

**SKRIPSI**

**TINGKAT KONSUMSI NIRA TEBU DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KADAR SUKROSA MADU *Trigona biroi* DI  
KAMPUNG RIMBA FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**SEKAR DIAN RAHMANI**

**M011181055**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

# LEMBAR PENGESAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN

TINGKAT KONSUMSI NIRA TEBU DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
KADAR SUKROSA MADU *Trigona biroi* DI KAMPUNG RIMBA  
FAKULTAS KEHUTANAN UNIVERSITAS HASANUDDIN

Disusun dan diajukan oleh

**SEKAR DIAN RAHMANI**

**M011181055**

Telah dipertahankan dihadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas  
Kehutanan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 14 Juni 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Dr. Ir. Baharuddin, M.P**  
NIP. 19651105198903 1 002

**Dr. Ir. Budi Aman, M.P**  
NIP. 19671228 199203 1 002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Kehutanan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin

**Dr Forest. Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si**  
NIP. 19790831 200812 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

### PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sekar Dian Rahmani

NIM : M011181055

Prodi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul :

**“Tingkat Konsumsi Nira Tebu dan Pengaruhnya terhadap Kadar Sukrosa Madu *Trigona biroi* di Kampung Rimba Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Juni 2022

Yang menyatakan,



**Sekar Dian Rahmani**

## ABSTRAK

**Sekar Dian Rahmani (M011181055). Tingkat Konsumsi Nira Tebu dan Pengaruhnya terhadap Kadar Sukrosa Madu *Trigona biroi* di Kampung Rimba Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin di Bawah Bimbingan Baharuddin dan Budiaman.**

Lebah merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang sangat potensial dikembangkan. Masyarakat mulai membudidayakan lebah *Trigona biroi* karena tergolong jenis lebah yang tidak menyengat. Budidaya lebah madu harus memperhatikan kondisi ketersediaan pakan lebah dan lingkungan tempat pemeliharaan. Ketersediaan pakan bagi lebah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti pada saat musim paceklik bunga. Musim paceklik bunga bagi lebah merupakan kondisi dimana ketersediaan bunga di alam yang berkurang dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsumsi lebah *T. biroi* di Kampung Rimba Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada pemberian nira tebu sebagai makanan pengganti lebah dan pengaruhnya terhadap persentase kadar sukrosa madu yang dihasilkan. Data yang dikumpulkan kemudian diolah dengan metode deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan tingkat konsumsi lebah dari selama pemberian nira tebu dapat mencapai 24 gr/ hari dengan konsumsi rata-rata pada keempat sampel selama 2 pekan berkisar 4,46 gr – 15,71 gr. Sedangkan kadar sukrosa madu yang diberi nira tebu setelah dilakukan uji titrasi didapatkan hasil berkisar 1,8%- 2,43% hingga memenuhi syarat standar sukrosa madu SNI 8664:2018.

Kata kunci: Konsumsi, Nektar, Nira Tebu, Sukrosa.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillahirabbil'aalamin, segala puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT. yang senantiasa memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada seluruh makhluk ciptaan-Nya. Berkat segala limpahan anugerah-Nya sehingga tugas akhir skripsi dengan judul "Tingkat Konsumsi Nira Tebu dan Pengaruhnya terhadap Kadar Sukrosa Madu *Trigona biroi* di Kampung Rimba Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin" dapat terselesaikan. Sholawat dan salam saya haturkan kepada manusia sempurna sepanjang masa Nabi Muhammad SAW. pembimbing jalan keselamatan bagi umat manusia.

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak atas dukungan moral dan materil. Sehingga penulis dapat termotivasi untuk melakukan rancangan penelitian hingga menuliskan hasil penelitian dalam bentuk sripsi. Olehnya itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Dr, Ir. Baharuddin, M.P dan Dr. Ir. Budiaman M.P selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan koreksi dan saran demi penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P dan Ir. Adrayanti Sabar, S. Hut, MP. IPM selaku dosen penguji yang bersedia memberikan banyak kritik dan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
3. Para staf dan dosen Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin atas bantuan teknis yang telah diberikan semasa penelitian, seminar dan ujian.
4. Kepada kedua orang tua saya, Bapak Alm. Aiptu Muji Tabah Darmanto dan Ibu St. Subaedah atas doa restu dan bantuan materil selama menempuh pendidikan.

5. Kepada Nurul Aisyah Wulandari A.Md. Keb., Wisnu Agung Pancoro S.H., Triska Dewi Amalia, Aulia Rabina Larasati dan Adil Ibrahim Al-aziz atas motivasi dan masukan selama penelitian.
6. Kepada kak Hasanuddin, kak Karman, kak Akbar, kak Muh. Syarif Alwi, S.hut, Kak Eko Irianto Abadi, S.Hut., kak Hasriliyani S.Hut., kak Itto, Kak Hanifah, Andi Prasetyo, Hafidz Assidiqie, Nurmilasari, Muhammad Iqbal, Ulfa Dwiyanti dan Fitriaseh atas bantuan tenaga dan dorongan serta masukan yang diberikan selama masa perancangan penelitian.

Penulis berharap skripsi ini memiliki manfaat bagi para pembaca mengenai Tingkat Konsumsi Nira Tebu Dan Pengaruhnya terhadap Kadar Sukrosa Madu *Trigona biroi*. Atas keterbatasan ilmu pengetahuan penulis maka diperlukan kritik dan saran dari pembaca untuk menyempurnakan segala kekeliruan dari penelitian ini. Semoga segala aktifitas yang senantiasa kita lakukan dapat memberi manfaat bagi makhluk hidup lain khususnya sesama manusia sehingga dapat bernilai ibadah di sisi-Nya.

Penulis



Sekar Dian Rahmani

## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
1.2 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian dan kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Lebah.....	3
2.2 Lebah Tanpa Sengat ( <i>T. biroi</i> ) .....	4
2.3 Aktivitas Lebah Tanpa Sengat ( <i>T. biroi</i> ).....	6
2.4 Sumber Pakan Lebah.....	7
2.4.1 Nektar.....	8
2.4.2 Serbuk Sari (Polen) .....	9
2.5 Produk Lebah .....	10
2.5.1 Madu .....	10

