

SIFAT FISIKOKIMIA DAN KANDUNGAN MIKRONUTRIEN PADA MADU KELULUT (*Heterotrigona itama*) DENGAN WARNA BERBEDA (*Physico-chemistry and Micronutrient Contents of Different Colour Kelulut Honey Bee (Heterotrigona itama)*)

Safinah S. Hakim, Siswadi, Reni S. Wahyuningtyas, Beny Rahmanto,
Wawan Halwany & Fajar Lestari

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru
Jl. Ahmad Yani Km. 28,7 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70721, Telp./Faks. (0511) 4707872
*E-mail: safinah.hakim@gmail.com

Diterima 11 Maret 2020, direvisi 9 September 2020, disetujui 27 Januari 2021

ABSTRACT

Honey is one of the non-timber forest products, which has variety of benefits, among others health supplement and boosting stamina. One of the honey bee is kelulut (Heterotrigona itama). Consumers have certain preferences for kelulut honey based on colour appearance. This research was aimed to determine the colour of honey in relation with the quality of honey. Physicochemical and proximate analyses were carried out during this research. The results showed that kelulut honey with dark color had higher reducing sugar content compared to light-colored honey. In addition, honey with different colors has different micronutrients and benefits. The results of this study are expected to provide information to consumers in making decisions when purchasing kelulut honey.

Keywords: Kelulut honey, color, physicochemistry, micronutrients, multiflora

ABSTRAK

Madu merupakan salah satu hasil hutan non kayu yang sarat manfaat, diantaranya sebagai suplemen kesehatan dan stamina tubuh. Salah satu penghasil madu adalah jenis lebah kelulut (*Heterotrigona itama*). Beberapa konsumen diketahui memiliki preferensi tertentu terhadap produk madu kelulut berdasarkan warna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna sebagai penentu kualitas madu yang mencakup sifat fisikokimia dan kandungan mikronutrisi. Analisis fisikomia dan proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan madu. Hasil penelitian menunjukkan madu kelulut berwarna gelap memiliki kandungan gula pereduksi lebih tinggi dibandingkan dengan yang berwarna terang. Selain itu, hasil analisis proksimat juga menunjukkan bahwa madu kelulut dengan warna yang berbeda memiliki kandungan nutrisi dan mikronutrisi yang berbeda pula. Adanya hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi kepada konsumen dalam pengambilan keputusan saat membeli madu kelulut.

Kata kunci: Madu kelulut, warna, fisikokimia, mikronutrisi, multiflora

I. PENDAHULUAN

Madu adalah cairan manis alami yang dihasilkan oleh lebah yang berasal dari berbagai sumber nektar, yaitu nektar cairan yang dikeluarkan oleh kelenjar tumbuhan yang memiliki kandungan berbagai jenis karbohidrat diantaranya sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Madu juga mengandung berbagai mikronutrisi (Bogdanov et al., 2008). Hal inilah yang menjadikan madu populer sebagai suplemen penjaga kesehatan dan stamina tubuh. Terdapat banyak jenis lebah yang dapat menghasilkan madu, salah satunya adalah lebah kelulut atau lebah tanpa sengat (*stingless bee*).

Madu kelulut atau trigona (*Heterotrigona itama*) merupakan salah satu komoditas hasil hutan non kayu yang banyak dijumpai di Kalimantan Selatan dan diminati masyarakat di Kalimantan Selatan. Beberapa penelitian menyatakan bahwa madu dari lebah tanpa sengat memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan madu dari lebah bersengat jenis *Apis* sp. (Avila et al., 2018; Nweze et al., 2017), sehingga memiliki efek hepatoprotektif dan kardioprotektif (Rao et al., 2016). Madu lebah trigona atau kelulut dilaporkan memiliki kandungan antioksidan tinggi karena memiliki fenolik total tinggi (da Silva et al., 2013). Berbeda dengan madu yang banyak dijumpai di pasaran, madu kelulut memiliki cita rasa lebih masam dan kadar air yang lebih tinggi. Standar mutu madu kelulut di Indonesia baru dikeluarkan pada tahun 2018 berupa Standar Nasional Indonesia (SNI) 8664, tentang madu. Standar sebelumnya hanya mencakup mutu madu dari lebah *Apis* sp.

Saat ini, produk madu kelulut yang beredar di pasaran cukup beragam yakni dari yang berwarna terang hingga gelap dengan cita rasa asam hingga cenderung manis. Warna dan cita rasa madu kelulut dipengaruhi oleh kandungan mineral, polen, dan kandungan fenolik pada madu (Marchini et al., 2015; Sulieman et al., 2013). Selain itu, warna juga dipengaruhi oleh asal geografis dan jenis tanaman penghasil nektar di sekitar peternakan. Tidak ada standar baku untuk warna madu kelulut. Konsumen diketahui memiliki preferensi tertentu terhadap produk madu kelulut. Beberapa konsumen lebih cenderung membeli madu kelulut dengan warna

gelap. Pada faktanya konsumen memilih madu berdasarkan pengetahuan yang umum dalam masyarakat, bukan berdasarkan alasan ilmiah.

Beberapa pustaka menyebutkan adanya korelasi antara warna madu dengan kandungan senyawa aktifnya. Hasil studi menyebutkan, madu dengan warna lebih gelap memiliki kandungan fenolik dan flavonoid lebih tinggi dari madu yang berwarna lebih terang (Al-Dabbas et al., 2019; Roy & Mandal, 2019; Al-Farsi et al., 2018). Hasil penelitian tersebut masih terbatas pada madu dari lebah bersengat. Informasi keterkaitan antara warna madu dengan kualitas madu kelulut belum banyak diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik madu kelulut warna terang dengan madu kelulut warna yang gelap. Lebih jauh lagi, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi kepada konsumen tentang kandungan nutrisi madu kelulut serta membantu konsumen untuk memilih madu kelulut sesuai dengan kebutuhannya.

