

KARAKTERISTIK MADU LEBAH HUTAN (*Apis dorsata* Fabr.) DARI BERBAGAI BIOREGION DI RIAU (*Apis dorsata* Forest Honey Characteristics from Bioregions in Riau)

Avry Pribadi & M. Enggar Wiratmoko

Balai Litbang Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jl. Raya Bangkinang-Kuok km. 9 Bangkinang, Riau 28401
Email: avrypribadi@gmail.com

Diterima 13 Februari 2019, direvisi 22 Agustus 2019, disetujui 25 Oktober 2019

ABSTRACT

Characteristics of Apis dorsata's forest honey from bioregions of Riau have not been studied intensively. This research is aiming to provide characteristic information on honey from bioregions of Riau based on SNI 8664-2018. The study was conducted in September to November 2015. Honey samples were collected from eight districts of six bioregions in Riau Province, i.e Bengkalis and Selat Panjang (downstream), Kampar (mineral forest), Pelalawan (peat swamp forest), Rokan Hilir (river bank), Siak (Acacia plantation forest), and Kuansing (oil palm and rubber plantation). Samples of each bioregion were analyzed based on SNI 8664-2018 procedures. Results show that wild honey characteristics were not significantly different among bioregions for almost all parameters in SNI 8664-2018. However, the diastase enzyme parameter in honey taken from Pelalawan was the only parameter that had significant value. In addition, the parameter of water content and reducing sugar content were only two parameters that did not meet the SNI 8664-2018 requirements. Meanwhile, the type and size of pollen could be used for determining the origin of honey between Riau bioregions.

Keywords: Forest honey, Riau bioregion, characteristic, Indonesian National Standard (SNI)

ABSTRAK

Karakteristik madu lebah hutan *Apis dorsata* yang berasal dari bioregion Riau belum dipelajari secara intensif. Penelitian ini mempelajari karakteristik madu lebah hutan dari bioregion Riau berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Penelitian dilakukan pada bulan September hingga November 2015. Tiga sampel madu hutan diambil sebagai ulangan pada setiap *bioregion* dan dianalisis berdasarkan prosedur uji SNI 8664-2018. Sampel madu dikumpulkan dari enam *bioregion* hilir dan pesisir pantai (Bengkalis dan Selat Panjang), hutan dengan tanah mineral (Kampar), hutan rawa gambut (Pelalawan), aliran sungai (Rokan Hilir), hutan tanaman (Siak), dan perkebunan kelapa sawit dan karet (Kuansing). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar *bioregion* terhadap mayoritas parameter yang terdapat pada SNI 8664-2018. Namun, parameter gula reduksi dan kadar air pada seluruh sampel yang diuji tidak memenuhi persyaratan SNI 8664-2018. Lebih lanjut, jenis dan ukuran polen yang terdapat pada sampel madu dapat dijadikan metode untuk penentuan asal usul madu berdasar *bioregion*.

Kata kunci: Madu hutan, bioregion Riau, karakteristik, Standar Nasional Indonesia (SNI)

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Ditjen BPDASPS (2009), produksi madu di Indonesia didominasi oleh madu hutan (70%) dan sisanya dihasilkan oleh peternakan lebah madu (*Apis mellifera* dan *Apis cerana*). Menurut Pribadi dan Purnomo (2013) dan Purnomo et al. (2008), Riau merupakan provinsi penghasil madu hutan tertinggi di Indonesia dengan produksi madu mencapai 476,1 ton pada tahun 2008. Di daerah lain seperti Sumbawa, produksi madu mencapai 125 ton pertahun (Julmansyah, 2010). Kelebihan lainnya adalah produktivitas madu hutan di Riau lebih stabil sepanjang tahun dan tidak mengenal musim paceklik (Purnomo et al., 2008). Hal ini berbeda dengan produksi madu hutan Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS) yang pada tahun 2011 hingga 2012 tidak menghasilkan madu hutan sama sekali (Hadisoesilo & Kuntadi, 2014). Salah satu dugaan penyebab tidak ada produksi madu saat itu adalah berkurangnya keberadaan pohon besar dan tinggi yang disebut sebagai pohon sialang yang merupakan tempat bersarangnya lebah hutan. Hal ini berbeda dengan teknik yang digunakan oleh masyarakat di Provinsi Bangka Belitung dan Kalimantan Barat (TNDS) yang mengembangkan sanggau dan tikung sebagai tempat bersarang lebah hutan sebagai akibat berkurangnya populasi pohon tinggi (Hadisoesilo & Kuntadi, 2014). Menurut Sudarmalik et al. (2006), terdapat tiga faktor penentu yang menjadikan produk madu hutan Riau memiliki keunggulan komparatif dibandingkan daerah lain, yaitu kondisi lingkungan fisik yang sesuai, adanya pohon sialang, dan ketersediaan makanan yang melimpah.

Bioregion merupakan suatu lingkungan khas dimana batasnya lebih ditentukan oleh bentang alam yang mendukung keunikan aktivitas komunitas biotik di dalamnya (Thayer Jr., 2003). Bappenas dan Kementerian Lingkungan Hidup (2003) menyatakan terdapat lima *bioregion* di Sumatera berdasarkan kawasan hutan, yaitu hutan lindung, hutan konservasi, hutan produksi terbatas, hutan produksi tetap, dan hutan yang dapat dikonversi. Berdasarkan pembagian kawasan, maka *bioregion* di Riau akan terbagi menjadi beberapa *bioregion*, yaitu *bioregion* hutan tanaman *Acacia mangium*, *Acacia crassiparva*, dan

Eucalyptus sp., hutan alam rawa gambut, hutan alam mineral, perkebunan karet dan kelapa sawit, dan pesisir pantai (hilir sungai). Riau yang merupakan dataran rendah memiliki beberapa *bioregion* yang diduga dapat mempengaruhi karakteristik madu hutan. Perbedaan jenis vegetasi pada masing-masing *bioregion* ini diduga berpengaruh terhadap karakteristik madu hutan yang dihasilkan di masing-masing *bioregion* tersebut. Aina et al. (2015) menyatakan bahwa, produksi madu pada suatu daerah dapat memberikan gambaran struktur vegetasi dimana nektar yang menjadi makanan lebah diperoleh. Selain itu, Suranto (2004) menyatakan bahwa produksi dan tipe madu bergantung pada vegetasi alami yang berbunga pada musim yang berbeda dan Indonesia memiliki beberapa jenis madu berdasarkan jenis flora yang menjadi sumber nektarnya.