2.5.2	Susu Lebah ( <i>Royal Jelly</i> ) .....	11
2.5.3	Propolis .....	12
2.5.4	Lilin .....	13
2.5.5	Roti Lebah ( <i>Bee bread</i> ) .....	14
2.6	Hama dan Penyakit Lebah Madu .....	14
2.7	Tebu ( <i>Saccharum officinarum</i> ).....	15
2.8	Proses Pembentukan Madu .....	19
III METODOLOGI PENELITIAN .....		21
3.1	Waktu dan Tempat .....	21
3.2	Alat dan Bahan .....	21
3.3	Variabel Penelitian .....	21
3.4	Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1	Pembuatan Kurungan Lebah.....	21
3.4.2	Persiapan Nira Tebu.....	23
3.4.3	Pengamatan dan pengambilan data .....	23
3.4.4	Pemanenan .....	23
3.4.5	Pengujian Kadar Sukrosa Madu.....	24
3.5	Analisis Data .....	24
IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Tingkat Konsumsi Nira Tebu .....	25
4.2	Kadar Sukrosa Madu .....	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		29
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran .....	29
DAFTAR ISI.....		30
LAMPIRAN.....		37

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Siklus Hidup Lebah.....	5
Tabel 2.	Persyaratan Mutu Madu.....	11
Tabel 3.	Penelitian Terkait Konsumsi Pakan Buatan dan Sukrosa.....	17
Tabel 4.	Rata-Rata Konsumsi Nira Tebu Sebagai Pakan Pengganti Nektar.....	25

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Sarang <i>Trigona</i> Spp.....	6
Gambar 2.	Mekanisme Hidrolisis Sukrosa Menjadi Glukosa Dan Fruktosa.....	18
Gambar 3.	Kurungan Lebah.....	22
Gambar 4.	Grafik Hasil Analisis Kadar Sukrosa Madu.....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Data Hasil Pengamatan .....	35
Lampiran 2.	Dokumentasi Pembuatan Kurungan Lebah .....	41
Lampiran 3.	Persiapan Bahan.....	42
Lampiran 4.	Konsumsi Lebah Terhadap Nira Tebu .....	44
Lampiran 5.	Bentuk-bentuk Gangguan Pada Sampel.....	45
Lampiran 6.	Proses Pemanenan Madu.....	46
Lampiran 7.	Hasil Uji Lab. Kadar Sukrosa Madu.....	48



# I. PENDAHULUAN

## 1.2 Latar Belakang

Lebah madu merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang sangat potensial dikembangkan di Indonesia. Pengembangan budidaya lebah madu memberikan manfaat secara ekonomi maupun ekologi. Secara ekonomi, lebah madu menghasilkan berbagai produk seperti madu, *bee bread*, propolis, lilin/ malam dan royal jelly yang memiliki nilai jual yang tinggi. Sedangkan secara ekologi lebah madu menjadi agen polinator alami dan efektif dalam membantu proses penyerbukan tanaman.

Salah satu jenis lebah madu yang saat ini digemari oleh masyarakat adalah *Trigona biroi* atau selanjutnya disingkat menjadi *T. biroi*. Hal ini dikarenakan lebah *T. biroi* merupakan jenis lebah tidak menyengat dan mudah beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya. *T. biroi* dapat ditemukan di daerah beriklim tropika dan subtropika (Salatnaya, 2012). Indonesia merupakan Negara dengan iklim tropis sehingga memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan.

Budidaya lebah madu harus memperhatikan ketersediaan pakan di alam (Sulthoni, 1986). Ketersediaan pakan di alam sangat dipengaruhi oleh musim dan kondisi ketersediaan vegetasi di lokasi pembudidayaan lebah. Terdapat kondisi dimana ketersediaan pakan di alam sangat rendah salah satunya pada saat memasuki musim paceklik bunga. Untuk memenuhi kebutuhan lebah pada saat kekurangan pakan di alam, pembudidaya lebah biasanya akan memberikan makanan tambahan berupa campuran 50% air dan 50% gula pasir.

Makanan pengganti nektar merupakan makanan tambahan yang umumnya memiliki kandungan yang hampir sama dengan nektar yang ada di alam. Salah satu makanan pengganti nektar dalam hal ini gula pasir. Hana (2020) menyatakan bahwa tidak adanya nektar membuat peternak lebah madu harus mengganti nektar tersebut dengan cairan gula. Pemberian gula pasir memerlukan biaya yang cukup tinggi. Proses pemberian pakan tambahan lebah madu ini dilakukan agar lebah madu dapat bertahan hidup.

Makanan pengganti gula pasir mengandung sukrosa yang tinggi. Pada masa seperti ini madu yang dihasilkan oleh lebah tidak boleh dipanen karena dianggap

mengandung banyak glukosa atau di kalangan peternak lebah madu di sebut madu aspal (asli tapi palsu). Sedangkan untuk menghasilkan madu yang berkualitas harus benar – benar berasal dari nektar (Hana, 2020). Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman penghasil nektar ekstra flora yaitu nira tebu. Nira tebu berasal dari hasil perasan batang tebu yang mengandung kadar sukrosa yang tinggi dan nutrisi, vitamin, mineral serta enzim fitase yang dianggap lebih alami dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan gula pasir. Berdasarkan penjelasan diatas maka dilakukan penelitian dengan menggunakan nira tebu sebagai makanan pengganti nektar dan pengaruhnya terhadap kadar sukrosa madu di Kampung Rimba, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

## **1.2 Tujuan Penelitian dan kegunaan**

Berdasarkan teori yang melatarbelakangi penelitian maka tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui:

1. Untuk mengetahui tingkat konsumsi nira tebu lebah *T. biroi* pada musim hujan (musim paceklik bunga) di Kampung Rimba, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Untuk menentukan persentase kadar sukrosa madu yang ada di Kampung Rimba, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin Makassar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lebah

Lebah merupakan serangga sosial yang berkembang sempurna dan membentuk koloni. Dalam setiap koloni terdiri dari tiga strata (kelas) yaitu ratu yang menghasilkan telur, lebah pekerja yang mencari makanan, merawat telur dan stup serta anakan lebah, lebah jantan yang menunasi ratu. Ada sekitar 20.000 spesies lebah, namun hanya lebah madu yang menghasilkan madu dan malam yang dimanfaatkan manusia (Sihombing, 2015).

Terdapat berbagai jenis lebah yang tersebar di Indonesia seperti, *A. cerana* lebah madu asli dari Asia yang tersebar dari Afganistan, China sampai Jepang. Keunggulan lebah ini mudah ditenak dan memiliki adaptasi yang baik terhadap lingkungan sekitarnya (Tim Karya Tani, 2009). *A. dorsata* spesies lebah madu asli Indonesia dengan ukuran tubuh paling besar diantara lebah lainnya. Lebah jenis ini terkenal sebagai lebah yang paling agresif dibandingkan lebah jenis lainnya (Hadiseosilo, 2001). *A. mellifera* merupakan jenis lebah yang berasal dari Eropa. Lebah *A. mellifera* diperkenalkan di Indonesia oleh orang Belanda. Lebah ini dikenal sebagai spesies lebah yang sangat baik dalam menghasilkan madu akan tetapi cenderung berpindah tempat karena membutuhkan pasokan makanan yang banyak (Setiawan, 2017). Dan masih banyak lagi jenis lebah madu yang dapat dibudidayakan seperti *A. florea* dan *A. unicolor*, dimana semua lebah di atas merupakan jenis lebah bersengat.

