

**Identifikasi Alduteran Molase Dalam Madu Lebah Tanpa Sengat Dengan  
Menggunakan Metode FTIR**

**Laporan Tugas Akhir**

**Sri Meti Nila Dewi  
11171071**



**Universitas Bhakti Kencana  
Fakultas Farmasi  
Program Strata IFarmasi  
Bandung  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Identifikasi Aldeteran Molase Dalam Madu Lebah Tanpa Sengat Dengan Menggunakan Metode FTIR**

**Laporan Tugas Akhir  
Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Farmasi**


**Sri Meti Nila Dewi  
11171071**

**Bandung, 07 Juli 2021**

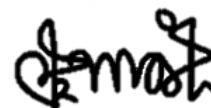
**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Serta,**



**(Ivan Andriansyah,.S.SI.,M.Pd.)  
NIDN.0424098203**



**(Apt.Winasih Rachmawati, M.Si.)  
NIDN. 0412097702**

## **ABSTRAK**

### **IDENTIFIKASI ALDUTERAN MOLASE DALAM MADU LEBAH TANPA SENGAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE FTIR**

**Oleh :**

**Sri Meti Nila Dewi**

**11171071**

Madu merupakan bahan alami yang sangat bermanfaat bagi kesehatan karena memiliki banyak manfaat, apalagi jika madu yang dikonsumsi adalah madu alami. Madu Trigona sp memiliki nilai komersial yang tinggi karena harganya yang mahal, dibandingkan dengan jenis madu lainnya, kandungan propolisnya lebih banyak. Madu ini sering dipalsukan. Hal ini jelas merugikan konsumen, sehingga diperlukan metode analisis yang tepat untuk mengatasi hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi cemaran Molase pada madu mentah yang beredar di masyarakat. Analisis FTIR digunakan untuk mendapatkan sidik jari madu, dan Molase melalui analisis stoikiometri menggunakan principal component analysis (PCA). Menggunakan FTIR untuk mengukur spektrum inframerah daerah sidik jari, bilangan gelombang  $4000-650\text{ cm}^{-1}$ , resolusi  $4\text{ cm}^{-1}$ . Hasil score plot nilai PCA yang di dapat PC-1 terhadap PC-2 berturut turut yaitu PC-1 97% dan PC-2 yaitu 3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai taksiran PC-1 dan PC-2 untuk sampel madu A, B dan C berada pada kuadran yang sama dengan Molase. Dapat disimpulkan bahwa sampel madu A, B dan C diduga mengandung Molase.

**Kata Kunci :** Adulteran, FTIR, Kemometri, Madu trigona, Molase, PCA

**ABSTRACT****IDENTIFICATION OF ALDUTERAN MOLASSES IN STINGLESS  
HONEY BY USING THE FTIR METHOD****By :****Sri Meti Nila Dewi****11171071**

*Honey is a natural ingredient that is very beneficial for health because it has many benefits, especially if the honey consumed is natural honey. Trigona sp honey has a high commercial value because of its high price, compared to other types of honey, it contains more propolis. This honey is often adulterated. This is clearly detrimental to consumers, so we need an appropriate analytical method to overcome this. The purpose of this study was to detect molasses contamination in raw honey circulating in the community. FTIR analysis was used to obtain fingerprints of honey, and molasses through stoichiometric analysis using principal component analysis (PCA). Using FTIR to measure the infrared spectrum of the fingerprint area, wave number  $4000-650\text{ cm}^{-1}$ , resolution  $4\text{ cm}^{-1}$ . The results of the PCA score plot obtained by PC-1 against PC-2 respectively followed by PC-1 97% and PC-2 3%. The results showed that the estimated values of PC-1 and PC-2 for honey samples A, B and C were in the same quadrant as Molasses. It can be concluded that honey samples A, B and C are suspected to contain molasses.*

*Keywords: Adulterant, FTIR, Chemometry, Trigona honey, Molasses, PCA*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahiim,*

