

SKRIPSI

**Studi Pakan Polen Lebah *Tetragonula biroi* Di Desa
Pepuro Barat Kec. Wotu Kab. Luwu Timur**

Disusun dan diajukan oleh :

NI WAYAN INDRAYANTI

M111 15 050



PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PAKAN POLEN LEBAH *TETRAGONULA BIROI* DI DESA
PEPURO BARAT KECAMATAN WOTU KABUPATEN LUWU TIMUR

Disusun dan diajukan oleh :

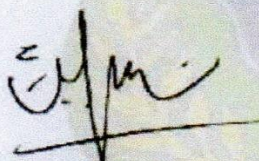
NI WAYAN INDRAYANTI
M111 15 050

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk
dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
pada tanggal 11 Januari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

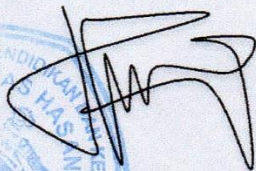


Dr. Ir. Sitti Nuræni, M.P.
NIP. 19680410 199512 2 001

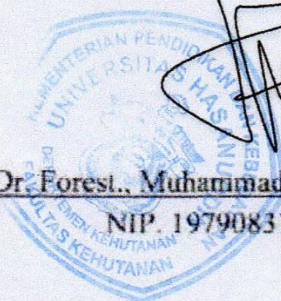


Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P.
NIP. 19700915 199403 1 001

Ketua Program Studi,



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



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni Wayan Indrayanti
NIM : M111 15 050
Prodi : KEHUTANAN
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Studi Pakan Lebah *Tetragonula biroi* Di Desa Pepuro Barat, Kecamatan Wotu,
Kabupaten Luwu Timur

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

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

Makassar, 11 Januari 2021

Yang menyatakan,



Ni Wayan Indrayanti

ABSTRAK

Ni Wayan Indrayanti (M11115050). Studi Pakan Polen Lebah *Tetragonula biroi* Di Desa Pepuro Barat, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur. Di bawah Bimbingan Sitti Nuraeni dan Andi Sadapotto.

Lebah tanpa sengat (meliponini) merupakan serangga *eusosial* penghasil produk lebah kaya manfaat bagi kesehatan, dengan penyebaran spesies meliponini yang lebih banyak dari lebah apini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis polen tumbuhan yang terdapat pada madu dan *Bee bread* lebah *T. biroi*. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi bagi masyarakat tentang sumber pakan polen lebah *T. biroi* yang berada di Desa Pepuro Barat, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2019-Januari 2020, dengan variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah jenis-jenis polen yang terdapat pada madu dan beebread, bentuk-bentuk polen pada madu dan beebread, bentuk-bentuk polen masing-masing tumbuhan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang berbentuk tabulasi dan gambar, diperoleh hasil sebanyak 8 jenis polen tumbuhan yang menjadi pakan lebah *T. biroi*, jenis tumbuhan tersebut adalah kelapa, kakao, asoka, tomat, kembang merak, melati, kamboja, dan kembang sepatu. Persentase jumlah polen yang diperoleh didominasi oleh tumbuhan kelapa dengan persentase pada *bee bread* 62,30% dan madu 54,80%. Berdasarkan indeks P/E diperoleh bentuk-bentuk polen *Supheriodal*, *Prolate spheriodal*, *Subprolate*, *Perpolate*, dan *Zonosulate*.

Kata kunci: Meloponini, Madu, *bee bread*, *T. biroi*, polen.

KATA PENGANTAR

Om Swastyastu.

Asung Kerta Waranugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa/ Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penyusunan skripsi dengan judul “**Studi Pakan Polen Lebah *Tetragonula biroi* Di Desa Pepuro Barat Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur**” yang disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk meraih gelar sarjana pada Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin ini dapat dirampungkan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak duduk dibangku perkuliahan hingga pada penyusunan skripsi ini, akan sangat sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karenanya, pada kesempatan ini secara khusus dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P** dan **Dr. Ir. A. Sadapotto, M. P** selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing serta memberi arahan dalam penyusunan skripsi ini.