Terdapat juga jenis lebah tanpa sengat yang sering disebut dengan lebah kelulut atau *Stingless Bee*. Lebah ini mulai diminati oleh masyarakat karena mudah beradaptasi dengan lingkungannya dan jinak (jarang berpindah tempat). Di Sulawesi Selatan sendiri telah dilaporkan bahwa terdapat tujuh spesies *Stingless Bee* diantaranya: *Wallace trigona incisa*, *LepidoTrigona terminata*, *Tetragonula fuscobalteata*, *T. laeviceps*, *T. biroii*, *T. pagdeni* dan *T. sapiens* (Sayusti dkk, 2019). Lebah *Trigona spp.* Ditemukan di daerah tropika dan subtropika seperti Australia, Afrika, Asia Tenggara dan sebagian Meksiko serta Brazil. Lebah jenis ini merupakan lebah yang aktif sepanjang tahun akan tetapi di daerah *temperate* menjadi tidak aktif di musim dingin (Salatnaya, 2012).

## 2.2 Lebah Tanpa Sengat (*T. biroi*)

Salah satu jenis lebah penghasil madu yang sangat potensial dibudidayakan adalah lebah *T. biroi*. Lebah ini merupakan jenis lebah yang tidak menyengat yang merupakan lebah tertua yang pernah diketahui. Sejak dahulu lebah tidak bersengat dikenal oleh masyarakat dengan sebutan Klanceng atau lonceng (Jawa), *Teuweul* (Sunda), gala-gala atau lilin lebah (Perum Perhutani, 1986). Walaupun produksi madu jenis lebah *Trigona spp* tidak sebanyak madu dari famili *Apis spp* namun budidaya lebah ini sangat digemari karena selain menghasilkan madu lebah genus *Trigona spp* juga menghasilkan banyak raw propolis (BPTHHBK, 2018). Klasifikasi lebah tanpa sengat (*Trigona Spp*) menurut Harjanto (2020) sebagai berikut :

Kingdom : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Insecta  
Ordo : Hymenoptera  
Famili : Apidae  
Genus : *Trigona*  
Spesies : *Trigona Spp.*

Lebah *Trigona spp* merupakan serangga berukuran kecil dengan ciri fisik panjang tubuh berkisar 3-8 mm. Rentang sayap lebah berkisar 8 mm dimana ukuran sayap dapat lebih panjang dibandingkan dengan ukuran tubuhnya sehingga lebah jenis ini sangat lincah bergerak. Lebah tidak bersengat memiliki tiga pasang tungkai yang beruas-ruas. Sepasang tungkai pada bagian belakang memiliki rambut yang membentuk struktur keranjang polen untuk menampung serbuk sari yang didapatkan dari tumbuhan. Pada bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena, dengan mulut lebah yang berbentuk probosis untuk menghisap nektar sedangkan tubuh lebah jenis *T. biroi* adalah warna hitam (Abrol, 2012).

*T. biroi* merupakan lebah yang hidup secara sempurna membentuk koloni. Dalam satu koloni lebah *Trigona spp* dapat berjumlah 300-80.000 lebah (Free, 1982). Setiap koloni lebah memiliki 3 kasta atau kelas sosial. Kasta tertinggi adalah lebah ratu yang memiliki ukuran fisik 3-4 kali lebih besar dibandingkan dengan

lebah pekerja, ciri fisik lainnya berupa perut lebah ratu besar menyerupai Laron berwarna kecoklatan dan mempunyai sayap yang pendek (Abrol, 2012). Lebah ratu berfungsi sebagai penghasil telur. Lebah ratu juga disebut sebagai pabrik penghasil senyawa kimia terbanyak yaitu feromon dimana feromon berfungsi sebagai alat komunikasi lebah (Sihombing, 2015).

Kasta kedua adalah lebah jantan (lebah pemalas). Lebah jantan tidak keluar mencari makan dan membersihkan sarang. Satu-satunya tugas lebah jantan adalah mengawini lebah ratu. Salah satu ciri fisik dari lebah jantan adalah mata dan sayapnya lebih besar dibandingkan dengan kedua kasta lainnya. Tibia atau pasangan kaki belakangnya tidak mempunyai keranjang polen, begitu pula dengan kelenjar malam dan sengat. Kasta ketiga adalah lebah pekerja dimana lebah pekerja merupakan anggota koloni dengan jumlah dan tugas terbanyak (Sihombing, 2015).

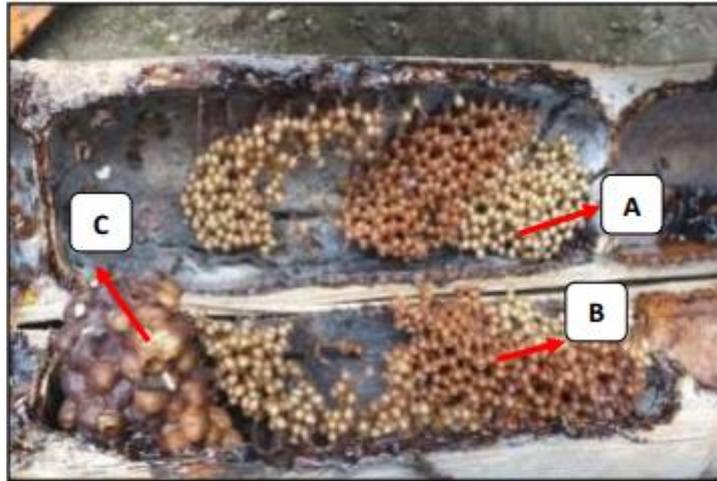
Kasta ketiga adalah lebah pekerja merupakan lebah betina dengan organ reproduksi tidak sempurna. Lebah pekerja dapat menghasilkan telur tapi tidak dapat terbuahi dengan sempurna karena tidak memiliki kantong sperma atau *spermatheca* seperti yang dimiliki lebah ratu. Lebah pekerja bertugas mencari pakan, membersihkan stup dan mencari resin. Ciri fisik lebah pekerja berwarna hitam, berkepala besar dan berahang tajam untuk menggigit musuh bila diganggu. Masing-masing kasta dari *T. biroi* memiliki siklus hidup yang berbeda-beda, dimana siklus hidup lebah *Trigona spp* menurut Syariefa dkk. (2010) sebagai berikut:

Tabel 1. Siklus hidup lebah

Kasta	Telur (hari)	Larva (hari)	Pupa (hari)	Dewasa
Ratu	3	5.5	7.5	2-5 tahun
Jantan	3	6.5	14.5	8 pekan
Pekerja	3	6	12	6 pekan

Sarang (Stup) *Trigona spp* di bangun dengan lilin dan resin yang juga membentuk *involucrum* untuk melindungi sel-sel tetasan. Pot madu dan pot polen mereka simpan secara terpisah. Daerah tetasan dan penyimpanan disanggah dengan tiang yang dilindungi oleh lapisan terluar yang keras disebut batumen (Free, 1982). Lebah *T. biroi* mengoleksi propolis untuk mengisolasi sarangnya dari embun

dengan cara memberi propolis pada pintu dan dinding stup. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah :



Sumber: Salatnaya (2012)

Gambar 1. Sarang *Trigona* spp. A. Sel telur baru; B. Sel telur lama; C. Tempat pakan.

