

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Madu (*Mel depuratum*)

1. Definisi



Gambar 1. Madu (*Mel depuratum*) (Dinkes Madiun, 2020)

Madu adalah cairan alami yang umumnya berasa manis dan dihasilkan lebah madu (*Apis sp.*) dari sari tumbuhan (*floral nektar*) ataupun bagian tumbuhan lain (*ekstra floral*). Nektar berasal dari tumbuhan berbunga dan merupakan cairan tumbuhan yang mengalir melalui daun dan kulit pohon. Setelah menelan nektar, lebah memfermentasi nektar di perut dengan mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa menggunakan enzim invertase. Madu disimpan didalam sel-sel sarang lebah, yang setelah itu mengalami ekstraksi air, pembentukan monosakarida, dan pengayaan dengan campuran aromatik. Setelah 3 sampai 7 hari, lebah menutup selnya dengan lilin yang mematangkan madu (Adji, 2007).

Madu adalah bahan makanan alami yang dapat digunakan tanpa pemrosesan untuk menambah manis kepada makanan (Gairola dkk, 2013). Madu memiliki banyak senyawa termasuk air, mineral, gula, asam organik, karbohidrat, vitamin, senyawa bioaktif, dan enzim (Hudri 2014).

2. Jenis-jenis

Berdasarkan sumber nektarnya madu dibagi menjadi dua bagian, yakni madu berbunga tunggal dan madu berbunga banyak. Madu berbunga tunggal (*monofloral*) ialah madu yang berasal dari satu jenis sari bunga. Sedangkan madu berbunga banyak (*multifloral*) merupakan madu yang berasal dari berbagai sari bunga. Contoh madu monofloral antara lain madu kelengkeng, madu randu, madu mahoni, madu kopi, dan madu karet (Hammad, 2014).

Jenis-jenis madu berdasarkan sumber nektarnya dibedakan menjadi 3, yaitu:

2.1 Madu Flora. Madu bunga atau flower honey adalah madu murni yang terbuat dari nektar bunga. Madu ini terdiri dari dua jenis madu, yaitu:

2.1.1 Madu Monoflora, merupakan madu yang terbuat dari nektar dan hanya berasal dari satu jenis bunga.

2.1.2 Madu Multiflora, merupakan madu yang terbuat dari nektar dan berasal lebih dari satu jenis bunga.

2.2 Madu Ekstrafiora. Madu ekstrafiora merupakan madu yang diperoleh lebah dari nektar yang terdapat di bagian luar bunga, yaitu di bagian lain tanaman seperti daun, ranting, dan batang.

2.3 Madu embun. Madu embun merupakan madu yang diperoleh lebah dari sekresi serangga tertentu yang biasa ditemukan pada tumbuhan dan kelopak bunga (Rostita, 2007).

3. Kandungan

Madu ialah makanan yang mengandung berbagai nutrisi seperti karbohidrat, mineral, asam amino, protein, dekstrin, vitamin, pigmen nabati dan aromatik. Juga, menurut penelitian ahli gizi dan pangan “madu” memiliki karbohidrat yang paling banyak (82,4% lebih tinggi) diantara produk hewani lainnya, setiap 100 gram madu murni memiliki 294 kalori, atau 1000 gram madu murni setara dengan 50 butir telur ayam, atau 1.680 gram daging, atau 5.675 liter susu (Aden, 2010).

