMF menggunakan HPLC

No	Pengenceran	Konsentrasi HMF (µg/ml)	Luas Area (mV)	Rt (min)
1	0,025/10 ml	0,5	325964	6,509
2	0,050/10 ml	1	299668	6,527
3	0,100/10 ml	2	387157	6,523
4	0,250/10 ml	5	514985	6,513
5	0,500/10 ml	10	673425	6,507
6	1,000/10 ml	20	1224260	6,494
7	2,000/10 ml	40	2231273	6,495

c. Kurva Standar Larutan Baku Kerja

Kurva standar larutan baku kerja HMF diperoleh dengan memplotkan nilai luas area dengan konsentrasi larutan standar yang bervariasi. Kurva ini merupakan hubungan antara luas area dengan konsentrasi larutan. Bila hukum *Lambert Beer* terpenuhi maka kurva kalibrasi berupa garis lurus, seperti yang disajikan dalam Gambar 25.



Gambar 25. Kurva Standar dari Larutan Baku Kerja HMF

Kurva standar diperoleh dari menggunakan excel untuk mendapatkan nilai linieritas dengan persamaan $y = bx + a$, kurva standar diperoleh dari perhitungan kadar (ppm) dari larutan stok baku kerja dan luas area. Didapatkan nilai kurva standar dari hasil linieritas (R^2) = 0,997 yang artinya larutan baku antara asam HMF ini memiliki nilai akurasi dan presisi yang tinggi dan termasuk data yang valid karena hampir mendekati 1 dengan persamaan $y = 48680x + 262198$. Suatu persamaan dikatakan linier jika nilai

$r \geq 0,98$ (Depkes RI, 2020). Selain dilihat dari nilai r^2 suatu persamaan regresi juga bisa dikatakan linear apabila $r \geq 0,9900$ (Dwiputri *et al.*, 2021).

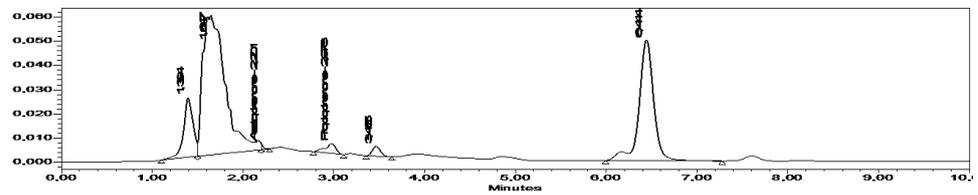
d. Preparasi Larutan Uji pada Sampel Madu

Preparasi larutan uji dari sampel madu dengan kode M1, M2, M3, M4, M5, dan K1 sebanyak 10 gr dihomogenkan dengan aquabides dan divorteks lalu disaring dengan membran filter 0,45 μm dengan tujuan untuk memisahkan atau menahan partikel-partikel dalam larutan suspensi. Dalam preparasi, larutan uji dari masing-masing sampel dibuat duplo, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil analisisnya tidak jauh berbeda satu sama lain. Sebelum dilakukan pengenceran terhadap madu, mula-mula madu didiamkan secara terbuka di dalam waterbath dengan suhu 35°C selama tiga puluh menit. Tujuan dilakukan proses ini yaitu untuk menghilangkan buih-buih yang terdapat pada madu. Langkah berikutnya yaitu ditimbang 10 gr madu lalu dilarutkan dengan aquabides hingga mencapai volume 50 ml lalu *divortex*. Hal tersebut dilakukan untuk menghomogenkan larutan sampel madu. Setelah itu, larutan madu tersebut dimasukkan kembali ke dalam *waterbath* dengan suhu 35°C dalam keadaan tertutup selama lima menit. Fungsi dilakukan perlakuan ini yaitu untuk menghomogenkan larutan secara sempurna dan menghilangkan buih-buih yang ada. Tahap berikutnya adalah larutan madu tersebut ditambah dengan aquabides hingga mencapai volume 100 ml dan disaring ke dalam vial dengan bantuan *syringe* dan membran filter 0,45 μL . Fungsi dari penyaringan ini yaitu untuk mencegah partikel-partikel kecil dalam suspensi agar tidak ikut tercampur dalam suatu analisis, sehingga tidak mengganggu kinerja dari kolom. Sistem diatur dengan kecepatan laju air 1,0 ml/menit dan pada panjang gelombang 285.

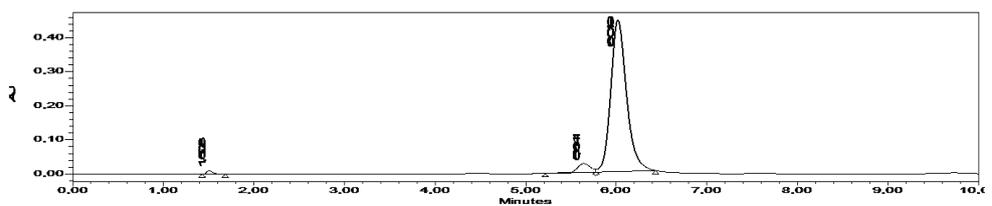
e. Data Hasil Kadar Hidroksimetilfurfural pada Sampel Madu

Analisis senyawa HMF dilakukan dengan memberikan perintah kepada sistem. Tahap selanjutnya setelah dilakukan analisis, didapatkan hasil waktu retensi dan luas area terhadap larutan uji dari sampel. Dari gambar yang diperoleh, diketahui bahwa semua sampel mengandung HMF

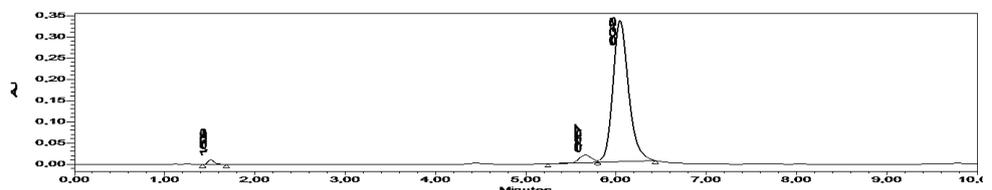
karena waktu retensi sampel 6,04-6,44 mendekati waktu retensi zat baku pembanding 6,49-6,50.berikut gambar hasil waktu retensi dan luas area dari larutan sampel sebagaimana gambar 26, 27, 28, 29, 30, dan 31.



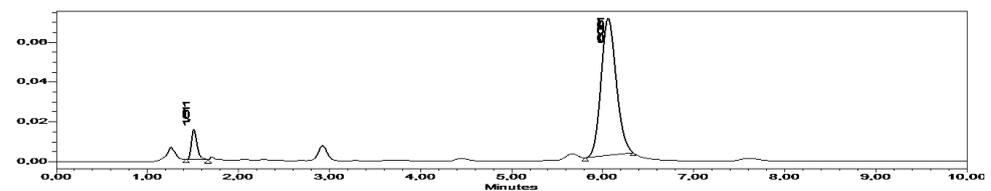
Gambar 23. Kromatogram Sampel M1



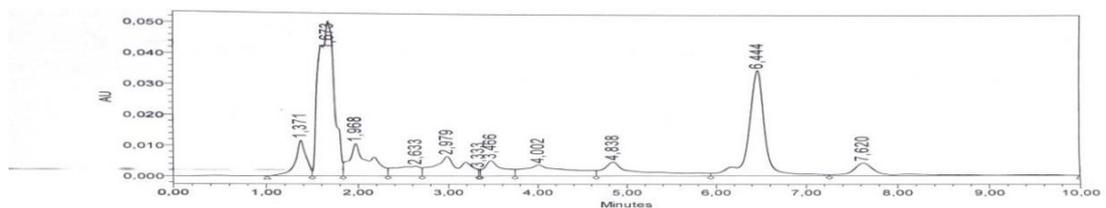
Gambar 24. Kromatogram Sampel M2



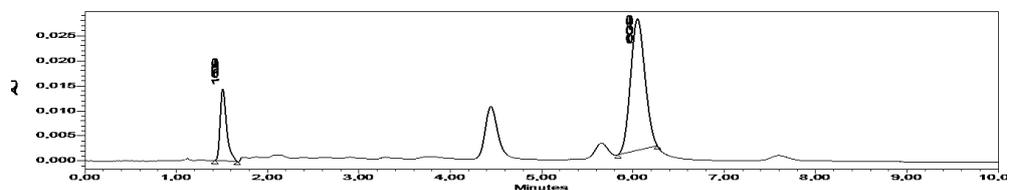
Gambar 25. Kromatogram Sampel M3



Gambar 26. Kromatogram Sampel M4



Gambar 30. Kromatogram Sampel M5



Gambar 31. Kromatogram Sampel K1

Dari gambar di atas, informasi yang selanjutnya diolah kembali dengan perhitungan yang akan menghasilkan nilai pengukuran kadar madu. Waktu retensi dan luas area serapan sampel yang telah didapat, nantinya diolah untuk mendapatkan nilai akhir kadar madu yang diuji. Kadar HMF madu dihitung dengan rumus:

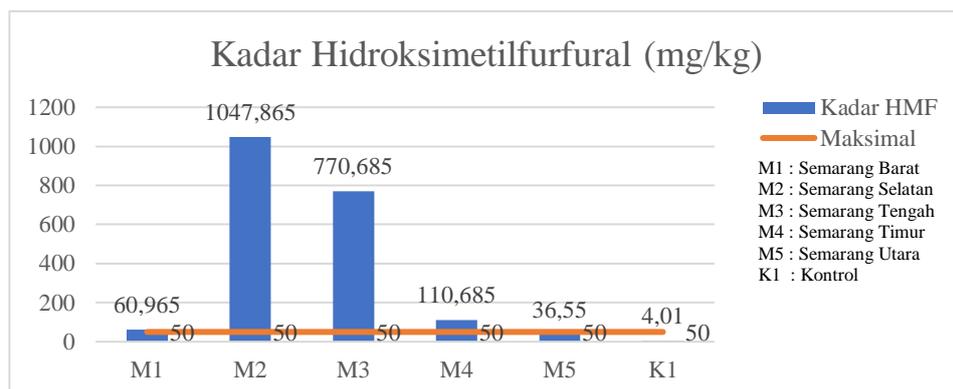
$$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{C_{sp} \times V}{W}$$

dimana C_{sp} adalah kadar HMF yaitu perhitungan dengan kurva kalibrasi ($\mu\text{g/mL}$), V adalah volume pengenceran sampel (mL), dan W adalah bobot sampel (gr). Berikut hasil perhitungan terhadap kadar HMF pada sampel madu sebagaimana Tabel 10.

Tabel 10. Hasil dari waktu retensi dan luas area menggunakan HPLC

No	Sampel	Rerata Waktu Retensi (min)	Rerata Luas Area (mV)	Rerata kadar HMF (mg/kg) \pm Std. Deviasi	SNI 3545: 2013
1	M1	6,44	558992	60,96 \pm 0,13	Maks 50 mg/kg
2	M2	6,05	5363222	1047,86 \pm 6,90	
3	M3	6,08	4014225,5	770,68 \pm 0,44	
4	M4	6,04	801160	110,68 \pm 0,86	
5	M5	6,44	440188	36,55 \pm 0,07	
6	K1	6,10	281735,5	4,01 \pm 1,51	

Dari data di atas diketahui bahwa kadar HMF tertinggi terdapat pada sampel 2 diikuti oleh M3, M4, M1, M5, dan K1. Data tersebut menunjukkan bahwa sampel madu yang memiliki kadar HMF melebihi batas maksimal SNI yaitu maksimal 50 mg/kg terdapat pada sampel M1, M2, M3, dan M4. Berikut pada Gambar 32 diagram batang kadar HMF pada ke enam sampel madu.