Interior dalam sarang lebah *Trigona* jauh lebih rumit bila dibandingkan genus *Apis*. Sel untuk anak-anak lebah atau *brood*, sel penyimpanan madu, dan polen berbeda ukuran dan letaknya. Sel anakan lebih kecil ukurannya, sementara sel pekerja dan jantan sama ukuran dan bentuknya, dan sel ratu ukuran sedikit lebih besar. Sisiran sel untuk anakan tersusun horizontal (Syariefa et al. 2010).

### 2.3 Aktivitas Lebah Tanpa Sengat (*T. biroii*).

Faktor yang dapat mempengaruhi lebah dalam mengumpulkan pakan yaitu jarak dari sumber pakan dan melimpahnya pakan lebah pada satu areal. Arah dan kecepatan lebah dalam mencari pakan tidak memiliki pengaruh yang nyata karena lebah tidak memiliki arah yang konsisten dalam mencari pakan di alam (Ciar dkk. 2013). Roubik (1989) pernah mengatakan bahwa aktivitas serangga sosial di wilayah tropis sangat tinggi pada pagi hari, dimana pengumpulan polen lebih tinggi dibandingkan nektar. Pengumpulan polen dimulai pada pagi hari sampai dengan siang hari dan pengumpulan nektar akan meningkat pada siang hari di musim panas. Ketika memasuki musim hujan pengumpulan nektar akan lebih banyak pada pagi hari menjelang siang mengikuti kondisi suhu di luar sarang. Suhu selalu mempengaruhi aktivitas lebah di pagi hari (Junior dkk., 2010). Jager (2001)

menambahkan bahwa pada hari yang panas, lebah akan mulai bekerja lebih pagi, namun pada suhu yang rendah di pagi hari aktivitas lebah akan berkurang.

Aktivitas lebah kemudian akan berhenti pada saat keadaan gelap. Pada pukul 18.00 lebah tidak lagi beraktivitas di luar sarang dan mulai menutup pintu keluar sarangnya. Pada pukul 19:00 pintu keluar sarang sudah tertutup sempurna, kecuali 1 lubang kecil di dinding sarangnya. Pintu akan kembali dibuka pada pagi hari ketika mulai terlihat cahaya melalui lubang kecil yang sebelumnya disediakan lebah (White, 1964). Lebah menutup sarangnya di malam hari untuk menjaga kondisi suhu dalam sarang. Sedangkan lubang kecil yang disediakan berfungsi sebagai tempat keluar masuk udara di dalam sarang (Salatnaya, 2012)

## **2.4 Sumber Pakan Lebah**

Salah satu syarat hidup lebah *Trigona* agar dapat berkembang dengan baik adalah ketersediaan pakan. Semakin banyak vegetasi yang beragam akan menentukan kestabilan pertumbuhan koloni *Trigona* (Siregar dkk., 2011). Semakin banyak dan beragam jenis tanaman yang berada di sekitar lokasi peternakan lebah *T. biroi* maka semakin pesat pula pertumbuhan koloninya (Syariefa dkk., 2010). Sehingga dalam budidaya lebah madu, pakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting karena akan sangat mempengaruhi kondisi kesehatan koloni, produktivitas lebah madu dan yang lebih parah adalah koloni dapat meninggalkan sarangnya sehingga dapat berdampak pada penurunan pendapatan dan kegagalan peternak lebah madu dalam usaha peternakan lebah madunya (Agussalim dkk, 2017).

Budidaya lebah madu akan berhasil jika lingkungan tempat tinggal lebah mendukung, seperti ketersediaan jenis tanaman berbunga yang melimpah di alam sebagai pakan lebah madu. Ketersediaan sumber pakan dalam hal ini akan mempengaruhi keberhasilan produksi madu (Oktavia, 2017). *T. biroi* seperti lebah madu pada umumnya, memerlukan serbuk sari (polen), nektar dan bahan lain seperti resin, air, getah, lilin, nektar ekstra floral, lumpur, garam untuk membangun stup (Abrol, 2012). Lebah *T. biroi* mengumpulkan pakan dengan mengunjungi berbagai jenis tanaman berbunga untuk memperoleh makanannya (Ciar dkk. 2013). Warna dan aroma bunga dapat mempengaruhi kecenderungan lebah tanpa sengat

*T. biroi* dalam mengumpulkan pakan di alam. Sedangkan ukuran lebah tanpa sengat juga mempengaruhi variasi sumber pakan yang didapatkan (Ramadhani, 2016).

#### **2.4.1 Nektar**

Sitomorang dan Aam (2014) menyatakan bahwa nektar merupakan cairan manis yang berasal dari hasil sekresi tanaman. Nektar pada umumnya ditemukan pada bunga (*nectar flora*) dan pada bagian tumbuhan lainnya (*ekstra flora*). Nektar juga dapat berasal dari embun yang dihasilkan oleh kutu tumbuhan (Aphid). Lebah membutuhkan berbagai zat makanan untuk pertumbuhan, perkembangan, reproduksi dan produksinya. Lebah memerlukan karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin dan air (Sihombing, 2005).

Nektar adalah senyawa kompleks dengan volume cairan yang bervariasi komponen utama nektar adalah sukrosa, fruktosa dan glukosa. Selain itu terdapat juga zat-zat gula yang lain seperti maltosa, melibiosa, rafinosa, serta turunan karbohidrat lainnya. Lebah sangat suka mengumpulkan nektar pada tanaman karena kandungan gula yang terdapat pada nektar. Terdapat zat lain dalam nektar seperti asam-asam organik, resin, protein, garam dan mineral dengan jumlah yang sedikit. Kondisi iklim dan jenis tanaman akan mempengaruhi konsentrasi gula dalam nektar. Konsentrasi gula dalam nektar mulai dari 5% -70% serta kandungan air mulai dari 4-80% (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Bahan kering nektar terdiri dari campuran berbagai gula dimana kandungan gula-gula tersebut bervariasi dari 5-80%. Perbedaan proporsi macam gula sangat besar, sehingga digolongkan menjadi tiga golongan menurut spectrum gula yang dikandung (Sihombing, 2015):

- a. Nektar yang kandungannya dominan sukrosa atau hanya sukrosa
- b. Nektar yang kandungannya sukrosa, glukosa dan fruktosa yang hampir sama banyaknya
- c. Nektar yang sedikit mengandung sukrosa dan dominan glukosa dan fruktosa.