Tabel 1. Kandungan gizi (Data Nutrisi USDA, 2018)

Komposisi	Jumlah
Energi	304 kcal
Gula	82,12 g
Lemak	0 g
Karbohidrat	82,4 g
Protein	0,3 g
Asam Pantotenat	0,068 mg
Riboflavin (Vit. B2)	0,038 mg
Niacin (Vit. B3)	0,121 mg
Vitamin C	0,5 mg
Vitamin B6	0,024 mg
Folat (Vit. B9)	2 g
Kalsium	6 mg
Potasium	52 mg
Air	17,1 g
Fosfor	4,0 mg
Besi	0,42 mg
Sodium	4 mg
Magnesium	2 mg
Zinc	0,22 mg

4. Manfaat

Secara umum, madu merupakan sumber energi yang baik, yang membantu tubuh menjadi lebih tahan lama dan kuat. Madu dengan cepat menyebar melalui darah, memberikan energi yang cepat. Madu telah terbukti mendukung pembentukan darah dan pembersihan darah. Selain itu, memiliki efek positif dalam membantu dan mengatur sirkulasi darah (Shaikh, 2015).

Madu memiliki antibakteria yang membantu mengobati infeksi dan luka bakar. Adanya viskositas madu yang membatasi pelepasan oksigen, rasio karbon terhadap nitrogen yang tinggi, oksidasi glukosa untuk menghasilkan H_2O_2 dan tekanan osmotik yang tinggi membuat kelangsungan hidup bakteri menjadi sulit (Rostita, 2007).

5. Kualitas Mutu

Kualitas madu di Indonesia ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 8664:2018 yang tercantum dalam Tabel 2. Standar ini merupakan standar kualitas madu yang telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN).

Tabel 2. Persyaratan Mutu Madu Berdasarkan SNI 8664:2018

No	Jenis uji	Satuan	Madu hutan	Madu budidaya	Madu lebah tanpa sengat
A Uji organoleptik					
1	Rasa		Khas madu	Khas madu	Khas madu
2	Bau		Khas madu	Khas madu	Khas madu
B Uji laboratoris					
1	Kadar air	% b/b	maks 22	maks 22	maks 27,5
2	Gula pereduksi	% b/b	min 65	min 65	min 55
3	Keasaman	ml NaOH/kg	maks 50	maks 50	maks 200
4	Abu	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
5	Cemaran mikroba:				
	5.1 Angka lempeng total (ALT)	koloni/g	$<5 \times 10^3$	$<5 \times 10^3$	$<5 \times 10^3$
	5.2 Angka paling mungkin (APM) koliform	APM / g	<3	<3	<3
	5.3 Kapang dan khamir	koloni/g	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^1$
CATATAN *) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen					

Kualitas madu juga bergantung pada sifat fisik dan kimia madu. Menurut Bogdanov (2010) terdapat 8 sifat fisika yang terdapat pada madu yaitu:

5.1 Kadar air. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya fermentasi yang akan mempengaruhi lama penyimpanan madu. Nilai kadar air madu adalah antara 0,55 sampai 0,75.

5.2 Higroskopi. Jumlah molekul air yang dapat diserap oleh suatu zat disebut higroskopi. Higroskopi mempengaruhi kadar air madu. Adanya molekul air yang diserap akan menurunkan jumlah kadar air.

5.3 Sifat termal. Sifat termal digunakan dalam pengolahan madu. Panas yang dipakai adalah 0,56 hingga 0,73 kal/g°C, tergantung komposisi madunya.

5.4 Warna. Madu memiliki berbagai macam warna, termasuk kuning, coklat gelap, hitam atau gelap. Madu hitam biasa digunakan di industri, sedangkan madu cerah biasa dijual langsung oleh pedagang pasar.

5.5 Rotasi optik. Rotasi optik mempengaruhi pengukuran madu alami atau buatan. Hal ini dapat diamati dengan menggunakan alat polarimeter. Setiap gula akan menunjukkan arah rotasinya. Misalnya, glukosa menunjuk ke arah rotasi optik positif, sedangkan fruktosa biasanya menunjuk ke arah rotasi optik negatif.

5.6 Konduktivitas listrik. Pada madu terkandung mineral, adanya mineral ini bertindak sebagai elektrolit yang dapat menghantarkan listrik.

5.7 Densitas. Kadar air juga berpengaruh pada densitas atau kepadatan, hal ini biasanya menunjukkan bahwa kepadatan madu adalah 50% lebih tinggi dari kepadatan air.

5.8 Viskositas. Kadar air berpengaruh pada viskositas. Semakin tinggi kadar air, semakin rendah viskositasnya. Viskositas madu merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas madu.

B. Uji Kualitas Madu

1. Kadar Air

Kadar air dalam madu dapat diukur dengan refraktometer. Refraktometer merupakan alat yang dipakai untuk mengukur konsentrasi atau kadar suatu zat terlarut. Misalnya garam, gula, protein, dll. Prinsip kerja refraktometer yakni dengan menggunakan pembiasan cahaya. Indeks bias dapat diukur secara akurat dengan presisi hingga 0.001, dan dapat diperkirakan dengan presisi hingga 0,0002 dari skala kaca. Prinsip pengukuran didasarkan pada cahaya yang melewati

prisma hanya dapat melewati antarmuka antara prisma dan cairan yang bekerja pada sudut yang jatuh dalam batas tertentu yang ditentukan oleh sudut antara alas dan cairan. Persyaratan kadar air madu menurut SNI 8664:2018 kurang dari 22%, dan pemanasan dilakukan pada suhu di bawah 50°C untuk memenuhi standar ini.

2. Kadar Gula Pereduksi

Penentuan kadar gula pereduksi digunakan untuk mengetahui kadar gula total dalam sampel. Pengujian kadar gula dilakukan dengan metode refraktometri menggunakan refraktometer. Refraktometer bekerja berdasarkan prinsip bagaimana cahaya dibiaskan saat melewati larutan yang disebut indeks bias. Pengujian dilakukan dengan meneteskan sampel atau madu pada permukaan refraktometer dan membaca indeks biasnya. Semakin tinggi kadar gula maka semakin tinggi indeks biasnya, dan semakin besar skala refraktometernya (Zain, 2015). Kandungan gula dinyatakan dalam °Bx. °Bx adalah konsentrasi padatan terlarut dalam larutan dan menunjukkan persentase gula dalam larutan. Hasil nilai dibaca secara langsung pada display skala refraktometer.

3. Keasaman

Keasaman dalam madu adalah salah satu parameter yang mempengaruhi kualitas madu. Semakin tinggi keasaman madu, maka semakin rendah kualitas madu. Penentuan kadar keasaman dapat dilakukan dengan metode titrasi alkalimetri, yaitu analisis yang didasarkan pada perhitungan kandungan zat asam dalam larutan basa yang sesuai dan terstandar. Alat yang digunakan dalam mengukur jumlah basa atau asam adalah buret, dan yang menunjukkan benar atau tidaknya asam adalah indikator.

4. Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik yang dihasilkan oleh pembakaran makanan. Kandungan dan komposisi abu tergantung jenis bahan baku dan metode pembakaran. Menganalisis kadar abu digunakan untuk mengetahui kandungan mineral pada bahan baku yang diuji dan mengetahui proses pengolahannya baik atau buruk, mengetahui jenis bahan baku yang digunakan, sebagai parameter yang digunakan untuk nilai gizi makanan, kadar abu juga akan digunakan sebagai perkiraan kandungan bahan utama dalam pembuatan produk.

5. Angka Lempeng Total

ALT adalah angka yang menunjukkan jumlah koloni bakteri aerob mesofilik yang terdapat dalam milliliter atau pergram sampel uji. Uji ALT dilakukan untuk mengukur jumlah bakteri yang tumbuh dan berkembang dalam suatu sampel, serta sebagai acuan yang dapat membantu menentukan keamanan dan kualitas sampel, apakah masih layak dikonsumsi atau tidak. Uji ALT dapat dilakukan dengan menggunakan 2 teknik yaitu teknik sebaran (*spread plate*) dan cawan tuang (*pour plate*). Prinsip ALT adalah mengencerkan preparat yang diteliti dan selanjutnya dilakukan penanaman pada media agar. Berdasarkan Per KBPOM Nomor 12 Tahun 2014 jumlah bakteri untuk ALT tidak lebih dari 10^4 (DepKes, 1994).