Salah satu nilai yang dapat dijadikan dasar dalam penentuan karakteristik madu adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) 3545-2013 tentang madu yang telah diperbarui menjadi SNI 8664-2018 yang mengakomodasi, kualitas madu yang berasal selain dari lebah ternak (SNI 8664-2018). Lebih lanjut, menurut SNI 01-3545-1994, madu adalah cairan manis yang dihasilkan oleh lebah madu yang berasal dari berbagai sumber nektar. Nektar adalah semacam cairan yang dihasilkan oleh kelenjar nektar tumbuhan dalam bentuk karbohidrat (30–50%) (Bogss, 1988; Harder, 1986). Perbedaan vegetasi yang ada pada *bioregion* di Riau diduga memberikan pengaruh terhadap karakteristik madu yang dihasilkan seperti sukrosa, fruktosa, glukosa, kadar air, enzim diastase, dan padatan tak larut. Bhalchandra et al. (2014) menyatakan bahwa jadwal pembungaan dipengaruhi oleh tipe tanah, iklim, dan kondisi vegetasi yang kemudian berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas sekresi nektar yang dihasilkan.

Penelitian ini menggunakan parameter SNI 8664-2018 sebagai dasar untuk mengetahui karakteristik madu hutan asal Riau. Hal ini disebabkan parameter fisika dan kimia yang terdapat pada SNI madu merupakan parameter yang resmi untuk menstandarisasi seluruh produk madu di Indonesia (Purnamasari et al., 2015). Di Provinsi Riau sampai saat ini belum ditemui jaminan keaslian dan mutu madu hutan, oleh sebab itu muncul kecurigaan terhadap madu

hutan palsu meskipun produk madu hutan yang diperoleh adalah asli (Suranto, 2004). Berdasarkan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk memberi informasi tentang karakteristik madu hutan asal Riau berdasarkan beberapa parameter fisika dan kimia yang disyaratkan dalam SNI 8664-2018 dan karakter polen dari masing-masing madu yang berasal dari berbagai *bioregion* di Riau.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi

Penelitian dilakukan di Provinsi Riau pada bulan September hingga November 2015. Pemilihan lokasi pengamatan dilakukan berdasar pada kondisi *bioregion* yang terdapat di Riau, yaitu (1) Kabupaten Bengkalis dan Kabupaten Meranti (*bioregion* kawasan hutan pesisir pantai), (2) Kabupaten Kampar dan Kabupaten Rokan Hulu (*bioregion* kawasan hutan mineral), (3) Kabupaten Pelalawan (*bioregion* kawasan hutan gambut), (4) Kabupaten Rokan Hilir (*bioregion* hilir sungai), (5) Kabupaten Siak (*bioregion* kawasan hutan tanaman industri jenis *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa*, dan *Eucalyptus* sp.), dan (6) Kabupaten Kuansing (*bioregion* kawasan perkebunan karet dan kelapa sawit).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sisiran madu dan sisiran *bee bread* dari sarang lebah hutan segar yang baru dipanen, tali, pisau, baju pengaman dari sengat lebah, botol spesimen ukuran 200 ml, dan kantong plastik steril.

C. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah survey dengan melakukan uji banding terhadap sampel madu yang diperoleh dari berbagai *bioregion* di Riau. Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah parameter berdasarkan SNI 8664-2018. Survey dilakukan terhadap beberapa pohon sialang yang mewakili enam *bioregion* di Provinsi Riau. Ulangan, sampel madu dan *bee bread* diambil dari minimal tiga pohon sialang berbeda pada setiap *bioregion*.

D. Analisis Sampel dan Pengolahan Data

Pengujian sampel madu dilakukan berdasarkan SNI 8664-2018 di Balai Besar Industri Agro, Bogor. Analisis data berupa hidrosimetilfurfural (HMF), enzim diastase, keasaman, kadar sukrosa, gula reduksi, padatan tak larut, dan kadar air dilakukan analisis secara deskriptif kuantitatif dengan melakukan uji banding (ANOVA) antar *bioregion*. Selanjutnya, uji *one sample t-test* dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang nyata terhadap nilai hasil uji analisis dengan nilai acuan yang terdapat pada SNI 8664-2018 (kadar hidrosimetilfurfural, enzim diastase, keasaman, kadar sukrosa, gula reduksi, padatan tak larut, dan kadar air). Data berupa hasil uji organoleptik, analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan membandingkannya antar *bioregion*. Analisis melisapalinology untuk mengetahui karakter polen, dilakukan dengan membuat sediaan mikroskopis serbuk sari berdasar metode asetolisis (Erdtman, 1952). Dari data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis deskriptif kuantitatif terhadap tipe polen dan ukuran polen yang mewakili *bioregion* tertentu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Madu Hutan dengan Menggunakan Uji Organoleptik

Menurut Wagiyono (2003), pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Salah satu parameter pada SNI 8664-2018 adalah organoleptik yang berupa rasa dan bau.

Hasil uji organoleptik madu hutan yang berasal dari 6 *bioregion* di Riau menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan rasa dan bau pada jenis madu yang ada di Riau (Tabel 1). Jika dilakukan perbandingan dengan SNI 8664-2018, rasa dan bau madu hutan asal Riau adalah sama. Pengukuran standar rasa dan bau madu hutan ini tidak memiliki standar nilai yang jelas karena hanya berdasarkan pada penilaian seorang ahli madu.

Selain parameter berupa rasa dan bau, terdapat parameter berupa warna madu yang dapat dijadikan faktor untuk menentukan jenis madu. Meskipun parameter warna tidak masuk pada SNI 8664-2018, penggunaan standar warna telah banyak dilakukan di negara-negara Eropa (British Honey Company, 2013) dan Amerika Serikat (Sanford, 2003). Berdasarkan standar yang diberikan oleh Marchese dan Flottum (2013) terdapat tujuh tingkatan warna madu mulai dari *water white* yang paling terang sampai dengan *dark amber* yang paling gelap. Jika dibandingkan dengan standar, tersebut maka kelompok madu hutan yang berasal dari enam *bioregion* di Riau berada pada empat kategori terakhir seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil tes *organoleptic* madu hutan enam *bioregion*, Riau

Table 1. *Organoleptic test results of forest honey from Riau bioregions*

Kabupaten (<i>Districts</i>)	Penilaian (<i>Remark</i>)
Kuansing	Khas madu
Kampar	Khas madu
Siak	Khas madu
Bengkalis	Khas madu
Meranti	Khas madu
Pelalawan	Khas madu
Rokan Hulu	Khas madu
Rokan Hilir	Khas madu