Produksi nektar tidak konstan dihasilkan selama 24 jam. Nektar yang disekresikan pada malam hari pada umumnya mengandung lebih banyak air.

Selama siang hari hasil sekresi nektar dapat konstan dengan konsentrasi gula dan air yang bervariasi (Sihombing, 2015).

#### **2.4.2 Serbuk Sari (Polen)**

Serbuk sari (polen) adalah bagian dari bunga, berupa kantong berisi benih jantan pada tumbuhan berbunga baik itu *Gymnospermae* maupun *Angiospermae* (Nugroho, 2014). Keberadaan bunga terhadap perkembangan lebah madu sangat tergantung pada ketersediaan jenis tanaman, karena pembungaan bersifat musiman dan pada waktu tertentu lebah kekurangan pakan. Polen sebagai sumber gizi dan protein bagi lebah (Oktavia, 2017). Protein dalam polen sangat diperlukan oleh lebah ratu, pekerja, maupun lebah jantan. Asam amino yang tersedia dalam polen merupakan zat makanan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan lebah madu (Junus, 2004).

Serbuk sari (polen) merupakan pakan lebah yang berfungsi sebagai sumber protein untuk meningkatkan kemampuan lebah ratu untuk meletakkan telur dan memperpanjang (lama) hidup (Perhutani, 1993). Serbuk sari (Polen) adalah pakan pokok dan satu-satunya sumber protein alami bagi lebah madu. Kandungan serbuk sari (polen) secara umum terdiri dari abu dengan berbagai jenis mineral, karbohidrat, serat, protein, dan lemak. Komposisi kandungan dan nilai gizinya sangat bervariasi antar jenis tumbuhan dan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat tumbuh (Hebert, 1992).

Serbuk sari merupakan komponen yang sangat vital bagi perkembangan otot dan organ dalam lebah pekerja (Keller dkk., 2005 a). Protein bagi lebah ibarat daging, ikan, telur dan makanan sejenisnya yang memiliki fungsi dan kandungan serupa bagi manusia. Nutrisi yang diperoleh diperlukan untuk membentuk otot dan daging bagi lebah (Akbaruddin dkk., 2018). Protein sebagai penyusun utama sel-sel tubuh dan erat kaitannya dengan pertumbuhan lebah dan dibutuhkan untuk menghasilkan *Royal Jelly* sebagai pakan untuk ratu dan larva (Widowati, 2013).

Ketersediaan protein bagi lebah sangat memberikan pengaruh terhadap perkembangan dan kondisi kesehatan koloni lebah. Kekurangan asupan serbuk sari bagi lebah dapat mengakibatkan penurunan jumlah pengeraman anakan, perkembangan lebah yang tidak normal, memperpendek umur lebah pekerja dan

penurunan produksi madu (Keller dkk., 2005 b). Serbuk sari sendiri merupakan benih jantan tumbuhan yang hanya terdapat di bunga. Hal ini menyebabkan perkembangan koloni lebah madu secara alami sangat tergantung pada keberadaan bunga. Karena pembungaan tumbuhan umumnya bersifat musiman, pada waktu tertentu koloni lebah madu mengalami kekurangan pakan (Kuntadi, 2008).

## **2.5 Produk Lebah**

Lebah merupakan salah satu serangga yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Hal ini dikarenakan semua produk yang berasal dari lebah memiliki manfaat dari berbagai aspek dalam kehidupan manusia seperti madu, serbuk sari, royal jelly dan propolis, lilin lebah, roti lebah dan madu granulasi (Suranto, 2007).

### **2.5.1 Madu**

Madu merupakan komoditas penting yang sangat diminati oleh masyarakat. madu berbentuk cairan manis yang dihasilkan lebah dari nektar tanaman yang dikumpulkan oleh lebah pekerja (SNI 8664:2018). Madu dapat dibedakan berdasarkan pengelompokan jenis dan kandungannya. Pengelompokan jenis madu dapat ditentukan berdasarkan frekuensi dan jenis polen yang terdapat dalam madu menurut Wingenroth (2001) seperti:

1. Madu *Monofloral*, satu jenis polen yang memiliki frekuensi polen >45%
2. Madu *Bifloral*, dua tipe polen yang memiliki frekuensi polen >22-25%
3. Madu *Multifloral*, tiga tipe polen atau lebih yang memiliki frekuensi <16%

Komposisi utama madu adalah sekitar 95% karbohidrat dari berat kering madu. Selain itu madu mengandung banyak senyawa seperti asam organik, protein, asam amino, mineral, polifenol, vitamin dan senyawa aroma. Madu mengandung sekitar 0,5% protein, terutama enzim dan asam amino bebas. Kandungan dalam madu sangat tergantung terhadap tanaman yang menjadi sumber pakan lebah dan faktor eksternal seperti musim dan lingkungannya serta cara pengelolaannya (Bogdanov dkk., 2008). Persyaratan mutu madu berdasarkan SNI 8664:2018 sebagai berikut:

Tabel 2. Persyaratan 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	Ml 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 Kadmium (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 1.0	Maks 1.0	Maks 1.0
11	Kloramfenikol	Mg/Kg	Tidak Terdeteksi		
Catatan *) Persyaratan Ini Berdasarkan Pengujian Setelah Madu Dipanen					

### 2.5.2 Susu Lebah (*Royal Jelly*)

Royal Jelly merupakan salah satu produk lebah madu yang erat kaitannya dengan pakan lebah yaitu tepung sari dan nektar sebagai bahan baku pembuatan royal jelly. Semakin banyak nektar dan tepung sari maka semakin banyak juga royal jelly yang dapat dihasilkan oleh lebah. Untuk mendapatkan produk royal jelly yang memadai harus mengetahui teknik dasar pembentukan sel ratu (perbanyak lebah ratu) yaitu cara-cara pembentukan sel ratu (*Queen Rearing*) baik secara alami maupun secara buatan, karena kalau sel ratu belum terbentuk maka produk royal

jelly tidak ada. Larva calon lebah ratu tanpa mengonsumsi royal jelly, tidak akan menjadi lebah ratu (Growth, 1960).