Terkhusus salam hormat dan kasih saya kepada orang tua tercinta, ayahanda **I Wayan Budi** dan ibunda **Ni Nyoman Nuriasih** serta saudara saya, **I Kadek Aditya** yang selalu mendoakan, memberi motivasi dan kasih sayang serta bantuan moril selama ini. Dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. A. Mujetahid M., S. Hut. M.P** selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, bapak **Dr. Forest Muhammad Alif KS, S. Hut., MSi** selaku Ketua Departemen Kehutanan beserta seluruh **Dosen** dan Staff Fakultas Kehutanan.
2. Bapak **Ir. Budiaman, M. P** dan ibu **Gusmiaty, S.P; M.P** Selaku dosen penguji yang telah memberikan bantuan dan masukan baik berupa saran maupun kritikan yang membangun pada penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen-dosen pengajar yang telah membagi ilmunya yang bermanfaat serta telah berperan sebagai orang tua kedua bagi penulis dan seluruh staf

pegawai dalam ruang lingkup Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

4. Teman-teman dari **Laboratorium Perlindungan dan Serangga Hutan** yang memberikan bantuan dalam penelitian ini.
5. Kepada teman penelitian **Hardianti, Nurul Muhlisa Syaid, Nurhidayat Abbas, Hartati, Gloria M., Ashar Asis, dan Asy Syukur T.**, yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.
6. Sahabat SMA saya **yang** tidak bisa disebutkan satu persatu Yang senantiasa membantu serta mendoakan selama penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman **KKN Tombolo Pao** atas do'a dan motivasinya selama penulis melakukan penelitian.
8. Saudara dan saudari **Virbius 2015 (Angkatan 2015)** tanpa terkecuali atas kebersamaannya selama ini, sukses buat kita semua.
9. Semua pihak yang turut membantu dan bekerja sama setulusnya dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini

Dengan keterbatasan ilmu dan pengetahuan, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Karena itu, penulis mengharapkan adanya koreksi, kritik dan saran yang membangun, dari berbagai pihak sehingga menjadi masukan bagi penulis untuk peningkatan di masa yang akan datang. Akhir, kata penulis mengharapkan penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, 11 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Lebah <i>Tetragonula biroi</i>	3
2.1.1 Klasifikasi Lebah <i>T. biroi</i>	3
2.1.2 Kasta <i>T. biroi</i>	4
2.2 Sumber Pakan.....	5
2.2.1 Nektar.....	5
2.2.2 <i>Bee Polen</i>	6
2.2.3 Madu.....	6
2.2.4 <i>Bee bread</i>	8
2.3 Morfologi umum polen.....	8
III. METODE PENELITIAN.....	10
3.1. Waktu dan Tempat.....	10
3.2. Alat dan Bahan.....	10
3.2.1 Alat.....	10
3.3.2 Bahan.....	11
3.3 Prosedur Kerja.....	11
3.3.1 Pengamatan Jenis Polen pada Madu.....	11
3.3.2 Pengamatan Jenis Polen pada Bee Bread.....	12

3.3.3 Penentuan Polen pada Bunga.....	12
3.3.4 Penentuan Polen yang terdapat pada madu dan bee bread	13
3.4 Variabel yang Diamati.....	14
3.5 Analisis Data	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Kondisi Umum Lokasi	15
4.2 Jenis Polen pada Bee bread <i>Tetragonula biroi</i>	16
4.3 Jenis Polen pada Madu <i>T. biroi</i>	17
4.4 Persentase Rata-rata Jumlah Polen yang terdapat pada Madu dan <i>Beebread</i> dari 3 Stup Lebah <i>T. biroi</i>	18
4.5 Bentuk-bentuk Polen Bunga yang Terdapat Di sekitaran Koloni Lebah	19
V. PENUTUP.....	24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Peta lokasi penelitian kuskus beruang.....	14
Gambar 2.	Persentase rata-rata jumlah polen tumbuhan yang ditemukan pada sampel <i>beebread</i> dari 3 koloni lebah <i>T. biroi</i>	15
Gambar 3.	Persentase rata-rata jumlah polen tumbuhan yang ditemukan pada sampel madu dari 3 lebah <i>T.biroi</i>	16
Gambar 4.	Persentase rata-rata jumlah polen tumbuhan yang ditemukan pada sampel madu dan <i>beebread</i> dari 3 koloni lebah <i>T. biroi</i>	17
Gambar 5.	Bentuk polen tumbuhan Di Desa Pepuro Barat	17