Tingkat warna madu bergantung pada sumber nektar dan komposisi mineral dari tanah dimana tumbuhan penghasil nektar tersebut tumbuh. Meskipun komposisi mineral pada madu hanya 3,68%, sebagian masyarakat beranggapan bahwa warna madu yang terang menunjukkan kualitas yang lebih baik dibandingkan madu yang

berwarna gelap. Akan tetapi, menurut Somerville (2005), madu yang memiliki warna lebih gelap memiliki kandungan mineral yang lebih banyak dibandingkan madu yang berwarna terang (Tabel 3). Selain kandungan mineral, madu yang memiliki warna lebih gelap juga menunjukkan kandungan senyawa phenolik yang lebih tinggi dibandingkan madu berwarna terang (Lachman et al., 2010). Jika dihubungkan dengan warna madu, untuk *bioregion* berupa hutan alam mineral yang diwakili oleh Kabupaten Kampar dan Kabupaten Rokan Hulu terdapat sampel madu yang menunjukkan kisaran warna dari *extra light amber* dan *light amber* sampai *dark amber*. Hal ini menunjukkan bahwa warna sampel madu yang berasal dari *bioregion* hutan alam mineral belum dapat dijadikan penanda yang khas karena memiliki kisaran warna yang masih terlalu luas. Selain itu, madu hutan asal Riau memiliki kecenderungan warna gelap dan tidak terlihat perbedaan antara warna madu yang berasal dari setiap *bioregion*, baik yang berasal dari *bioregion* hutan alam mineral maupun *bioregion* hutan tanaman, ataupun perkebunan kelapa sawit dan karet. Bahkan, pada *bioregion* yang memiliki karakteristik hampir sama (daerah pesisir) di Kabupaten Bengkalis dan Kabupaten Meranti menunjukkan perbedaan warna. Hal ini menguatkan bahwa kondisi *bioregion* yang ada di Riau tidak mempengaruhi warna madu hutan.

Selain menjadi salah satu faktor dalam menentukan warna madu, keberadaan mineral pada madu juga menunjukkan kualitas madu. Komposisi *macronutrient* seperti unsur Ca, K, dan Na merupakan mineral yang penting bagi kesehatan lebah. Kandungan unsur K dan/ atau P dan kandungan Na yang rendah sering dihubungkan dengan penyakit kelumpuhan

Tabel 2. Parameter warna madu hutan di enam *bioregion*, Riau

Table 2. *Color assessment of forest honey of Riau bioregion*

Kabupaten (<i>Districts</i>)	Penilaian (<i>Color Grading</i>)
Kuansing	Kuning terang (<i>Light amber</i>) (50–85 mm)
Kampar	Kuning terang (<i>Light amber</i>) (50–85 mm) ke gelap (<i>Dark amber</i>) (114–140 mm)
Siak	Kuning (<i>Amber</i>) (85–114 mm)
Bengkalis	Kuning terang (<i>Light amber</i>) (50–85 mm)
Meranti	Gelap (<i>Dark amber</i>) (114–140 mm)
Pelalawan	Kuning terang (<i>Light amber</i>) (50–85 mm)
Rokan Hulu	Kuning ekstra terang (<i>Extra light amber</i>) (34–50 mm) ke gelap (<i>Dark amber</i>) (114–140 mm)
Rokan Hilir	Kuning (<i>Amber</i>) (85–114 mm)

Tabel 3. Perbandingan komposisi mineral pada madu berwarna gelap dan terang
Table 3. Mineral content comparison of dark and light honey

Mineral	Madu berwarna gelap (<i>Dark amber</i> , mg/kg)	Madu berwarna terang (<i>Light amber</i> , mg/kg)
Ca	227	107
Cu	1	1
K	1241	441
Mg	132	40
Mn	10	1
Na	23	251
P	123	129
Zn	2	3

Sumber (*Source*): Petrov (1970)

pada lebah pekerja dewasa di Jerman dan selain itu, tingginya kandungan mineral juga dapat berimplikasi terhadap penyakit disentri pada lebah pekerja dewasa (Somerville, 2005). Namun, informasi mengenai kebutuhan lebah terhadap mineral belum banyak diketahui. Lebih lanjut, menurut Somerville (2005), beberapa unsur mineral yang perlu diperhatikan adalah Ca, K, dan Na sebagai unsur makronutrien dan unsur Cu, Mg, Mn, P, dan Zn sebagai unsur mikronutrien. Sebagai contoh, madu *Ziziphus* yang berwarna gelap asal Pakistan memiliki kandungan Natrium $856,6 \pm 33,43 \mu\text{g/g}$, Kalium $1506,4 \pm 10,79 \mu\text{g/g}$, dan Calcium $848,1 \pm 13,65 \mu\text{g/g}$ (Gulfraz et al., 2010).

Selain menggunakan parameter SNI 8664-2018 dalam penentuan karakteristik madu hutan, terdapat beberapa pendekatan lain yang dapat digunakan, yaitu analisis fitokimia, analisis mineral, analisis melissapalynology, dan asam organik. Keunggulan dalam menggunakan

metode SNI 8664-2018 dibanding SNI 3545-2013 dalam penentuan karakteristik madu adalah pada SNI yang baru ini telah memisahkan asal usul madu berdasar lebah penghasilnya, yaitu madu yang dihasilkan oleh lebah budi daya bersengat (*A. cerana* dan *A. mellifera*), madu yang dihasilkan lebah hutan (*A. dorsata*), dan madu yang dihasilkan oleh lebah tidak bersengat (*Trigona* spp.). Pendekatan dengan menggunakan analisis fitokimia digunakan untuk menentukan ciri senyawa aktif yang memiliki kemampuan tertentu atau efek yang bermanfaat (Robinson, 1991) dan terdiri atas alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, terpenoid, dan tannin (Harborne, 1984). Sebagai contoh adalah madu manuka yang berasal dari Selandia Baru memiliki lima komponen bahan aktif utama yang menjadi ciri khas madu manuka, yaitu phenylacetic acid, phenyllactic acid, 4-methoxyphenyllactic acid, leptosin, dan methyl syringate (Stephens et al., 2010; Tuberoso et al., 2009).

