

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Pulau Nusakambangan**

Pulau Nusakambangan adalah salah satu wilayah pesisir selatan Jawa Tengah, tepat di sebelah selatan Kota Cilacap yang dipisahkan oleh Selat Segala Anakan. Pulau ini berjarak sekitar 36 km dari barat ke timur, lebar 4-6 km dan luas total 210 km<sup>2</sup>. Pulau Nusakambangan telah berpenghuni sebelum dijadikan pulau untuk rumah tahanan. Penghuninya ada pegawai, keluarga sipir penjara, dan mantan napi, rata-rata nelayan, buruh tani, penyadap karet, pemandu wisata di Pulau Nusakambangan, dan oleh-oleh untuk mengunjungi wisatawan (Leoni Dwi Astuti, 2011).

Perkembangan pariwisata di Nusakambangan pada tahun 1995 berdampak pada kehidupan sosial masyarakat. Sikap penduduk untuk berinteraksi dengan orang asing telah berubah, dan kehidupan serta sikap penduduk desa terhadap kehidupan telah berubah. Sedangkan dampaknya terhadap kehidupan ekonomi masyarakat semakin meningkat pendapatan masyarakat. Dengan adanya pengembangan wisata telah memacu kreatifitas penduduk desa dalam memanfaatkan potensi yang dimiliki daerahnya untuk mencari nafkah tambahan sehingga dapat meningkatkan pendapatan keluarga. Dengan demikian kesejahteraan hidup dapat terpenuhi dengan baik. Di samping itu wisata Nusakambangan telah membantu meningkatkan pendapatan asli daerah kabupaten Cilacap (Leoni Dwi Astuti, 2011).

## 2. *Apis Dorsata*

*Apis dorsata* merupakan lebah hutan atau lebah liar dimana orang sering menyebut dengan nama tawon gung. Lebah ini sulit dibudidayakan karena sifatnya yang ganas, dan sengatannya juga sangat berbahaya bagi manusia. Spesies lebah ini tersebar luas di hutan belantara di mana manusia jarang mengeksploitasi.



**Gambar 1.** *Apis dorsata*

Sumber : ([www.flickr.com](http://www.flickr.com))

Klasifikasi ilmiah *Apis dorsata* menurut (Singh, 1960) sebagai berikut :

<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Filum</i>	: <i>Arthropoda</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Insecta</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Hymenoptera</i>
<i>Famili</i>	: <i>Apidae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Api</i>
<i>Subgenus</i>	: <i>Megapis</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Apis dorsata</i>

*Apis dorsata* termasuk dalam subgenus Megapis yang memiliki koloni lebih besar dan ukuran tubuh lebih besar (panjang > 15 mm) dibandingkan lebah madu lainnya. Sebagai lebah sosial, koloni *Apis dorsata* memiliki kasta ratu (lebah betina, satu), kasta pekerja (lebah betina, ribuan), dan kasta jantan (ratusan) yang dapat bertelur hingga 50.000 butir disebut (individu). Dan beberapa sel kandidat. Ratu. *Apis dorsata* memiliki panjang sayap depan 14 mm, panjang tungkai 11,5 mm, dan panjang moncong 6,5 mm. Tidak seperti lebah sosial lainnya, *Apis dorsata* dapat mencari makanan dari pagi hingga larut malam (Nagir, 2016).

Ketersediaan sumber makanan dan tempat bersarang mendukung kelangsungan hidup lebah hutan. Selain memanfaatkan tanaman hutan, lebah hutan juga memanfaatkan tumbuhan liar dan tanaman pertanian di sekitar hutan sebagai sumber makanan untuk menghasilkan madu (Nagir, 2016).



**Gambar 2.** Madu hutan Nusakambangan

Sumber : (Dokumentasi petani madu hutan Nusakambangan)

Madu hutan merupakan salah satu jenis komoditas hasil hutan bukan kayu yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat di sekitar hutan atau kawasan hutan. Madu hutan dihasilkan oleh lebah liar yang biasa dikenal dengan *Apis dorsata* yaitu jenis lebah yang belum dapat dibudidayakan. Pengembangan madu hutan dinilai mampu melestarikan hutan Indonesia karena pengelolaannya dilakukan secara tradisional (Sholihah, 2013).