Gambar 32. Diagram Batang Kadar HMF Sampel Madu

Berdasarkan hasil pengujian kadar HMF menggunakan HPLC diketahui bahwa terdapat empat sampel madu yang memiliki kadar HMF melebihi batas maksimal SNI yaitu 50 mg/kg. Beberapa madu tersebut yaitu M1, M2, M3, dan M4. Adapun sampel madu M5 dan K1 memiliki kadar HMF di bawah standar maksimal SNI dan dapat dikategorikan sebagai madu dalam kondisi masih segar serta menunjukkan kualitas madu tersebut termasuk dalam kategori baik. Dengan melihat nilai hasil uji madu yang cukup jauh perbandingannya ini dicurigai bahwa sample madu M1, M2, M3, dan M4 mengalami kenaikan kadar HMF yang disebabkan oleh beberapa faktor. Beberapa faktor tersebut diantaranya suhu, pH, pemanasan yang berlebihan, waktu penyimpanan, dan adanya penambahan dengan gula *invert*. Gula *invert* adalah suatu campuran dengan perbandingan yang sama dari glukosa dan fruktosa yang dihasilkan oleh hidrolisis sukrosa (Harjo *et al.*, 2015: 19).

Peningkatan kadar HMF madu dipengaruhi oleh kondisi suhu. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Almayanthi (1998) yang menunjukkan bahwa kadar HMF madu yang disimpan pada suhu $>28^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan pada suhu 3°C dan 5°C . Semakin tinggi atau lama suhu penyimpanan, maka kadar HMF pada madu akan meningkat dan oksigen dari udara akan mengoksidasi HMF sehingga membentuk warna gelap pada madu (Bogdanova *et al.*, 2004)

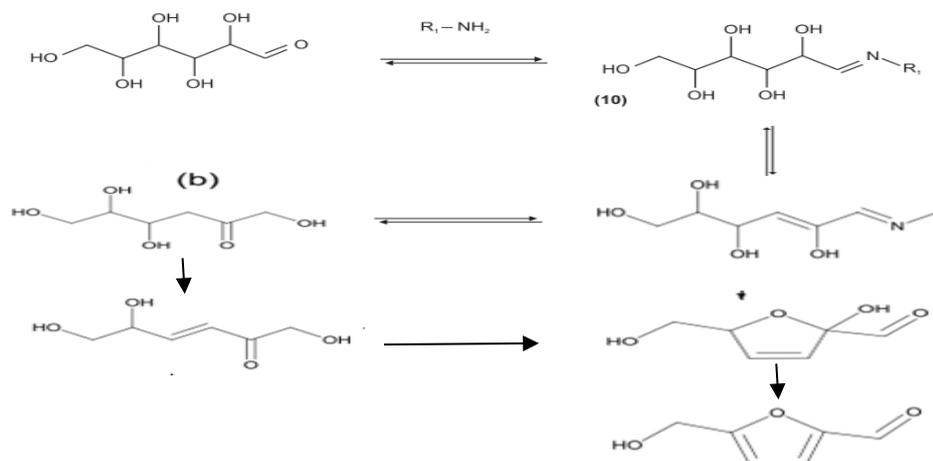
Masa simpan madu ikut mempengaruhi peningkatan HMF. Menurut Hasan *et al.*, (2020) madu yang memiliki kadar HMF berkisar antara 30-100 mg/kg mengindikasikan bahwa madu disimpan dalam kurun waktu yang cukup lama. Qamer *et al.*, (2013) dalam hasil penelitiannya juga menyatakan bahwa masa simpan madu juga akan mempengaruhi kadar HMF. Kadar HMF pada madu dengan masa simpan kurang dari satu bulan adalah di bawah 40 mg/kg, dan akan mengalami peningkatan kadar HMF pada madu yang disimpan selama 18 bulan (Wardhani *et.al.*, 2022).

Kadar HMF yang tinggi juga disebabkan karena pemanasan yang berlebihan. Chua *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa kadar HMF pada madu meningkat setelah dilakukan pemanasan dalam kurun waktu 60 menit. HMF merupakan salah satu senyawa hasil dehidrasi heksosa yang dapat terbentuk akibat pemanasan pada heksosa. Proses terbentuknya HMF dikatalisis oleh suasana asam dengan komponen awal yang terbaik dalam pembentukan HMF berupa fruktosa (Simeonov & Afonso, 2013). Selain itu, kadar HMF lebih dari 150 mg/kg pada madu mengindikasikan bahwa madu sudah ditambah pemanis buatan. Semakin tinggi nilai HMF menunjukkan madu tersebut telah mengalami proses pemanasan yang tinggi atau semakin lamanya penyimpanan sehingga kesegaran madu berkurang (Syuhriatin, 2019).

Tingginya kadar HMF pada madu selain dipengaruhi oleh penyimpanan yang cukup lama dan pemanasan yang berlebihan serta adanya katalis oleh asam, faktor lain yang juga ikut berpengaruh yaitu karena adanya penambahan dengan gula *invert*. Gula *invert* adalah suatu campuran dengan perbandingan yang sama dari glukosa dan fruktosa yang dihasilkan oleh hidrolisis sukrosa (Harjo *et al.*, 2015: 19). Menurut Shapla *et al.*, (2018), kadar HMF yang rendah pada madu dapat mengindikasikan rendahnya penambahan gula *invert* pada madu. Kadar HMF yang rendah pada madu juga menunjukkan bahwa madu masih dalam keadaan segar.

Jumlah HMF yang ada pada madu merupakan indikator kesegaran dan pemrosesan panas yang dilakukan pada madu. Fruktosa termasuk salah

satu gula sederhana yang terdapat dalam makanan alami seperti halnya madu. Fruktosa dan glukosa termasuk gula reduksi yang mampu membentuk reaksi *Maillard* apabila bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas yang selanjutnya akan mempengaruhi terbentuknya kadar HMF (Winarno, 1991). Fruktosa dan glukosa merupakan salah satu golongan monosakarida yang terdiri atas 6 atom karbon (heksosa) dan mengandung gugus karbonil sebagai keton. Berikut gambar proses pembentukan HMF pada madu sebagaimana gambar 33.



Gambar 33. Proses Pembentukan HMF pada Madu

Reaksi pembentukan senyawa HMF diawali dengan glukosa dan fruktosa yang bereaksi dengan gugus amina dari asam amino maupun protein yang akan membentuk basa *Schiff*. Oleh karena madu bersifat asam maka basa *Schiff* akan bereaksi dengan ion H^+ dan akan mengikat gugus hidroksil pada posisi C4 dan melepaskan molekul air membentuk eneiminol (6-iminoheks-4-ene-1,2,3,5-tetraol). Tautomer keto-enol serta deaminasi dari eneiminol akan menyebabkan pembentukan senyawa 1,2,3,6-tetrahidroksi heks-5-on yang selanjutnya akan mengalami dehidrasi membentuk senyawa dengan ikatan rangkap pada C3. Tahap selanjutnya adalah siklisasi dan dehidrasi dari senyawa tersebut akan menyebabkan terbentuknya hidrosimetilfurfural (HMF) (Kowalski *et al.*, 2013: 209-211).

Konsentrasi HMF diakui secara luas sebagai parameter yang mempengaruhi kesegaran madu biasanya tidak ada (atau hanya ada dalam jumlah yang sangat kecil dalam madu segar), sedangkan konsentrasinya cenderung meningkat selama pemrosesan dan/atau karena penuaan. Sebelumnya penelitian telah melaporkan bahwa madu yang disimpan pada suhu rendah dan/atau dalam kondisi segar memiliki konsentrasi HMF yang rendah atau minimal, sedangkan madu yang sudah tua dan/atau disimpan pada suhu yang relatif lebih tinggi atau sedang memiliki suhu yang tinggi konsentrasi HMF. Selain kondisi penyimpanan, penggunaan wadah logam dan sumber madu foral merupakan faktor penting yang mempengaruhi tingkat HMF. Karena itu, konsentrasi HMF yang lebih tinggi menunjukkan kondisi penyimpanan yang buruk dan/atau pemanasan madu yang berlebihan (Shapla *et al.*, 2018).

3. Kadar Air pada Sampel Madu

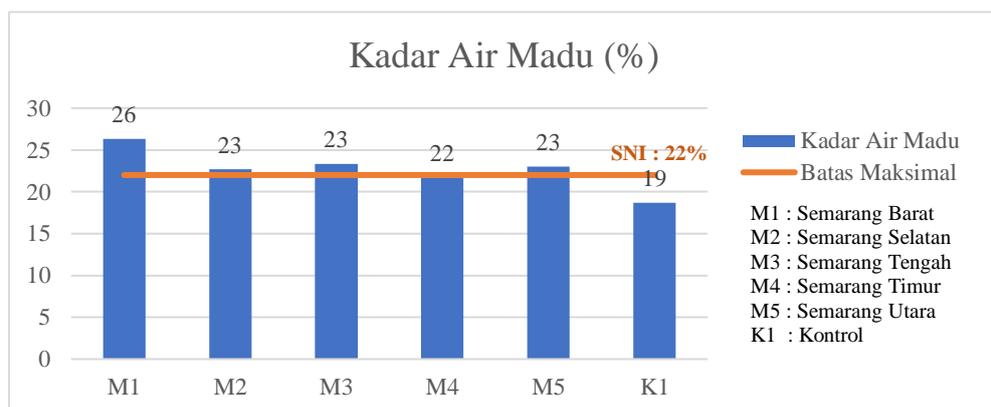
Kadar air merupakan persentase air dalam sampel menurut berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*) (Anwar *et al.*, 2022: 33). Penetapan kadar air dalam suatu produk pangan bertujuan untuk mengukur banyaknya air yang ada pada produk tersebut. Tujuan dilakukan pengujian kadar air pada madu ini yakni untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang. Hal tersebut dikarenakan semakin maraknya peredaran madu di pasaran yang belum diketahui kualitasnya serta belum tercantumnya kandungan gizi pada kemasan, belum terdapat nomor BPOM, dan tidak adanya logo halal di balik kemasan. Selain itu, apabila kadar air pada suatu madu terlalu encer dan melebihi batas maksimal yang telah ditetapkan oleh SNI, maka akan mempercepat terjadinya proses fermentasi sehingga hal ini akan mempercepat kerusakan komponen dalam madu (Apriantini *et al.*, 2022). Hal tersebut membuat konsumen yang mengonsumsi suatu produk madu tidak akan mendapatkan manfaat dan khasiat sebagaimana madu dengan kualitas aslinya. Oleh karenanya, diperlukan pengujian secara laboratorium pada madu, salah satunya yaitu dengan menganalisis kadar air yang terdapat dalam madu untuk menentukan

apakah kualitas madu tersebut tergolong baik dan sesuai dengan SNI atau justru sebaliknya. Pengukuran kadar air pada sampel madu ini menggunakan metode refraktometri dengan menggunakan alat refraktometer madu. Prinsip pengukuran kadar air dengan metode refraktometri yaitu pembacaan nilai indeks bias madu pada suhu 20°C, atau suhu pembacaan yang telah dikoreksi 20°C (SNI, 2013). Pengukuran kadar air pada sampel madu dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan agar data yang diperoleh lebih akurat. Penetapan kadar air dengan cara meneteskan madu ke kaca prisma yang sebelumnya telah dikalibrasikan pada suhu 20°C, lalu dengan bantuan cahaya akan diketahui nilai kadar air madu tersebut. Data hasil perhitungan kadar air madu dapat dilihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Data Hasil Kadar Air

Sampel	Rerata Kadar Air (%) ± Std. Deviasi	SNI 3545:2013
M1	26,33 ± 0,28	Max 22%
M2	22,66 ± 0,76	
M3	23,33 ± 0,28	
M4	21,66 ± 0,28	
M5	23,00 ± 0,86	
K1	18,66 ± 0,28	

Dari data di atas diketahui bahwa kadar air tertinggi terdapat pada sampel M1 diikuti oleh M2, M3, M5, M2, dan M4. Kelima sampel madu tersebut diketahui memiliki kadar air yang melebihi batas maksimal SNI. Sampel K1 sebesar 18,66% dan memenuhi standar SNI. Berikut pada Gambar 34 diagram batang kadar air pada madu tertinggi hingga terendah.



Gambar 34. Diagram Batang Kadar Air Madu

Data histogram di atas disajikan rerata kadar air pada sampel madu yang beredar di Kota Semarang. Dari gambar diagram di atas dapat diketahui bahwa terdapat kadar air yang berbeda nyata antara sampel M1 dan K1. Perbedaan tersebut menunjukkan selisih yang berkisar 7%. Selain itu, terbukti juga bahwa kadar air pada sampel M1 4% lebih besar dari batas maksimal yang telah ditetapkan oleh SNI. Terdapat empat sampel madu yang memiliki kadar air lebih dari 1% dari batas maksimal SNI di antaranya yaitu sampel M2, M3, dan M5 dan mengindikasikan bahwa madu tersebut memiliki kualitas yang kurang baik. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa sampel madu yang memiliki kadar air melebihi batas maksimal SNI kemungkinan telah dimodifikasi dengan menambah volume dari madu tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdullah *et al.*, (2023) bahwa kadar air pada salah satu sampel madu sebesar 25% dan mengindikasikan bahwa madu tersebut telah ditambahkan bahan lain.