6. Angka Paling Mungkin (APM)

Metode pengujian APM (Angka Paling Mungkin) atau MPN (*Most Probable Number*) adalah pengujian yang menunjukkan fermentabilitas Coliform dalam suatu sampel. Pada metode APM, media cair digunakan dalam tabung reaksi, dan perhitungannya didasarkan pada jumlah tabung positif. Hasil positif dapat diamati dengan melihat adanya kekeruhan atau pembentukan gas pada tabung Durham untuk bakteri penghasil gas. Biasanya menggunakan 5 atau 3 tabung untuk setiap pengenceran. Lebih banyak tabung yang digunakan untuk menghitung nilai APM, akan meningkatkan tingkat akurasi menjadi lebih tinggi. Metode APM umumnya digunakan untuk menghitung bakteri dalam sampel cair, meskipun dapat juga digunakan untuk sampel lain. Macam bakteri yang dapat dihitung dengan metode APM juga beragam tergantung media yang digunakan untuk pertumbuhannya (Supardi I & Sukanto, 1999).

7. Angka Kapang Khamir

Perhitungan AKK digunakan untuk memperkirakan jumlah kapang atau khamir pada suatu sampel. Jumlah kapang atau khamir ialah jumlah koloni yang ditumbuhkan pada media yang sesuai pada suhu 20-25 °C selama 5 hari dan dinyatakan sebagai koloni/ml.

Kapang adalah mikroorganisme uniseluler berbentuk benang tipis yang disebut hifa, kumpulan dari hifa adalah miselium. Kapang berkembang biak dengan membelah diri atau melalui spora. Sedangkan Khamir adalah fungi uniseluler, berbentuk oval atau bulat, tidak berfilamen, tidak memiliki flagela, dan lebih besar dari sel bakteri. Ukuran khamir yaitu memiliki panjang 5-30 μm dan lebar 1-5 μm .

Khamir dapat menyebabkan pembusukan atau dekomposisi makanan, dan dapat memecah unsur-unsur organik menjadi CO₂. Kapang bisa tumbuh selama proses penyimpanan bahan nabati, minuman, makanan, dan pada kondisi lembab (SNI, 2009).

C. *Systematic Literature Review (SLR)*

1. **Definisi SLR**

SLR adalah metode untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan masalah dari hasil penelitian eksperimental yang sistematis. Metode ini memberi ringkasan dengan memaparkan bukti sehingga dapat memberi rekomendasi serta bahan pertimbangan keputusan. Prinsip SLR mengumpulkan dan menganalisa hasil penelitian *Randomized Control Trial* (RCT) dengan atau tidak menggunakan teknik statistik (meta analisis) (Gregory & Denniss, 2018). Metode ini disebut sistematis karena tercakup dalam protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta Analyses*).

2. **Pedoman PRISMA**

PRISMA adalah protokol untuk menjalankan penelitian SLR. Protokol PRISMA menyajikan bagan alir yang memudahkan penulis dalam tahap pemilihan data. Diagram alur PRISMA menunjukkan empat fase identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan jurnal terpilih (Moher et al., 2009).

3. **Tahapan SLR**

Melakukan review harus melalui 3 tahap; perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Selama tahap perencanaan, peneliti menyiapkan pertanyaan dan protokol yang membentuk kerangka penulisan laporan. Selama tahap pelaksanaan, peneliti memastikan bahwa literatur yang digunakan relevan. Kualitas literatur penting karena merupakan data yang dianalisis dalam SLR. Terakhir, selama fase pelaporan, peneliti melakukan tinjauan dengan tetap mempertahankan kerangka konseptual yang ditetapkan di awal penelitian (Mueller et al., 2018).

3.1. Planning. Pada tahap ini peneliti menentukan *research question* (RQ) yang mendasari SLR. RQ membantu menentukan dan mengonfirmasi inklusi dan pengecualian studi. Perumusan RQ

didasarkan pada lima elemen disingkat PICOS (Perry & Hammond, 2002). Elemen pertama adalah *Population* (P), disini perlu menentukan target yang akan diinvestigasi. Kedua *Intervention* (I), mengidentifikasi masalah inti atau masalah yang menjadi perhatian peneliti. Ketiga *Comparison* (C), di mana akan dibandingkan dengan aspek dari elemen I. Keempat *Outcome* (O), efek serta hasil dari elemen I. Kelima *Study Design* (S), disini peneliti menentukan seperti tahun, bahasa, peringkat jurnal serta analisis SLR yang ingin digunakan (Moher et al., 2009). Langkah selanjutnya adalah mengembangkan protokol yang berisi langkah-langkah yang akan diambil. Secara umum protokol SLR terdiri dari beberapa tahapan. Berikut adalah langkah-langkah yang diperlukan *research question*, pencarian data, seleksi data, ekstraksi data dan sintesis data.

3.2. Conducting. Fase yang meliputi implementasi sesuai protokol. Mulai dengan mengidentifikasi kata kunci pencarian literatur berbasis PICO (*search string*) yang diidentifikasi pada awal penelitian. Langkah selanjutnya adalah menentukan sumber untuk survei literatur. Langkah terakhir adalah ekstraksi data dan sintesis berbagai hal yang menjawab rumusan masalah. Tujuan dari sintesis data ialah untuk menganalisa dan mengevaluasikan hasil penelitian yang berbeda dari literatur yang berbeda serta memilih metode yang paling tepat untuk mensintesis deskripsi dan interpretasikan hasil tersebut (Moher et al., 2009); (Mueller et al., 2018).

3.3. Report. Fase berisi hasil review terdiri atas 3 bagian yakni pendahuluan, isi, dan kesimpulan. Pendahuluan berisikan latar belakang dan landasan penelitian. Bagian utama meliputi protokol kajian yang relevan, hasil analisis, rangkuman hasil, dan pembahasan terkait hasil kajian. Akhirnya, kesimpulan harus mencakup ringkasan temuan studi dan disesuaikan dengan RQ (Mueller et al., 2018).

D. Landasan Teori

Madu merupakan sumber daya alam yang bersumber dari lebah madu serta mengandung banyak nutrisi yang bermanfaat bagi manusia (Savitri, 2017). Madu banyak digunakan dalam bidang industri minuman, makanan, farmasi, kosmetik, dan jamu. Selain itu, madu juga mengambil peran penting didalam dunia kesehatan (Apriani, et al., 2013).

Kualitas madu dapat ditentukan melalui beberapa pengujian, antara lain pengujian gula total, kadar air dan keasaman. Kandungan air madu sebaiknya kurang dari 22% dan keasaman maksimal 50ml NaOH/kg (SNI, 2013). Kandungan air memiliki pengaruh penting terhadap kualitas madu. Kadar air yang tinggi ketika di peroleh akan berpengaruh pada masa simpan madu, semakin tinggi maka masa simpan semakin pendek (Amanto, 2012). Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar air maka akan semakin cepat terjadi fermentasi oleh khamir (*Zygosaccharomyces*). Pada saat yang sama, gula total dipengaruhi oleh keasaman, tetapi keasaman itu sendiri dipengaruhi oleh pH madu (Savitri, 2017).

Uji kualitas madu dilakukan agar masyarakat dapat mengetahui madu yang telah diproduksi sesuai dengan standar pemerintah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Heri Sudaryanto (2010) terkait “Analisis Kualitas Fisik dan Kimia Madu Lebah (*Apis cerana*) di Desa Kuapan Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar” menunjukkan hasil rata-rata kadar air 17,63%, pH 4,233, warna coklat dengan nilai 2,96, aroma khas madu, rasa manis dengan nilai 5,37, dan viskositas dengan nilai 5,22 sesuai dengan persyaratan yang sudah ditetapkan dalam SNI No. 8664:2018, tetapi memiliki glukosa lebih rendah dengan nilai 31,27% dimana belum memenuhi standar minimal SNI yaitu 65%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Devyana Dyah Wulandari (2017) tentang “Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Air, Dan Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan”, kadar air diukur menggunakan metode gravimetri, uji asam diukur dengan metode titrasi asam basa, dan kadar gula pereduksi diukur menggunakan metode *Luff Schrool*. Rata-rata keasaman madu pada suhu dingin (± 5 °C) adalah 32 ml NaOH 0,1N/kg dan madu pada suhu ruang (± 25 °C) adalah 45 ml NaOH 0,1N/kg. Rata-rata kadar air madu suhu dingin adalah 27,1% dan kadar air madu pada suhu ruang adalah 28,595%. Kadar gula pereduksi pada madu suhu dingin sebesar 62,5% sedangkan madu suhu ruang sebesar 51,625%.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Iis Karnia (2019) tentang “Pengaruh Masa Simpan Madu Kelulut (*Trigona SP*) Terhadap Kadar Gula Pereduksi dan Keasaman” diperoleh hasil pengujian kualitas madu kelulut sampai usia 2 tahun lebih baik jika dilihat dari

kadar gula pereduksi. Pengujian dilakukan dengan 3 sampel yang memiliki perbedaan waktu 1 tahun tiap sampelnya. Madu A1 (2016) mempunyai kandungan kadar gula tertinggi yaitu 67,2%, madu A2 (2017) 66,5% dan madu A3 (2018) dengan kadar gula terendah hanya mencapai 60,7%. Meskipun Madu yang disimpan hingga 2 tahun lebih baik jika dilihat dari kadar gula pereduksi namun untuk keasamannya tidak dapat memenuhi SNI. Kadar keasaman madu A3 (2018) adalah 474.34 ml NaOH/kg, madu A2 (2017) 369.06 ml NaOH/kg, dan madu A1 (2016) 295,82 ml NaOH/kg. Madu terlalu asam apabila lebih dari 50 ml NaOH/kg. Nilai keasaman madu yang tinggi menurunkan kualitas madu, tetapi semakin lama umur simpan, semakin rendah keasaman madu.

Penelitian selanjutnya yang telah dilakukan oleh Rofiqotul Khasanah (2017) tentang kualitas madu lokal menyatakan hasil kadar air berkisar antara 22,17 hingga 23,67%, kadar gula total 74,83% hingga 76,17%, dan keasaman 34,08 ml NaOH/kg sampai 39,37 ml NaOH/kg. Hasil pengujian ANOVA menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$) pada pengujian kualitas madu di wilayah tersebut. Kualitas sampel madu yang digunakan pada penelitian ini cukup rendah, hanya madu Pringapus (PA) yang memenuhi syarat, yakni dengan kadar air 22,17%, kadar gula 76,17%Bx dan nilai keasaman 34,08 ml NaOH/kg.

Uji mikrobiologis pada madu kemasan yang dilakukan oleh Rohmi (2018) terdiri dari 3 macam yaitu pengujian ALT, MPN dan AKK. Penelitian ini bersifat *cross sectional* dan *observasional analitik*. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel *Non Random Purposif Sampling* dan dengan analisa deskriptif untuk data hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua sampel madu tidak memenuhi syarat mikrobiologi, yaitu sampel nomor 1 dengan nilai AKK 10 CFU/ml, ALT total yaitu 80.000 CFU/ml dan sampel nomor 3 dengan AKK 290 CFU/ml.

E. Hipotesis

Berdasarkan dari permasalahan yang ada, studi literatur review mutu madu yang beredar dipasaran mempunyai mutu yang berbeda meskipun diharapkan sesuai mutu kadar air, kadar gula, kadar abu, keasaman dan mikrobiologi.