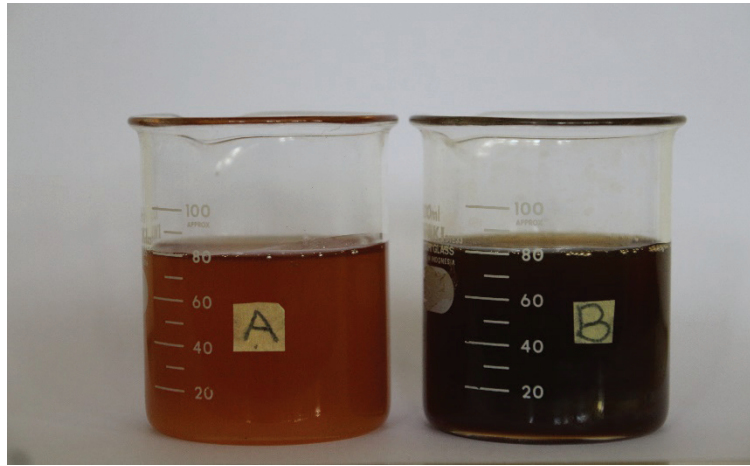
II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli–Desember 2019. Penelitian dilakukan di dua wilayah peternakan madu kelulut milik petani di Kabupaten Hulu Sungai Selatan dan Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Provinsi Kalimantan Selatan. Lokasi pertama adalah peternakan madu A (milik Bapak Warhamni) di Desa Gambah Luar, Kecamatan Kandangan, Kabupaten Hulu Sungai Selatan (115°16' 18.237" BT; 2°45' 2.618" LS), dengan ketinggian lokasi 22 mdpl. Lokasi kedua adalah peternakan madu B (milik Bapak Fahrudin) di Desa Layuh, Kecamatan Batu Benawa, Kabupaten Hulu Sungai Tengah (115°28' 37.738" BT; 2°36' 30.054" LS) dengan ketinggian lokasi 27 mdpl.

B. Pengambilan Sampel dan Pengamatan Vegetasi

Pemanenan madu dilaksanakan pada bulan Juli 2019. Spesies lebah yang ada di kedua lokasi adalah *Heterotrigona itama*. Adapun suhu pada saat pengambilan sampel madu berkisar antara 27,8–



Gambar 1. Sampel madu dengan warna (a) terang dan (b) gelap
Figure 1. Honey samples with (a) light and (b) dark colour appearances

28,5°C. Madu A memiliki warna yang terang (kuning kecoklatan/*light amber*) dan madu B memiliki karakteristik madu dengan warna lebih gelap (coklat gelap/*dark amber*). Madu yang telah dipanen diletakkan ke dalam botol plastik bersih, tertutup, dan kemudian disimpan di lemari es dengan suhu 4°C. Analisis dilakukan kurang dari sebulan setelah pemanenan. Seluruh sampel yang dianalisis tidak menunjukkan tanda-tanda adanya fermentasi.

Pencatatan jenis vegetasi berbunga juga dilakukan pada penelitian ini (Curtis & McIntosh, 1950; Mueller-Dombois & Ellenbergh, 2016). Vegetasi sebagai sumber pakan potensial yang didata adalah jenis tanaman yang dominan di sekitar area budidaya dengan radius sekitar 1 kilometer dari lokasi budidaya.

C. Uji fisikokimia

Uji fisikokimia yang dilakukan menggunakan metode yang mengacu pada SNI 01-3545 (2004) tentang madu dan dilakukan di Badan Standardisasi Industri Banjarbaru. Adapun parameter yang diamati adalah kadar air, keasaman, dan kadar gula pereduksi.

D. Uji Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan nutrisi pada madu. Parameter yang diuji pada penelitian ini yakni lemak, protein, dan karbohidrat menggunakan metode yang diacu dari SNI 01-2891(1992) tentang cara uji makanan dan minuman. Kandungan kalsium (Ca), zat

besi (Fe), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg), zinc (Zn) diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Analisis kadar Vitamin C dan Vitamin B6 menggunakan metode AOAC 2000 (Horwitz & Latimer, 2005). Pengujian dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan.

E. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan program IBM SPSS Statistics 22. Data fisikokimia diolah dengan menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) dan data mikronutrien diolah menggunakan independent t-test. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebelum dilakukan pengujian ANOVA dan independent t-test.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Vegetasi di Sekitar Lokasi Peternakan

Adanya perbedaan sumber pakan berpengaruh terhadap kualitas madu termasuk warna madu (Atrouse et al., 2004). Hal inilah yang mendorong dilakukannya survei tumbuhan berbunga di sekitar peternakan madu. Beberapa jenis lebah tidak bersengat diketahui memiliki kemampuan mencari pakan sekitar sarangnya sejauh 2 kilometer dan intensif pada jarak kurang dari satu kilometer (Kuhn-Neto et al., 2009; Roubik & Aluja, 1983). Referensi tersebut menjadi acuan dasar cakupan areal untuk survei vegetasi (satu kilometer).