Seperti halnya *A. florea* dan *A. andreniformis*, sarang *A. dorsata* hanya terdiri dari satu sisiran sarang tetapi amat besar dengan ukuran luas mencapai lebih dari 1 m<sup>2</sup>. Sarangnya juga terdapat di tempat terbuka, menggantung pada dahan pohon-pohon yang besar misalnya pohon kempas (*Kompassia excelsa*) setinggi lebih dari 10 m di atas permukaan tanah. Letak sarang *Apis dorsata* biasanya berdekatan satu dengan yang lain, pada satu pohon dapat ditemukan puluhan koloni (Mokosuli *et al.*, 2019).



**Gambar 3.** Sarang lebah madu (*Apis dorsata*)

Sumber : (Dokumentasi petani madu hutan Nusakambangan)

### 3. Madu

Madu merupakan cairan alami dengan rasa manis, kental dan berwarna emas sampai coklat gelap yang dihasilkan oleh lebah madu. Madu ini berasal dari sari bunga tanaman (floral nektar) ataupun bagian lain dari tanaman (ekstra floral nektar bahkan dari ekskresi serangga. Madu diperoleh dari nektar dan endapan manis dari tumbuhan yang dikumpulkan, diproses dan disimpan oleh lebah madu di dalam sarang lebah (Wulansari, 2018).

Pernyataan diatas sesuai dengan firman Allah SWT berfirman dalam QS an-Nahl 16: 68-69 yang menjelaskan tentang madu sebagai berikut :

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68)  
 ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِّلنَّاسِ ۗ إِنَّ  
 لَآيَاتِهِ لَفَوْهٍ يَتَفَكَّرُونَ (69) فِي ذَٰلِكَ

Terjemahan “Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia” (68). “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 Allah) bagi orang-orang yang berpikir” (69). (Departemen Agama RI, 1994)

Ayat di atas menjelaskan tentang perintah Allah kepada lebah untuk membuat sarang secara sungguh-sungguh pada sebagian gua-gua, bukit, pepohonan dan tempat

tertinggi yang dibuat manusia. Lebah diperintahkan untuk menghisap berbagai macam sari kembang dan berpindah dari satu tanaman ke tanaman lainnya melewati udara, darat, lembah maupun pegunungan lalu kembali ke sarangnya tanpa tersesat dan melakukan aneka kegiatan yang bermanfaat dengan sangat mudah. Hasil sari kembang yang dihisap diproduksi dalam perutnya sehingga menghasilkan sejenis minuman yang lezat yaitu madu yang bermacam-macam warnanya sesuai dengan waktu dan jenis sari kembang yang dihisapnya. Di dalam madu terdapat obat penyembuh bagi manusia, dengan demikian terdapat kekuasaan Allah bagi orang-orang yang berpikir (Shihab, 2002).

**Tabel 1.** Standar nasional madu di Indonesia (BSNI, 2013)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
<b>A</b>	<b>Uji Organoleptik</b>		
1	Bau		Khas madu
2	Rasa		Khas madu
<b>B</b>	<b>Uji Laboratoris</b>		
1	Aktivitas Diastase	DN	Min 3
2	Hidroksimetilfulfural (HMF)	Mg/kg	Maks 50
3	Kadar air	% b/b	Maks 22
4	Gula pereduksi	% b/b	Min 65
5	Sukrosa	% b/b	Maks 5
6	Keasaman	mL NaOH/kg	Maks 50
7	Padatan tak larut air	% b/b	Maks 0,5
8	Abu	% b/b	Maks 0,5
9	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks 2,0
10	Cadmium (Cd)	Mg/kg	Maks 0,2
11	Merkuri (Hg)	Mg/kg	Maks 0,03
12	Cemaran arsen	Mg/kg	Maks 1,0
13	Cemaran mikroba		
13.1	Angka lempeng total	Koloni/g	<5x10 <sup>3</sup>
13.2	Angka paling mungkin koliform	APM/g	< 3
13.3	Kapang dan Khamir	Koloni/g	< 1x10 <sup>1</sup>

Kandungan madu yang utama adalah karbohidrat yaitu lebih dari 80 persen.

