

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Madu dan Kegunaannya

Madu adalah zat manis yang dihasilkan oleh lebah madu, yang berasal dari nektar bunga atau dari sekresi tanaman yang dikumpulkan oleh lebah. Madu dapat mengalami perubahan bentuk dan mengandung senyawa tertentu yang berasal dari tubuh lebah, kemudian disimpan pada sarang madu hingga mengalami proses pematangan (Codex, 2001)

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki kekayaan alam yang melimpah berupa flora dan fauna. Indonesia sangat berpotensi dalam pengembangan lebah madu karena memiliki keragaman hayati berupa tanaman pertanian, perkebunan dan hutan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan lebah. Luas lahan pertanian dan perkebunan mencapai 193 juta hektar dan luas hutan sekitar 143 juta hektar, dan terdapat sekitar 115 jenis tanaman yang dapat menjadi sumber nektar lebah madu di Indonesia (Novandra dan Widnyana, 2013). Beberapa daerah penghasil madu hutan yang terkenal di Indonesia diantaranya pulau Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Provinsi Riau (Kawasan Hutan Taman Nasional Tesso Nilo), Provinsi Kalimantan Barat, Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara (Hadisoesilo dkk., 2011).

Madu telah dikenal oleh manusia sejak beberapa ribu tahun yang lalu. Kebutuhan madu di Indonesia mencapai 3.600-4.000 ton per tahun, sedangkan produksi madu di tanah air hanya 1.000-1.500 ton per tahun artinya Indonesia masih mengimpor 70% madu untuk kebutuhan dalam negeri. Sebagian besar produksi madu Indonesia berasal dari alam (hutan). Madu memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, diantaranya sebagai antibakteri, antioksidan, dan mengandung banyak vitamin diantaranya Tiamin, Riboflavin, dan Niasin (Adji, 2004).



Gambar 2.1 Madu (Board, 2007)

Indonesia memiliki produk pangan yang diteliti dengan karakteristik mutu yang berbeda-beda. Menurut Nayik dan Nanda (2015), indikator madu yang penting bagi konsumen adalah warna, aroma, dan rasa yang dipengaruhi oleh jenis tanaman sumber nektarnya. Warna madu dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada madu. Kandungan mineral ini dapat berasal dari tanah tempat tumbuh tanaman dan juga pengaruh kontaminan cemaran (Bogdanov dkk., 2007). Karakteristik fisik dan kimia madu berbeda-beda tergantung pada faktor internal dan eksternal, faktor internal diantaranya jenis bunga (Nayik dan Nanda, 2015). Kandungan antioksidan pada madu terdiri dari antioksidan enzimatis dan non enzimatis.

Antioksidan enzimatis pada madu yaitu katalase, glukosa oksidase, dan peroksidase, sedangkan antioksidan non enzimatis yaitu asam askorbat (Kino dkk., 2012). Madu mengandung banyak mineral seperti natrium, kalsium, magnesium, aluminium, besi, fosfor dan kalium. Vitamin-vitamin yang terdapat dalam madu adalah *thiamin* (B1), *riboflavin* (B2), asam *askorbat* (C) *piridoksin* (B6), *niacin*, asam *pentotenat*, *biotin*, asam *folat* dan vitamin K. Enzim yang penting dalam madu adalah enzim diastase, invertase, glukosa oksidase, peroksidase dan lipase (Suranto, 2008).

Madu terkenal di dunia kesehatan karena banyak mengandung manfaat (khasiat) diantaranya yaitu madu bisa dijadikan untuk pengganti gula karena madu hutan lebih menyehatkan dibanding gula yang ada dipasaran. Untuk meningkatkan rasa manisnya, bisa menambahkan susu pada madu. Campuran susu dan madu ini dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh manusia (Sakri, 2015).

Madu mudah dicerna oleh perut yang paling sensitif sekalipun karena molekul gula pada madu dapat berubah menjadi gula lain (*fruktosa* menjadi *glukosa*) (Sakri, 2015). Madu mengandung berbagai vitamin dan mineral. Jenis vitamin dan mineral dan kuantitas mereka tergantung pada jenis bunga yang digunakan untuk pemeliharaan lebah. Umumnya madu mengandung vitamin C, kalsium, dan zat besi (Sakri, 2015). Pemberian madu pada proses penyembuhan luka karena karena kemampuannya dalam proses pembersihan infeksi yang cepat, debridemen luka, menekan peradangan dan meminimalkan jaringan parut, serta angiogenesis, granulasi jaringan, pertumbuhan epitel. Madu efektif untuk menyembuhkan luka karena tidak menyebabkan iritasi, tidak beracun, steril, bersifat bakterisida dan banyak mengandung nutrisi (Wulansari, 2018).