Tabel 1. Jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai pakan kelulut di sekitar lokasi budidaya lebah

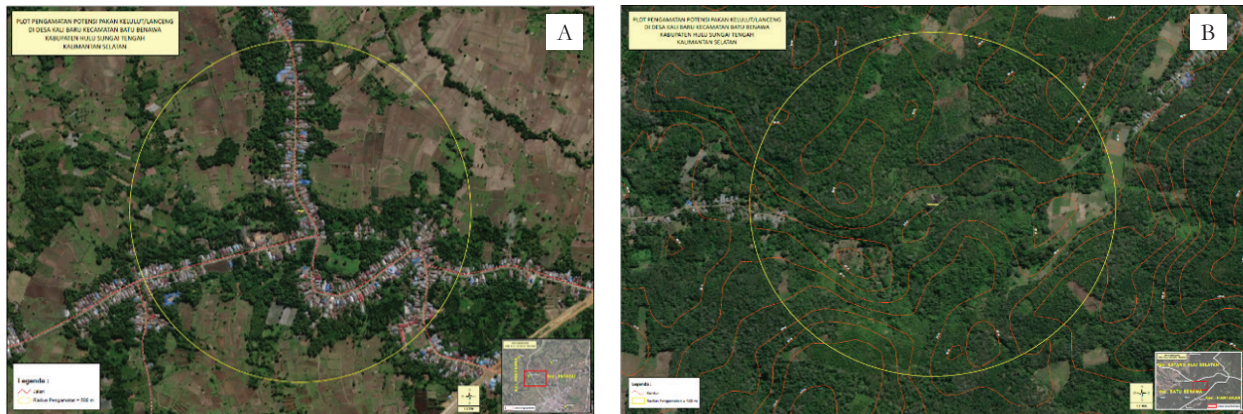
Table 1. Potential food sources plants of stingless bee around the location of honey beekeeping

No.	Lokasi (Location)	Nama lokal (Local name)	Nama latin (Scientific name)	Famili (Family)
1.	Pernakan A Madu A (Honey A)	Jotang	<i>Synedrella nodiflora</i>	Asteraceae
		Padi	<i>Oryza sativa</i>	Poaceae
		Pisang	<i>Musa sp.</i>	Musaceae
		Luwa	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae
		Rambutan	<i>Neppelium lappaceum</i>	Sapindaceae
		Durian	<i>Durio zibethinus</i>	Malvaceae
		Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae
		Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	Anacardiaceae
		Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae
		Aren	<i>Arenga pinnata</i>	Arecaceae
		Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae
		Hambawang	<i>Mangifera foetida</i>	Magnoliophyta
		Belimbing	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae
		2.	Pernakan B Madu B (Honey B)	Aren
Belimbing	<i>Averrhoa carambola</i>			Oxalidaceae
Durian	<i>Durio zibethinus</i>			Malvaceae
Hambawang	<i>Mangifera foetida</i>			Magnoliophyta
Jeruk	<i>Citrus sp.</i>			Rutaceae
Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>			Euphorbiaceae
Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>			Anacardiaceae
Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>			Arecaceae
Langsat	<i>Lancium domesticum</i>			Meliaceae
Mangga	<i>Mangifera indica</i>			Anacardiaceae
Matahari kecil	<i>Melampodium divaricatum</i>			Asteraceae
Pacing tawar	<i>Costus speciosus</i>			Costaceae
Pinang	<i>Areca catechu</i>			Arecaceae
Pisang	<i>Musa sp.</i>			Musaceae
Rambutan	<i>Neppelium lappaceum</i>			Sapindaceae
Rumput israel	<i>Asystasia intrusa</i>			Acanthaceae
Sungkai	<i>Peronema canescens</i>	Verbenaceae		

Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa pada lokasi A dihasilkan madu dengan warna terang dan lokasi B dihasilkan warna madu lebih gelap. Pada lokasi A vegetasi tingkat pohon didominasi oleh famili Arecaceae, Euphorbiaceae, dan Sapindaceae dengan nilai dominansi relatif sebesar (14%, 14%, dan 10%). Lokasi B didominasi oleh famili Euphorbiaceae, Malvaceae, dan Verbenaceae dengan nilai dominansi relatif sebesar (76,2%, 5,5%, dan 4,3%). Selain itu, dilihat juga tutupan vegetasi di kedua lokasi budidaya (Gambar 2) dengan menggunakan Citra Map 5 (Diakses Mei 2019). Pada gambar tersebut diketahui lokasi A merupakan wilayah yang memiliki tajuk lebih sedikit dibandingkan dengan lokasi B. Pada lokasi

A juga lebih banyak kegiatan bercocok tanam (ladang) oleh masyarakat. Spesies dalam Tabel 1 merupakan jenis yang ditemukan di sekitar lokasi budidaya dan potensial sebagai pakan lebah menurut literatur dan informasi petani lebah.

Dalam memilih sumber pakannya, lebah memilih sumber yang paling menguntungkan dan akan mengganti preferensi itu sesuai dengan ketersediaan yang ada bila sumber utama telah habis (Seeley et al., 1991). Ketersediaan nektar sebagai salah satu sumber pakan lebah dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya musim, kondisi lingkungan, musim berbunga, tahapan berbunga suatu tanaman, dan usia bunga (Farkas & Zajacz, 2007).



Gambar 2. Kondisi tutupan vegetasi di lokasi budidaya lebah madu kelulut A dan B
Figure 2. Vegetation coverage at honey bee keeping location A and B

Banyaknya bunga yang ada di sekitar peternakan menunjukkan bahwa lebah madu memiliki banyak sumber pakan dan memiliki ketergantungan dengan banyak jenis tumbuhan dalam menopang hidupnya. Adanya perbedaan sumber pakan berpengaruh terhadap karakteristik madu termasuk warna madu (Atrouse et al., 2004).