Terdapat beberapa kandungan vitamin dan mineral serta beberapa senyawa fenolik,

menjadikan madu sebagai makanan fungsional yang baik untuk dikonsumsi masyarakat (Ajibola, 2015; Miguel *et al.*, 2017).

Madu juga diduga mengandung prebiotik, merupakan suatu bahan makanan yang dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas berbagai mikroorganisme baik di saluran pencernaan, yang dapat bermanfaat bagi kesehatan. Prebiotik yang dapat ditemukan dalam madu adalah karbohidrat berupa oligosakarida. Madu mengandung beberapa vitamin, tetapi kandungan vitaminnya hanya dapat dideteksi dalam jumlah kecil (Ajibola, 2015; M. G. Miguel *et al.*, 2017; Mofid B, Rezaeizadeh H, Termos A *et al.*, 2016).

#### a. Kadar Air

Umumnya madu hutan memiliki kadar air yang cukup tinggi (24-28%) yang menyebabkan madu hutan cenderung lebih encer dibandingkan madu ternakan (Nazaruddin *et al.*, 2020). Hal ini dikarenakan sifat madu yang mudah menyerap air dari lingkungan sekitar. Beberapa sifat fisikokimia madu hutan adalah kadar air yang tinggi, kadar abu, keasaman, kadar gula pereduksi, dan sifat cemaran logam dari sarang terbuka di alam. Sifat fisik dan kimia madu tergantung pada faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi jenis bunga, faktor eksternal seperti musim, kondisi tanah, dan penyimpanan (Evahelda *et al.*, 2017).

Salah satu faktor internal yang mempengaruhi kadar air madu adalah kekuatan koloni lebah, seperti produktivitas ratu, jumlah koloni, dan jumlah cermin. Ketiga faktor ini mempengaruhi kondisi koloni lebah dalam sarang, lebah dengan koloni kuat menjadi lebih efisien dalam proses termoregulasi dalam sarang, dan

proses aerasi (penguapan) madu selesai. Seperti madu di sisir menutup sarang lebih cepat (Fatma *et al.*, 2017).

Madu matang adalah madu yang dilapisi lilin. Memanen madu dari sarang lebah yang ditutupi dengan setidaknya 80% lilin mengurangi tingkat kerentanan madu terhadap fermentasi karena kadar air madu yang rendah. Madu yang lebih tua memiliki kadar air yang lebih rendah daripada madu yang lebih muda. Semakin lama madu berada dalam sarang, semakin sempurna penguapan air dari madu (Wulandari, 2017). Kandungan air yang tinggi dapat merusak madu dan memperpendek umur simpannya. Kerusakan madu dapat disebabkan oleh fermentasi mikroorganisme dalam madu (Evahelda *et al.*, 2017).

#### b. Warna

Warna madu tergantung pada jenis tanaman dan sifat tanah, tetapi tingkat pemanasan juga mempengaruhi warna. Pemanasan madu dalam waktu lama akan menyebabkan warna menjadi lebih gelap. Panas yang tinggi membentuk kerak gula merah yang membuat madu berbau gosong. Tidak dapat dikatakan bahwa warna madu merupakan indikator kualitas madu. Dikatakan bahwa warna gelap madu mengandung persentase mineral yang tinggi (Amanto *et al.*, 2012).