Royal jelly merupakan makanan larva ratu yang terdapat di dalam sel calon ratu. Dihasilkan oleh kelenjar *hipofaring* dan kelenjar *mandibula* lebah pekerja muda. Larva pekerja, lebah jantan dan calon ratu memakan produk ini untuk perkembangan lebah (Mutsaers dkk., 2005). Lebah pekerja hanya mengonsumsi royal jelly pada dua hari pertama saat larva, selanjutnya mendapatkan cairan yang lebih encer. Ratu lebah mengonsumsi royal jelly sepanjang hidupnya. Hal ini menyebabkan ratu lebah menjadi penghasil telur sejati dengan ukuran badan yang lebih besar (Suranto, 2007).

Royal jelly mengandung gula, air, vitamin-vitamin, asam pantotenat, bipterin dan neopterin (Kementerian Kehutanan, 2012). Royal jelly terbentuk dari tepung sari (polen) tanaman dan sari madu yaitu hasil sekresi kelenjar hipofaring lebah pekerja muda berisi vitamin B1, B2, B3, B5, B6, B12, vitamin H dan E. Royal jelly dikeluarkan dari liur lebah pekerja, mengandung enzim pencernaan, hormone gonadotropin yang bisa menstimulasi organ reproduksi lebah ratu dan pemasakan telur. Royal jelly memiliki kandungan gizi sebesar 45% protein, 13% lemak, 20% gula, garam, mineral dan aneka vitamin (B-kompleks, H dan E) (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

### **2.5.3 Propolis**

Selain mengambil madu, *Trigona* juga memanfaatkan resin (getah) dari beberapa jenis pohon tertentu. Resin keluar ketika ada bagian pohon seperti batang, dahan dan ranting yang rusak secara alami maupun karena pemanenan oleh manusia. Resin dikumpulkan kemudian dicampur dengan enzim yang terdapat dalam kelenjar ludah. Resin yang telah diolah oleh lebah dikenal dengan nama propolis (Syariefa dkk., 2010).

Propolis digunakan lebah memperbaiki sarang, melindungi sel-sel telur, menambal sarang yang retak atau berlubang, memperkecil ukuran pintu keluar masuk sarang. Binatang yang mati dalam sarang dan terlalu berat untuk dibuang lebah akan membungkusnya dengan propolis. Propolis juga digunakan sebagai campuran malam untuk menutupi sel berisi larva sehingga terlindung dari serangan

penyakit. Lebah menggunakan propolis untuk melindungi sarang dari kontaminasi bakteri, virus dan jamur (Chen dkk. 2008). Propolis tidak mengandung protein, karbohidrat atau lemak sehingga tidak memiliki nilai energi akan tetapi propolis memiliki efek antibiotik (Mutsaers dkk. 2005).

Salah satu komposisi kimia yang penting pada propolis adalah senyawa flavonoid. Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenol alami yang tersebar luas pada tumbuhan yang disintesis dalam jumlah sedikit dan memiliki peran sangat penting untuk sistem kekebalan tubuh dan digunakan untuk pengobatan (Mahani dkk. 2011). Kandungan zat yang berfungsi sebagai antibiotik dan antimikroba membuat propolis dapat digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Propolis dapat digunakan dalam dunia kesehatan dan kecantikan. Propolis juga dapat digunakan untuk terapi penyakit, sebagai bahan pengawet dan dapat digunakan untuk beberapa industri (Siregar dkk., 2011).

#### **2.5.4 Lilin**

Lilin lebah merupakan paraffin yang dihasilkan oleh kelenjar lilin di ventral abdomen lebah pekerja (Kementerian Kehutanan, 2012). Kelenjar lilin diproduksi oleh lebah pekerja yang berusia 12-18 hari. Lebah yang lebih tua, kelenjar lilin dapat mengurangi aktivitas mereka akan tetapi dalam keadaan darurat dapat aktif kembali. Lilin paling banyak dihasilkan selama fase pertumbuhan koloni lebah, dimana bahan bakunya berupa karbohidrat, yaitu gula madu seperti fruktosa, glukosa dan sukrosa. Lilin lebah berfungsi sebagai bahan konstruksi lebah untuk sisiran sarang mereka (Bogdanov, 2016).

Lilin lebah berasal dari hasil leburan sarang lebah yang mengandung 50% senyawa resin (Flavonoid dan Asam Fenolat, 30% lilin lebah, 10% minyak aromatic, 5% polen dan 5% berfungsi sebagai senyawa aromatic (Pieta, 2002). Lilin sarang lebah mengandung senyawa organik hidrokarbon jenuh, ester dan alkohol. Lilin lebah juga mengandung senyawa flavonoid yang berguna sebagai antimikroba yang dapat menghambat microorganism pathogen (Manoi, 2009).

Warna lilin lebah dapat bervariasi seperti kuning, putih atau oranye bersih. Lilin lebah pada suhu kamar akan beku dan sedikit lunak sedangkan pada suhu dingin akan mudah pecah. Berbau khas dan beraroma tanaman. Lilin lebah banyak

dimanfaatkan dalam industri farmasi, sebagai bahan dasar pembuatan kosmetik (seperti bahan dasar pembuatan salep, lotion, lipstick, pelapis pil, perekat, krayon, permen dan tinta) pembuatan lilin penerangan dan industri perlebahan (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

### **2.5.5 Roti Lebah (*Bee bread*)**

Roti lebah adalah salah satu produk lebah yang dihasilkan dari serbuk sari bunga, polen yang diolah lebah secara alami. bersumber dari anther bunga jantan yang bercampur dengan nektar. Lebah mengambil polen dengan menggunakan proboscis dan disimpan dalam kantong yang berada di belakang kaki lebah. Roti lebah merupakan pakan lebah yang sangat penting dengan kandungan gizi yang mencakup protein, lemak, karbohidrat, vitamin, enzim dan mineral (Lesmana, 2018).

Roti lebah secara biokimia hampir mirip dengan polen (serbuk sari), namun terdapat beberapa perbedaan dimana roti lebah memiliki kandungan gula tinggi dibandingkan dengan pati, sedangkan polen memiliki kandungan gula lebih rendah dibandingkan dengan pati. Roti lebah juga memiliki kandungan asam laktat enam kali lebih tinggi dibandingkan dengan polen. Sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur dan beberapa mikroorganisme lainnya dikarenakan kandungan ph yang rendah dan keasaman yang tinggi (Lesmana, 2018).

Roti lebah telah lama dikonsumsi sebagai suplemen yang kaya akan nutrisi dan antioksidan, digunakan untuk meningkatkan daya tahan tubuh. Kamilia dkk. (2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa roti lebah memiliki karbohidrat sekitar 56.14%, protein 25.82%, lipid 5.07% serta mineral-mineral berupa magnesium, kalsium, zinc dan besi serta vitamin B,C dan E.