*Alhamdulillahirabbilalamiin,* segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, ridho, dan kasih sayang-Nya memberikan segala yang terbaik bagi hambanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Identifikasi Alduteraan Molase Dalam Madu Lebah tanpa Sengat Menggunakan Metode FTIR”. Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu dari syarat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Strata Satu (S1) di Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana Bandung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa ketulusan doa, semangat, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu selayaknya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga, yaitu orang tua, nenek, bibi dan adik-adik yang sangat penulis sayangi dan cintai. Terima kasih atas dukungan, do'a dan semangat yang telah diberikan baik secara moral maupun material
2. Bapak Ivan Andriansyah, S.Si., M.Pd. selaku pembimbing utama dan ibu Apt. Winasih Rachmawati, M.Si. selaku pembimbing serta yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan. Semoga Allah membalas segala kebaikan beliau dengan rahmat-Nya.
3. Seluruh dosen dan seluruh civitas akademika Fakultas Farmasi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
4. Kepada Sahabat-sahabat penulis Eka Rahmawati, Tinna Nur Utami Awaliyah, Nadya Choerunnisa, Ulfani Sandika Sah, Nadhira Zakiyah, Felia Putri A, Meyka Dan Anjani Pratiwi yang telah setia menemani, membantu dan menyemangati penulis sehingga penulis dapat menyelesaikannya dengan tepat waktu.
5. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi S1 Farmasi Angkatan 2017 yang telah membantu dan memberi dukungan bagi penulis sehingga akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Satu-satunya doa yang dapat penulis sampaikan adalah semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis akan dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa. Sebagai manusia biasa, penulis tentu menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran.

Akhir kata penulis mengucapkan *Jazakumullahu khairan katsira* dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, bagi penulis pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa mendatang. Semoga Allah senantiasa melindungi kita serta memberikan petunjuk-Nya pada setiap langkah kita. Aamiin.

Bandung, Juli 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB IPENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	2
I.3. Tujuan Dan Manfaat Penelitian .....	2
I.4. Hipotesis Penelitian .....	2
I.5. Tempat dan waktu Penelitian.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
II.1. Madu .....	3
II.2. Taksonomi.....	3
II.3. Morfologi.....	4
II.4. Mutu Madu.....	5
II.5. Adulteran.....	5
II.6. Molase.....	6
II.7. FTIR.....	6
II.7.1. Pengukuran menggunakan instrument FTIR .....	7
II.7.2 Prinsip Dasar FTIR.....	7
II.7.3. Pengukuran menggunakan instrument FTIR .....	7
II.7.4. Komponen FT-IR .....	8
II.7.5. Spektrum FT-IR .....	8
II.8. Analisis Sidik Jari .....	8
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
<b>BAB IV Alat dan Bahan.....</b>	<b>11</b>
IV.1. Alat .....	11
IV.2. Bahan.....	11
<b>BAB V Prosedur Penelitian.....</b>	<b>12</b>

V.1. Pengumpulan Bahan .....	12
V.2. Pencampuran Bahan Baku .....	12
V.3. Pengukuran Spektrum FTIR Molase .....	12
V.4. Deteksi Adulteran pada Sampel .....	12
V.6. Analisis Data secara Kemometrik .....	12
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
V.1 Pola spektrum FTIR.....	14
V.1.1 Pola Spektrum FTIR Madu Murni .....	14
V.1.2 Pola Spektrum Molase .....	15
V.1.3 Pola Spektrum FTIR Baku Campuran.....	16
V.1.3 Pola Spektrum FTIR Sampel.....	17
V.3. Analisis Kemometrik .....	19
V.3.1 Sebaran sumber Madu murni dan Molase .....	19
V.3.2 Sebaran sumber Madu Murni dan Molase (3 Daerah) Cross Validation .....	20
V.4 Simulasi Model PCA .....	20
VI.5 Pengujian sampel.....	25
V.5.1. Pengujian Sampel A .....	25
V.5.2. Pengujian Sampel B .....	25
V.5.2. Pengujian Sampel C .....	26
<b>BAB VII. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>27</b>
VII.1 Kesimpulan .....	27
VII.2 Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>30</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Persyaratan Mutu Madu.....5