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Morfologi polen bunga yang berada dilokasi penelitian	18-21
Tabel 2.	Identifikasi pakan polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> dan madu di sekitar stup lebah <i>T. biroi</i>	22-24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Polen tumbuhan bawah	30-34
Lampiran 2.	Polen tumbuhan atas.....	35-36
Lampiran 3.	Gambar polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> berdasarkan pengamatan dengan mikroskop perbesaran 40x	37-39
Lampiran 4.	Gambar polen tumbuhan yang ditemukan pada madu berdasarkan pengamatan dengan mikroskop perbesaran 40x	40-42
Lampiran 5.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada madu stup 1 lebah <i>T. biroi</i>	42
Lampiran 6.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada madu stup 2 lebah <i>T. biroi</i>	43-44
Lampiran 7.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada madu stup 3 lebah <i>T. biroi</i>	44-45
Lampiran 8.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 1 lebah <i>T. biroi</i>	45
Lampiran 9.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 2 lebah <i>T. biroi</i>	46
Lampiran 10.	Data hasil pengamatan dan perhitungan jumlah polen tumbuhan serta persentase jumlah jenis polen yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 3 lebah <i>T. biroi</i>	46
Lampiran 11.	Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada Madu stup 1 lebah <i>T. biroi</i>	47
Lampiran 12.	Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada Madu stup 2 lebah <i>T. biroi</i>	47
Lampiran 13.	Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada Madu stup 3 lebah <i>T. biroi</i>	48

Lampiran 14. Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 1 lebah <i>T. biroi</i>	48
Lampiran 15. Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 2 lebah <i>T. biroi</i>	48
Lampiran 16. Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> stup 3 lebah <i>T. biroi</i>	48
Lampiran 17. Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada <i>beebread</i> lebah <i>T. biroi</i> dari seluruh stup	49
Lampiran 18. Persentase Rata-rata jenis Polen tumbuhan yang ditemukan pada madu lebah <i>T. biroi</i> dari seluruh stup	49
Lampiran 19. Table bentuk polen berdasarkan indeks P/E.....	50-52
Lampiran 20. Peta lokasi penelitian Desa Pepuro Barat, Kec. Wotu Kab. Luwu Timur.....	53
Lampiran 21. Dokumentasi pengambilan sampel di lapangan.....	53
Lampiran 22. Dokumentasi identifikasi sampel dilaboratorium.....	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lebah adalah salah satu serangga sosial yang kaya akan manfaat, segala yang dihasilkan oleh lebah dapat dimanfaatkan baik untuk kecantikan, kesehatan dan kebutuhan pangan. Lebah dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu lebah bersengat (apini) dan lebah tidak bersengat (meliponini) (Fadhilah dan Rizkika, 2015). Jenis lebah tidak bersengat (meliponini) adalah jenis lebah yang menyukai hutan yang lembap dan hangat. Dari kumpulan genus lebah tanpa sengat, beberapa genus merupakan lebah yang dapat menghasilkan madu seperti genera *Trigona* dan *Melipona* (Fadhilah dan Rizkika, 2015). Pada tahun 2014, *Trigona* yang telah teridentifikasi sekitar 600 spesies yang dikelompokkan ke dalam 5 genera dan 11 sub genera. Genus *Trigona* tersebar dari wilayah Meksiko hingga Argentina, Srilanka hingga Taiwan, pulau Solomon, Australia dan Indonesia (Balitbang HHBK, 2018). Sebanyak 37 jenis telah teridentifikasi berada di Indonesia yang tersebar di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi (Fadhilah dan Riskikah, 2015). Sulawesi terdapat 8 jenis, 4 diantaranya berada di Sulawesi Selatan yakni jenis *Wallacetrigona incisa*, *Tetragonula laeviceps*, *Tetragonula biroi* dan *Heterotrigona itama* (Sayusti, 2019).

Sebagai lebah penghasil madu, *T. biroi* memerlukan sumber pakan yang mengandung air, mineral, protein, vitamin, dan karbohidrat (Pratama dkk., 2015). Sumber pakan utama lebah umumnya berasal dari tumbuhan, jika sumber pakan yang melimpah akan meningkat produksi madu, *bee bread*, *bee pollen* dan propolis. Begitu pula sebaliknya jika sumber pakan terbatas akan berdampak pada penurunan produksi lebah. Kurangnya pakan juga mempengaruhi koloni lebah di mana koloni akan mengalami kekurangan pekerja dan mengurangi produktivitas ratu. Di Indonesia, jumlah tumbuhan yang menjadi pakan lebah memiliki potensi yang besar namun, informasi mengenai pakan tersebut sangat kurang terutama untuk lebah *T. biroi*. Terdapat 25.000 jenis tumbuhan bunga tumbuh dan

berkembang, dengan jumlah yang besar ini ketersediaan polen dan nektar tersedia sepanjang tahun (Mulyono, 2015).