Tabel 4. Hasil uji madu berdasarkan parameter SNI 8664-2018 pada enam bioregion di Riau
Table 4. The average value of forest honey parameter based on SNI 8664-2018 in six bioregions of Riau

Lokasi yang mewakili bioregion (<i>Locations that represent bioregions</i>)	Parameter (<i>Parameters</i>)						
	Hidroksimetil furfural (HMF, mg/kg)	Enzim diastase (<i>Diastase enzyme</i> , DN)	Keasaman (<i>Acidity</i> , ml NaOH/kg)	Kadar sukrosa (<i>Sucrose content</i> , % b/b)	Gula reduksi (<i>Reducing sugar</i> , % b/b)	Padatan tak larut (<i>Unsolved solid</i> , % b/b)	Kadar air (<i>Water content</i> , % b/b)
Rokan Hulu	$36,33 \pm 0,58a$	$3,23 \pm 0,15ab$	$37,34 \pm 0,57a$	$1,15 \pm 0,05a$	$60,72 \pm 0,25a$	$0,02 \pm 0,005a$	$26,7 \pm 1a$
Bengkalis	$36,33 \pm 0,58a$	$3,33 \pm 0,10ab$	$37,34 \pm 1,15a$	$1,15 \pm 0,05a$	$61 \pm 0,50a$	$0,02 \pm 0,005a$	$24 \pm 1a$
Pelalawan	$36,50 \pm 0,50a$	$3,42 \pm 0,08b$	$37,10 \pm 0,65a$	$1,14 \pm 0,04a$	$60,72 \pm 0,25a$	$0,02 \pm 0,003a$	$24,5 \pm 1a$
Siak	$36,90 \pm 0,89a$	$3,28 \pm 0,08ab$	$36,50 \pm 0,50a$	$1,13 \pm 0,04a$	$60,78 \pm 0,30a$	$0,02 \pm 0,004a$	$24 \pm 0,83a$
Kampar	$37,00 \pm 0,71a$	$3,27 \pm 0,05ab$	$36,50 \pm 0,55a$	$1,12 \pm 0,41a$	$60,73 \pm 0,30a$	$0,02 \pm 0,001a$	$24 \pm 1,04a$
Meranti	$37,16 \pm 0,76a$	$3,13 \pm 0,15a$	$37,10 \pm 0,45a$	$1,08 \pm 0,07a$	$60,83 \pm 0,57a$	$0,02 \pm 0,005a$	$24,33 \pm 0,57a$
Rokan Hilir	$37,16 \pm 0,28a$	$3,30 \pm 0,10ab$	$37,30 \pm 0,26a$	$1,12 \pm 0,02a$	$60,83 \pm 0,28a$	$0,02 \pm 0,003a$	$24,8 \pm 0,76a$
Kuansing	$37,25 \pm 0,69a$	$3,30 \pm 0,08ab$	$36,76 \pm 0,71a$	$1,14 \pm 0,05a$	$60,82 \pm 0,42a$	$0,02 \pm 0,002a$	$23,83 \pm 0,81a$

B. Karakteristik Madu Hutan Berdasar Parameter SNI 8664-2018

Hasil analisis sidik ragam terhadap tujuh parameter kuantitatif SNI 8664-2018 menunjukkan bahwa keseluruhan sampel madu yang diperoleh dari enam *bioregion* yang mewakili Riau tidak memberikan nilai yang berbeda nyata ($p > 0,05$) kecuali parameter aktivitas enzim diastase. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum madu hutan yang berasal dari Provinsi Riau memiliki kesamaan karakteristik jika dilihat berdasarkan SNI 8664-2018 (Tabel 4).

1. Hidroksimetilfurfural (HMF)

Hasil analisis menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai HMF yang nyata di antara *bioregion* yang ada di Riau (Tabel 4) ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan kondisi *bioregion* yang terdapat di Riau tidak mempengaruhi nilai Hidroksimetilfurfural (HMF). Hal ini disebabkan salah satunya oleh madu yang dianalisis pada penelitian ini merupakan madu segar yang diambil langsung dari pohon sialang. Hal serupa juga ditemukan pada studi yang dilakukan oleh Qamer et al. (2013) yang menyatakan bahwa madu yang disimpan di bawah satu bulan memiliki kadar HMF di bawah 40 mg/kg sedangkan madu yang disimpan selama 18 bulan mengalami peningkatan nilai HMF sebesar 1063%. Nilai HMF merupakan salah satu indikator kerusakan madu yang disebabkan oleh pemanasan yang berlebihan sebagai akibat dari pemalsuan dengan gula invert maupun pemanasan (Oliveira et al., 2012). Menurut Achmadi (1991), nilai HMF dalam madu dipengaruhi oleh aktivitas perombakan monosakarida madu (glukosa dan fruktosa), dalam suasana asam dan dengan bantuan kalor (panas) yang mana sering digunakan untuk menurunkan kadar air madu hutan. Semakin tinggi kadar HMF maka dapat diduga madu telah mengalami pemanasan berlebihan. Selain itu, hasil *one-sample-t-test* menunjukkan bahwa seluruh nilai HMF pada sampel madu hutan yang dianalisis memiliki nilai yang signifikan lebih kecil dibandingkan standar yang ditentukan oleh SNI 8664-2018, yaitu maksimal 40 mg/kg ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa madu hutan yang berasal dari delapan kabupaten yang mewakili

enam *bioregion* di Riau telah sesuai dengan SNI 8664-2018 karena memiliki nilai HMF di bawah 40 mg/kg. Selain itu, nilai HMF madu hutan yang berada di bawah 40, telah sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Kamal et al. (2002) yang menunjukkan nilai HMF pada beberapa madu segar di Pakistan berada di kisaran 31–43 mg/kg. Nilai HMF juga menjadi salah satu parameter dalam penentuan kualitas madu di dunia (Shapla et al., 2018). Codex (2011) membagi madu menjadi enam kelompok berdasarkan kandungan HMF. Hasil uji menunjukkan madu hutan asal Riau tidak memiliki nilai sama sekali (0) karena kadar $HMF \geq 20$ mg/kg.

2. Enzim diastase

Hasil analisis menunjukkan kandungan enzim diastase tidak berbeda nyata di antara enam lokasi *bioregion* di Riau ($p > 0,05$). Nilai terendah enzim diastase terdapat pada sampel madu yang diperoleh dari Kabupaten Meranti (3,13 DN) dan tertinggi Kabupaten Pelalawan (3,42 DN), sedangkan enam kabupaten yang lain tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 4). Kabupaten Meranti yang mewakili *bioregion* hutan pesisir pantai dan berada di pulau terpisah dengan Riau daratan diduga memiliki vegetasi dan kondisi iklim mikro yang berbeda dengan *bioregion* di Riau daratan sehingga mempengaruhi nilai enzim diastase madu. Hal ini sesuai dengan hasil studi yang dilakukan oleh Ashkani et al. (2014) dan Qamer et al. (2008) yang menyatakan bahwa perbedaan nilai enzim diastase pada madu hutan diduga disebabkan oleh kondisi iklim dan vegetasi yang berbeda. Menurut Belay et al. (2017) dan Bogdanov et al. (2004), enzim diastase merupakan enzim yang ditambahkan oleh lebah pada saat proses pematangan madu. Diastase (amilase) mencerna pati maltosa dan relatif stabil terhadap panas dan lama penyimpanan. Enzim ini juga banyak mengkatalisis konversi gula lainnya dan terutama bertanggung jawab untuk pola gula pada madu. Diastase memiliki peran penting untuk menilai kualitas madu dan digunakan sebagai indikator kemurnian madu karena enzim tersebut berasal dari tubuh lebah.