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Skema Alat Spektrofotometri Inframerah.....	9
Gambar VI.1 Pola Spektrum FTIR Madu Murni Sumedang, Madu Murni Kediri dan Madu Murni Pandeglang.....	15
Gambar VI.2 Pola Spektrum FTIR Molase Sumedang, Molase Kediri dan Molase Pandeglang.....	15
Gambar VI.3 Pola Spektrum FTIR Gabungan Molase dan Madu Murni .....	16
Gambar VI.4 Pola Spektrum FTIR Gabungan Molase, Madu Murni dan Sampel A ....	17
Gambar VI.5 Pola Spektrum FTIR Gabungan Molase, Madu Murni dan Sampel B ....	17
Gambar VI.6 Pola Spektrum FTIR Gabungan Molase, Madu Murni dan Sampel C ....	18
Gambar VI.7 Hasil Score Plot PCA Madu dan Molase .....	19
Gambar VI.8 Hasil Score Plot PCA Cross Validation Madu dan Molase.....	20
Gambar VI.9 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 5% PC-1 terhadap PC-2.. .....	20
Gambar VI.10 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 10% PC-1 terhadap PC-2.. .....	21
Gambar VI.11 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 15% PC-1 terhadap PC-2.. .....	21
Gambar VI.12 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 20% PC-1 terhadap PC-2.. .....	22
Gambar VI.13 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 25% PC-1 terhadap PC-2.. .....	22
Gambar VI.14 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 30% PC-1 terhadap PC-2.. .....	23
Gambar VI.15 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 40% PC-1 terhadap PC-2.. .....	23
Gambar VI.16 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Simulasi 50% PC-1 terhadap PC-2.. .....	24
Gambar V.12 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Sampel A (S.A) PC-1 terhadap PC-2.....	25
Gambar V.13 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Sampel B (S.B) PC-1 terhadap PC-2.....	25

Gambar V.14 Hasil Score Plot PCA Gabungan Madu dan Molase dengan Sampel C  
(S.C) PC-1 terhadap PC-2.....26

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Tabel Nilai Eigen Values .....	28
Lampiran 2	Madu Murni .....	28
Lampiran 3	Madu Sampel.....	28
Lampiran 4	Molase.....	29
Lampiran 5	Simulasi Campuran.....	29

**DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG**

SINGKATAN	MAKNA
N.M.R.	Nuclear Magnetic Resonance
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
PCR	Polymerase Chain Reaction

## **BAB IPENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Indonesia memiliki luas hutan mencapai 136,88 juta hektar dan sedikitnya terdapat 115 tanaman, dari kekayaannya itulah yang menjadi sumber nektar untuk pakan lebah yang menghasilkan madu (Kementerian Kehutanan, 2010). Sumber makanan serangga yaitu tumbuhan, adalah yang utama. Oleh sebabnya Tumbuhan dapat menghasilkan nektar, aroma dan warna, sehingga memudahkan serangga untuk mencari sumber makanan, salah satunya lebah sebagai penghasil madu. (Salmah, S., T. Inoue & S.F. Sakagami, 1990.)

Madu adalah bahan alami sehat yang sangat baik. Karena madu memiliki banyak manfaat. Terlebih jika jenis madu yang dikonsumsi adalah madu alami. Madu memiliki berbagai macam kandungan: antibakteri, antiinflamasi, hingga antioksidan yang tentunya baik untuk kesehatan. Rata-rata masyarakat Indonesia menggunakan madu sebagai campuran pada jamu tradisional guna menyembuhkan berbagai penyakit seperti infeksi pada saluran cerna dan pernafasan, juga meningkatkan kebugaran tubuh (Mandal MD, 2011).

Secara data literature Konsumsi madu per kapita per tahun di Indonesia sekitar 10 gram, sedangkan produksi madu alam hanya sekitar 3 gr/kapita/tahun (Murtidjo, 2011). Karena ketidakstabilan antara permintaan dan pemenuhan permintaan madu, secara otomatis mendorong para produsen madu khususnya mencari cara untuk mensiasati kebutuhan tersebut. Seperti yang dijabarkan pada artikel berita Tribunnews pada bulan Januari 2018, Indonesia masih mengimpor madu sebesar 70% dari kebutuhan nasional atau sekitar 3.000 ton madu per tahun, dan tidak sedikit konsumen tertipu membeli madu oplosan (palsu). Salah satu nya, yaitu jenis madu lebah tanpa sengat (*Trigona spp*) yang banyak tambahan zat lain yang terkandung didalamnya.

Madu palsu diproduksi dengan cara penghilangan dan penggantian bahan utama dan penambahan bahan yang tidak boleh ditambahkan (alduterasi), 7% dari tiga teratas adalah bahan yang sering dipalsukan setelah minyak zaitun dan susu. (Moore dkk, 2012). Maka dari itu, agar dapat membedakan madu asli dengan madu yang sudah tercampur bahan-bahan lain, diperlukan model deteksi adulterasi. Beberapa cara yang biasa dilakukan untuk memastikan kemurnian atau keaslian suatu madu dapat dilakukan dengan cara tes daya serap, tes kuning telur, dan tes korek api. Namun keakuratan ini belum bisa dipastikan. Oleh sebab itu diperlukan suatu metode lain yang digunakan guna mendeteksi adanya alduteran pada madu dengan metode FTIR.

Metode yang diambil untuk mendeteksi adulteran pada kopi tersebut digunakan metode spektroskopi Fourier Transform Infrared (FT-IR). Spektroskopi FT-IR ini adalah suatu alat atau instrument yang dapat digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi. Spektroskopi FT-IR dapat menganalisis adanya campuran dalam sampel tanpa merusak sampel yang akan dianalisisnya. Informasi data yang kompleks merupakan hasil dari spektrum inframerah, sehingga dapat menggambarkan secara menyeluruh karakteristik kimia suatu sampel. Maka dari itu membedakan tumbuhan yang satu dengan yang lainnya dapat menggunakan spektrum inframerah. (Sanchez, 2018). Pendekatan yang digunakan untuk mendeteksi adulteran dalam Madu menggunakan metode FT-IR adalah pola sidik jari, analisis kemometrik kemudian diuji pada sampel.

Ada berbagai macam cara agar dapat membedakan antara madu asli dan madu palsu. Salah satunya yaitu dengan cara melihat dari kandungan enzim dari madu dengan menggunakan metode spektrofotometri UV. Tetapi untuk mengetahui kandungan gula metode spektrofotometri UV tidak dapat dilakukan. Metode FTIR menganalisis kandungan gugus fungsi dari senyawa tersebut, maka akan dianalisis gugus fungsi yang terdapat di molase dan yang terdapat di madu trigona spp.

## **I.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti merumuskan suatu permasalahan menjadi:

1. Apakah FTIR bisa digunakan untuk mendeteksi adulterant molase pada madu?
2. Apakah terdapat adulteran molase pada madu?

## **I.3. Tujuan Dan Manfaat Penelitian**

1. Penelitian dilakukan untuk menganalisis apakah FTIR bisa digunakan untuk mendeteksi adulterant molase pada madu.
2. Untuk menganalisis apakah terdapat adulterant molase pada madu.

## **I.4. Hipotesis Penelitian**

Diduga dapat dibedakan antara adulteran untuk madu dan molase

## **I.5. Tempat dan waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Bhakti Kencana Bandung

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1. Madu

Madu merupakan cairan alami yang memiliki rasa manis dan karakteristik yaitu kental yang dikumpulkan oleh lebah madu yang dihasilkan dari sari bunga atau bagian lain tumbuhan, dan kandungan yang dimiliki madu itu kompleks, yang terdiri dari gula dan unsur lainnya, seperti enzim, asam amino, asam organik, karotenoid, vitamin, mineral dan zat aromatik. Madu berasal dari nektar yang diolah lebah sebagai pakan yang disimpan dalam sarang. Komponen utama dari nektar adalah sukrosa, fruktosa dan glukosa, serta zat gula lainnya seperti maltosa, melibiosa, rafinosa dan turunan karbohidrat lainnya (Suranto, 2004). Madu juga kaya akan zat bermanfaat, seperti flavonoid dan asam fenolik, yang memiliki berbagai efek biologis dan juga dapat digunakan sebagai antioksidan alami. (Alqarni et al., 2014; Kolayli, Can, Yildiz, Sahin, & Karaoglu, 2016). Cairan manis ini juga bermanfaat sebagai sumber energi bagi sarang lebah. Masyarakat juga dapat mempertimbangkan manfaat madu sebagai penambah energi bagi tubuh melalui berbagai bentuk konsumsi seperti minuman, makanan dan kosmetika dasar (Disbun Jatim, 2012) Manfaat madu, permintaan akan madu terus meningkat, terutama konsumsi.

### II.2. Taksonomi

Madu yang dihasilkan oleh lebah dibagi menjadi dua kelompok, yaitu yang berasal dari lebah bersengat dan lebah tanpa sengat. Lebah madu tanpa sengat (*stingless bee*) menghasilkan madu yang memiliki rasa asam dan harganya yang dibanderol lebih mahal dibandingkan dengan jenis madu lainnya. Lebah madu tanpa sengat diklasifikasikan ke dalam 2 genus yakni, *Melipona* dan *Trigona*. Secara Kuantitatif, madu yang berasal dari lebah *trigona* spp. mempunyai kadar air yang tinggi, kadar gula rendah, memiliki campuran rasa antara manis dan asam, aroma yang khas, serta warna madu yang lebih jernih (Ávila, dkk 2018). Sedangkan pada lebah *Trigona* spp. produksi madunya dipengaruhi oleh besarnya kapasitas koloni, karena produksi madu maupun produk yang lain tergantung dari jumlah lebah strata pekerja dalam koloni yang bertugas mencari dan mengambil pakan (Angraini, 2006). Selain perbedaan spesies, besarnya koloni juga dapat dipengaruhi oleh bentuk sarangnya (Oldroyd et al., 1997 ; Halcroft et al., 2013). Bentuk sarang yang terdapat pada lebah tanpa sengat dapat digunakan untuk membedakan spesies satu dengan spesies lainnya yang termasuk genus *Trigona* (Rasmussen, 2013). Ada sekitar 202 spesies *Trigona* spp, yang termasuk dalam sejumlah besar genus, terdiri dari 55 genus dan 186 takson yang berbeda, dibagi menjadi 61 subgenus. *Scaura*

dan *Tetragona Tetragonula* dan *Austroplebeia*, *GenioTrigona*, *HeteroTrigona*, *HomoTrigona*, *LisoTrigona*, *PlatyTrigona*, *Tetragonula* dan *TeTrigona* telah ditemukan di daratan Australia (Rasmussen dan Cameron, 2010)

### II.3. Morfologi

*Stingless bee* diklasifikasikan ke dalam 2 genus, yaitu, *Melipona* dan *Trigona*. Genus *Meliponasecara* jumlah lebih besar, bahkan lebih besar dari pada lebah madu biasa (*Apis mellifera Linnaeus*). Lebah *trigona spp.* merupakan sekelompok besar lebah jenis *stingless bee* yang hidup berkelompok dan membentuk koloni, tersebar di daerah tropis di seluruh dunia. Penyebarannya dapat ditemukan di Amerika Selatandan Tengah, Afrika, Asia Barat Daya dan Australia(Michener, 2013). Jenis madu yang dihasilkan *trigonaspp.* secara kauntitatif mempunyai kadar air yang tinggi akan tetapi kadar total karbohidrat dan kadargulanya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *Apis mellifera*, memiliki campuran rasa manis dan asam, aroma khusus, dan warna yang lebih jernih(Avila, Beux, Ribani, & Zambiazi, 2018; Chuttong, Chanbang, Sringarm, & Burgett, 2016). Lebah *trigona* banyak ditemukan diwilayah tropis dengan iklim panas dibandingkan subtropis Devanesan et al., 2002). Dilihat dari karakter morfologi tubuh lebah *trigona* secara keseluruhan berwarna hitam dengan panjang tubuh rata-rata antara 3,7 –4,5 mm, lebar kepala antara 1,7 – 1,9 mm, panjang sayap yang diukur dari jarak antara percabangan M-Cu dan pangkal basal dari sel marginal (WL) berkisar antara 1 – 1,2 mm, dan panjang tungkai belakang (HTL) antara 1,4 – 1,6 mm.



## II.4. Mutu Madu

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan		
			Madu Hutan	Madu Budidaya	Madu Lebah Tanpa Sengat
A	Uji Organoleptik				
1	Bau		Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
2	Rasa		Khas Madu	Khas Madu	Khas Madu
B.	Uji Laboratoris				
1	Aktivitas Enzim Diastase	DN	min 1*)	min 3*)	min 1*)
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	maks 40	maks 40	maks 40
3	Kadar Air	% b/b	maks 22	maks 22	maks 27,5
4	Gula Pereduksi (dihitung sebagai glukosa)	% b/b	min 65	min 65	min 55
5	Sukrosa	% b/b	maks 5	maks 5	maks 5
6	Keasaman	MI NaOH/kg	maks 50	maks 50	maks 200
7	Padatan Tak Larut dalam Air	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,7
8	Abu	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
9	Cemaran Logam				
	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
	9.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,2	maks 0,2	maks 0,2
	9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks 0,03	maks 0,03	maks 0,03
10	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks 0,1	maks 0,1	maks 1,0
11	Kloramfenikol	mg/kg	Tidak terdeteksi		
Catatan : Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen					

Tabel 2.1 Persyaratan mutu madu menurut SNI 8664-2018

## II.5. Adulteran

Adulteran merupakan pemalsuan makanan atau minuman yang dilakukan secara sengaja yang menyebabkan bisa menurunkan kualitas dari makanan atau minuman. Pemalsuan ini berefek merubah tampilan, komposisi serta khasiat atau manfaat dari makanan atau minuman tersebut. Adulteran dilakukan dengan mencampur atau menambah bahan lain yang tidak seharusnya ada, yang ditujukan untuk meningkatkan bobot dan penampilan makanan atau minuman untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar dari biasanya (Srivastava, 2015).

Saat ini Madu lebah tanpa sengat atau trigona spp sangat diminati oleh masyarakat karena kandungan propolisnya. Hal ini menyebabkan harga madu trigona spp ini tergolong mahal. Pemalsuan pada madu ini memiliki dampak merugikan konsumen maupun produsen.

Adulteran menyebabkan madu ini kemurniannya berkurang, sehingga manfaat serta khasiat dari madunya berkurang. Dalam banyak kasus, alasan utama pedagang yang tidak bermoral untuk memalsukan madu adalah kebutuhan finansial untuk mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi dengan mencampur bahan-bahan berharga dengan bahan-bahan yang lebih murah. (Asensio *et al.*, 2008).

## II.6. Molase

Molase merupakan limbah dari pabrik gula yang tidak dapat dikristalkan dan dimanfaatkan lagi menjadi gula pasir, mengandung gula dan asam – asam anorganik yang cukup tinggi. Kandungan molase diantaranya: glukosa, fruktosa, Nitrogen, Kalsium, Magnesium, Potassium dan Besi (Simanjuntak, 2009).

Proses molase dimulai dengan menggiling tebu untuk diambil sarinya. Air tebu dipanaskan hingga terbentuk kristal gula. Cairan yang tersisa setelah menelan kristal gula disebut molase. Produsen gula mengulangi proses di atas selama beberapa tahun. Waktu pemanasan Setiap pemanasan akan membentuk molase dengan sifat yang berbeda-beda. Salah satu jenis molase yang terkenal yakni molase *blackstrap*. Molase *blackstrap* diperoleh dari tiga kali pemanasan. Molase umum digunakan sebagai pemanis, termasuk untuk membuat kue. Hasilnya, tiap-tiap molase yang dihasilkan dari tingkat pemanasan akan memberikan karakteristik yang berbeda. Jika dilihat dari nutrisinya, molase *blackstrap* disebutkan lebih menyehatkan karena mengandung lebih banyak mineral dan vitamin. (Simanjuntak, 2009).

## II.7. FTIR

FTIR adalah singkatan dari Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Dalam bahasa Indonesia disebut juga dengan Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier. FTIR adalah proses untuk mendapatkan serapan inframerah atau spektrum radiasi zat padat, cair atau gas. Singkatnya, FTIR bekerja dengan mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel selama analisis. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi adsorpsi yang didasarkan pada perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul zat. Spektrum inframerah dihasilkan dengan melewatkan cahaya melalui sampel, mengukur intensitas cahaya dengan detektor dan membandingkannya dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ). Umumnya, FTIR paling umum digunakan untuk penentuan kuantitatif dan kualitatif senyawa organik. Dalam penelitian kuantitatif, FTIR digunakan untuk

menentukan konsentrasi analit dalam sampel. FTIR sekarang digunakan untuk penelitian kualitatif untuk menentukan gugus fungsi yang terkandung dalam sampel. kompleks. (Rajabzadeh, Sagha, Gholami, & Hemmati, 2015)

Parameter validasi FTIR merupakan pengulangan dari sistem (presisi), akurasi, rentang linear, batas deteksi (LOD) dan batas kuantifikasi (LOQ). FTIR adalah teknik analitis untuk molekul organik, dengan rentang IR (4000  $\text{cm}^{-1}$ - 400  $\text{cm}^{-1}$ ) yang menginformasikan tentang struktur dan gugus fungsi dalam analit. FTIR dapat digunakan secara kuantitatif, sebagai energi yang diserap pada panjang gelombang tertentu sebanding dengan jumlah obligasi terkait energi, sehingga dengan konsentrasi yang lebih besar dari analit lebih banyak energi akan diserap.

### **II.7.1.Pengukuran menggunakan instrument FTIR**

Pengukuran menggunakan instrument FTIR Instrumen FTIR menggunakan (A Nicolet 6700 dari Thermo Nicolet Corp., Madison, WI) dengan detektor (DTGS) sebagai pendeteksi dan KBr sebagai pembagi berkas, di olah menggunakan perangkat lunak sistem operasi OMNIC (Versi 7.0 Thermo Nicolet) [18]. Semua spektrum FTIR discan antara bilangan gelombang dari 4000 - 650  $\text{cm}^{-1}$ , pada resolusi 4  $\text{cm}^{-1}$ . Spektrum ini dicatat sebagai nilai absorbansi pada masing-masing titik data. Pengukuran sampel diulang tiga kali.

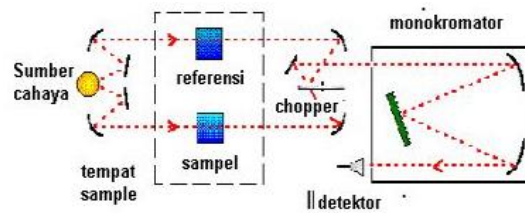
### **II.7.2 Prinsip Dasar FTIR**

FTIR bekerja berdasarkan radiasi inframerah. Radiasi inframerah dihasilkan ketika cahaya melewati sampel. Detektor mengukur intensitas cahaya dan membandingkannya dengan intensitas ketika tidak ada sampel berdasarkan panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ ) atau bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ). (Anam, 2007)

### **II.7.3. Pengukuran menggunakan instrument FTIR**

Pengukuran menggunakan instrument FTIR Instrumen FTIR menggunakan (A Nicolet 6700 dari Thermo Nicolet Corp., Madison, WI) dengan detektor (DTGS) sebagai pendeteksi dan KBr sebagai pembagi berkas, di olah menggunakan perangkat lunak sistem operasi OMNIC (Versi 7.0 Thermo Nicolet) . Semua spektrum FTIR discan antara bilangan gelombang dari 4000 - 650  $\text{cm}^{-1}$ , pada resolusi 4  $\text{cm}^{-1}$ . Spektrum dicatat sebagai nilai absorbansi setiap titik data. Pengukuran sampel dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