Selain karena adanya modifikasi dengan menambahkan volume madu, kadar air pada madu juga dipengaruhi oleh kelembaban lingkungan yang ada. Kelembaban kandang dapat mempengaruhi kadar air madu yang dihasilkan oleh lebah. Kelembaban lingkungan di sekitar kandang dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi dan perubahan iklim yang ekstrim. Madu dapat menghasilkan kualitas baik jika kadar air madu antara 17-21% (Savitri, *et al.*, 2019). Hal ini disebabkan karena madu mempunyai sifat *higroskopis*, yaitu kemampuan madu dalam menyerap air dari udara sekitar sehingga tercapai kesetimbangan.

Kondisi iklim yang lembab menyebabkan madu memiliki kadar air yang tinggi. Semakin tinggi kelembaban udara di lingkungan maka kadar air dalam madu akan semakin tinggi. Tingginya kadar air dalam madu di Indonesia dipengaruhi oleh kelembaban relatif (Rh) udara di Indonesia yang relatif tinggi. Kelembaban relatif (Rh) di Indonesia berkisar antara 60-90%, sehingga kadar air dalam madu di Indonesia sekitar 18,3-33,1 % (Wulansari, 2018). Pada suhu yang relatif tinggi madu akan menyerap air, sehingga akan

membuat viskositas madu menjadi lebih encer dan menyebabkan terjadinya proses fermentasi (Jaya, 2017: 10). Selain itu, kadar air dalam madu yang tinggi menjadi faktor pemicu kerusakan madu jika disimpan dalam waktu yang panjang. Hal tersebut terbukti pada sampel M1 dan M5 yang memiliki kadar air melebihi SNI. Secara fisik, sampel M1 dan M5 ini terlihat encer dan terdapat buih-buih di permukaan madu, serta madu tersebut mengandung gas. Hal ini mengindikasikan bahwa madu tersebut memiliki kualitas yang rendah.

4. Kadar Padatan Tak Larut dalam Air pada Sampel Madu

Padatan tak larut yaitu banyaknya padatan yang tidak larut dalam air atau pelarut (Mayani *et al.*, 2014: 152). Komponen madu yang tidak larut dalam air berasal dari sumber organik maupun anorganik seperti partikel tumbuhan, tanah, debu, dan sebagainya (Belay *et al.*, 2013: 3389). Tujuan dilakukan analisis kadar padatan tak larut dalam air pada sampel madu adalah untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang. Hal tersebut dikarenakan semakin maraknya peredaran madu di pasaran yang belum diketahui kualitasnya serta belum tercantumnya kandungan gizi pada kemasan, belum terdapat nomor BPOM, dan tidak adanya logo halal di balik kemasan. Selain itu, apabila kadar padatan tak larut dalam air pada madu melebihi batas maksimal yang telah ditetapkan oleh SNI, maka akan menurunkan kualitas madu tersebut. Analisis padatan tak larut dalam air pada madu menggunakan metode *gravimetri*.

Prinsip pengoperasiannya adalah komponen yang tidak larut dalam air merupakan kontaminan seperti pasir, gula pasir, dan sebagainya. Berdasarkan SNI 3545:2013 batas maksimal kadar padatan tak larut dalam air pada sampel madu yaitu 0,5%. Perhitungan kadar padatan tak larut dalam air pada sampel madu dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar padatan tak larut dalam air} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100\%$$

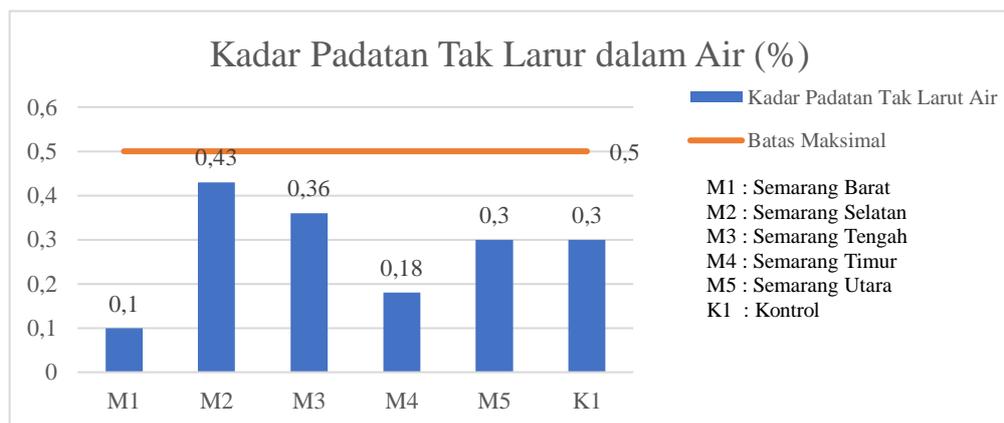
dimana w adalah bobot cuplikan (gr), w_1 adalah bobot botol cuplikan timbang + kertas saring berisi bagian yang tak dapat larut (gr), w_2 adalah

bobot botol timbang + kertas saring kosong (gr). Pengujian padatan tak larut air pada sampel madu dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Sebelum dilakukan pengujian terhadap sampel madu, dilakukan pengujian terhadap blanko terlebih dahulu. Pengujian dengan blanko yaitu dengan memberikan perlakuan sesuai dengan alur pengujian kadar padatan tak larut dalam air, akan tetapi tidak menggunakan sampel madu di dalamnya. Fungsi dilakukan pengujian terhadap blanko yaitu untuk memastikan bahwa kadar padatan tak larut pada sampel madu tersebut benar-benar berasal dari sampel madu bukan yang lainnya. Data perhitungan kadar padatan tak larut dalam air madu sebagaimana pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Data Perhitungan Kadar Padatan Tak Larut dalam Air

Sampel	Rerata Kadar Padatan Tak Larut dalam Air (%) ± Std. Deviasi	SNI 3545: 2013
M1	0,1 ± 0,05	
M2	0,43 ± 0,14	
M3	0,36 ± 0,27	Maks
M4	0,18 ± 0,10	0,5%
M5	0,3 ± 0,17	
K1	0,3 ± 0,08	

Dari data di atas diketahui bahwa seluruh sampel madu memiliki kadar padatan tak larut dalam air yang tidak melebihi batas maksimal SNI yaitu 0,5%. Oleh karenanya, madu tersebut tergolong madu dengan kualitas baik. Berikut Gambar 35 diagram batang kadar padatan tak larut dalam air pada madu yang didapatkan dari wilayah Kota Semarang.



Gambar 35. Diagram Batang Kadar Padatan Tak Larut Dalam Air

Berdasarkan Gambar 35 diagram batang di atas, dapat diketahui bahwa terdapat selisih yang berbeda pada setiap sampel untuk kadar padatan tak larut dalam air. Perbedaan yang paling signifikan terlihat pada sampel M1 dan M2 dengan selisih sebesar 0,33%. Kadar padatan tak larut dalam air yang hampir mendekati batas maksimal SNI terdapat pada sampel M2 yaitu 0,43% sedangkan kadar paling jauh dari batas maksimal SNI terdapat pada sampel M1 yaitu 0,1%. Batas maksimal kadar padatan tak larut dalam air pada madu yaitu 0,5% (BSN, 2013). Nilai padatan tidak larut dalam air menunjukkan kandungan bahan padat yang mencemari madu. Sehingga dapat diindikasikan bahwa sampel madu tersebut tidak banyak terkontaminasi zat-zat kotoran di sekitarnya. Rendahnya kadar padatan tak larut dalam air pada sampel madu karena kemungkinan saat proses pemanenan atau pengemasan madu dilakukan dengan baik dan memperhatikan faktor higienitas, akan tetapi terdapat beberapa partikel kecil yang lolos saat penyaringan (Eni *et al.*, 2024). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai padatan tak larut dalam air maka semakin berkualitas madu tersebut.

Tingginya kadar padatan yang tidak larut air dalam madu menunjukkan kondisi yang tidak higienis dan proses panen yang buruk. Padatan yang tidak larut air dalam madu digunakan sebagai kriteria kebersihan madu (Belay *et al.*, 2013). Padatan tak larut pada madu merupakan komponen organik dan anorganik yang tidak larut oleh dalam cairan madu, contohnya adalah potongan daun, bagian tubuh serangga, sisiran madu, dan tepung sari. Komponen tersebut dapat merusak tampilan madu dan akan menjadi pemicu turunnya kualitas madu. Hal tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu *et al* (2021) yang menunjukkan bahwa hasil pengujian madu produksi kawasan Tahura Lati Petangis telah memenuhi persyaratan mutu SNI dengan padatan tak larut dalam air 0,59-0,73 %.

Total kadar padatan tak larut dalam madu dapat menentukan kualitas dari produk madu. Apabila kadar total padatan tak larut dalam air rendah maka akan berkontribusi dalam kejernihan madu. Sebaliknya, apabila total kadar padatan tak larut dalam air pada madu tinggi, akan memberikan menjadikan madu menjadi tidak jernih dan kualitas madu menjadi turun (Albu *et al.*, 2021).

5. Kadar Viskositas Madu

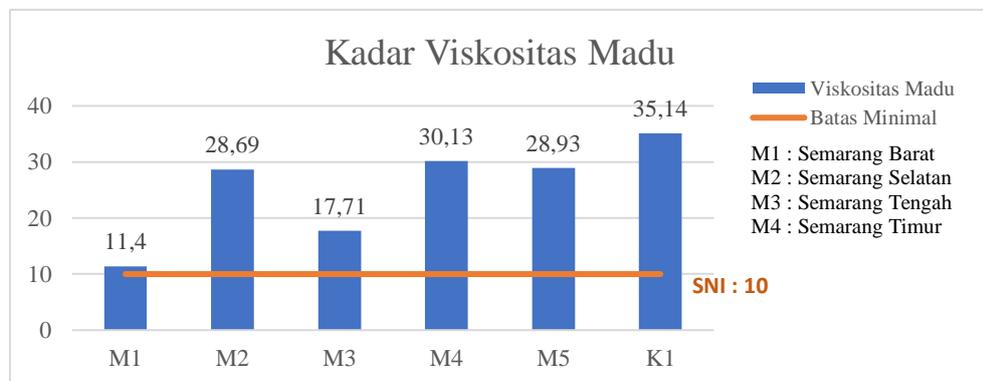
Menurut Apriani *et al.*, (2013: 94) viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan dan dengan demikian menunjukkan besarnya gesekan dalam cairan tersebut. Semakin besar viskositas suatu fluida maka semakin sulit fluida tersebut mengalir dan semakin sulit pula suatu benda bergerak di dalam fluida. Madu merupakan cairan yang kental. Viskositas madu dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada cairan tersebut (Primandasari *et al.*, 2021: 2). Analisis kadar viskositas madu dilakukan untuk mengetahui kualitas madu yang beredar di Kota Semarang. Hal tersebut dikarenakan semakin maraknya peredaran madu di pasaran yang belum diketahui kualitasnya serta belum tercantumnya kandungan gizi pada kemasan, belum terdapat nomor BPOM, dan tidak adanya logo halal di balik kemasan. Selain itu, apabila viskositas suatu madu tidak mencapai kadar minimal viskositas madu menurut SNI, maka akan mempercepat terjadinya proses fermentasi sehingga hal ini akan mempercepat kerusakan komponen dalam madu. Pada pengujian ini, pengukuran kadar viskositas madu menggunakan alat viskometer *Brookfield* dengan merk NDJ-8S. Prinsip penggunaan alat viskometer *Brookfield* didasarkan pada pengukuran torsi yang diperlukan untuk memutar *spindle* dalam suatu cairan dengan kecepatan tertentu. Pengukuran viskositas pada sampel madu dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan agar hasil yang diperoleh lebih akurat. Sebelumnya, sampel madu dipreparasi pada gelas beker sebanyak 200 ml. Kemudian, mengkalibrasikan alat viskometer *Brookfield* hingga titik hitam di atas alat tepat berada di tengah. Pengukuran kadar viskositas madu ini

dilakukan pada suhu ruang yang berkisar antara 20-26°C. Data hasil pengukuran viskositas madu dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Kadar Viskositas Madu

Sampel	Rerata Kadar Viskositas (Pois) ± Std. Deviasi	SNI
M1	11,40 ± 0,37	Min 10 Pois
M2	28,69 ± 1,02	
M3	17,71 ± 0,59	
M4	30,13 ± 1,95	
M5	28,93 ± 1,35	
K1	35,14 ± 0,95	

Dari data kadar viskositas madu di atas, diketahui bahwa semua sampel madu memenuhi standar minimal kadar viskositas madu menurut SNI. Berikut Gambar 36 diagram batang kadar viskositas madu yang didapatkan dari wilayah Kota Semarang.