Ada korelasi positif yang kuat antara warna madu dan kandungan total fenolik madu. Hubungan yang terjadi adalah hubungan antara kandungan fenolik dengan warna madu Sahara, karena terbuat dari kompleks dengan mineral. Intensitas warna madu yang diberi perlakuan panas meningkat dengan suhu karena reaksi



biokimia dalam madu yang dipicu oleh perlakuan panas madu (Ahmed & Khiati, 2016).

c. Kadar Gula

Kualitas madu dapat dilihat dari beberapa uji kualitas madu seperti uji total gula. Pembacaan nilai kadar gula total madu menggunakan alat refraktometer madu dinyatakan dalam satuan brix. Derajat brix, juga dikenal sebagai  $^{\circ}\text{Brix}$ , *Brix*, % *Brix*, yaitu unit pengukuran konsentrasi gula dari cairan. Suatu larutan memiliki satu derajat Brix (= 1% Brix) jika memiliki indeks bias yang sama sebagai larutan 1 g sukrosa dalam 100 g larutan air sukrosa. Kandungan gula total umumnya dipengaruhi oleh kandungan air dan keasaman. Kandungan air yang tinggi dalam madu merangsang pertumbuhan dan perkembangan *khamir*, sehingga *khamir* dalam madu mendegradasi gula (glukosa dan fruktosa) menjadi alkohol dan karbon dioksida, yang menyebabkan madu menjadi lebih asam, yang mengakibatkan glukosa dan fruktosa dalam madu lebih rendah (Putu *et al.*, 2017).

Total kandungan gula madu adalah 70-80%. Semakin tinggi gula, semakin lengket madu, dan , semakin higroskopis. Gula dalam madu memberikan madu sifat osmotik, sehingga menghambat pertumbuhan bakteri. Kadar gula yang tinggi juga dapat mempengaruhi rasa dan umur simpan madu serta menyebabkan warna lebih gelap (Eleazu *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian (Ananda & Mildawati, 2020) madu hutan dapat menurunkan kadar gula darah, penurunan ini disebabkan oleh kandungan dari madu lebah hutan yaitu fruktosa (41%), glukosa (35%) dan sukrosa

(19%) yang berperan dalam penurunan glukosa darah. Madu juga mengandung sejumlah kecil senyawa kimiawi yang dianggap berfungsi sebagai antioksidan, anti inflamasi, antitumor, anti bakteri, dan meningkatkan sistem imun (Jafar *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian J. Miguel *et al* menyatakan bahwa madu dapat menurunkan kadar gula darah karena kandungan fruktosa. Diet fruktosa dapat mengaktifkan enzim glukokinase yang merupakan enzim yang terlibat dalam metabolisme glukosa intraseluler. Fruktosa mengkatalisis konversi glukosa menjadi glukosa-6-fosfat sehingga menurunkan glukosa darah (J. Miguel *et al.*, 2010).

### **1. Enzim Diastase**

Enzim diastase merupakan enzim yang ditambahkan oleh lebah pada saat proses pematangan madu. Enzim diastase merupakan enzim yang merubah karbohidrat kompleks (polisakarida) menjadi karbohidrat sederhana (monosakarida) (Gebremariam & Brhane, 2014). Amilase adalah enzim yang ditambahkan lebah ke madu pada saat proses pematangan. Diastase (amilase) mencerna pati maltosa dan relatif stabil terhadap panas dan lama penyimpanan. Enzim ini juga mengkatalisis konversi banyak gula lainnya dan terutama bertanggung jawab untuk konversi gula dalam madu. Amilase ini hanya ditemukan pada madu yang baru dipanen atau madu murni yang belum diolah. Dengan demikian, tingkat amilase dalam produk madu akan mencerminkan jumlah pemrosesan yang telah dialami produk tersebut. Semakin rendah kandungan amilase atau bilangan amilase (DN) madu menunjukkan bahwa enzim dalam madu telah rusak dan kualitas produk dapat digolongkan tidak lagi berkualitas baik. Produk. Diastase adalah protein yang hanya aktif dalam kondisi