Di beberapa negara aktivitas enzim diastase digunakan sebagai indikator untuk kemurnian dan kesegaran madu (Azeredo et al., 2003). Lebih

lanjut, uji *one-sample-t-test* menunjukkan bahwa seluruh sampel madu yang diperoleh memiliki nilai di atas standar minimal yang ditetapkan dalam SNI 8664-2018, sehingga pada parameter enzim diastase, seluruh sampel madu di enam *bioregion* di Riau telah memenuhi syarat sesuai standar yang ditentukan oleh SNI 8664-2018 yang mensyaratkan nilai minimal 1 DN untuk madu hutan. Akan tetapi, dibandingkan dengan studi yang dilakukan oleh Ashkani et al. (2014) dan Qamer et al. (2013) yang menyatakan bahwa kandungan enzim diastase madu berada di kisaran 5–30 pada madu segar dan nilai ini menurun lebih dari 90% jika madu disimpan lebih dari delapan bulan. Lebih lanjut, berdasarkan standar yang digunakan oleh Swiss Bee Research Centre (2011), kadar enzim diastase pada madu hutan Riau juga telah memenuhi persyaratan karena berada pada level di atas tiga untuk madu segar.

3. Keasaman

Hasil analisis derajat keasaman menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antara nilai rata-rata keasaman madu antar *bioregion* yang ada di Riau (Tabel 4) ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kandungan enzim glucose oxidase dan asam gluconic pada seluruh sampel madu hutan. Lebih lanjut, pada uji *one-sample-t-test* menunjukkan bahwa seluruh sampel madu yang diperoleh memiliki nilai keasaman yang lebih kecil dan berbeda nyata dengan nilai standar maksimal yang ditetapkan oleh SNI 8664-2018, yaitu maksimal 50 ml NaOH/kg. Studi yang dilakukan oleh Gulfraz et al. (2010) menyatakan bahwa kandungan asam madu hutan berada di kisaran 14–45 meq/kg.

Jika dikonversi dengan menggunakan tabel alkimetri, derajat keasaman seluruh sampel madu yang diperoleh berada di kisaran pH 5, sementara untuk standar nilai yang ditetapkan SNI 8664-2018 berada pada kisaran pH 6–10. Pada parameter keasaman tampak bahwa madu memiliki sejumlah kandungan asam organik. Menurut Suranto (2004), jenis asam utama yang terdapat dalam madu adalah asam glutamat sedangkan jenis asam organik yang lain adalah asam asetat, asam butirat, format, suksinat, glikolat, malat, proglutamat, sitrat, dan piruvat.

4. Sukrosa

Pada uji kandungan sukrosa, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antara nilai rata-rata sukrosa pada enam *bioregion* di Riau ($p < 0,05$). Beberapa hal yang dapat dijelaskan oleh hasil ini adalah bahwa sumber nektar yang diambil dari vegetasi yang terdapat di setiap *bioregion* oleh lebah *A. dorsata* memiliki kandungan sukrosa yang relatif rendah. Hal ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Smith (1965) yang menyatakan bahwa madu yang berasal dari nektar *Banksia sphaerocarpa* yang mengandung kadar sukrosa tinggi akan dapat meningkatkan kadar sukrosa pada madu sampai 20,5%.

Lebih lanjut, hasil uji *one-sample-t-test* menunjukkan bahwa seluruh sampel madu yang berasal dari enam *bioregion* yang ada di Provinsi Riau, memiliki nilai yang berbeda nyata dan lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai sukrosa yang telah distandarkan pada SNI 8664-2018 yaitu sebesar maksimal 5% ($p > 0,05$). Nilai tersebut tidak berbeda jauh dengan studi yang dilakukan oleh Kamal et al. (2002) yang menyatakan bahwa kandungan sukrosa madu hutan berkisar antara 1,1–3,4%. Namun, studi yang dilakukan oleh Qamer et al. (2008) menunjukkan bahwa kandungan sukrosa madu hutan yang berasal dari hutan Terai di Nepal berkisar antara 12–20% yang diduga karena keberadaan perkebunan dan industri gula pasir di sekitar hutan tersebut.

Kadar sukrosa menjadi salah satu parameter dalam menentukan palsu atau murninya suatu produk madu. Hal ini disebabkan gula sukrosa merupakan gula majemuk yang belum dipecah oleh enzim amilase atau invertase yang hanya dimiliki oleh lebah. Selama proses pematangan nektar menjadi madu, sukrosa yang berasal dari nektar akan dipecah oleh aktivitas enzim invertase menjadi bentuk gula sederhana yaitu glukosa dan fruktosa. Menurut Sumoprastowo dan Suprpto (1987), segera setelah hancurnya sukrosa maka akan terbentuk gula sederhana, yaitu fruktosa dan glukosa dan gula jenis ini tidak terdapat pada nektar Swiss Bee Research Centre (2011) menyatakan bahwa terdapat tiga kelompok madu berdasarkan kadar sukrosanya, yaitu (1) madu

umum yang memiliki kadar sukrosa maksimal 5%, (2) madu yang berasal dari bunga *Robinia*, *Lavandula*, *Hedysarum*, *Trifolium*, *Citrus*, *Medicago*, *Eucalyptus camaldulensis*, dan *Encryphia* memiliki kadar sukrosa maksimal 10%, dan (3) madu yang berasal dari bunga *Calomanthus*, *Eucalyptus scabia*, *Banksia*, *Xanthorrhoea*, dan embun madu (*honey dew*) memiliki kadar sukrosa maksimal 15%. Berdasarkan hal tersebut, madu hutan asal Provinsi Riau yang cenderung multiflora (madu umum) telah masuk pada standar yang dikeluarkan oleh *Swiss Bee Research Centre*.

5. Gula pereduksi

Selanjutnya, pada analisis kandungan gula pereduksi menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara *bioregion* yang ada di Provinsi Riau (Tabel 4) ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan *bioregion* yang ada di Provinsi Riau tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan gula pereduksi madu hutan di daerah tersebut. Kandungan gula pereduksi merupakan salah satu parameter pada SNI 8664-2018 yang paling sering digunakan dalam menentukan keaslian madu (Maun, 1999). Jenis-jenis gula pereduksi yang terdapat pada madu tidak hanya glukosa dan fruktosa, tetapi juga terdapat maltosa dan dekstrin (Ratnayani et al., 2008). Sihombing (2005) dan Wright et al. (2018) menyatakan bahwa madu kaya akan karbohidrat sederhana karena lebah pekerja meminum nektar dan memuntahkannya kembali sambil menambahkan enzim yang disebut enzim invertase. Pada kondisi tersebut, sukrosa diubah seluruhnya menjadi gula sederhana (fruktosa dan glukosa) hingga mencapai 85–95% dari total karbohidrat pada madu.