Gambar 36. Diagram Batang Kadar Viskositas Madu

Data pada Gambar 36 diagram batang di atas, menunjukkan bahwa terdapat selisih yang sangat nyata antara kadar viskositas pada sampel K1 dan M1. Dimana, selisih tersebut berkisar 23,74%. Hal tersebut dikarenakan kadar viskositas pada sampel M1 paling rendah diantara sampel madu yang lain, akan tetapi masih memenuhi standar minimal kadar viskositas madu menurut SNI.

Madu dengan kualitas baik biasanya memiliki viskositas tinggi yang menunjukkan kekentalan madu itu sendiri. Semakin kental madu, maka akan semakin baik kualitasnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya campuran

bahan lain seperti air yang terdapat dalam madu (Saputri *et al.*, 2023). Jika kadar air meningkat, madu menjadi kurang kental. Viskositas madu selain dipengaruhi oleh persentase air, suhu juga ikut berpengaruh terhadap kekentalan madu. Ketika suhu pada madu meningkat, maka viskositas madu menurun. Hal ini dipengaruhi oleh adanya penyerapan pada peningkatan suhu yang menyebabkan madu menjadi terlalu panas dan mengalami penurunan viskositas atau dengan kata lain terjadi pengenceran pada madu tersebut (Apriani *et al.*, 2013).

Viskositas madu selain dipengaruhi oleh persentase air, suhu juga ikut berpengaruh terhadap kekentalan madu. Ketika suhu pada madu meningkat, maka viskositas madu menurun. Hal ini dipengaruhi oleh adanya penyerapan pada peningkatan suhu yang menyebabkan madu menjadi terlalu panas dan mengalami penurunan viskositas atau dengan kata lain terjadi pengenceran pada madu tersebut (Apriani *et al.*, 2013). Faktor lain yang berpengaruh terhadap kekentalan madu yaitu karena adanya penambahan larutan gula. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriyani (2020) yang menyatakan bahwa adanya penambahan larutan gula putih atau larutan gula merah pada madu menyebabkan perubahan pada tingkat viskositasnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 30 ml madu dan ditambahkan 20 ml larutan gula menghasilkan kadar viskositas sebesar 7,401 Pois.

Selain mengalami pengenceran, viskositas madu juga bisa menjadi lebih kental. Hal tersebut terjadi karena adanya pemanasan. Menurut Aulia *et al.* (2021), viskositas madu setelah pemanasan akan mengalami kenaikan, begitu pula setelah dilakukannya *vacuum cooling* yang mengurangi kadar air, karena viskositas dipengaruhi suhu dan kadar air maka viskositas pada pendinginan dengan *vacuum cooling* mengalami peningkatan, berbeda dengan pendinginan konvensional yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai viskositas.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji kadar hidroksimetilfurfural (HMF) madu yang beredar di Kota Semarang dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut yaitu M2 1047,86 mg/kg, M3 770,68 mg/kg, M4 110,68 mg/kg, M1 60,96 mg/kg, M5 36,55 mg/kg, dan K1 4,01 mg/kg.
2. Hasil uji kadar air madu yang beredar di Kota Semarang dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut yaitu M1 26,33%, M3 23,33%, M5 23,00%, M2 22,66%, M4 21,66%, dan K1 18,66%.
3. Hasil uji padatan tak larut dalam air madu yang beredar di Kota Semarang dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut yaitu M2 0,43%, M3 0,36%, M5 dan K1 0,30%, M4 0,18%, M1 0,10%.
4. Hasil uji viskositas madu yang beredar di Kota Semarang dari yang paling tinggi sampai paling rendah berturut-turut yaitu K1 35,14 Pois, M4 30,13 Pois, M5 28,93 Pois, M2 28,69 Pois, M3 17,71 Pois, dan M1 11,40 Pois.
5. Dari analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa dari keempat variabel yang telah dilakukan pengujian terdapat dua variabel yang menunjukkan kualitas suatu madu tergolong baik dan memenuhi persyaratan SNI, yaitu kadar padatan tak larut dalam air dan viskositas madu. Sedangkan, dua variabel lainnya yaitu kadar HMF dan kadar air madu menunjukkan bahwa terdapat beberapa sampel yang belum memenuhi standar SNI. Oleh karenanya, semakin banyak variabel yang tidak sesuai dengan persyaratan SNI, maka kualitas madu tersebut kurang baik.

B. Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat dilakukan analisis terhadap variabel lain terkait persyaratan madu. Saran untuk masyarakat yaitu masyarakat dihimbau untuk lebih bijak dalam memilih dan membeli madu yang akan dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T., Nurisyah, N., Asyikin, A. (2023). Kadar Gula Pereduksi Dan Kadar Air Pada Madu Yang Beredar Di Kota Makassar. *Media Farmasi*, 19(1), p. 47. Available at: <https://doi.org/10.32382/mf.v19i1.3006>.
- Akbar, M.Y. (2020). Pengaruh Madu Terhadap Hepar Mencit yang Terpapar Asap. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 12(2), pp. 1017–1022. Available at: <https://doi.org/10.35816/jiskh.v12i2.442>.
- Akhiroh, P., dan Masyithoh. (2021). Identifikasi Permasalahan Peternakan Lebah Madu *Apis mellifera* di Pati, Jawa Tengah. *Rekasatwa: Jurnal Ilmiah Peternakan*, 3(1), p. 17. Available at: <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v3i1.11144>.
- Alatas, F., Sujono, H., Sucipto, W.A. (2019). Pengembangan Dan Validasi Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) Untuk Estimasi Kadar Simultan Antiemetik Piridoksin Hidroklorida Dan Piratiazin Teoklat Dalam Bentuk Sediaan Tablet. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), p. 95. Available at: <https://doi.org/10.26874/kjif.v6i2.187>.
- Albu, A., Radu, R., Pop, I.M., Frunza, G., Nacu, G. (2021). Quality assessment of raw honey issued from Eastern Romania. *Agriculture (Switzerland)*, 11(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/agriculture11030247>.
- Almayanthy, D. 1998. Kualitas madu randu pada suhu penyimpanan yang berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- Almasaudi, S. (2021). The antibacterial activities of honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(4), pp. 2188–2196. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.017>.
- Anggraini, D.N., Radiati, L.E., Purwadi, P. (2016). Carboxymethyle Cellulose (CMC) Addition In Term of Taste, Aroma, Color, pH, Viscosity, and Turbidity of Apple Cider Honey Drink. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 11(1), pp. 58–67. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2016.011.01.7>.
- Angraini, N., dan Desmaniar, P. (2020). Optimasi penggunaan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk analisis asam askorbat guna menunjang kegiatan Praktikum Bioteknologi Kelautan. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), pp. 69–75.
- Anwar, C., Irmayanti., Ambartiasari, G. (2022). Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Rendemen, Kadar Air, dan Organoleptik Dendeng Sayat Daging Ayam. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 10(2), pp. 29–38. Available at: <https://doi.org/10.36706/jps.10.2.2021.15730>.

- Apriani, D., Gusnedi., Darvina, Y. (2013). Studi Tentang Nilai Viskositas Madu Hutan dari Beberapa Daerah di Sumatera Barat untuk Mengetahui Kualitas Madu. *Pillar of physics*, 2, pp. 91–98.
- Apriantini, E., Astarini. (2022). Pengaruh Lama Waktu Penurunan Kadar Air terhadap Kualitas Fisikokimia Madu Kapuk dan Madu Rambutan. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2), pp. 98–104. Available at: <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.2.98-104>.
- Aprilyani, W. (2020). Analisis Perubahan Viskositas Madu Murni Akibat Penambahan Larutan Gula, Sebagai Identifikasi Kemurnian Madu. *Skripsi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Mataram. Universitas Islam Negeri Mataram. Available at: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.020*.
- Apriyanti, D., dan Fithriyah, N.H. (2013). Pengaruh Suhu Aplikasi Terhadap Viskositas Lem Rokok Dari Tepung Kentang. *Jurnal Konversi*, 2(2), pp. 23–34.
- Attsani, A.R., Fikra, Hidayatul., Tamami., Naan. (2022). Khasiat Madu bagi Kesehatan Tubuh: Studi Takhrij dan Syarah Hadis. *The 2nd Conference on Ushuluddin Studies*, 8, pp. 542–552.
- Audiatri, T.V. (2020). Analisis Adulteran Sukrosa Pada Madu Menggunakan Metode Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) (FTIR). *Skripsi. Universitas Bakhti Kencana*.
- Aulia, A.I., Lastriyanto, A., Wibisono, Y., Ahmad, A.M. (2021). Pengaruh Penggunaan Vacuum Cooling Terhadap Perubahan Mutu Madu Hutan Riau. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), pp. 49–57. Available at: <https://doi.org/10.32520/jtp.v10i1.1528>.
- Az-Zuhaili, W. (2014). *Tafsir Al Munir*. 7th edn. Jakarta: Gema Insani.
- BPS. (2021). Berita resmi statistik Hasil Sensus Penduduk 2020. *Bps. Go.Id*. Available at: <https://papua.bps.go.id/pressrelease/2018/05/07/336/indeks-pembangunan-manusia-provinsi-papua-tahun-2017.html>.
- BPS. (2021). Statistik Produksi Kehutanan Statistic of Forestry Production 2020. Jakarta: *Badan Pusat Statistik*, p. 39.
- BSN. (2013). Standar Nasional Indonesia SNI 3545:2013 Madu', *Badan Standardisasi Nasional*, pp. 1–19.
- Belay, A., Solomon., Bultossa, G., Adgaba, N., Melaku, S. (2013). Physicochemical properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141(4), pp. 3386–3392. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.035>.
- Bucekova, M., Jardekova, L., Bugarova, V. (2019). Antibacterial activity of

- different blossom honeys: New findings. *Molecules*, 24(8). Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules24081573>.
- Chua, L. S., Adnan, N. A., Abdul-Rahaman, N. L., Sarmidi, M.R. (2014). Effect of thermal treatment on the biochemical composition of tropical honey samples. *International Food Research Journal*, 21(2), pp. 773–778.
- Debora, S.T. (2020). Tipuan Madu Palsu: Diproduksi di Pabrik Kotor dan Timbulkan Masalah Kesehatan. *Kompas.com*. Available at: <https://megapolitan.kompas.com/read/2020/11/12/09415081/tipuan-madu-palsu-diproduksi-di-pabrik-kotor-dan-timbulkan-masalah?page=all> (Accessed: 2 November 2023).
- Dimiyati, E., Marzuki, H. (2023). Penetapan Kadar 5-Hydroxymethyl Furfural Dalam Madu Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, pp. 672–684.
- Engineering Laboratories*. (2018). *Brookfield DV3T Operating Instructions*. Brookfield Ametek.
- Bana, E., Pello, J., Manuain. (2023). Penjualan Madu Palsu Sebagai Perbuatan Melawan Hukum. *Jurnal Hukum Online*, 1(2), pp. 562–577.
- Faustino, C., and Pinheiro, L. (2021). Analytical rheology of honey: A state-of-the-art review. *Foods*, 10(8). Available at: <https://doi.org/10.3390/foods10081709>.
- Getu, A., and Birhan, M. (2014). Chemical Analysis of Honey and Major Honey Production Challenges in and Around Gondar , Ethiopia. *Academic Journal of Nutrition*, 3(1), pp. 6–14. Available at: <https://doi.org/10.5829/idosi.aj.n.2014.3.1.84322>.
- Hakim, M. Agus F., Agriesta, D. (2021). Cerita Peternak Madu Kewalahan Penuhi Permintaan Saat Pandemi: Meningkatkan sampai 300 Persen, *Kompas.com*. Available at: <https://regional.kompas.com/read/2021/09/03/153329278/cerita-peternak-madu-kewalahan-penuhipermintaan-saat-pandemi-meningkat?page=2#> (Accessed: 14 November 2023).
- Handayani, T.H., Budiman, M.A., Elfirta, R.R. (2022). Aktivitas Antioksidan, Total Fenolik, dan Total Flavonoid Madu Apis mellifera dari Hutan Akasia (*Accacia crassicarpa*) Riau, Indonesia dengan Beberapa Perlakuan Pengeringan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2), pp. 231–243. Available at: <https://doi.org/10.47349/jbi/18022022/231>.
- Harjo, S., Radiati, L., Rosyidi, D. (2015). Quality of Water Content, Diastase Enzyme Activity and Hidroximetilfurfural (HMF) in Rubber and Rambutan Honey. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 10(1), pp. 18–21. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2015.010.01.3>.
- Harmain, U., Saragih, J.R., Simarmata, M., Pasaribu, M. (2023). Sosialisasi Budidaya Lebah Madu Tanpa Sengat (Stingless Bee) Dan Manfaatnya.

- Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, 2(2), pp. 159–165. Available at: <https://doi.org/10.36985/jpmsm.v2i2.517>.
- Hasan, A.E.Z., Herawati, H., Purnomo., Lathifah, A. (2020). Fisikokimia Madu Multiflora Asal Riau dan Potensinya Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Chemistry Progress*, 13(2), pp. 81–90. Available at: <https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31594>.
- Heryana, A. (2019). *Buku Ajar Metode Penelitian Pada Kesehatan Masyarakat*. (June), pp. 1–138.
- Gandjar, I.G. (2012). *Analisis Obat Secara Spektrofotometri dan Kromatograf*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Ika, A. (2020). Ini 3 Jenis Madu Palsu yang Beredar di Indonesia, Menurut Pakar Madu UI. *Kompas.com*. Available at: <https://regional.kompas.com/read/2020/11/13/09342651/ini-3-jenis-madu-palsu-yang-beredar-di-indonesia-menurut-pakar-madu-ui> (Accessed: 6 November 2023).
- Istiani, N.A. (2018). Analisis kualitas madu yang beredar di kota semarang berdasarkan parameter massa jenis, indeks bias, dan tegangan permukaan. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Jannetta, S. (2022). Madu Hutan Ber-SNI: Jaminan Kualitas, Perlindungan Konsumen dan Standar Produksi. *STANDAR: Better Standard Better Living*, 1(4), pp. 17–21.
- Jaya, F. (2017). *Produk-Produk Madu dan Hasil Olahannya*. Malang: UB Press.
- Karabagias, I., Badeka, A., Kontakos, S. (2014). Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*, 146, pp. 548–557. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105>.
- Kowalski, S., Duda, A., Lukasiewicz, M., Ziec, G. (2013). 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) -heat-induced formation, occurrence in food and biotransformation - A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63(4), pp. 207–225. Available at: <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0082-4>.
- Mao, W., Schuler, M.A., Berenbaum, M.R. (2013). Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(22), pp. 8842–8846. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1303884110>.
- Mayani, L., Yuwono, S.S., Ningtyas, D.W. (2014). Pengaruh Pengecilan Ukuran Jahe dan Rasio Air Terhadap Sifat Fisik Kimia dan Organoleptik Pada Pembuatan Sari Jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*,

2(4), pp. 148–158.

- Mohamed, M., Sirajudeen., Swamy., Sulaiman, S.A. (2010). Studies on the antioxidant properties of tualang honey of Malaysia. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 7(1), pp. 59–63. Available at: <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v7i1.57256>.
- Navaei, A.N., Ferns, Gordon., Karimian, M.S. (2021). The effects of honey on pro- and anti-inflammatory cytokines: A narrative review. *Phytotherapy Research*, 35(7), pp. 3690–3701. Available at: <https://doi.org/10.1002/ptr.7066>.
- Nielsen, Suzzane. (2009). *Food Analysis*. Fourth Edition, Medicines from Animal Cell Culture. Fourth Edi. West Lafayette: Springer. Available at: <https://doi.org/10.1002/9780470723791.ch23>.
- Obiedzińska, A., Biller, E., Tieszka, M. (2018). Determination of Hydroxymethylfurfural Content in Natural Honeys in Poland. *Pol. J. Appl. Sci.*, 4, pp. 60–64. Available at: <https://doi.org/10.34668/PJAS.2018.4.2.04>.
- Padjula, Y.H. (2019). Uji Kualitas Madu Trigona incisa di Desa Radda, Kecamatan Baebunta, Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan, *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Prabowo, S., Yuliani., Prayitno, Y.A., Lestari, K., Kusasvera, A. (2020). Penentuan Karakteristik Fisiko-Kimia Beberapa Jenis Madu Determination of Physico-chemical Characteristics of Some Honey Types by Conventional and Chemical Method Artikel Riset. *Journal of Tropical Agrifood*, 1(1), pp. 66–73.
- Pratiwi, A.D. (2020). Efek Gastroprotektor Madu Terhadap Penyembuhan Tukak Lambung. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), pp. 512–516. Available at: <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.340>.
- Primandasari, E.P., Susilo, A., Masyithoh, D. (2021). The effect of moisture content in Nusa Tenggara Timur Forest honey on viscosity, pH and total dissolved solids', IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 788(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012108>.
- Putra, A., dan Susanti, R. (2022). Pabrik Madu Oplosan di Palembang Digrebek Polisi, 2 Orang Ditangkap. *Kompas.com*. Available at: <https://regional.kompas.com/read/2022/05/20/192134978/pabrik-madu-oplosan-di-palembang-digerebek-polisi-2-orang-ditangkap> (Accessed: 2 November 2023).
- Qamer, S., Ali, S.S., Ahmed, F., Shakoori, A.R. (2013). Effect of storage on various honey quality parameters of Apis dorsata honey from Nepal. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(3), pp. 741–747.
- Rahayu, I.E., Kurnyawaty, N., Wijayanti, A., Bastomy, I. (2021). Pengujian mutu madu kawasan Tahura Lati Petangis sebagai upaya peningkatan nilai pasar.

- Community Empowerment*, 6(9), pp. 1701–1708. Available at: <https://doi.org/10.31603/ce.5969>.
- Rahmawati, M., and Nurhidayah, I. (2020). Effectiveness of the Use of Honey in the Healing Process of Second Degree Burns: Literature Review. *Idea Nursing Journal*, 11(3), pp. 6–11.
- Rasad, H., Dasthabi, A., Khansari, M., Entezeri, M.H. (2018). The effect of honey consumption compared with sucrose on lipid profile in young healthy subjects (randomized clinical trial). *Clinical Nutrition ESPEN*, 26(4), pp. 8–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.04.016>.
- Regina, O., Sudrajad, H., Syaflita, D. (2019). Measurement of Viscosity Uses an Alternative Viscometer. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2), p. 127. Available at: <https://doi.org/10.31258/jgs.6.2.127-132>.
- Ridhahani, F. (2020). Metodologi Penelitian Dasar. *Journal of Experimental Psychology: General*. Available at: <https://idr.uin-antasari.ac.id/14146/>.
- Rosyidi, D., Jaya, F., Aziz, A. (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), pp. 108–117. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2018.013.02.5>.
- Saputri, N.A., Pathiassana, M.T., Septiani, A.D. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Warna, Densitas, dan Viskositas Madu Hutan Lebah *Apis dorsata* Dari Kecamatan Lunyuk-Sumbawa. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), pp. 1–8.
- Savitri, E., Prayitno, A., Hadi, S. (2019). Peningkatan Kualitas Madu Dari Kampung Madu Lumbang Probolinggo Dengan Penerapan Teknologi Dehumidifikasi. *Semnas Abdimas*, pp. 1–7.
- Setiawan, Y. (2020). Analisis Fisikokimia Gula Aren Cair. *Agrosience (Agsci)*, 10(1), p. 69. Available at: <https://doi.org/10.35194/agsci.v10i1.971>.
- Shapla, U.M., Solayman., A, Nadia., Khalil, I., Gan, S.H. (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(1), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>.
- Siddiqi, S.A., Rahman, S., Rafiq, S., Jamil, F. (2020). Potential of dates (*Phoenix dactylifera* L.) as natural antioxidant source and functional food for healthy diet. *Science of the Total Environment*, 748. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141234>.
- Simeonov, S.P., and Afonso, C.A.M. (2013). Batch and flow synthesis of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) from fructose as a bioplatfrom intermediate: An experiment for the organic or analytical laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90(10), pp. 1373–1375. Available at:

<https://doi.org/10.1021/ed300780h>.

- Soekidjo, N. (2018). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta. Jakarta: Rineka Cipta, pp. 37–38.
- Suhesti, E., Hadinoto, H., Suwarno, E. (2024). Karakteristik Madu Kelulut (Heterotrigona itama) dari Hutan Adat Ghimbo Pomuan Kabupaten Kampar. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 19(1), pp. 63–73. Available at: <https://doi.org/10.31849/forestra.v19i1.12204>.
- Sohaimy, S.A., Masry, S.H.D., Shehata, M.G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), pp. 279–287. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.
- Suhendar, D., Tasdiq, A., Supriandin, A., Rohmatulloh, Y. (2022). Hubungan Antara Titik Didih dengan Persentase Massa dari Beberapa Larutan Madu dan Madu Komersial (The Relationship between Boiling Point and Mass Percentage of Some Natural and Commercial Honey Solutions). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 2(3), pp. 203–214. Available at: <https://doi.org/10.20886/jphh.2022.40.3.203>.
- Sulistyaningsih, P.A.T., Primaharinastiti, R. (2022) ‘Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Three Types of Monofloral Honey from Indonesia’, *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 9(3), pp. 290–297. Available at: <https://doi.org/10.20473/jfiki.v9i32022.290-297>.
- Sumantri., dan Rahman, A. (2013). *Analisis Makanan*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sumantri., Budiarti, A., Parameita, I. (2013). Perbandingan Kadar Sukrosa Dalam Madu Randu dan Madu Kelengkeng Dari Peternak Lebah dan Madu Perdagangan Di Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 10(1), pp. 1–6.
- Syuhriatin. (2019). Uji kemurnian madu yang dihasilkan lebah spesies *Ceran asp.* Dan *Trigona. Sp* dengan metode HMF (Hidroksi Methyl Furfural). *Avesina*, 13(1), pp. 43–49. Available at: <http://e-journal.unizar.ac.id>.
- Tatas, H.P., Brotosudarmo., Leenawaty, L. (2019). *Kimia Analitik Instrumentasi Sebuah Pengantar dengan Aplikasinya dalam Analisis Pigmen Alami*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Thomson, S.S., dan Sri, F.A. (2017). Budidaya Ternak Lebah Di Desa Sumberejo Kecamatan Merbau Kabupaten Deli Serdang. *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), pp. 168–178. Available at: <https://doi.org/10.32734/abdimestalenta.v2i2.2314>.
- Verma, N.K., Singht, A.K., Yadaf, V., Mall, P.C., Jaiswal, R. (2019). A review on nanoemulsion based drug delivery system. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 1(1), pp. 30–38. Available at:

<https://doi.org/10.33545/26647222.2019.v1.i1a.6>.

- Wardhani, H.A.K., Ratnasari, D., Kotimah, S.N. (2022). Kualitas Madu Lebah Apis dorsata Desa Semalah Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat. *BioWallacea : Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 9(2), p. 81. Available at: <https://doi.org/10.33772/biowallacea.v9i2.28720>.
- Widodo, S., Aisyah, A., Darmanti, S., Parman, S. (2023). Uji Kualitas Beberapa Madu Lokal di Semarang. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 8(2).
- Winarno, F. (1991). *Kimia Pangan dan Gizi*. Edited by F.. Winarno. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulansari, D.D. (2018). *Madu Sebagai Terapi Komplementer*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zainal, T.H., Wahyudin, E., Rifai, Y. (2019). Penetapan Kurva Standar Senyawa Tetra Hidroxy Ethyl Disulphate (THES) dalam Plasma Marmut (*Cavia porcellus*) Menggunakan KCKT. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 22(3), pp. 90–92. Available at: <https://doi.org/10.20956/mff.v22i3.5828>.