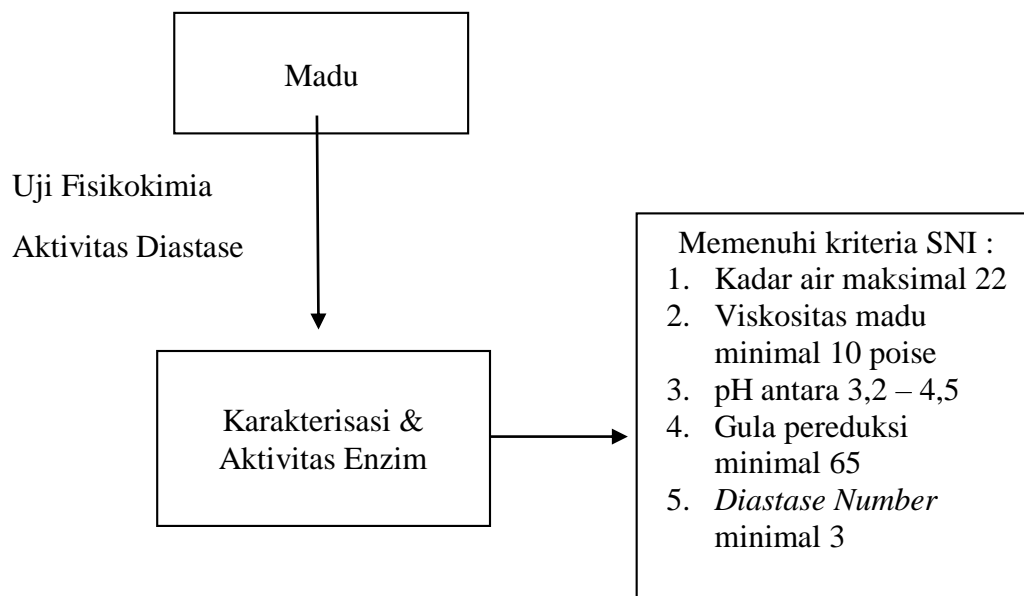
tertentu. Enzim cepat rusak jika lingkungan terlalu asam, terlalu basa, dipanaskan atau dipengaruhi oleh logam berat (Ariandi & Khaerati, 2017).

Enzim diastase dalam menghidrolisis amilum terjadi melalui dua tahap, tahap pertama yakni enzim diastase mula-mula menghidrolisis amilum dengan cara memecah ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 untuk menghasilkan dekstrin (Oliveira *et al.*, 2019). Proses perubahan amilum menjadi glukosa yang dilakukan oleh enzim diastase pada madu dalam uji aktivitas enzim dengan menggunakan larutan indikator I-KI sebagai indikator adanya amilum. Pembentukan warna biru terjadi karena struktur amilum yang berbentuk spiral heliks akan mengikat molekul I-KI (Priyanta *et al.*, 2012). Kemudian terjadi hidrolisis amilum oleh enzim diastase yang ditandai dengan perubahan warna menjadi nuansa kecokelatan yang menandakan amilum telah terhidrolisis menjadi dekstrin. Selanjutnya larutan akan berwarna kuning seulas yang menandakan dekstrin telah terhidrolisis menjadi maltosa dan proses hidrolisis dinyatakan selesai setelah larutan menjadi bening atau jernih yang menandakan bahwa amilum telah terhidrolisis menjadi glukosa (Suseno, 2014).

Pengujian aktivitas enzim diastase pada madu didasarkan dengan melihat nilai Diastase Number (DN) dalam satuan skala schade per gram yang terkandung di dalam madu. Salah satu parameter pengujian mutu madu dalam SNI adalah aktifitas enzim diastase dengan syarat tidak boleh kurang dari 3 DN (BSNI, 2013). Komisi Madu Internasional menetapkan aktivitas diastase tidak boleh kurang dari atau sama dengan 8, dinyatakan sebagai nomor diastase (DN). DN dalam skala Schade, yang

sesuai dengan nomor skala Gothe, didefinisikan sebagai jumlah  $\alpha$ -amilase yang akan mengkonversi 0,01 gram pati yang terhidrolisis dalam 1 jam pada 40°C per gram madu (Stefan, 2009). Berdasarkan penelitian Tulandi, 2019 penyimpanan madu selama 7 hari dalam suhu ruangan 26°C memiliki nilai DN yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu panas (50°C) atau pada suhu dingin ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) (Tulandi, 2019)

## B. Kerangka Pemikiran



**Gambar 4.** Kerangka pemikiran

## C. Hipotesis

Karakteristik madu hutan Nusakambangan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI)