

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Madu

Madu merupakan cairan alami yang memiliki konsistensi kental dan rasa manis yang dikumpulkan oleh lebah madu yang dihasilkan dari sari bunga atau bagian lain tumbuhan, dan memiliki kandungan paling 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. Nektar adalah suatu senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar “*necterifier*” tanaman dalam bentuk larutan gula yang bervariasi. Komponen utama dari nektar yaitu: sukrosa, fruktosa, dan glukosa serta zat-zat gula lainnya seperti maltosa, melibiosa, rafinosa, dan turunan karbohidrat lainnya (Suranto, 2004). Madu juga kaya akan manfaat, diantaranya sebagai flavonoid dan asamfenolik yang menunjukkan berbagai efek biologis, dan juga bertindak sebagai antioksidan alami (Alqarni et al., 2014; Kolayli, Can, Yildiz, Sahin, & Karaoglu, 2016). Cairan manis ini juga memiliki manfaat sebagai sumber energi bagi koloni lebahnya. Manfaat madu tersebut dapat juga dirasakan oleh manusia sebagai penambah energi bagi tubuh dengan berbagai macam bentuk konsumsi seperti, minuman, makanan, maupun untuk kebutuhan kosmetik (Disbun Jatim, 2012). Sebanding dengan manfaat madu, kebutuhan akan madu terus meningkat terutama untuk dikonsumsi.

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). Berkisar 202 jenis Lebah *trigona* spp yang termasuk dalam jumlah genus besar yang terdiri dari 186 takson yang berbeda termasuk ke dalam 55 genus yang terbagi dalam 61 sub-genus. Sub-genus lebah *trigona* spp ini tersebar di beberapa belahan benua, diantaranya: di Amerika Selatan ditemukan genus *ApalaTrigona*, *CeleTrigona*, *CephaloTrigona*, *DolichoTrigona*, *Melipona*, *NanoTrigona*, *OxyTrigona*, *ParaTrigona*, *Plebeia*, *Scaura*, dan *Tetragona*. Di benua Australia ditemukan genus *Tetragonula* dan *Austroplebeia*. Di benua Afrika genus yang ditemukan adalah *AxetoTrigona*, *ApoTrigona*, dan *Plebeina*. Di wilayah Asia Tenggara diantaranya ditemukan genus *GenioTrigona*, *HeteroTrigona*, *HomoTrigona*, *LisoTrigona*, *PlatyTrigona*, *Tetragonula*, dan *TeTrigona* (Rasmussen dan Cameron, 2010).

II.3. Morfologi

Stingless bee diklasifikasikan ke dalam 2 genus, yaitu, *Melipona* dan *Trigona*. Genus *Melipona* secara jumlah lebih besar, bahkan lebih besar daripada lebah madu biasa (*Apis mellifera* Linnaeus). Lebah *trigona* spp. merupakan sekelompok besar lebah jenis *stingless bee* yang hidup berkelompok, membentuk koloni, dan tersebar di daerah tropis di seluruh dunia. Penyebarannya dapat ditemukan di Amerika Selatan dan Tengah, Afrika, Asia Barat Daya dan Australia (Michener, 2013). Jenis madu yang dihasilkan *trigona* spp. secara kuantitatif mempunyai kadar air yang tinggi akan tetapi kadar total karbohidrat dan kadarnya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *Apis mellifera*, memiliki campuran rasa manis dan asam, aroma khusus, dan warna yang lebih jernih (Avila, Beux, Ribani, & Zambiasi, 2018; Chuttong, Chanbang, Sringarm, & Burgett, 2016). Lebah *trigona* banyak ditemukan di wilayah 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. Alasan utama pemalsuan madu oleh pedagang nakal biasanya didorong oleh kebutuhan ekonomi yang bertujuan untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar dengan metode mencampur bahan bernilai tinggi dengan bahan yang bernilai lebih rendah (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 untuk mendapatkan molase diawali dengan penghancuran tebu guna mengambil air perasannya. Air tebu kemudian dipanaskan hingga pada akhirnya menghasilkan kristal gula. Cairan yang tertinggal setelah kristal gula diambil inilah yang disebut dengan molase. Proses di atas akan diulangi oleh produsen gula hingga beberapa kali pemanasan. Tiap satu kali pemanasan akan menghasilkan jenis molase yang memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain. 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 merupakan singkatan dari *Fourier-transform Infrared Spectroscopy*. Dalam Bahasa Indonesia, bisa juga dinamakan Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier. FTIR adalah suatu teknik untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair, atau gas. Secara sederhananya, prinsip kerja FTIR adalah untuk mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi adsorpsi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi infra merah oleh molekul suatu materi. Spektrum inframerah

tersebut dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}). Umumnya, FTIR lebih sering digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Pada riset kuantitatif, FTIR dipakai untuk mengetahui konsentrasi analit dalam sampel. Sedangkan, FTIR pada riset kualitatif dimanfaatkan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang terkandung dalam suatu senyawa. (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 cm^{-1} - 400 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 cm^{-1} . Spektrum ini dicatat sebagai nilai absorbansi pada masing-masing titik data. Pengukuran sampel diulang tiga kali.

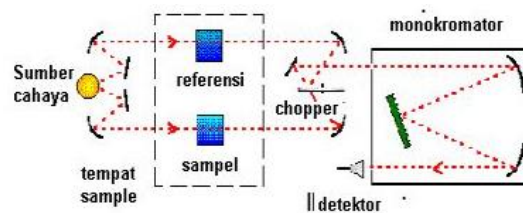
II.7.2 Prinsip Dasar FTIR

FT-IR bekerja berdasarkan inframerah yang dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (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 cm^{-1} , pada resolusi 4 cm^{-1} . Spektrum ini dicatat sebagai nilai absorbansi pada masing-masing titik data. Pengukuran sampel diulang tiga kali.

II.7.4. Komponen FT-IR



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

- 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 berfungsi untuk menyeleksi panjang gelombang.
- Interferometer, untuk mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan cara mengubah posisi cermin pemantul yang akan memantulkan sinar ke sampel.
- Sampel, sinar akan memasuki kompartemen sampel yang diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis.
- Detektor, berfungsi untuk mengubah sinyal radiasi inframerah menjadi sinyal listrik.
- 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 antara senyawa-senyawa kimia 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 suatu analisis yang dapat digunakan guna evaluasi dan kontrol kualitas multikomponen dari tanaman obat. 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. Komponen kimia dalam tanaman obat sangat dipengaruhi pada faktor-faktor seperti sumber tanaman, proses pengeringan dan faktor lainnya, sehingga diperlukan adanya penentuan komponen kimia untuk menjamin kepercayaan dalam penelitian klinis dan farmakologis, mengetahui bioaktivitas dan kemungkinan efek samping dari komponen aktif dan untuk meningkatkan kontrol kualitas produk (Borges *et al*, 2007).