LAMPIRAN
PERHITUNGAN HASIL PENELITIAN

A. Perhitungan Uji Kadar Hidroksimetilfurfural (HMF)

1. Konsentrasi Larutan Baku Induk HMF

50,132 mg HMF dilarutkan dalam aquabides hingga volume 50 ml dan dicapai konsentrasi 1000 µg/mL.

$$\begin{aligned} 1000 \mu\text{g/mL} &= 1000 \text{ ppm} \\ &= 1000 \text{ mg/L} \\ &= 1000 \text{ mg} / 1000 \text{ mL} \\ &= 1 \text{ mg} / 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

2. Konsentrasi Larutan Baku Antara

10 mL larutan baku induk dilarutkan dalam aquabides hingga volume 50 mL dan dicapai konsentrasi 200 µg/mL.

$$\begin{aligned} C_1 \times V_1 &= C_2 \times V_2 \\ 1000 \times 10 &= C_2 \times 50 \\ 10.000 &= 50C_2 \\ C_2 &= 200 \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

3. Konsentrasi Larutan Baku Kerja

0,025 mL, 0,050 mL, 0,100 mL, 0,250 mL, 0,500 mL, 1,000 mL, dan 2,000 mL dari larutan baku antara masing-masing dilarutkan dalam aquabides hingga volume 10 mL dan dicapai konsentrasi 0,5 µg/mL, 1 µg/mL, 2 µg/mL, 5 µg/mL, 10 µg/mL, 20 µg/mL, dan 40 µg/mL.

a. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$\begin{aligned} 200 \times 0,025 &= C_2 \times 10 \\ 5 &= 10C_2 \\ C_2 &= 0,5 \mu\text{g/mL} \end{aligned}$$

b. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$\begin{aligned} 200 \times 0,050 &= C_2 \times 10 \\ 10 &= 10C_2 \end{aligned}$$

$$C_2 = 1 \mu\text{g/mL}$$

c. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$200 \times 0,100 = C_2 \times 10$$

$$20 = 10C_2$$

$$C_2 = 2 \mu\text{g/mL}$$

d. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$200 \times 0,250 = C_2 \times 10$$

$$50 = 10C_2$$

$$C_2 = 5 \mu\text{g/mL}$$

e. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$200 \times 0,500 = C_2 \times 10$$

$$100 = 10C_2$$

$$C_2 = 10 \mu\text{g/mL}$$

f. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$200 \times 1,000 = C_2 \times 10$$

$$200 = 10C_2$$

$$C_2 = 20 \mu\text{g/mL}$$

g. $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

$$200 \times 2,000 = C_2 \times 10$$

$$400 = 10C_2$$

$$C_2 = 40 \mu\text{g/mL}$$

Hasil Analisis Larutan Baku Kerja HMF				
No	Pengenceran	Kadar ($\mu\text{g/ml}$)	Luas Area (mV)	Rt (min)
1	0,025/10 ml	0,5	325964	6,50
2	0,050/10 ml	1	299668	6,52
3	0,100/10 ml	2	387157	6,52
4	0,250/10 ml	5	514985	6,51
5	0,500/10 ml	10	673425	6,50
6	1,000/10 ml	20	1224260	6,49
7	2,000/10 ml	40	2231273	6,49

Hasil Analisis Larutan Sampel Madu

No	Sampel	Rerata Waktu Retensi (min)	Rerata Luas Area (mV)	Rerata kadar HMF (mg/kg)	SNI
1	M1	6,44	558992	60,96	
2	M2	6,05	5363222	1047,86	
3	M3	6,08	4014225,5	770,68	
4	M4	6,04	801160	110,68	Maks 40 mg/kg
5	M5	6,44	440188	36,55	
6	K1	6,10	281735,5	4,01	

4. Perhitungan Kadar HMF pada Sampel Madu

a. M1

1). Luas area : 558539 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $558539 = 48680x + 262198$ $X = 6,087$	$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{C_{sp} \times V}{W}$ $= \frac{6,087 \mu\text{g/mL} \times 100 \text{ (mL)}}{10 \text{ gr}}$ $= \frac{6,087 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \times 100 \text{ (mL)}}{10 \times 10^{-3} \text{ (kg)}}$ $= 60,87 \text{ mg/kg}$
2). Luas area : 559445 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran: 10 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $559445 = 48680x + 262198$ $X = 6,106$	$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{C_{sp} \times V}{W}$ $= \frac{6,106 \mu\text{g/mL} \times 100 \text{ (mL)}}{10 \text{ gr}}$ $= \frac{6,106 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \times 100 \text{ (mL)}}{10 \times 10^{-3}}$ $= 61,06 \text{ mg/kg}$

b. M2

1). Luas area : 5386986 Berat Sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 4860x + 262198$ $5386986 = 4860x + 262198$ $X = 105,275$	$\text{Kadar HMF (mg/kg)} = \frac{C_{sp} \times V}{W}$ $= \frac{105,275 (\mu\text{g/mL}) \times 100 \text{ (mL)}}{10 \text{ gr}}$ $= \frac{105,275 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}}\right) \times 100 \text{ (mL)}}{10 \times 10^{-3} \text{ (kg)}}$ $= 1052,75 \text{ mg/kg}$
--	--

2). Luas area : 5339458 Berat Sampel : 10 gr Volume pengenceran : 10 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $5339458 = 48680x + 262198$ $X = 104,298$	Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$ = $\frac{104,298 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 gr}$ = $\frac{104,298 \times 10^{-3} (\frac{mg}{mL}) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ = 1042,98 mg/kg
---	---

c. M3

1). Luas area : 4016054 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $4016054 = 48680x + 262198$ $X = 77,11$	Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$ = $\frac{77,1 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 gr}$ = $\frac{77,1 \times 10^{-3} (\frac{mg}{mL}) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ = 771 mg/kg
2). Luas area : 4012397 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $4012397 = 48680x + 262198$ $X = 77,037$	Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$ = $\frac{77,037 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 gr}$ = $\frac{77,037 \times 10^{-3} (\frac{mg}{mL}) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ = 770,37 mg/kg

d. M4

1). Luas area : 798048 Bobot sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $798048 = 48680x + 262198$ $X = 11,007$	Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$ = $\frac{11,007 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 gr}$ = $\frac{11,007 \times 10^{-3} (\frac{mg}{mL}) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ = 110,07 mg/kg
2). Luas permukaan : 804272 Bobot sampel : 10 gr Volume injeksi : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $804272 = 48680x + 262198$ $X = 11,13$	Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$ = $\frac{11,13 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 gr}$ = $\frac{11,13 \times 10^{-3} (\frac{mg}{mL}) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ = 111,3 mg/kg

e. M5

<p>1). Luas area : 440496 Bobot sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $440496 = 48680x + 262198$ $X = 3,66$</p>	<p>Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$</p> $= \frac{3,66 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 \text{ gr}}$ $= \frac{3,66 \times 10^{-3} \left(\frac{mg}{mL}\right) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ <p>= 36,6 mg/kg</p>
<p>2). Luas area : 439880 Bobot sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $439880 = 48680x + 262198$ $X = 3,65$</p>	<p>Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$</p> $= \frac{3,65 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 \text{ gr}}$ $= \frac{3,65 \times 10^{-3} \left(\frac{mg}{mL}\right) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ <p>= 36,5 mg/kg</p>

f. K1

<p>1). Luas area : 286958 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi $Y = 48680x + 262198$ $286958 = 48680x + 262198$ $X = 0,508$</p>	<p>Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$</p> $= \frac{0,508 (\mu g/mL) \times 100 (mL)}{10 (gr)}$ $= \frac{0,508 \times 10^{-3} \left(\frac{mg}{kg}\right) \times 100 (mL)}{10 \times 10^{-3} (kg)}$ <p>= 5,08 mg/kg</p>
<p>2). Luas area : 276513 Berat sampel : 10 gr Volume pengenceran : 100 mL Persamaan regresi : $Y = 48680x + 262198$ $276513 = 48680x + 262198$ $X = 0,294$</p>	<p>Kadar HMF (mg/kg) = $\frac{C_{sp} \times V}{W}$</p> $= \frac{0,294 \times 10^{-3} \times 100}{10^{-3}}$ <p>= 2,94 mg/kg</p>

B. Hasil Uji Kadar Air

Sampel	Pengulangan	Rerata Kadar Air (%)	SNI
M1	26,5	26,33	Maks 22%
	26		
	26,5		
M2	22,5	22,66	
	22		
	23,5		
M3	23,5	23,33	
	23,0		
	23,5		
M4	21,5	21,66	
	21,5		
	22,0		
M5	23,5	23,00	
	23,5		
	22,0		
K1	18,5	18,66	
	19,0		
	18,5		

C. Perhitungan Uji Kadar Padatan Tak Larut dalam Air

Kadar Padatan Tak Larut dalam Air dihitung dengan rumus:

$$\frac{w_1 - w_2}{w} \times 100\% =$$

Blanko

Pengulangan I W1 : 19,07 W2 : 19,07 W : 0	$\frac{19,07 - 19,07}{0} \times 100\% = 0\%$
Pengulangan II W1 : 19,01 W2 : 19,02 W : 0	$\frac{19,01 - 19,01}{0} \times 100\% = 0\%$
Pengulangan III W1 : 20,45 W2 : 20,45 W : 0	$\frac{20,45 - 20,45}{0} \times 100\% = 0\%$

M1

Pengulangan I W1 : 15,54 gr W2 : 15,53 gr W : 20	$\frac{15,54 - 15,53}{20} \times 100\% = 0,05\%$
Pengulangan II W1 : 15,44 gr W2 : 14,44 gr W : 20 gr	$\frac{15,44 - 15,41}{20} \times 100\% = 0,15\%$
Pengulangan III W1 : 15,79 gr W2 : 15,77 gr W : 20 gr	$\frac{15,79 - 15,77}{20} \times 100\% = 0,1\%$

M2

Pengulangan I W1 : 16,31 gr W2 : 16,24 gr W : 20 gr	$\frac{16,31 - 16,24}{20} \times 100\% = 0,35\%$
Pengulangan II W1 : 15,64 gr W2 : 15,52 gr W : 20	$\frac{15,64 - 15,52}{20} \times 100\% = 0,6\%$
Pengulangan III W1 : 13,46 gr W2 : 13,39 gr W : 20 gr	$\frac{13,46 - 13,39}{20} \times 100\% = 0,35\%$

M3

Pengulangan I W1 : 14,04 gr W2 : 13,91 gr W : 20 gr	$\frac{14,04 - 13,91}{20} \times 100\% = 0,65\%$
Pengulangan II W1 : 13,35 gr W2 : 13,28 gr W : 20 gr	$\frac{13,35 - 13,28}{20} \times 100\% = 0,35\%$
Pengulangan III W1 : 13,68 gr W2 : 13,66 gr W : 20 gr	$\frac{13,68 - 13,66}{20} \times 100\% = 0,1\%$

M4

Pengulangan I W1 : 13,93 gr W2 : 13,91 gr W : 20 gr	$\frac{13,93 - 13,91}{20} \times 100\% = 0,1\%$
Pengulangan II W1 : 13,36 gr W2 : 13,34 gr W : 20 gr	$\frac{13,36 - 13,34}{20} \times 100\% = 0,1\%$
Pengulangan III W1 : 13,06 gr W2 : 13,04 gr W : 20 gr	$\frac{13,06 - 13,04}{20} \times 100\% = 0,1\%$

M5

Pengulangan I W1 : 19,81 gr W2 : 19,71 gr W : 20	$\frac{19,81 - 19,71}{20} \times 100\% = 0,5\%$
Pengulangan II W1 : 20,52 gr W2 : 20,48 gr W : 20	$\frac{20,52 - 20,48}{20} \times 100\% = 0,2\%$
Pengulangan III W1 : 17,26 gr W2 : 17,22 gr W : 20	$\frac{17,26 - 17,22}{20} \times 100\% = 0,2\%$