Jika dibandingkan dengan nilai pada SNI 8664-2018, kadar gula pereduksi menunjukkan perbedaan yang nyata dan berada di bawah nilai SNI 8664-2018, yaitu 65% ($p > 0,05$). Nilai ini juga berbeda dengan studi yang dilakukan oleh Ashkani et al. (2014) yang menyatakan bahwa madu hutan yang berasal dari Gilgit, Pakistan memiliki nilai berkisar antara 68–75%. Sedangkan menurut Qamer et al. (2013), kadar gula pereduksi madu di tiga hutan di Nepal berkisar antara 73–77%. Lebih lanjut, Sukmawati et al.

(2015) menyatakan bahwa kadar gula pereduksi di daerah Maros, Sulawesi Selatan memiliki nilai antara 65,62–72,32%. Berdasarkan hal tersebut, kandungan gula pereduksi madu hutan yang berasal dari seluruh *bioregion* di Riau termasuk rendah.

Nilai gula pereduksi erat hubungannya dengan kadar sukrosa. Enzim diastase yang disekresikan oleh lebah akan mengubah kadar sukrosa (gula kompleks) menjadi gula sederhana (reduksi) seperti glukosa dan fruktosa, sehingga kombinasi nilai sukrosa dan gula pereduksi sering dijadikan dasar dalam menentukan keaslian madu. Namun, Kucuk et al. (2007) menyatakan bahwa rendahnya kandungan gula pereduksi pada madu dimungkinkan terjadi jika madu yang dipanen masih dalam keadaan belum matang (sel madu belum tertutup sempurna) sehingga proses inversi oleh enzim amilase yang memecah gula kompleks menjadi gula sederhana (reduksi) pada madu belum sempurna. Menurut Sihombing (2005), suhu dapat mempengaruhi produksi nektar tanaman sumber pakan, semakin tinggi suhu lingkungan maka nektar yang dihasilkan tanaman sumber pakan lebih sedikit, namun kandungan sukrosa pada nektar semakin meningkat. Hal ini diduga menjadi penyebab meningkatnya kandungan glukosa madu.

6. Padatan tak larut

Pada parameter padatan tak larut, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara sampel madu yang diambil dari enam *bioregion* di Provinsi Riau (Tabel 4) ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa nilai padatan tidak larut yang berasal dari sampel madu di seluruh Provinsi Riau adalah sama, meskipun berasal dari *bioregion* yang berbeda. Padatan tak larut pada madu adalah senyawa organik dan anorganik yang tidak larut oleh cairan madu, contohnya adalah potongan daun, bagian tubuh serangga dan pasir. Zat organik tersebut tidak hanya merusak tampilan madu, namun juga akan menjadi pemicu turunnya kualitas madu (Sumoprastowo & Suprpto, 1987).

Lebih lanjut, hasil *one-sample-t-test* dengan menggunakan nilai SNI 8664-2018 menunjukkan bahwa nilai padatan tak larut pada seluruh sampel

madu berbeda nyata dan berada di bawah nilai maksimal standar yang disyaratkan untuk jenis madu hutan, yaitu 0,5% ($p > 0,05$). Menurut Purnomo et al. (2008), proses panen madu yang higienis dapat meningkatkan kualitas madu hutan yang salah satu caranya adalah dengan hanya memotong sisiran sarang dan menggunakan teknik ekstraksi yang tepat (sistem tiris dan peras). Teknik pemanenan dengan hanya memotong sisiran madu akan mengurangi tercampurnya madu dengan bahan organik atau kotoran lain seperti anakan lebah yang dapat meningkatkan persentase padatan tak larut pada madu dan proses fermentasi madu.

7. Kadar air

Hasil analisis kandungan air menunjukkan bahwa seluruh sampel madu hutan yang diperoleh dari enam *bioregion* di Provinsi Riau tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). Tingginya kandungan air pada madu dapat disebabkan oleh beberapa masalah, diantaranya adalah kondisi lingkungan yang lembap ketika proses produksi madu. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh *bioregion* yang ada di Provinsi Riau diduga memiliki kelembapan yang sama atau dengan kata lain kadar air madu hutan di seluruh *bioregion* di provinsi Riau baik yang berasal dari daerah hulu (kawasan hutan) dan daerah kepulauan adalah sama atau dengan kata lain perbedaan karakteristik *bioregion* tidak mempengaruhi kadar air madu hutan di Provinsi Riau. Lebih lanjut, hasil uji *one-sample-t-test* menunjukkan bahwa seluruh madu tidak memenuhi syarat karena lebih dari yang dipersyaratkan oleh SNI 8664-2018, yaitu sebesar maksimal 22% ($p > 0,05$). Kadar air yang ditetapkan oleh SNI 8664-2018 sebenarnya tidak berbeda dengan hasil studi yang dilakukan oleh Ashkani et al. (2014) yang menunjukkan bahwa kadar air madu hutan asal Pakistan berkisar antara 22–26%. Qamer et al. (2013) menyebutkan bahwa kadar air madu hutan dari empat hutan di Nepal bervariasi antara 22–24%. Kadar air merupakan salah satu parameter utama dalam penentuan kualitas madu. Bahkan, berdasarkan batasan yang dikeluarkan oleh Codex (2011) yang juga mencantumkan parameter kadar air sebagai salah satu persyaratan madu dunia, disebutkan bahwa kadar air madu tidak boleh dari 19,6%. Lebih lanjut, hasil analisis kadar air madu hutan

menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara enam *bioregion* yang ada di Riau ($p > 0,05$).

Beberapa faktor yang menyebabkan nilai kadar air madu hutan di Provinsi Riau tinggi adalah kelembapan (Sarwono, 2007) dan tingkat kematangan madu (Nuryati, 2006). Madu yang memiliki sifat higroskopis akan mudah menyerap kandungan air yang berada di udara bebas. Jika kelembapan udara tinggi, maka kadar air madu akan semakin tinggi pula. Bahkan menurut Sarwono (2007), jika kelembapan sekitar berada di kisaran 51%, maka kadar air madu mencapai 16,1%, akan tetapi jika kelembapan udara mencapai 81% maka kadar air madu dapat mencapai 33,4%. Lebih lanjut, Nuryati (2006) menyatakan bahwa Indonesia memiliki angka kelembapan udara relatif tinggi, yaitu 80%. Madu dengan kadar air 18,3% atau lebih kecil dari itu, akan menyerap uap air dari udara pada kelembapan relatif di atas 60%, kadar air yang tinggi dapat mempercepat proses fermentasi madu. Tingkat kematangan madu juga mempengaruhi kadar air madu hutan. Menurut Pribadi dan Purnomo (2013), madu yang matang adalah madu yang telah tertutup oleh lilin. Panen madu dari sisiran madu yang telah tertutup lilin sedikitnya 80% akan mengurangi tingkat kerentanan madu dari fermentasi. Hal ini disebabkan karena rendahnya kadar air pada madu tersebut. Bahkan menurut Olaitan dan Adeleke (2007) dan Sihombing (2005), madu yang memiliki kadar air lebih dari 20% akan sangat rentan terhadap fermentasi. Tingginya kadar air madu hutan melebihi yang dipersyaratkan SNI 8664-2018, sering kali menjadi permasalahan bagi madu hutan. Berbeda dengan madu ternak *A. mellifera* dan *A. cerana* yang berada pada kondisi terkontrol, madu hutan sangat dipengaruhi oleh kelembapan udara karena posisi sarang yang berada pada dahan pohon dan bersentuhan langsung dengan udara bebas.

Tingginya kadar air merupakan permasalahan utama madu hutan. Analisis kadar air pada tahun 2007 juga menunjukkan bahwa kadar air madu hutan di Provinsi Riau memiliki nilai 24,1% (Purnomo et al., 2008). Salah satu upaya yang telah sejak lama digunakan untuk mengurangi kadar air adalah melalui pemanasan. Pemanasan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap berkurangnya kadar air. Madu yang dipanasi pada temperatur

Tabel 5. Persentase tipe polen pada enam bioregion di Provinsi Riau**Table 5. Percentage of pollen type at Riau's bioregions**

Lokasi (Locations)	Persentase tipe polen (Percentage of pollen types)							
	Sub Olate	Oblate	Prolate spheroidal	Sub Spheroidal	Oblate Spheroidal	Prolate	Perprolate	Sub prolate
Bengkalis	4,94	2,47	91,36	1,23	-	-	-	-
Kampar	2,83	-	36,04	4,59	32,51	2,83	-	-
Pelalawan	-	-	0,28	-	91,60	8,12	-	-
Rokan Hilir	-	-	64,61	3,75	28,28	0,94	0,19	2,25
Siak	13,33	-	65,00	-	13,33	-	-	8,33
Meranti	7,37	-	1,05	1,05	75,79	11,58	2,11	1,05
Kuansing	59,88	-	20,99	-	15,43	-	-	3,70
Rokan Hulu	-	-	38,20	-	55,06	1,12	-	5,62

60–80°C akan menghasilkan kadar air masing-masing sebesar 17,98–16,4% sementara lama waktu pemanasan tidak berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan (Singh & Singh, 2018). Pemanasan tidak hanya mengurangi kadar air tetapi juga mematikan mikroba yang dapat menyebabkan fermentasi. Namun, pemanasan yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas madu. Studi yang dilakukan oleh Darmawan dan Agustarini (2006) menunjukkan bahwa pemanasan pada temperatur di atas 40°C dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim diastase. Kerusakan madu akibat pemanasan juga dapat diindikasikan melalui meningkatnya nilai HMF yang muncul dari reaksi antara gula (fructose) yang mengalami pemanasan atau asam (Singh & Singh, 2018). Jika dibandingkan dengan metode pemanasan, penurunan kadar air madu hutan dapat menggunakan model yang diperkenalkan Darmawan dan Agustarini (2006). Pada metode ini, kombinasi penggunaan ruangan kedap udara, pengatur suhu (AC) yang diatur pada temperatur 25°C, dan alat *dehumidifier* 40%, mampu menurunkan kadar air 0,82% per hari.

C. Karakteristik Madu Hutan Berdasar Analisa Palynology

Analisis palynology merupakan analisis polen yang terdapat pada madu. Menurut Ohe et al. (2004), pada sel madu juga sebenarnya terkandung polen dan embun madu yang dapat mengandung algae dan spora jamur. Kedua kombinasi ini terutama polen merupakan kunci yang dapat digunakan sebagai tanda pengenal dan asal usul madu. Analisis melissapalynology merupakan pengujian tentang asal usul madu yang lebih akurat dibandingkan uji fitokimia yang membutuhkan data pembandingan yang berasal dari berbagai tumbuhan yang terdapat pada vegetasi tersebut. Selain itu, menurut Russmann (1998), analisis polen pada madu juga dapat memberikan informasi mengenai tingkat fermentasi madu, teknik ekstraksi dan penyaringan madu yang digunakan, serta senyawa yang mengkontaminasi madu seperti abu (Louveaux et al., 1978).

Berdasarkan analisis palynology, diperoleh informasi bahwa terdapat sembilan tipe polen pada sampel madu yang berasal dari enam *bioregion*

Tabel 6. Persentase ukuran polen pada enam bioregion di Riau**Table 6. Percentage of pollen sizes at Riau bioregions**

Lokasi (Locations)	Persentase ukuran polen (Percentage of pollen size)			
	Perminute	Minute	Mediae	Magnae
Bengkalis	-	97,56	2,44	-
Kampar	-	31,51	53,70	14,79
Pelalawan	91,04	8,12	0,84	-
Rokan Hilir	-	66,61	32,37	1,02
Siak	-	16	66	18
Meranti	-	14,74	84,21	1,05
Kuansing	-	73,48	25,76	0,76
Rokan Hulu	-	47,73	48,86	3,41

di Riau (Tabel 5 & 6). Hasil ini dapat digunakan sebagai salah satu tanda pengenal asal usul madu. Sebagai contoh, madu yang berasal dari Kabupaten Bengkalis dan Kabupaten Meranti yang memiliki *bioregion* hutan pesisir memiliki karakteristik polen yang didominasi tipe *prolate spheroidal* (91,46%) dengan didominasi ukuran *minute* (10–25 μm) (97,56%). Hal ini berbeda dengan madu hutan yang berasal dari kawasan *bioregion* hutan mineral (Kabupaten Kampar dan Kabupaten Rokan Hulu) yang memiliki karakteristik tipe polen yang didominasi tipe *prolate spheroidal* (36,04–38,20%), dan tipe *oblate spheroidal* (32,51% dan 55,06%) dengan ukuran *minute* dan *mediae* (25–50 μm).