Sebagai antioksidan madu mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti asam organik, vitamin, dan enzim yang dapat berfungsi sebagai sumber antioksidan makanan. Jumlah dan jenis senyawa antioksidan ini sangat bergantung pada sumber atau variasi bunga pada madu. Madu yang lebih gelap lebih tinggi dalam kandungan antioksidan dari pada madu yang lebih terang. Kandungan fitokimia pada madu salah satunya adalah *polifenol* dapat bertindak sebagai antioksidan (Wulansari, 2018).

Madu memiliki efek sebagai antimikroba terutama pada bakteri gram positif, baik yang bersifat bakteri ostatik maupun efek bakterisida yang dapat melawan banyak bakteri yang bersifat patogen. Glukosa oksidase yang terdapat pada madu menghasilkan agen antibakteri yaitu *hidrogen peroksida*. Efek antimikroba madu berkaitan dengan berbagai senyawa misalnya asam aromatik dan senyawa dengan berbagai sifat kimia serta bergantung dari sumber tanaman darimana madu itu berasal. Konsentrasi gula yang tinggi pada madu bertanggung jawab terhadap aktivitas antibakteri (Wulansari, 2018).

Madu mengandung senyawa yang bersifat sebagai antibakteri. Terdapat dua sistem yang berperan, yaitu tekanan osmosis dan keasaman. Kedua faktor tersebut baik bekerja sendiri-sendiri ataupun bersama-sama, mengurangi kehadiran atau pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme kontaminan. Tekanan osmosis pada madu merupakan larutan jenuh atau lewat jenuh dari gula dengan kandungan air biasanya hanya sekitar 15-21% dari beratnya. Padatan pada madu 84% adalah campuran dari monosakarida, yaitu *fruktosa* dan *glukosa*. Interaksi yang kuat dari molekul-molekul gula tersebut dengan molekul air menghasilkan sangat sedikit molekul air tersedia untuk mikroorganisme.

B. Kualitas Madu

Di Indonesia, untuk kualitas madu sudah ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-3545-2013. Kualitas madu ditentukan oleh beberapa parameter diantaranya kadar air, keasaman, dan gula total merupakan parameter penting yang bertanggung jawab dalam menentukan stabilitas dan ketahanan terhadap kontaminasi mikroba pembusukan atau fermentasi selama penyimpanan karena kontaminasi mikroba merupakan faktor utama kualitas madu (Bogdanov, 2004)

Tabel 2.1 Standar Nasional Indonesia 3545:2013 Madu

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 Cadmium (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) koliform	APM / g	<3
	12.3 Kapang dan khamir	koloni/g	<1X10 ¹
CATATAN *) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen			

Sumber (SNI, 3545:2013)

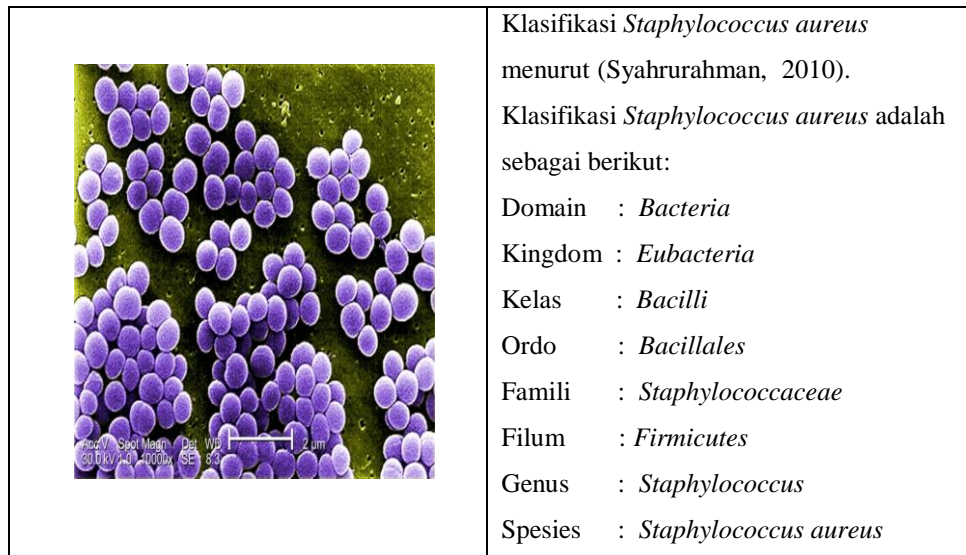
C. Aktifitas Antibakteri Madu

Madu dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti, *S. aureus*, *E. coli* (Kinoo dkk., 2012). Daya antibakteri madu disebabkan karena madu mengandung flavanoid dan memiliki mekanisme antibakteri yang terdiri dari tekanan osmosis madu, dan keasaman (Rio dkk.,2012; Nadhila 2014). Aktivitas antibakteri madu dapat diketahui dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni bakteri uji. Semakin luas luas zona bening, semakin tinggi aktivitas antibakteri madu. Hasil analisis aktivitas antibakteri madu terhadap bakteri *E. coli* sebesar 1,50 mm dan *S. aureus* sebesar 2,25 mm. Hal ini menunjukkan bahwa madu berpotensi sebagai antibakteri,tetapi sangat kecil. Rendahnya aktivitas antibakteri madu mungkin disebabkan tingginya kandungan mikroorganisme awal madu, sehingga zona bening yang terbentuk selama analisis terhadap bakteri uji *E. coli* maupun *S. aureus* sangat kecil.