Warna madu dipengaruhi oleh jenis nektar serta berkaitan dengan kandungan senyawa pada tanaman pakan (Piotraszewska-Pajak & Gliszczynska-Swiglo, 2015). Pigmen pada tanaman seperti karotin, xantofil, dan antosianin menentukan warna alami madu (Milum, 1948). Hansen et al. (2007) menyatakan warna nektar dari tiap famili juga beragam, contohnya famili Malvaceae memiliki warna nektar kuning, merah, amber, dan oranye merah, sedangkan famili Fabaceae nektarnya berwarna kuning, dan amber.

Lebah yang mengambil pakan dari famili tersebut akan menghasilkan madu dengan warna sesuai warna nektarnya (Hansen et al., 2007).

Pada penelitian diketahui lokasi dengan kondisi vegetasi berbeda menghasilkan warna madu yang berbeda. Perbedaan warna ini erat kaitannya dengan jenis-jenis vegetasi setempat, Namun penelitian ini tidak sampai mengidentifikasi spesies maupun famili tumbuhan yang menjadi penentu warna madu yang menjadi sampel. Untuk mengidentifikasi jenis tumbuhan yang menjadi sumber madu serta penentu warna diperlukan analisis *Melissopalynological*, salah satunya adalah dengan identifikasi polen dalam madu (Majid et al., 2020). Secara umum, diketahui dari keragaman

spesies di sekitar lokasi peternakan, kedua sampel madu merupakan madu multiflora yang berasal dari bermacam-macam nektar.

B. Sifat Fisikokimia

Uji fisikokimia erat hubungannya dengan penentuan kualitas suatu produk termasuk madu. Mengacu pada standardisasi madu baik itu standar nasional maupun internasional, parameter fisikokimia merupakan hal yang diperhatikan dalam menentukan kualitas madu. Di Indonesia standar kualitas madu didasarkan pada SNI 8664 (2018) tentang madu, mencakup mutu madu hutan, madu budidaya, dan madu kelulut. Beberapa parameter fisikokimia yang tercantum dalam SNI tersebut adalah aktivitas enzim diastase, hidroksimetilfurfural (HMF), kadar air, gula pereduksi (glukosa), sukrosa, keasaman, abu, dan cemaran logam. Saat ini, ada beberapa lembaga yang telah mengeluarkan standar untuk mutu madu kelulut yakni *International Honey Commission* (IHC), dan *Malaysian Standard*. Selain itu, studi oleh Vit et al. (2004) juga mengusulkan standar mutu madu *stingless bee* dengan membandingkan kualitas madu dari beberapa lokasi (Tabel 2).

Pada penelitian ini, tiga parameter fisikokimia yakni kadar air, gula pereduksi, dan keasaman diuji pada sampel madu dengan warna berbeda (Tabel 3). Ketiga faktor ini merupakan faktor penting yang menentukan kualitas madu. Kandungan air pada madu kelulut dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni asal nektar, kondisi lingkungan, dan penanganan paska panen. Kadar air mempengaruhi banyak faktor antara lain

Tabel 2. Beberapa parameter standar madu kelulut
Table 2. Parameters standard of kelulut honey

Parameter (Parameter)	International Honey Commission (IHC)	Vit et al. (2004)	Malaysian Standard	SNI 8664, (2018)
Kadar air (Water content, g/100 g)	Maks 20	Maks 30	Maks 35	Maks 27,5
Kadar Fruktosa dan Glukosa (Fructose and Glucose level, g/100 g)	Min 60	Min 50	Maks 85	Min 55
Sukrosa (Sucrose, g/100 g)	Maks 5	Maks 6	Maks 7,5	Maks 5
Maltosa (Maltose, g/100 g)	-	-	Maks 9,5	
Kadar keasaman bebas (Free acidity, meq/100g)	Maks 50	Maks 85	-	Maks 200
Kadar Abu (Ash content, g/100 g)	-	-	Maks 1	Maks 0,5
Kadar HMF (HMF content, mg/kg)	Maks 40	Maks 40	Maks 30	Maks 40
Aktivitas enzim Diastase (Diastase activity, DN)	Min 8	Min 3	-	Min 1
pH	-	-	2,5-3,8	-

Sumber (Source): International Honey Commission (IHC) (2009); Vit et al. (2004); Malaysian Standards (2017); SNI (2018); Noordin et al. (2008)

viskositas, berat madu, kematangan, rasa, dan kristalisasi hasil analisis. Kadar air yang tinggi akan mendorong mudahnya proses fermentasi oleh khamir dari genus *Zygosaccharomyces* yang merubah rasa madu karena terbentuknya alkohol yang bereaksi dengan oksigen lalu membentuk asam bebas (Suliman et al., 2013). Proses fermentasi akan mempengaruhi rasa, kualitas madu serta menjadi penghambat dalam distribusi produk ke konsumen (Nascimento et al., 2015). Selain itu, warna juga penting karena dapat mencerminkan karakter fisikokimia (Atrouse et al., 2004).

Uji homogenitas (Levene's test) dan normalitas (Kolmogorov-Smirnov) menunjukkan bahwa data fisikomia madu homogen ($p > 0,05$) dan terdistribusi normal ($p > 0,05$). Hasil pengujian anova menunjukkan bahwa kadar air, kandungan gula pereduksi, dan keasaman sampel madu terang dan gelap tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan nilai signifikansi 0,69; 0,92 dan 0,33.

Kadar air dan keasaman yang tinggi merupakan salah satu karakteristik khas madu kelulut (Chuttong et al., 2016). Kadar air dari semua sampel madu melebihi batas yang disarankan. Untuk meningkatkan kualitas madu kelulut agar memenuhi persyaratan SNI dan layak dipasarkan, perlu perlakuan paska panen untuk menurunkan kadar airnya. Salah satunya dengan menggunakan *dehumidifier* (Ramli et al., 2017).

Kadar air madu kelulut dapat dikurangi hingga 21% menggunakan kombinasi dehumidifiers mini dan *heat pads* (Halwany et al., 2020).

Keasaman madu dari *stingless bee* (*Geniotrigona thoracica*) di Malaysia mencapai 281,98 meq/kg (Omar et al., 2019). Sumber pakan lebah mempengaruhi warna, keasaman, dan kandungan gula pada madu (de Sousa et al., 2016). Madu dengan warna terang memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi. Sampel yang diamati memiliki tingkat keasaman di atas standar SNI yaitu 200 ml NaOH/kg.

Gula pereduksi adalah kelompok karbohidrat atau gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan adanya gugusan aldehid atau keton bebas. Kadar gula pereduksi madu dalam studi ini masih di bawah standar SNI 8664 (2018) dan juga lebih rendah dari kadar rata-rata pada studi lain. Lama penyimpanan dapat mempengaruhi kadar gula pereduksi pada madu kelulut. Semakin lama masa simpan maka semakin tinggi kadar gula pereduksi disertai dengan menurunnya kadar keasaman (Karnia et al., 2019). Selain itu, faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar gula pereduksi madu kelulut adalah kadar air dan waktu pemanenan. Studi Ridoni et al. (2020) menyatakan madu yang dipanen pada musim hujan memiliki kadar gula pereduksi yang lebih rendah dibandingkan dengan madu yang dipanen pada musim kemarau. Hal ini

Tabel 3. Sifat fisikomia madu berwarna terang (madu A) dan gelap (madu B)
Table 3. Physico-chemical properties of light-coloured honey (honey A) and dark-coloured honey (honey B)

No sampel (Sample number)	Kadar air (Water content, %)		Gula Pereduksi (Reducing sugar, %)		Keasaman (Acidity, ml NaOH/kg)	
	Terang (Light)	Gelap (Dark)	Terang (Light)	Gelap (Dark)	Terang (Light)	Gelap (Dark)
1	27,5	28,9	18	22	379	204
2	28,9	28,0	4	3	472	303
3	28,5	29,4	12	11	139	107
Rata-rata (average)	28,3	28,77	11	12	330	205

dikaitkan dengan tingginya kelembapan pada saat musim hujan, sehingga meningkatkan kadar air. Madu kelulut pada studi ini dipanen pada saat musim hujan dan dianalisis tidak lama setelah dipanen. Beberapa hal di atas dapat menjadi penyebab rendahnya kadar gula pereduksi pada kedua madu sampel.

Hasil analisis ini dapat menjadi panduan bagi konsumen dalam pemilihan madu. Sebagai contoh, konsumen yang menghendaki madu dengan kandungan gula lebih banyak dapat memilih madu dengan warna lebih gelap. Sebaliknya, konsumen dengan preferensi madu berglukosa rendah dapat memilih madu berwarna terang.

C. Analisis Kandungan Mikronutrien Madu pada Sampel Madu Gelap dan Terang

Warna merupakan komponen yang penting dalam karakteristik madu. Hal ini karena warna merupakan hal pertama yang dilihat konsumen sehingga menjadi salah satu pertimbangan dalam pembelian madu. Beberapa konsumen madu kelulut mengasumsikan bahwa warna berhubungan dengan khasiat madu kelulut. Pemilihan warna oleh konsumen juga terkait dengan kebiasaan masyarakat setempat. Masyarakat Amerika Serikat dan Brazil (Nascimento et al., 2015) lebih cenderung memilih madu dengan warna terang, sedangkan masyarakat di Eropa lebih memilih madu dengan warna gelap (Chuttong et al., 2016; Quintero Dominguez et al., 2018). Warna madu dapat dikaitkan dengan kadar mikronutrisi pada madu itu sendiri. Hasil analisis mikronutrisi madu disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa madu kelulut yang dianalisis mengandung berbagai mikronutrisi yang bermanfaat untuk tubuh seperti kalsium, besi, fosfor, kalium, dan natrium. Hal ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Nordin et al. (2018) yang juga mengemukakan bahwa pada madu kelulut terdapat mikronutrisi, beberapa yang dominan diantaranya adalah K, Na, Ca, dan Mg. Hingga saat ini, tidak ada standar yang menyebutkan berapa kandungan minimum mikronutrisi tersebut pada madu kelulut.

Berdasarkan uji Kolmogorov-Smirnov dan Levene's test for Equality of Variances, diketahui bahwa data mikronutrien kedua sampel madu terdistribusi normal ($p > 0,05$) dan homogen ($p > 0,05$). Hasil uji independent t-test menunjukkan bahwa karakteristik mikronutrien madu A dan madu B tidak berbeda nyata ($p = 0,94$, $p > 0,05$). Jika diuraikan lebih lanjut, meskipun kandungan vit. C, fosfor, dan kalsium pada madu A (warna terang) lebih tinggi dibandingkan dengan madu B yang berwarna gelap, tidak berarti kandungan mikronutrien pada madu A lebih baik. Hal ini dikarenakan madu B memiliki kandungan protein, karbohidrat, vitamin B6, magnesium, zinc, dan zat besi lebih tinggi. Masing-masing madu memiliki keunggulan kadar pada parameter mikronutrien yang berbeda.

Menurut Wimalawansa et al. (2018), kalsium dan vitamin D merupakan dua unsur yang penting untuk pembentukan dan pemeliharaan tulang. Asupan kalsium yang cukup yaitu sekitar 500 – 800 mg/hari akan dapat mengurangi risiko fraktur (patah tulang) pada lansia. Selain kalsium, fosfor merupakan elemen terbanyak di dalam tubuh manusia yaitu sekitar 85% ditemukan dalam kerangka dan 15% ditemukan dalam jaringan halus dan darah.

Tabel 4. Hasil analisis proksimat madu kelulut dari dua lokasi peternakan madu
Table 4. The result of proximate analysis on honey from two honey beekeeping

Parameter (Parameter)	Rerata kandungan mikronutrisi madu (Average of honey micronutrient content)	
	Terang (Light-coloured)	Gelap (Dark-coloured)
Kalsium (Calcium, mg/gr)	6,3	5,6
Besi (Fe, mg/gr)	0,766	0,8795
Fosfor (Phosphor, %)	44,9	31,7
Kalium (Potassium, %)	1,6976	1,0745
Natrium (Sodium, %)	9,36	4,38
Magnesium (Magnesium, %)	5,7	7,3625
Zn (Zinc, %)	3,984	5,5525
Lemak (Fat, %)	0,2	0,205
Protein (Protein, %)	0,44	0,53
Karbohidrat (Carbohydrate, %)	79,795	83,36
Vitamin C (Vitamin C, mg/ml)	110,88	93,28
Vitamin B6 (Vitamin B6, ppm)	66,99	83,151
Enzim Diastase (Diastase enzymes)	3,17	3,27

Asupan fosfor yang memadai yaitu sekitar 700 mg/hari diperlukan untuk pertumbuhan tulang normal pada anak-anak serta mempertahankan tulang normal pada orang dewasa (Pravst, 2011). Kalium (potassium) menurut World Health Organization (2012) merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan untuk menjaga volume cairan tubuh total, keseimbangan asam dan elektrolit, serta fungsi sel normal. Tingkat asupan yang direkomendasikan adalah ≥ 90 mol/hari dapat memberikan manfaat untuk mengurangi risiko penyakit hipertensi, kardiovaskular, stroke, dan penyakit jantung koroner.

Vitamin C merupakan antioksidan yang larut dalam air dan sangat efektif untuk memerangi radikal bebas (Talaulikar & Manyonda, 2011). Kandungan kalsium, fosfor, kalium dan Vitamin C yang lebih tinggi pada madu yang berwarna terang (madu A) menunjukkan bahwa madu ini sesuai untuk dikonsumsi oleh anak-anak, ibu hamil, dan lansia yang memerlukan suplemen alami untuk menjaga kesehatan tulang, tekanan darah dan jantung serta akibat sering terpapar polusi seperti asap rokok dan kendaraan bermotor.

Pada madu berwarna gelap (madu B), kandungan zinc yang lebih tinggi bermanfaat untuk mencegah pertumbuhan *stunting* pada anak, sebagai antioksidan, meningkatkan penyerapan

glukosa ke dalam sel pada penderita diabetes, dan mengurangi resiko penyakit liver (Santos et al., 2020). Kandungan zat besi yang lebih tinggi juga dapat mencegah anemia (Camaschella & Girelli, 2020). Kandungan magnesium tinggi pada madu B dapat membantu menjaga kesehatan gigi, mengaktifkan vitamin D, stabilitas fungsi sel, sintesis RNA dan DNA, dan membantu reaksi enzim pada hati dan ginjal (Uwitonze et al., 2020). Kandungan zat-zat tersebut mengindikasikan madu yang berwarna lebih gelap sangat baik untuk mencegah anemia, menjaga kesehatan liver, mencegah *stunting* pada anak dan menjaga kesehatan gigi. Madu jenis ini juga sangat baik dikonsumsi oleh anak-anak hingga usia dewasa untuk menjaga stamina tubuh.

Warna madu diketahui juga memiliki korelasi dengan kandungan fenolik dan flavanoid. Madu dengan warna lebih gelap memiliki kandungan fenolik yang lebih tinggi (Chin et al., 2014), sebaliknya pada madu berwarna lebih terang (Roy & Mandal, 2019; Al-farsi et al., 2018). Teori ini diperkuat oleh studi yang dilakukan oleh Piotraszewska-Pajak dan Gliszczynska-Swiglo (2015) yang mengatakan bahwa madu berwarna gelap mengindikasikan adanya zat-zat antosianin yang dominan pada madu. Selain itu, ditambahkan pula bahwa madu dengan warna terang banyak didominasi zat-zat flavonoid dengan warna

dominan kuning seperti antosianin. Menurut Rao et al. (2016), madu mengandung sekitar 200 senyawa seperti vitamin, enzim, asam amino dan mineral, dengan kandungan utama air dan gula. Hal ini berarti, madu kelulut dengan warna yang berbeda memiliki karakteristik, keunggulan, dan manfaat yang berbeda-beda.

Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan saran konsumsi madu kelulut untuk konsumen. Pada konsumen dengan keluhan anemia, dapat mengkonsumsi madu dengan warna lebih gelap karena mengandung zat besi tinggi. Konsumen dengan preferensi konsumsi madu berkadar gula lebih rendah dapat mengkonsumsi madu kelulut berwarna terang.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Madu yang dipanen dari dua lokasi peternakan madu memiliki warna madu yang berbeda, yakni madu berwarna terang dan berwarna gelap. Madu yang berwarna terang dipanen dari lokasi A dengan tutupan tajuk yang lebih terbuka. Sebaliknya, madu dengan warna gelap diketahui dipanen dari lokasi dengan tutupan tajuk yang lebih rapat (lokasi B). Karakteristik fisikokimia dan mikronutrien madu kelulut berwarna terang (*light amber*) dan gelap (*dark amber*) tidak menunjukkan perbedaan nyata. Kadar air, gula pereduksi, dan keasaman kedua warna madu relatif sama. Dalam hal kandungan mikronutrien madu berwarna terang dan madu berwarna gelap memiliki keunggulan masing-masing. Madu berwarna terang memiliki kandungan vitamin C, fosfor, dan kalsium dengan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan madu berwarna gelap. Madu dengan warna gelap memiliki kandungan gula pereduksi, protein, karbohidrat, vitamin B6, magnesium, zinc, dan zat besi yang lebih tinggi.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait jenis tumbuhan sebagai penentu warna madu serta kandungan senyawa dan bioaktivitas madu kelulut dengan warna yang berbeda.

KONTRIBUSI PENULIS

SSH, SWD, dan RSW adalah kontributor utama. BR, WH, dan FJL adalah kontributor anggota. Ide, desain, dan rancangan percobaan dilakukan oleh SSH, SWD dan RSW; pengambilan data di lapangan dilakukan oleh SSH, SWD, RSW, BR, dan WH; analisis data dilakukan oleh SSH, SWD, dan RSW; penulisan manuskrip oleh SSH, SWD, RSW, dan FJL; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh SSH dan SWD.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Warhamni dan Bapak Fahrudin sebagai pemilik lokasi budidaya lebah kelulut. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Hendra A. Basiang, Sukma Alamsyah, Dian C. Buwono, dan Arief Susianto yang telah membantu dalam proses pengumpulan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Dabbas, M. M., Ootom, H. A., & Al-Antary, T. M. (2019). Impact of honey color from jordanian flora on total phenolic and flavonoids contents and antioxidant activity. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(9), 6898–6907.
- Al-Farsi, M., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., & Al-Belushi, S. (2018). Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon*, 4(10), 1–14. doi: 10.1016/j.heliyon. 2018. e00874.
- Atrouse, O. M., Oran, S. A., & Al-Abadi, S. Y. (2004). Chemical analysis and identification of pollen grains from different jordanian honey samples. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(4), 413–417. doi: 10.1111/j.1365-2621. 2004.00798.x
- Avila, S., Beux, M. R., Ribani, R. H., & Zambiazzi, R. C. (2018). Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 37–50.

- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677–689. doi: 10.1080/07315724.2008.10719745.
- Camaschella, C., & Girelli, D. (2020). The changing landscape of iron deficiency. *Molecular Aspects of Medicine, February*, 1–6. doi: 10.1016/j.mam.2020.100861.
- Chin, N. L., Tan, S. W., Chua, L. S., Yusof, Y. A., & Kek, S. P. (2014). Total phenolic contents and colour intensity of malaysian honeys from the *Apis* spp. and *Trigona* spp. Bees. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 150–155. doi: 10.1016/j.aaspro.2014.11.022.
- Chuttong, B., Chanbang, Y., Sringarm, K., & Burgett, M. (2016). Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from Southeast Asia (Thailand). *Food Chemistry*, 192, 149–155.
- Curtis, J., & McIntosh, R. (1950). The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31(3), 434–455.
- da Silva, I. A. A., da Silva, T. M. S., Camara, C. A., Queiroz, N., Magnani, M., de Novais, J. S., de Souza, A. G. (2013). Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. *Food Chemistry*, 141(4), 3552–3558.
- de Sousa, J. M. B., de Souza, E. L., Marques, G., de Toledo Benassi, M., Gullón, B., Pintado, M. M., & Magnani, M. (2016). Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 645–651.
- Farkas, A., & Zajacz, E. (2007). Nectar production for the Hungarian honey industry. *The European Journal of Plant Science*, 1(2), 125–151.
- Halwany, W., Hakim, S. S., Rahmanto, B., Wahyuningtyas, R. S., Siswadi S., Andriani, S., & Lestari, F. (2020). A simple reducing water content technique for stingless bee honey (*Heterotrigona itama*) in South Kalimantan. Dalam *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 935, (1), 1-6. IOP Publishing. doi: 10.1088/1757-899X/935/1/012011.
- Hansen, D. M., Olesen, J. M., Mione, T., Johnson, S. D., & Müller, C. B. (2007). Coloured nectar: Distribution, ecology, and evolution of an enigmatic floral trait. *Biological Reviews*, 82(1), 83–111. doi: 10.1111/j.1469-185X.2006.00005.x.
- Horwitz, W., & Latimer, G.W. (2005). Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.
- International Honey Commission. (2009). Harmonised methods of the International Honey Commission. 1–63. Swiss Bee Research Centre, Bern: FAM, Liebefeld.
- Karnia, I., Hamidah, S., & Rahmat, A. (2019). Pengaruh masa simpan madu kelulut (*Trigona* sp.) terhadap kadar gula pereduksi dan keasaman. *Jurnal Sylva Scientiae*, 2(6), 1094–1099.
- Kirk, W.D.J. (2018). The colours of pollen available to honey bees through the year. *Bee World*, 95(3), 74–77. doi: 10.1080/0005772x.2018.1449280.
- Kuhn-Neto, B., Contrera, F. A. L., Castro, M. S., & Nieh, J. C. (2009). Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. *Apidologie*, 40(4), 472–480. doi: 10.1051/apido/2009007.
- Lachman, J., Hejtmankova, A., Sýkora, J., Karban, J., Orsak, M., & Rygerova, B. (2010). Contents of major phenolic and flavonoid antioxidants in selected czech honey. *Czech Journal of Food Sciences*, 28(5), 412-426. doi://doi.org/10.17221/202/2009-cjfs.
- Majid, M., Ellulu, M. S., & Bakar, A. M. F. (2020). Melissopalynological study, phenolic compounds, and antioxidant properties of *Heterotrigona itama* honey from Johor, Malaysia. *Scientifica*, vol. 2020, 1-9. doi://doi.org/10.1155/2020/2529592.

- Malaysian Standards (MS). (2017). Kelulut (stingless bee) honey—specification MS 2683. Department of Standards Malaysia. 1-5
- Milum, V. G. (1948). Some factors affecting the color of honey. *Journal of Economic Entomology*, 41(3), 495-505.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenbergh, H. (2016). Ekologi vegetasi: Tujuan dan metode. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Nascimento, A., Marchini, L., Carvalho, C., Araújo, D., Olinda, R., & Silveira, T. (2015). Physical-chemical parameters of honey of stingless bee (Hymenoptera: Apidae). *American Chemical Science Journal*, 7 (3), 139–149. doi: 10.9734/acsj/2015/17547.
- Nordin, A., Qisyah, N., Sainik, V., Roy, S., & Bin, A. (2018). Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73(May), 91–102. doi: 10.1016/j.jfca.2018.06.002.
- Nweze, J. A., Okafor, J. I., Nweze, E. I., & Nweze, J. E. (2017). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of two stingless bee honeys: A comparison with *Apis mellifera* honey from Nsukka, Nigeria. *BMC Research Notes*, 10(1), 1–6. doi: //doi.org/10.1186/s13104-017-2884-2.
- Omar, S., Enchang, F. K., Nazri, M. U. I. A., Ismail, M. M., & Ismail, W. A. N. (2019). Physicochemical profiles of honey harvested from four major species of stingless bee (kelulut) in North East Peninsular of Malaysia. *Malaysian Applied Biology*, 48(1), 111–116.
- Piotraszewska-Pająk, A., & Gliszczynska-Świgło, A. (2015). Directions of colour changes of nectar honeys depending on honey type and storage conditions. *Journal of Apicultural Science*, 59(2), 51–61. doi: 10.1515/JAS-2015-0019.
- Pravst, I. (2011). Risking public health by approving some health claims? – The case of phosphorus. *Food Policy*, 36(5), 726–728. doi: 10.1016/j.foodpol.2011.05.005.
- Dominguez, Q. R., Reyes-Carrillo, J. L., De la Cruz-Larios, L., & González-Eguiarte, D. R. (2018). Bee honey color variation throughout the year in Hejotitán, Jalisco, México. *Sustainability, Agriculture, Food and Environmental Research*, 6(3), 1–9. doi: 10.7770/safer-v0n0-art1541.
- Ramli, A. S., Basrawi, F., Daing Idris, D. M. N., Bin Yusof, M. H., Ibrahim, K. T., Mustafa, Z., & Sulaiman, S. A. (2017). A new dewatering technique for stingless bee honey. *MATEC Web of Conferences*, 131, 1-6 doi: 10.1051/mateconf/201713103014.
- Rao, P. V., Krishhnan, K. T., Salleh, N., & Gan, S. H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(5), 657–664. doi: 10.1016/j.bjp.2016.01.012.
- Ridoni, R., Radam, R., & Fatriani. (2020). Analisis kualitas madu kelulut (*Trigona* sp.) dari Desa Mangkawk Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar. *Jurnal Sylva Scientiae*, 3(2), 346–355.
- Roubik, D. W., & Aluja, M. (1983). Flight ranges of melipona and trigona in tropical forest. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56(2), 217–222.
- Roy, S., & Mandal, S. (2019). View of color intensity and antioxidative capacity of four natural monofloral honey from Malda, India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 12(9), 111-115 doi://innovareacademics.in/journals/index.php/ajpcr/article/view/34352/20667.
- Santos, H. O., Teixeira, F. J., & Schoenfeld, B. J. (2020). Dietary vs pharmacological doses of zinc: A clinical review. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1345–1353. doi: 10.1016/j.clnu.2019. 06.024.
- Seeley, T. D., Camazine, S., & Sneyd, J. (1991). Collective decision-making in honey bees: how colonies choose among nectar sources. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 28(4), 277–290. doi: 10.1007/BF00175101.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2018). *Madu* (SNI 8664-2018). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- Suliaman, A. M. E., Abdelhmeid, B. A., & Salih, Z. A. (2013). Quality evaluation of honey obtained from different resources. *Food and Public Health*, 3(3), 137–141.
- Talaulikar, V. S., & Manyonda, I. T. (2011). Vitamin C as an antioxidant supplement in women's health: A myth in need of urgent burial. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 157, 10–13. doi: 10.1016/j.ejogrb.2011.03.017.
- Uwitonze, A. M., Rahman, S., Ojeh, N., Grant, W. B., Kaur, H., Haq, A., & Razzaque, M. S. (2020). Oral manifestations of magnesium and vitamin D inadequacy. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 200 (December 2019), 1-39. doi: 10.1016/j.jsbmb.2020.105636.
- Vit, P., Medina, M., & Enríquez, M. E. (2004). Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. *Bee World*, 85(April), 2–5. doi: 10.1080/0005772X.2004.11099603.
- Wimalawansa, S. J., Razzaque, M. S., & Al-daghri, N. M. (2018). Calcium and vitamin D in human health: Hype or real? *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 180 (October 2017), 4–14. doi: 10.1016/j.jsbmb.2017.12.009.
- World Health Organization. (2012). Guideline: Potassium intake for adults and children. WHO Document Production Services. 1-52.