Beberapa penelitian tentang studi sumber pakan dengan mengamati jenis polen yang dikumpulkan oleh lebah seperti yang telah dilakukan oleh Syarifuddin, (2008) yang berlokasi di Desa Radda, Kec. Baebunta, Luwu Utara pada lebah *T. biroi* dan Syaid, (2018) yang berlokasi di Desa Bontomanurung Kec. Tompobulu, Kab. Maros pada lebah *Apis cerana*. Informasi tentang tumbuhan-tumbuhan sebagai pakan lebah tersebut sangat diperlukan baik dari semak, tumbuhan pertanian, tumbuhan perkebunan, maupun kehutanan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakan studi analisis jenis polen yang terdapat dalam madu dan *Bee bread* lebah *T. biroi* dengan judul studi pakan polen lebah *T. biroi* (*Stingless Bees*) di Kabupaten Luwu Timur sehingga dapat diketahui jenis tumbuhan sumber pakan polen lebah *T. biroi*. Hal ini dapat digunakan sebagai sumber informasi dasar tentang nilai gizi dan nutrisi roti lebah (*Bee bread*) yang di produksi oleh lebah *T. biroi* dan beberapa jenis pakan yang sangat disenangi oleh lebah *T. biroi* yang ada di Luwu Timur.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis polen yang ada pada madu dan roti lebah (*Bee bread*) dari lebah *T. biroi*, sedangkan kegunaan penelitian ini adalah sebagai sumber informasi bagi masyarakat tentang sumber pakan polen lebah *T. biroi* yang berada di Desa Pepuro Barat, Kecamatan Wotu, Kabupaten Luwu Timur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lebah *Tetragonula biroi*

2.1.1 Klasifikasi Lebah *T. biroi*

Klasifikasi *T. biroi* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Apidae
Tribus	: Meliponini
Genus	: <i>Tetragonula</i>
Species	: <i>Tetragonula biroi</i> (Harjanto, 2020)

Penyebaran jenis lebah tanpa sengat di Indonesia dapat dijumpai di mana saja dengan keanekaragaman jenis tinggi, Di Sumatra terdapat sekitar 31 jenis, di Kalimantan terdapat 40 jenis, dan Di Jawa 14 jenis. Khusus Sulawesi Selatan terdapat 4 jenis di antaranya *T. laeviceps*, *Geniotrigona incisa*, *T. Itama*, dan *T. Biroi* (Suriawanto, dkk. 2017).

Lebah tanpa sengat (meliponini) memiliki tiga pasang tungkai yang beruas-ruas. Sepasang tungkai belakang memiliki rambut yang membentuk struktur keranjang polen (*pollen basket*) untuk menampung serbuk sari yang didapat dari tumbuhan. Di bagian kepala terdapat sepasang mata majemuk, sepasang antena, dengan mulut berbentuk probosis untuk menghisap nektar. Seperti pada lebah madu, meliponini juga memerlukan serbuk sari (polen), nektar, dan bahan lain, seperti resin, air, getah, lilin, *nektar extra floral*, lumpur, garam, untuk membangun sarang. Ukuran yang kecil dari lebah meliponini memudahkan untuk mengakses berbagai macam bunga (Abrol, 2012).

T. biroi biasanya membuat sarang di dalam lubang pohon, celah dinding atau lubang bambu di dalam rumah. Lebah ini tidak suka hijrah karena ratunya sangat gemuk dan tidak pandai terbang. Beberapa koloni menempati bekas sarang

semut atau rayap dan membangun sarangnya di bebatuan di bawah tanah. Jenis-jenis lebah madu merupakan kelompok terpenting dalam penyerbukan dibandingkan serangga-serangga lain (Guntoro, 2013).

2.1.2 Kasta *T. biro*

Lebah *T. biro* merupakan serangga sosial sejati yang hidup berkoloni. Setiap koloni lebah terdiri dari 3 kasta lebah yang mempunyai tugas yang berbeda (Fadillah dan Riskika, 2015). Ketiga kasta tersebut adalah sebagai berikut :

1. Lebah ratu

Lebah ratu memiliki ukuran yang paling besar dua kali lebih besar dari lebah lainnya, tugas ratu adalah bertelur setiap harinya sekitar 2000 telur, dari telur yang tertunas akan menghasilkan lebah ratu dan pekerja, tergantung komposisi makanan dalam telur sedangkan yang tidak tertunas akan menghasilkan lebah jantan. Selain sebagai mesin-hidup penghasil telur, lebah ratu juga menghasilkan senyawa kimia feromon yang mempunyai fungsi untuk pemersatu koloni yang terorganisasi dan mencegah lebah pekerja bertelur (Sihombing, 2005). Lebah ratu memiliki masa hidup selama 5 tahun. Lebah ratu tidak memilih lebah jantan pada koloninya untuk kawin, melainkan lebah ratu akan meninggalkan koloninya untuk melakukan aktivitas kawin (Fadhilah dan Riskika, 2015)

2. Lebah jantan

Lebah jantan mempunyai fungsi mengawini lebah ratu. Mata dan sayapnya lebih besar dari kedua strata lainnya, tidak memiliki keranjang polen dan tidak memiliki sengat, kadang-kadang keluar saat siang hari dan tidak melakukan tugas apa pun, untuk makanan sangat tergantung kepada lebah pekerja (Sihombing, 2005). Lebah jantan memiliki siklus hidup saat menjadi larva 6,5 hari dan pupa selama 4,5 hari. Masa hidup lebah jantan 2 tahun dan mati setelah mengawini ratu (Fadhilah dan Riskika, 2015).

3. Lebah pekerja

Dalam satu sarang lebah meliponini terdapat 8000an lebah pekerja (tergantung spesies). Lebah pekerja mempunyai tugas membangun sarang, mengumpulkan makanan, menjaga sarang, memelihara larva,

membersihkan sarang dan mengumpulkan lilin. Lebah pekerja mempunyai ukuran tubuh yang kecil. Lebah pekerja merupakan lebah betina yang tidak dapat memproduksi telur. Masa hidup lebah pekerja hanya 1,5 tahun. Lebah pekerja umumnya bekerja dengan tim baik dalam mengumpulkan makanan serta mencari lokasi pakan. Lebah pekerja dapat mencari pakan dengan jarak tempuh 84-434m (Fadhilah dan Riskika, 2015).

2.2 Sumber Pakan

2.2.1 Nektar

Cairan yang berasal dari kelenjar nektaria tumbuhan (nektar) merupakan makanan dari lebah. Simpanan nektar yang banyak akan merangsang pertumbuhan keluarga lebah yang baik. Nektar umumnya ditemukan pada bunga (*nectar flora*) dan bagian tumbuhan (ekstra flora), namun ada kalanya berasal dari embun (*Honey dew*) yang dihasilkan kutu tumbuhan (*Aphid*). Komponen utama dari nektar adalah gula (sukrosa, fruktosa, dan glukosa) dan komponen lain seperti, protein, asam organik, vitamin, enzim mineral dan zat aroma (Situmorang dan Aam, 2014).

Produksi nektar dari tumbuhan ditentukan oleh musim. Pada musim paceklik, yaitu saat musim kemarau panjang dapat mengakibatkan produksi nektar berkurang. Cuaca panas kering berangin, bunga akan rusak/tidak muncul sehingga nektar tidak dapat keluar/tidak ada. Saat musim hujan, produksi nektar juga berkurang. Hal ini, karena nektar tersiram air hujan sehingga gula menjadi hanyut, keadaan ini tidak disukai lebah (Situmorang dan Aam, 2014). Bagi *T. biroi* nektar berguna sebagai sumber energi untuk mempertahankan suhu tubuh dan sumber produksi madu. Selain manfaat tersebut nektar juga digunakan untuk membangun sistem organ mempengaruhi kontraksi otot dan membantu menggerakkan saraf. Otot lebah *T. biroi* terjadi pada saat terbang dan berjalan (Fadhilah dan Rizkika, 2015).