## **2.6 Hama dan Penyakit Lebah Madu**

Tingkat keberhasilan budidaya lebah madu dilihat dari kemampuan para pembudidaya lebah. Para pembudidaya lebah harus mampu mengatasi berbagai kondisi seperti ketersediaan pakan sampai pengendalian hama dan penyakit pada lebah. Salah satu musuh-musuh yang dianggap dapat membahayakan koloni lebah

adalah ngengat lilin, semut, semut merah, cicak dan kadal (Pribadi dan Purnomo, 2013).

Ngengat lilin (*Galleria sp.*) merupakan serangga hama yang dapat menghambat pertumbuhan sarang lebah. Salah satu tanda kehadiran ngengat lilin adalah keberadaan serat-serat kapas yang lengket dan bahkan serat kapas tersebut akan melengket diantara sisiran sarang untuk lebah jenis *Apis spp.* kerusakan yang ditimbulkan ngengat lilin dimulai dengan memakan sisiran sarang yang terbuat dari lilin dan jika telah rusak maka hama ini akan berkembang di dalam sarang lebah (Pribadi, 2016).

Tabuhan (*Vespa sp.*) atau tawon endas salah satu serangga hama dari ordo hymenoptera. Ratu tabuhan akan menyerang koloni lebah madu untuk mencari makan. Gejala yang ditimbulkan adalah jumlah lebah pekerja yang berkurang akibat sarang yang dimangsa oleh tabuhan. Tabuhan akan menunggu lebah pekerja di depan pintu sarang lebah dan kemudian memangsa lebah pekerja yang keluar masuk sarang. Pada kondisi yang berat tabuhan dapat merusak sarang dan memakan persediaan makanan lebah di dalam sarang.

Selain tabuhan cicak dan kadal juga dapat menyerang koloni lebah. Cicak mempredasi lebah dengan memakan sejumlah kecil lebah. Sedangkan semut akan menyerang persediaan madu yang dikumpulkan lebah pekerja. Menurut Oldroy (2006) serangan berat semut mampu membuat lebah hijrah atau meninggalkan sarang yang telah disediakan. Sedangkan Penyakit lebah pada umumnya paling dipengaruhi oleh kondisi kurang protein dan kualitas pakan yang diberikan pada lebah.

## **2.7 Tebu (*Saccharum officinarum*).**

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang tersebar luas di Indonesia dan dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gula karena mengandung kadar sukrosa yang tinggi. Tebu juga merupakan jenis tanaman perkebunan semusim yang dipanen satu kali dalam satu kali siklus hidupnya. Klasifikasi tebu berdasarkan USDA (2018):

Kingdom : Plantae

Sub Kingdom : Tracheobionta

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Cyperales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i> L
Spesies	: <i>Saccharum Officinarum</i> L

Tebu memiliki ciri fisik batang yang padat dan tidak bercabang dengan diameter batang antara 2.5 cm - 5 cm. Pada penampangnya terdapat lingkaran berupa ruas yang dibatasi buku buku dengan jarak pada interval 15 cm - 25 cm dan lebih dekat di bagian batang. Daun tebu melekat pada batang disetiap buku-buku secara bergantian dalam dua baris di sisi yang berlawanan. Daun tebu merupakan daun yang tidak sempurna karena hanya terdiri dari pelepah dan helaian daun tanpa tangkai daun, pada bagian pelepah terdapat bulu-bulu dan telinga daun. Warna dan kekerasan batang bervariasi sesuai dengan jenis varietasnya. Pada bagian batangnya memiliki lapisan lilin yang berwarna putih keabu-abuan yang biasanya terdapat pada batang tebu yang masih muda (James, 2004).

Tebu merupakan tanaman penghasil gula yang utama, termasuk golongan tanaman C4. Kandungan karbohidrat utama yang terdapat pada tebu adalah sukrosa yang merupakan bahan baku pembuatan gula (Widjaja, 2011). Kandungan sukrosa pada aksesi-aksesi tebu mencapai 21% (Zhu dkk. 1997). Dalam kondisi normal, tebu mampu mengakumulasi sekitar 27% sukrosa dari berat segarnya atau 62% dari berat keringnya (Sachdeva dkk. 2011). Hampir 65-70% persediaan gula dunia dipenuhi oleh tebu (Carson dan Botha 2002).

Sukrosa berasal dari hasil fotosintesis dalam jaringan mesofil daun yang kemudian ditranslokasikan ke sel-sel parenkim sebagai jaringan penyimpanan. Proses ini dimulai dari sejak dimulainya fase pemanjangan sampai berhentinya fase pertumbuhan vegetatif tanaman (Batta dkk., 2011). Selama fase pemasakan, konsentrasi sukrosa terus meningkat dan berdampak pada proporsi batang tebu mengandung heksosa sederhana (glukosa dan fruktosa) menurun, dalam hal ini menjelaskan bahwa metabolisme sukrosa berkorelasi positif dengan degradasinya dalam menghasilkan glukosa dan fruktosa.

Sebagian besar nira tebu adalah air dengan sedikit kandungan protein dan lemak di dalamnya. Nira tebu juga mengandung enzim fitase, mineral mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, Co dan Se) dan vitamin (B3, C dan E). Karbohidrat yang terkandung dalam nira tebu yaitu 32,42% sukrosa, 2,41% fruktosa, 2% galaktosa dan 1,58% glukosa. Larutan gula hanya mengandung sukrosa sebagai sumber energy sedangkan nira tebu mengandung nutrisi yang lebih baik dari larutan gula (Widjaja, 2011). Rompas (2015), dalam penelitiannya menyatakan bahwa lebah yang diberi makan gula tebu menghasilkan royal jelly yang lebih baik karena memiliki kandungan gula sukrosa yang tinggi.