Senyawa bioaktif dalam madu beragam seperti senyawa antibakteri, antioksidan, antifungi, antiviral membuat madu banyak digunakan sebagai obat Dewi M.A.,Kartasmita,R.E.,dkk. (2017). Kemampuan madu sebagai zat antibakteri tidak terlepas dari kandungan zat aktif yang ada didalamnya. Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan aktivitas antibakteri pada madu di pengaruhi oleh hidrogen peroksida,senyawa flavanoid,minyak atsiri dan berbagai senyawa organik lainnya. Sifat antibakteri juga dipengaruhi oleh efek osmolaritas yang tinggi,aktivitas air rendah,pH yang rendah sehingga tingkat keasaman madu yang menjadi tinggi (Puspitasari, 2007).

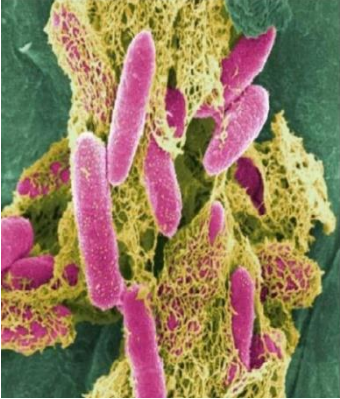
Menurut Sereia dkk. (2010), aktivitas antibakteri dipengaruhi juga oleh kandungan mikroorganisme awal yang terdapat pada madu. Mikroorganisme yang terdapat pada madu yaitu *yeast*, *moulds*, dan spora bakteri yang berasal dari nektar, proses pematangan madu dan penyimpanan. Sumber utama mikroorganisme ini adalah pollen, saluran pencernaan lebah dan udara.

Sumber pencemaran lainnya adalah manusia, air, angin, serangga atau hewan lain, dan peralatan. Selain itu juga perbedaan aktivitas antibakteri pada madu disebabkan kondisi geografis (Erywiyanto, 2012). *S. aureus* merupakan flora normal pada kulit manusia, tetapi pada kondisi yang memungkinkan dapat menginfeksi kulit manusia menimbulkan jerawat dan bisul. *S. aureus* juga dapat menginfeksi luka, lalu masuk ke peredaran darah menyebar ke organ lain dan menyebabkan pneumonia, infeksi pada katup jantung yang memicu gagal jantung, radang tulang, bahkan dapat menyebabkan *shock* yang dapat menimbulkan kematian.



Gambar 2.3 Morfologi sel *S. aureus*

Morfologi *S. aureus* merupakan bakteri gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 m, tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif aerob, tidak membentuk spora dan tidak bergerak. Berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora, maka *S. aureus* termasuk jenis bakteri yang paling kuat daya tahannya. Pada agar miring dapat tetap hidup sampai berbulan-bulan baik dalam lemari es maupun pada suhu kamar. Dalam keadaan kering pada benang, kertas, kain dan dalam nanah dapat tetap hidup selama 6-14 minggu (Syahrurahman *et al.*, 2011).

	<p>Klasifikasi nomenklatur <i>E. coli</i> sebagai berikut :</p> <p>Super domain : <i>Phylogenetica</i> Filum : <i>Proterobacteria</i> Kelas : <i>Gamma proteobacteria</i> Ordo : <i>Enterobacteriales</i> Family : <i>Enterobacteriaceae</i> Genus : <i>Escherichia</i> Species : <i>Escherichia coli</i></p>
--	---

Gambar 2.4 Morfologi *E. coli* (Collier,1998)

E. coli merupakan anggota flora usus normal. Hidup di usus besar manusia, hewan, tanah, air dan dapat pula ditemukan dekomposisi material. Pada kondisi tertentu dapat menyebabkan infeksi usus dengan gejala diare karena daya penetrasi yang merusak sel mukosa, kemampuan memproduksi toksin yang mempengaruhi sekresi cairan di usus, serta meningkatkan daya lekat kuman.

Morfologi *E. coli* merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2m, diameter 0,7m, lebar 0,4-0,7m dan bersifat anaerob fakultatif. Morfologi bakteri *E. coli* dapat dilihat pada gambar 2.3. Bentuk sel dari sepanjang ukuran filamentous, tidak ditemukan spora. Selnya bisa terdapat tunggal, berpasangan dan dalam rantai pendek, biasanya tidak berkapsul. *E. coli* membentuk koloni yang bundar, cembung dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz *et al.*, 1995)