2.2.2 Bee Polen

Dalam satu koloni lebah dapat mengkonsumsi 20-40 kg/ pertahun *bee* polen. Kandungan utama yang terdapat pada *bee* polen adalah asam amino esensial, vitamin kompleks, flavonoid, dan karatonoid. Selain senyawa tersebut terdapat senyawa lain yang jumlahnya sedikit, diantaranya garam mineral, karbohidrat, air, dan serat nabati (Margaoan, 2010).

Lebah mempunyai alat dan cara khas untuk mengumpulkan dan membawa polen dalam bentuk pellet yaitu polen disimpan dalam keranjang polen (*cobicula*) yang terletak di kaki belakang lebah pekerja (Pusat Perlebahan Apiari Pramuka, 2010). Lebah *Trigona* adalah lebah dengan aktivitas tinggi dalam mencari pakan dilihat dari jumlah polen yang menempel pada tubuh lebah ini. Polen umumnya dikumpulkan pada pagi hari dengan intensitas tinggi. Tumbuhan asal polen mempengaruhi kandungan kimia polen. Serbuk sari yang langsung dikumpulkan dari bunga mengandung gula jauh lebih rendah dari pada polen yang dikumpulkan oleh lebah hal ini, disebabkan karena pada proses pengumpulan polen lebah menambahkan air liur mereka dan nektar (Marghitas, 2005).

Menurut Bogdanov (2016), Karbohidrat di dalam polen berupa monosakarida dengan kadar 90% (fruktosa, glukosa, dan sukrosa) Kandungan yang ada pada madu disumbangkan oleh polen yang dikonsumsi lebah sejak anakan. Kandungan asam amino pada *bee* polen (lisin, leusin, isoleusin, valin, fenilalani, tritofan, merionin, dan treonin) menentukan nilai gizi polen lebih akurat dibanding kandungan protein lain (Paramas dkk, 2005).

2.2.3 Madu

Madu merupakan cairan manis yang memiliki kandungan gizi tinggi berasal dari nektar. Madu memiliki beberapa komposisi yaitu air (17,2%), zat gula (81,3%), dan sisanya merupakan asam-asam amino, vitamin, mineral (besi, fosfor, magnesium, aluminium, natrium, kalsium, dan kalium), enzim, hormon, zat bakterisida, dan zat aromatik. Zat gula dalam madu memiliki komposisi yaitu fruktosa (38,19%), glukosa (31,28%), sukrosa (5%), maltosa dan disakarida lain (6,83%). Madu memiliki kandungan vitamin C (asam askorbat), vitamin B6

(piridoksin), thiamin (B1), riboflavin (B2), niasin, asam pantotenat, biotin, asam folat, dan vitamin K. Selain itu, madu memiliki kandungan asam organik yaitu asam asetat, asam butirat, format, suksinat, glikolat, malat, proglutamat, sitrat, dan piruvat (Suranto, 2004).

Enzim yang terdapat pada madu murni memiliki keuntungan untuk kesehatan manusia, tetapi dalam proses pemanasan dan penyimpanan yang terlalu lama dapat mengurangi aktivitas enzim. Madu juga memiliki beberapa jenis enzim yang terdapat di dalamnya seperti enzim peroksidase, lipase, diastase, invertase, dan glukosa oksidase. Masing-masing enzim memiliki fungsi yang berbeda, yaitu (Wardana, 2014):

1. Enzim diastase merupakan enzim yang mengubah karbohidrat kompleks (polisakarida) menjadi karbohidrat yang sederhana (monosakarida)
2. Enzim invertase adalah enzim yang dapat memecah molekul sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa.
3. Enzim oksidase adalah enzim yang membantu proses oksidasi glukosa menjadi asam peroksida.
4. Enzim peroksidase berfungsi dalam melakukan proses oksidasi metabolisme.

Dalam 1 kg madu sama dengan 3.280 kalori. Kandungan kalori ini termasuk sangat besar. Sehingga nilai kalori 1 kg madu setara dengan 4 kg kentang, 5,7 liter susu, 1,68 kg daging, 25 buah pisang, 40 buah jeruk, dan 50 butir telur ayam. Selain itu madu memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sedangkan rendah lemak (Wardana, 2014). Madu Trigona memiliki rasa yang berbeda dari madu lebah apini, rasa asam dan pahit pada madu Trigona memiliki kandungan kelembaban *Plebeia tobagenesis* 42,0%, *Trigona nigra* 31,2%, dan *Melopona favosa* 32,2%. Adanya rasa asam pada madu diakibatkan proses fermentasi yang terjadi pada irisan sarang selain itu ada juga yang menyebutkan bahwa rasa asam pada madu Trigona diakibatkan bercampurnya propolis dan madu pada irisan sarang (Fadhilah dan Rizkika, 2015)

2.2.4 *Bee bread*

Roti lebah (*Bee bread*) merupakan *bee* polen yang diolah oleh lebah secara alami, dikumpulkan dari ather bunga jantan yang bercampur dengan nektar dengan menggunakan *probocis* dan disimpan dalam kantong yang berada di belakang kaki lebah. *Bee bread* merupakan pakan yang memiliki kandungan yang sangat penting. Kandungan gizi dalam *Bee bread* untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kandungan nutrisi *Bee bread* mencakup protein, lemak, karbohidrat, vitamin, enzim, dan mineral (Lesmana, 2018).

Komposisi *Bee bread* secara biokimia hampir mirip dengan polen (serbuk sari), namun terdapat beberapa perbedaan dimana *Bee bread* kandungan gulanya lebih tinggi dibandingkan pati, sedangkan polen kandungan gula lebih rendah dibandingkan pati. *Bee bread* memiliki kandungan asam laktat enam kali lebih tinggi dibandingkan polen, sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur dan beberapa mikroorganisme lainnya dikarenakan kandungan pH yang rendah dan keasaman tinggi. Beberapa jenis lebah madu yang mudah ditemukan dan digembalakan di Indonesia diantaranya *Apis mellifera*, *Apis cerana*, dan *Trigona* sp (Lesmana, 2018).

2.3 Morfologi umum polen

Polen merupakan sel kelamin jantan pada tumbuhan Gymnospermae dan Angiospermae. Polen memiliki karakteristik yang khas berupa lapisan dinding sel yang tersusun oleh sporopolenin, lapisan ini memiliki kemampuan resisten terhadap proses-proses kimia. Hal ini membuat polen tidak berubah walaupun mengalami proses kimia (Hidayati, 2020). Polen mempunyai morfologi yang beragam terdiri dari unit, polkaritas, simetri bentuk, ukuran aptura, dan sulktur, yang dapat digunakan sebagai sumber bukti yang menunjukkan sejarah flora dan vegetasi suatu daerah. Informasi pada polen juga dapat menunjukkan perubahan lingkungan yang terjadi disuatu daerah (Sarah, 2017).

Umunya sebaran polen terbagi dalam bentuk tunggal (monad), dua unit (diad), empat unit (tetrad), atau banyak (poliad). Untuk bentuk polen sendiri sangat bervariasi, ada yang bentuk melingkar, segitiga, persegi, petagonal, bulat, tiga lobed, atau bentuk geometris lainnya (Mareta, 2013).

Secara umum bentuk polen dapat ditentukan berdasarkan indeks P/E yang digunakan dari Caushing, (1990). Berikut istilah-istilah yang digunakan untuk menggambarkan bentuk polen berdasarkan indeks P/E:

- a. Peroblate : $P/E \times 100 = <50\mu\text{m}$
- b. Oblate : $P/E \times 100 = 50-75\mu\text{m}$
- c. Supheriodal : $P/E \times 100 = 75-133\mu\text{m}$
- d. Suboblate : $P/E \times 100 = 75-88\mu\text{m}$
- e. Oblate spheriodal : $P/E \times 100 = 88-100\mu\text{m}$
- f. Prolate spheriodal : $P/E \times 100 = 100-114\mu\text{m}$
- g. Subprolate : $P/E \times 100 = 114-133\mu\text{m}$
- h. Prolate : $P/E \times 100 = 133-200\mu\text{m}$
- i. Perpolate : $P/E \times 100 = >200\mu\text{m}$

Berdasarkan ukuran diameter polen dibagi menjadi 6 kelas yakni (Hesse dkk, 2009):

1. Butiran sangat kecil : $<10\mu\text{m}$
2. Butiran kecil : $10-24\mu\text{m}$
3. Butiran medium : $24-49\mu\text{m}$
4. Butiran besar : $50-99\mu\text{m}$
5. Butiran sangat besar : $100-199\mu\text{m}$
6. Butiran raksasa : $>200\mu\text{m}$