K1

Pengulangan I W1 : 13,21 gr W2 : 13,14 gr W : 20 gr	$\frac{13,21 - 13,14}{20} \times 100\% = 0,35\%$
Pengulangan II W1 : 13,57 W2 : 13,15 W : 20	$\frac{13,57 - 13,15}{20} \times 100\% = 0,2\%$

Pengulangan III W1 : 13,24 W2 : 13,17 W : 20	$\frac{13,24 - 13,17}{20} \times 100\% = 0,35\%$
---	--

Sampel	Pengulangan	Rerata Kadar Padatan Tak Larut dalam Air (%)	SNI
M1	0,05	0,1	Maks 0,5%
	0,15		
	0,1		
M2	0,35	0,43	
	0,6		
	0,35		
M3	0,65	0,36	
	0,35		
	0,1		
M4	0,1	0,18	
	0,15		
	0,3		
M5	0,5	0,3	
	0,2		
	0,2		
K1	0,35	0,3 ± 0,086	
	0,2		
	0,35		

D. Perhitungan Kadar Viskositas Madu

Sampel	Pengulangan	Rerata Kadar Viskositas (Pois)	SNI
M1	11,45	11,40	Min 10 Pois
	11,75		
	11,00		
M2	27,75	28,69	
	28,55		
	29,79		
M3	17,35	17,71	
	17,4		
	18,40		
M4	28,25	30,13	
	30		

	32,15	
M5	27,45	
	29,25	28,93
	30,1	
	34,05	
K1	35,59	35,14
	35,79	

E. Analisis Deskriptif Statistik

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Kadar_HMF_M1	2	60.9650	.13435
Kadar_HMF_M2	2	1047.8650	6.90843
Kadar_HMF_M3	2	770.6850	.44548
Kadar_HMF_M4	2	110.6850	.86974
Kadar_HMF_M5	2	36.5500	.07071
Kadar_HMF_K1	2	4.0100	1.51321
Valid N (listwise)	2		

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Kadar_Air_M1	3	26.3333	.28868
Kadar_Air_M2	3	22.6667	.76376
Kadar_Air_M3	3	23.3333	.28868
Kadar_Air_M4	3	21.6667	.28868
Kadar_Air_M5	3	23.0000	.86603
Kadar_Air_K1	3	18.6667	.28868
Valid N (listwise)	3		

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_M1	3	.1000	.05000
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_M2	3	.4333	.14434
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_M3	3	.3667	.27538
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_M4	3	.1833	.10408
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_M5	3	.3000	.17321
Kadar_Padatan_Tak_Lar ut_dalam_Air_K1	3	.3000	.08660
Valid N (listwise)	3		

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
Kadar_Viskositas_Madu_M1	3	11.4000	.37749
Kadar_Viskositas_Madu_M2	3	28.6967	1.02788
Kadar_Viskositas_Madu_M3	3	17.7167	.59231
Kadar_Viskositas_Madu_M4	3	30.1333	1.95342
Kadar_Viskositas_Madu_M5	3	28.9333	1.35308
Kadar_Viskositas_Madu_K1	3	35.1433	.95212
Valid N (listwise)	3		

LAMPIRAN GAMBAR

A. Observasi Tempat Penjualan Madu di Kota Semarang



Observasi madu di Semarang Barat



Observasi madu di Semarang Selatan



Observasi madu di Semarang Tengah



Observasi madu di Semarang Utara



Observasi madu di Semarang Timur



Observasi madu murni

B. Pengambilan Madu pada Setiap Wilayah di Kota Semarang



Madu dari Pasar Ngaliyan



Madu dari Pasar Bulu



Madu dari Pasar Johar



Madu dari Pasar Bandharharjo



Madu dari Pasar Metesah



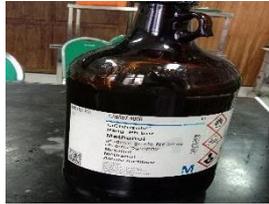
Madu Murni

C. Pengujian Kadar HMF Madu

1. Pembuatan Fase Gerak



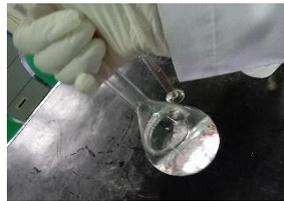
Aquabides



Methanol pro HPLC



Menuangkan aquabides dan methanol



Menghomogenkan larutan aquabides dan methanol

2. Pembuatan Larutan Baku Standar HMF



Neraca



Labu ukur



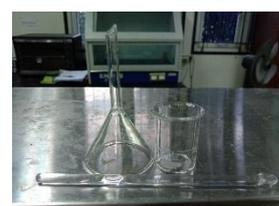
Serbuk hidroksimetilfurfural



Aquabides



Pipet mikro



Gelas beber, corong kaca, pengaduk kaca



Hight Performance Chromatography



Vial HPLC



Syringe dan filter GHP



Menimbang serbuk HMF



Membuat larutan baku induk (1000 µg/mL)



Membuat larutan baku antara (200 µg/mL)