Pemberian nira tebu sebagai pakan bertahan pada suhu ideal tertentu. Menurut Krishnakumar, dkk. (2013) batang tebu dapat bertahan selama 4 hari pada suhu yang tepat yaitu 10-30 °C. Sedangkan untuk tebu yang telah diperas dan menghasilkan nira tebu akan bertahan selama 9 hari dengan suhu ideal yaitu 10 °C. Adapun penelitian terkait penggunaan pakan tambahan sebagai berikut:

Tabel 3. Penelitian Terkait Konsumsi Pakan Buatan dan Sukrosa

No	Tahun	Nama	Judul	Hasil Penelitian
1	[SKRIPSI] 2016	Aryna Astari Ihwana	Pengaruh Pemberian Larutan Gula Pada Lebah <i>Apis mellifera</i> Terhadap Konsumsi Pakan, Produksi Anakan dan Mortalitas Anakan pada Musim Paceklik	konsumsi lebah terhadap larutan gula palem lebih rendah dibandingkan dengan larutan gula putih. Larutan gula palem menyebabkan konsumsi pakan, produksi anakan dan berpengaruh terhadap tingginya mortalitas anakan. Menunjukkan bahwa tingkat palatabilitas lebah <i>A. mellifera</i> terhadap gula putih lebih tinggi dibandingkan gula palem

2	[SKRIPSI] 2014	Resi Tegar Adiguna Ramadhan	Evaluasi Penggunaan Pakan Tambah Gula dan Bee Feed terhadap Konsumsi Pakan, Mortalitas Anakan dan Perkembangan Populasi Lebah Madu <i>Apis mellifera</i>	pemberian pakan tambahan bee feed dan campuran dapat meningkatkan konsumsi pakan lebah <i>A. mellifera</i> dan dapat menurunkan mortalitas anakan, akan tetapi tidak meningkatkan perkembangan populasi koloni lebah madu
3	Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi Vol.2 No.1: 2015	Joice J.I Rompas	Tambahan Pakan Buatan (Gula Tebu dan Aren) terhadap Produksi Royal Jelly Lebah Madu <i>Apis cerana</i> F.	Pemberian gula tebu dan gula aren aren pada komposisi 100 gr gula dan 200 gr air pada metode emergency cell pakan buatan memberikan hasil pembentukan produksi <i>royal jelly</i> terbaik karena mengandung sukrosa yang tinggi
4	Jurnal Kimia Riset, Vol. 2 No.1: 2017	Devyana Dyah Wulandari	Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Air, dan Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan	madu pada suhu dingin memiliki gula pereduksi yang lebih baik dibandingkan madu pada suhu ruang. Madu pada suhu ruang memiliki sukrosa sebesar 4,1565 dan madu pada suhu dingin mengandung kadar sukrosa sebesar 6,175%

5	Jurnal Penelitian Farmasi Herbal Vol. 1 No. 2: 2019	Zuhairiah Nst, dkk.	Identifikasi Kadar Glukosa dan Sukrosa pada Madu Hutan	salah satu faktor yang mempengaruhi mutu madu adalah sumber nektar, penyimpanan dan pemanasan, kadar air, suhu dan cuaca. Rata-rata glukosa pada ke 3 sampel madu hutan adalah 66,24%- 71,42%. Kadar sukrosa madu memenuhi SNI 01-3545:2013
---	---	---------------------	--	---

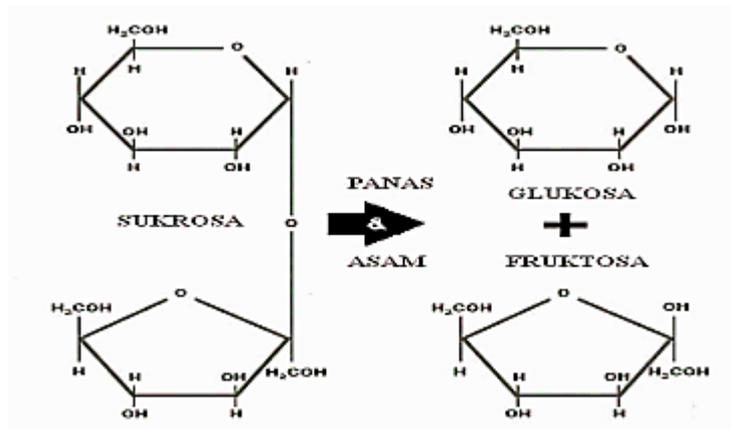
## 2.8 Proses Pembentukan Madu

Lebah membuat madu dari nektar bunga yang dikumpulkan pada waktu musim berbunga. Lebah menghisap cairan dari tumbuhan (nektar) dan membawanya ke sarang menggunakan kantong khusus pada tubuhnya yang disebut perut madu. Di dalam perut lebah gula dari nektar dipecah menjadi gula sederhana melalui proses inversi (Sihombing, 2015).

Lebah pekerja menghisap nektar dengan belalainya, maka terjadilah kontak antara nektar dan cairan saliva lebah yang mengandung enzim-enzim hidrolase yang mengakibatkan gula terpecah (Sulistiyorini, 2006). Lebah pekerja akan mengumpulkan makanannya dalam kantong khusus dalam tubuhnya yang berfungsi memecah gula menjadi gula sederhana (Sihombing, 2005). Lebah pekerja yang berusia lebih muda biasanya akan menghisap nektar dari perut lebah pekerja yang baru ditiba disarang menggunakan *proboscis*nya. Setelah itu lebah pekerja akan mendepositkan nektar disarang dan menambahkan enzim diastase dari mulut lebah pekerja ke nektar. Proses pemberian enzim memakan waktu sekitar 20 menit untuk membuat nektar menjadi madu mentah (Sebayang dkk., 2017). Pada proses ini juga disebut dengan proses inversi, salah satunya nektar sukrosa yang dipecah menjadi fruktosa dan glukosa.

Gula invert merupakan hasil hidrolisis dari sukrosa yaitu  $\alpha$ -D-glukosa dan  $\beta$ -D-fruktosa. Hidrolisis terjadi pada larutan dengan suasana asam atau dengan enzim invertase (Pancoast dan Junk, 1980). Ada tidaknya sifat pereduksi dari suatu molekul gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil bebas (OH) yang reaktif

(Winarno, 1997). Dengan hidrolisis sukrosa akan terpecah menghasilkan fruktosa dan glukosa (Peodjiadi, 2009).



Sumber: Winarno (1997)

Gambar 2. Mekanisme hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.

Nektar yang dikumpulkan lebah pekerja memiliki kandungan air hingga 80% dengan kadar sukrosa yang tinggi. Setelah lebah menambahkan enzim pada nektar dan mengubahnya menjadi madu mentah. Lebah kemudian akan madu mentah di dalam sarang dan pada tahapan ini madu masih memiliki sekitar 70% kandungan air. Kandungan air pada madu mentah akan berkurang secara berangsur-angsur disebabkan oleh kepekatan sayap lebah di dalam sarang. Pada proses tersebut menurunkan kadar air madu sebesar 17% (Sihombing, 2015).

Madu yang belum matang memiliki kandungan air yang lebih tinggi dan mudah terfermentasi. Madu akan dianggap matang apabila kadar airnya mencapai batas tertentu kemudian disimpan pada pot madu yang berasal dari lilin yang dihasilkan lebah. Sebagai patokan untuk melihat madu yang matang dan siap dipanen, perlu menunggu hingga paling sedikit  $\frac{1}{4}$  dari sel madu telah ditutup oleh lebah (Sihombing, 2015).