#### II.7.4. Komponen FT-IR



Gambar II.2 Skema alat spektrofotometer inframerah  
(Dachriyanus, 2004)

- a. Sumber cahaya inframerah, tempat sinar datang. Sebagai sumber cahaya yang umum digunakan adalah lampu tungsten, Narnst glowers, atau glowbars. Dispersi spektrofotometer inframerah menggunakan monokromator, yang digunakan untuk memilih panjang gelombang.
- b. Interferometer, untuk mengatur intensitas sumber cahaya inframerah dengan mengubah posisi cermin reflektif yang memantulkan cahaya ke sampel.
- c. Untuk sampel, tergantung pada jenis analisisnya, cahaya jatuh dari permukaan sampel ke dalam ruang sampel melalui cermin.
- d. Detektor, berfungsi untuk mengubah sinyal radiasi inframerah menjadi sinyal listrik.
- e. Komputer, interferogram yang akan diubah menjadi spektrum inframerah dengan bantuan komputer (Bunaciu *et al.*, 2011)

#### II.7.5. Spektrum FT-IR

Spektrum FT-IR Merupakan hasil interaksi antar senyawa dalam matriks sampel yang kompleks. Spektrum FT-IR ini dapat digunakan untuk membedakan tumbuhan satu dengan yang lainnya meskipun komposisi senyawa kimianya belum diketahui secara pasti. Spektrum ini dapat menginformasikan struktur molekular dengan pita serapan yang spesifik untuk membedakan suatu bahan baku yang memiliki kemiripan (Bunaciu *et al.*, 2012.)

#### II.8. Analisis Sidik Jari

Analisis sidik jari adalah Analisis yang dapat mengevaluasi dan mengontrol kualitas tanaman obat multikomponen. Analisis ini menginformasikan komponen kimia dalam bentuk

spektrogram, kromatogram dan grafik lainnya yang diperoleh dari teknik analitik untuk menentukan identitas, kualitas dan keaslian suatu tanaman obat. Komposisi kimia tanaman obat sangat dipengaruhi oleh sumber tanaman, proses pengeringan dan faktor lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penentuan komposisi kimia untuk mengetahui aktivitas biologis dan kemungkinan efek samping dalam penelitian klinis dan farmakologis. obat. Bahan aktif. Dan tingkatkan kontrol kualitas produk (Borges *et al*, 2007).

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian ini meliputi preparasi sampel, pencampuran bahan baku, pengukuran spektrum inframerah, pembuatan model sidik jari secara kemometrik, analisis adulteran pada sampel.

Preparasi sampel diawali dengan pengumpulan bahan baku terlebih dahulu yang terdiri dari bahan baku madu trigona dan molase yang diambil dari peternakan langsung dari 3 provinsi yang berada yaitu Jawa Barat (Sumedang), Jawa Timur (Kediri) dan Banten (Pandeglang).

Pencampuran dilakukan dengan cara mencampurkan madu trigona murni dengan molase dengan berbagai konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60% dan dilakukan pengulangan sebanyak 10x.

Pengukuran spektrum inframerah dilakukan menggunakan alat FT-IR. Spektrum FT-IR dibaca pada frekuensi  $4000-650\text{ cm}^{-1}$  dan resolusi  $4\text{ cm}^{-1}$ , dengan teknik pengukuran *reflectance*. Pembuatan model sidik jari secara kemometrik diolah dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA), untuk interpretasi hasil yang lebih sederhana. Ketika jumlah variabel dalam suatu matriks dikurangi untuk membuat variabel baru sambil mempertahankan informasi yang terkandung dalam data.

Analisis adulteran pada sampel madu trigona yang ada di pasaran dengan produsen yang berbeda dianalisis dengan alat spektroskopi FT-IR dan diolah secara kemometrik dengan metode PCA, sehingga dapat dilihat pemisahan kuadran antara madu trigona yang asli dengan madu trigona yang sudah dicampur dengan adulteran.