Membuat larutan baku seri



Membuat larutan baku seri



Membuat larutan baku seri



Menyaring larutan ke dalam vial



Meletakkan vial ke *sample tray*



Mengoperasikan HPLC dari sistem

3. Pembuatan Larutan Sampel Madu



Labu ukur



Aqubides



Neraca



Vortex



Waterbath



Sampel madu



Syringe dan filter GHP



Mengawaudarakan sampel madu



Menimbang 10 gr sampel madu



Menambahkan aquabides hingga mencapai volume 50 ml



Mem-vortex larutan madu



Mengawaudarakan sampel madu



Menambahkan aquabides hingga mencapai volume 100 mL



Memasukkan larutan madu ke dalam vial dengan bantuan syringe dan filter GHP



Mengoperasikan HPLC melalui sistem

D. Pengujian Kadar Air Madu

1. Preparasi Alat dan Bahan



Sampel madu



Refraktometer madu



Aquades dan tisyu

2. Pengujian



Mengkalibrasikan alat



Membersihkan kaca prisma



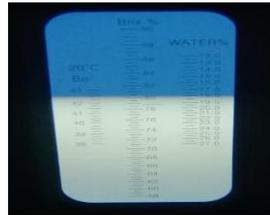
Meneteskan madu ke kaca prisma



Menutup kaca prisma



Mengamati hasil



Hasil uji kadar air

E. Pengujian Kadar Padatan Tak Larut Air pada Madu

1. Preparasi Alat dan Bahan



Beker, corong, pengaduk kaca, kertas saring



Oven



Neraca analitik



Krus



Air panas



Madu

2. Pengujian



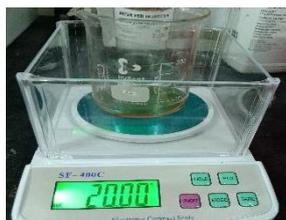
Mengoven kertas saring dan krus



Mendinginkan kertas saring dan krus di dalam desikator



Menimbang kertas saring dan krus



Menimbang 20 gr madu



Menuangkan air panas ke dalam madu



Mengaduk larutan madu



Menyaring larutan madu



Hasil penyaringan



Mengoven kertas saring yang berisi padatan tak larut



Mendinginkan kertas saring dan krus di dalam desikator



Menimbang kertas saring dan krus

F. Pengujian Kadar Viskositas Madu

1. Preparasi Alat dan Bahan



Sampel madu



Viskometer *brookfield*



Gelas beker

2. Pengujian



Mengisi gelas beker dengan
200 ml madu



Mengkalibrasikan alat
viskometer dan menyalakan
tombol on



Memasang rotor ukuran 2
dan mencelupkan ke dalam
gelas beker

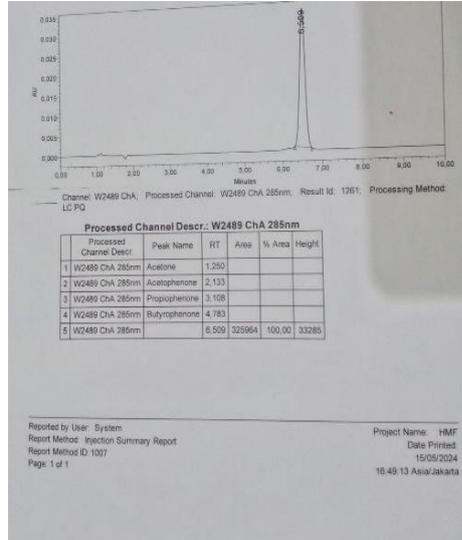


Mengatur ukuran rotor dan
speed pada layar lalu dan
menekan tombol OK

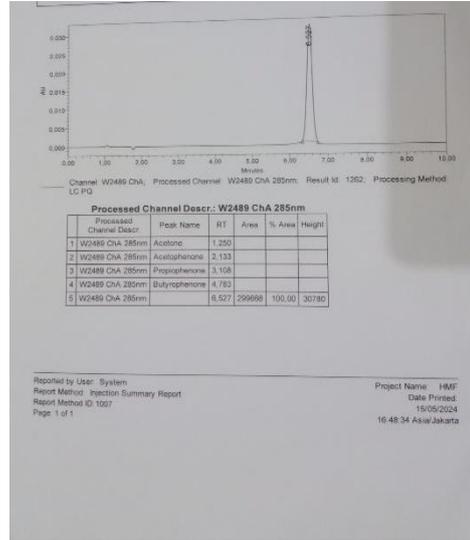


Mencatat hasil pengamatan

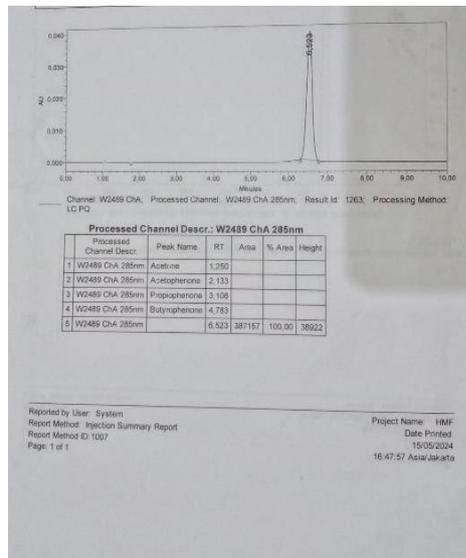
G. Kromatogram Larutan Standar HMF



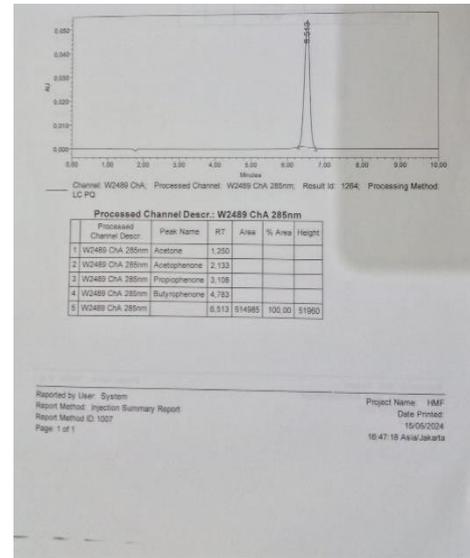
Standar 0,5 µg/mL



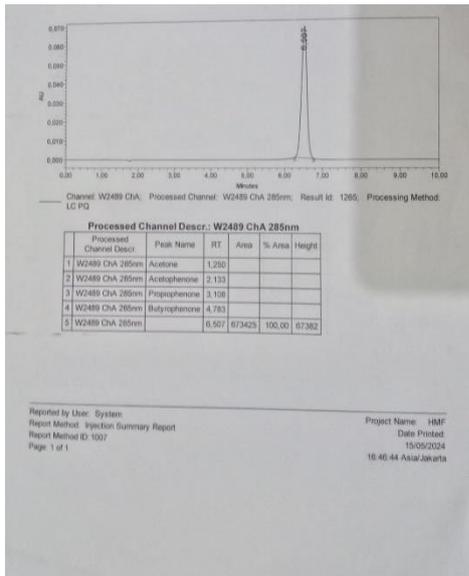
Standar 1 µg/mL



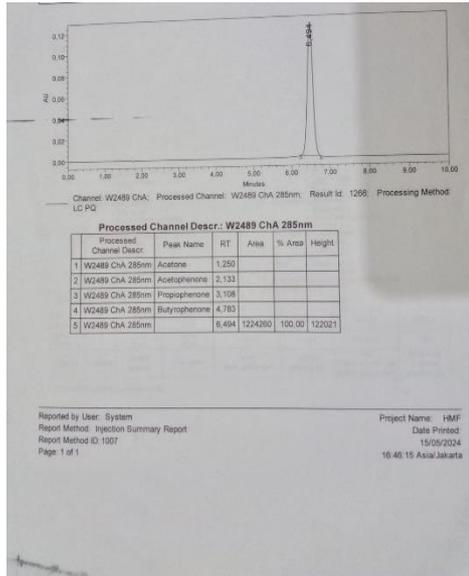
Standar 2 µg/mL



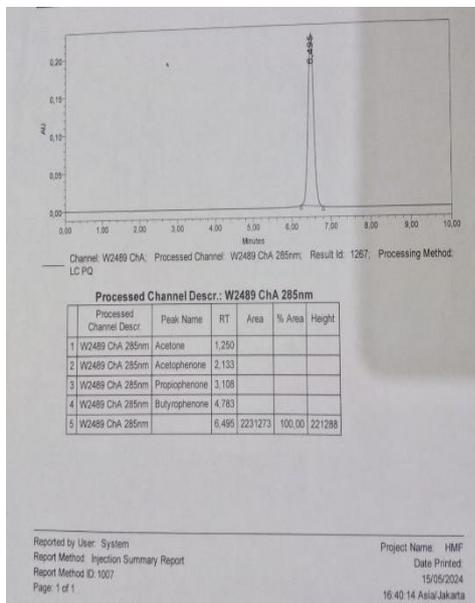
Standar 5 µg/mL



Standar 10 µg/mL

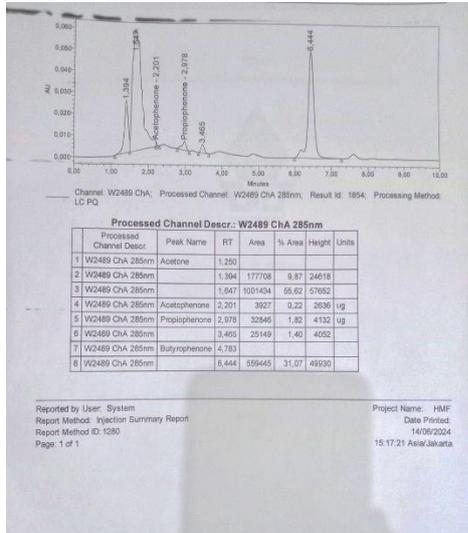


Standar 20 µg/mL

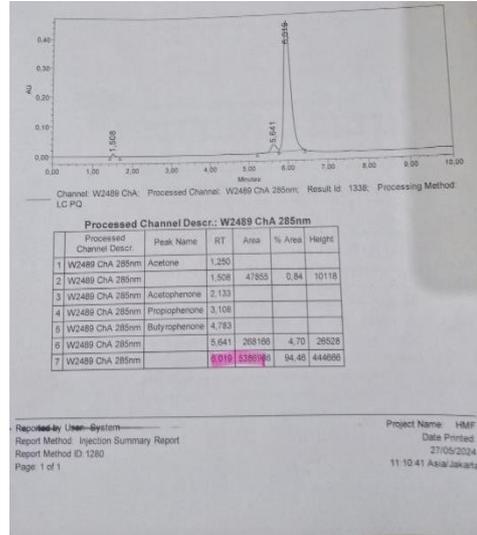


Standar 40 µg/mL

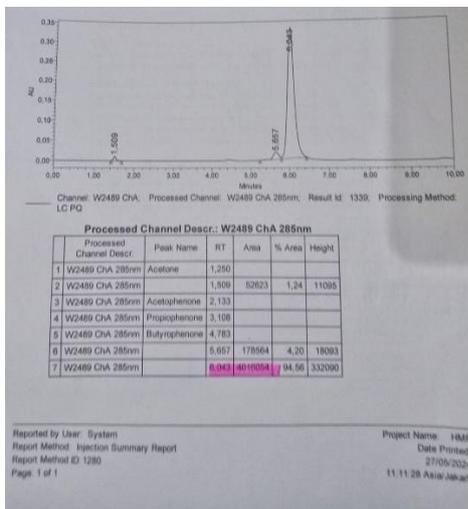
H. Kromatogram Larutan Sampel Madu



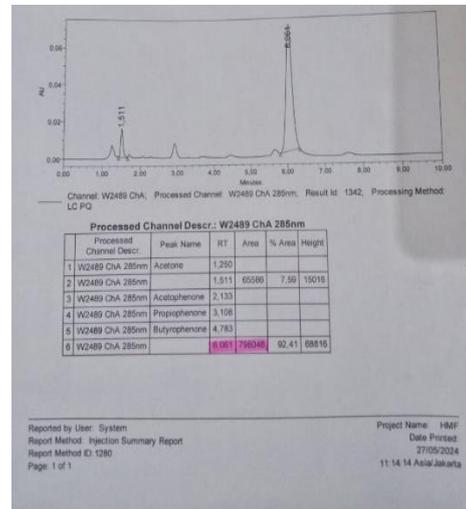
Sampel M1



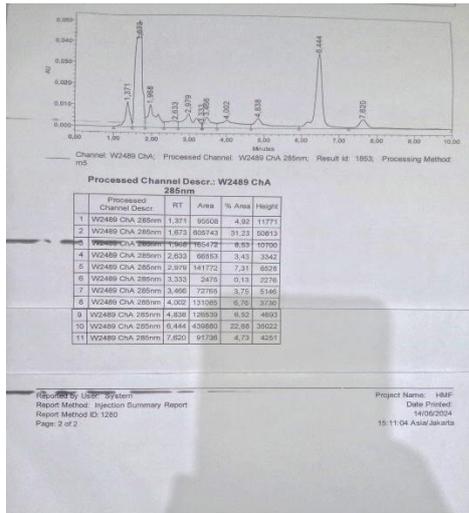
Sampel M2



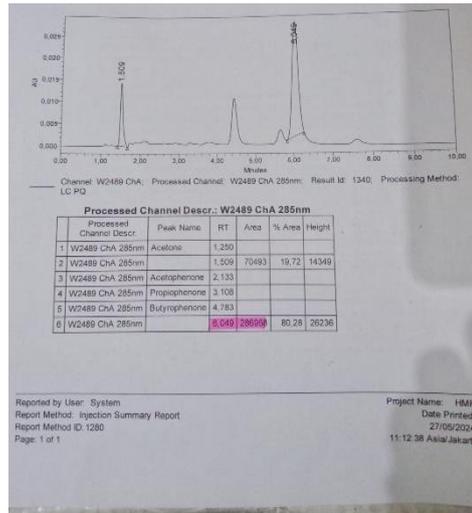
Sampel M3



Sampel M4



Sampel M5



Sampel K1

I. Lampiran Surat Perijinan Riset

Hal : Permohonan izin
Lampiran : 1 (satu) eksemplar

Yth. Kepala Laboratorium Sainstek Terpadu
Kepala Bidang Laboratorium Fisika
di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh
Dengan hormat kami sampaikan, bahwa untuk mendukung kelancaran pelaksanaan penelitian skripsi, maka kami memohon ijin untuk melaksanakan penelitian di laboratorium Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang sebagai berikut:

• Nama lengkap : Firdausil Jennah
NIM : 2007026049
Judul Penelitian : Analisis Kualitas Madu yang Beredar di Kota Semarang
Berdasarkan Kadar Hodroksimetilfurfural (HMF), Kadar Air,
Padatan Tak Larut Dalam Air, dan Viskositas.
Periode : Maret 2024
Daftar alat : Terlampir

Demikian surat permohonan ini saya sampaikan. Atas izin dan bantuan yang diberikan diucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Semarang, 08 Maret 2024

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Fitria Susilowati, M.Sc.
NIP : 199004192018012002

Pemohon



Firdausil Jennah
NIM : 2007026049



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Website: <https://fst.walisongo.ac.id/>

SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Nomor: B-2047/Un.10.8/D/SP.01.03/03/2024

Assalamu'alaikum wr. wb

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang memberikan izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu UIN Walisongo Semarang yang berada di Kampus 2 dan Kampus 3 bagi sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi sebagai berikut:

Nama : Firdausil Jennah
NIM/ NIP : 2007026049
Program Studi : Prodi Gizi/Fakultas Psikologi dan Kesehatan/
UIN Walisongo Semarang
Laboratorium : Laboratorium Fisika
Nomor *Whatsapp* : 081249013156

Surat izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu ini **berlaku mulai 25 Maret 2024 hingga 25 Juni 2024**. Evaluasi dan pembaruan/ perpanjangan izin penggunaan laboratorium dapat dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan mengisi formulir pembaruan izin laboratorium yang telah disediakan.

Demikian surat izin ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Semarang, **25 Maret 2024**

Dekan



SMAIL

Tembusan:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Wakil Rektor 2/ Ketua Satgas Penanggulangan COVID-19 UIN Walisongo Semarang
3. Kabiro ALPK UIN Walisongo Semarang
4. Kabag TU FST UIN Walisongo Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Website: <https://fst.walisongo.ac.id/>

SURAT IZIN PENGGUNAAN LABORATORIUM

Nomor: B-3093/Un.10.8/D/SP.01.03/05/2024

Assalamu'alaikum wr. wb

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang memberikan izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu UIN Walisongo Semarang yang berada di Kampus 2 dan Kampus 3 bagi sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi sebagai berikut:

Nama : Firdausil Jennah
NIM/ NIP : 2007026049
Program Studi : Prodi Gizi Fakultas Psikologi dan Kesehatan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Nomor Whatsapp : 081249013156

Surat izin penggunaan Laboratorium Saintek Terpadu berlaku :

1. Tanggal : 20 Mei s.d 20 Agustus 2024.
2. Mulai Pukul : 08.00 – 16.00 WIB
3. Tempat : Laboratorium Biologi
4. Tujuan : Pengujian materi tugas akhir

Demikian surat izin ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum wr. wb,

Semarang, 20 Mei 2024

Dekan,



Prof. Dr. Musahadi, M.Ag.

NIP. 19690709 199403 1 003

Tambusan:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Kabiro AUPK UIN Walisongo Semarang
3. Kabag TU FST UIN Walisongo Semarang

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Firdausil Jennah
Tempat, Tanggal Lahir : Probolinggo, 11 Februari 2002
Alamat : Dusun Karanganyar RT/RW 03/06 Desa
Sokaan Kecamatan Krejengan Kabupaten
Probolinggo
Email : firdausiljennah39@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal

- a. TK PKK Pertiwi II 2006 – 2008
- b. SDN Sokaan 02 2008 – 2014
- c. SMP Al - Ma'hadul Islami 2014 – 2017
- d. SMA Al - Ma'hadul Islami 2017 - 2020

2. Pendidikan Non Formal

- a. Madin Babul Muta'allimin 2008 – 2014
- b. Mutawassith Al - Ma'hadul Islami 2014 – 2017
- c. Tsanawi Al - Ma'hadul Islami 2017 - 2020

C. Pengalaman

1. Praktik Kerja Gizi Klinik di RSD KRMT Wongsonegoro 2023.
2. Praktik Kerja Gizi Institusi di RSD KRMT Wongsonegoro 2023.
3. Praktik Kerja Gizi Masyarakat di Puskesmas Bandarharjo 2023.
4. Asisten Dosen Analisa Gizi 2024.
5. Asisten Laboratorium Praktikum Gizi Daur Kehidupan 2022.
6. Asisten Laboratorium Praktikum Teknologi Pangan 2023.
7. Asisten Laboratorium Praktikum Biokimia 2023-2024.
8. Asisten Laboratorium Praktikum Kimia Pangan 2024.
9. Asisten Laboratorium Praktikum Analisa Gizi 2024.
10. Pengabdian kepada Masyarakat di Desa Pundenarum Kecamatan Karangawen Kabupaten Demak 2024.
11. Bendahara Umum UKM-F MASA periode 2021-2022.