Selain itu, untuk *bioregion* yang memiliki kecenderungan homogen (hutan tanaman dan perkebunan) menunjukkan adanya perbedaan tipe dan ukuran polennya. Untuk karakteristik pollen yang berasal dari *bioregion* yang didominasi oleh tegakan hutan tanaman (*A. mangium*, *A. crassicarpa*, dan *Eucalyptus* sp.) yang diwakili oleh Kabupaten Siak menunjukkan bahwa tipe polen *prolate spheroidal* (64,61%) (Tabel 12) dengan kelompok *mediae* (66%) (Tabel 13) mendominasi kelompok dan ukuran polen. Hal ini berbeda dengan *bioregion* perkebunan kelapa sawit dan karet yang menunjukkan bahwa polen didominasi oleh tipe *sub olate* (59,88%) dengan ukuran *minute* (73,48%).

Lebah madu tidak mengambil seluruh polen dengan tingkat efektivitas yang sama. Lebah madu memiliki kecenderungan untuk tidak mengambil polen dalam ukuran besar dan memiliki rambut seperti jarum atau duri pada bagian permukaannya. Oleh sebab itu, aktivitas pengumpulan polen oleh lebah madu tergantung pada kemampuan lebah pekerja dalam mengambil polen. Untuk ukuran polen yang besar, akan di-*repacking* atau dikompres sehingga dapat menjadi ukuran yang dapat dibawa oleh lebah (Vaissière & Vinson, 1994). Studi yang dilakukan oleh Percival (1947) yang mengungkapkan bahwa lebah *A. mellifera* yang ditempatkan pada perkebunan kapas dengan radius 400 m, akan lebih memilih mengumpulkan nektar pada tanaman kapas meskipun tanaman kapas tersebut juga menghasilkan banyak pollen. Hal ini disebabkan polen kapas memiliki

ukuran yang relatif besar dan terdapat jarum atau duri pada bagian permukaannya yang dapat menyulitkan lebah untuk mengemasnya di kantung polen mereka.

Polen merupakan sumber protein bagi koloni lebah yang dikonsumsi dalam bentuk asam amino. Selama hidupnya lebah paling sedikit harus mengkonsumsi sepuluh jenis asam amino (essensial), yaitu threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine, dan tryptophan sedangkan jenis asam amino lain seperti glycine, proline, dan serine meskipun bukan termasuk asam amino esensial tetapi berguna untuk menstimulasi pertumbuhan (de Groot, 1953; Somerville, 2005)). Lebih lanjut, produktivitas madu pada koloni lebah *A. mellifera* yang dipasang *pollen trap* mengalami penurunan sebesar 5,89 kg per koloni per 3 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa pollen memiliki peranan penting bagi kesehatan lebah.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan uji organoleptik, seluruh madu hutan yang berasal dari enam *bioregion* di Provinsi Riau memiliki karakter madu sesuai SNI 8664-2018.
2. Berdasarkan SNI 8664-2018, karakteristik madu hutan yang berasal dari enam *bioregion* di Provinsi Riau memiliki nilai yang tidak berbeda nyata kecuali parameter enzim diastase pada madu hutan di Kabupaten Pelalawan yang mewakili *bioregion* hutan rawa gambut yang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan *bioregion* lainnya.
3. Madu hutan yang berasal dari beberapa *bioregion* di Provinsi Riau menunjukkan ketidaksesuaian pada parameter gula pereduksi dan kadar air dengan standar yang berlaku pada SNI 8664-2018, sedangkan parameter lainnya menunjukkan kesesuaian dengan standar SNI 8664-2018.
4. Berdasarkan tipe dan ukuran polen, masing-masing *bioregion* memiliki perbedaan karakter tipe dan polen.

B. Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kadar air madu hutan yang berasal dari berbagai *bioregion* di Provinsi Riau tidak selalu dapat memenuhi syarat dalam SNI 8664-2018. Oleh sebab itu, sering kali produk madu hutan gagal melewati pengujian kadar air, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengkaji ulang SNI 8664-2018 dalam parameter kadar air. Selain itu, karakter tipe, ukuran polen, dan jenis polen yang mewakili masing-masing *bioregion* dapat dijadikan standar dalam penentuan daerah asal *bioregion* madu hutan tersebut, sehingga konsumen dapat lebih yakin akan keaslian asal dari madu tersebut.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain dan rancangan percobaan dilakukan oleh AP. Pengambilan data dilakukan oleh MDEW. Analisis data dilakukan oleh AP, dan penulisan manuskrip dilakukan oleh AP. Perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh MDEW.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. (1991). *Analisis kimia produk lebah madu dan pelatihan staf laboratorium pusat perlebaban nasional Parung Panjang*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor.
- Aina, D. O., Enefolo, J. O., & Agwu, C. O. C. (2015). Palynological study of honey samples from four localities in Kogi East, Nigeria. *Journal of Biology and Life Science*, 6(1), 29–36.
- Ashkani, H., Badinij, K., Bulfati, A., Chutani, U., Dareshak, T., & Darzada, D. (2014). Assessment of physico-chemical and antimicrobial of honey of *Apis dorsata* from different locations of Pakistan. *Global Science Research Journals*, 2(6), 186–191.
- Azeredo, L. D., Azeredo, M. A., De Souza, S. R., & Dutra, V. M. L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80(2), 249–254.
- Bappenas dan Kementerian Lingkungan Hidup. (2003). *Keanekaragaman hayati Indonesia 2003-2020*. Bappenas, Jakarta.
- Belay, A., Desse, G., Marc, H., & Hannelore, B. (2017). Enzyme activity, amino acid profiles and hydroxymethylfurfural content in Ethiopian monofloral honey. *Journal of Food Science and Technology*, 54(9), 2769–2778. doi: 0.1007/s13197-017-2713-6.
- Bhalchandra, W., Baviskar, R. K., & Nikam, T. B. (2014). Diversity of nectariferous and polleniferous bee flora at Anjaneri and Dugarwadi Hills of Western Ghats of Nasik District. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(4), 244–249.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, 35, S4–S17. doi: 10.1051/apido.
- Bogss, C. L. (1988). Rates of nectar feeding in butterflies: effects of sex, size, age, and nectar concentration. *Functional Biology*, 2, 289–295.
- Codex alimentarius commision. (2011). Fairtrade standard for honey for small producer organizations. Diunduh dari <http://www.fairtrade.net/standards.html> pada 9 February 2019.
- Company, B. H. (2013). Pfund colour scale. Diunduh dari <http://www.oxfordhoney.uk/pfund-colour-scale/> pada 13 February 2019.
- Darmawan, S., & Agustarini, R. (2006). Penurunan kadar air madu hutan alam sumbawa. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Peranan Hasil Litbang HHBK dalam Mendukung Pembangunan Kebutuhan* (pp. 313–321). Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu, Mataram.
- de Groot, A. P. (1953). *Protein and amino acid requirements of the honeybee (Apis mellifera L.)*. *Physiol Comp Oec.* (3), 197–285
- Ditjen BPDASPS. (2009). *Statistik kebutuhan 2008: Data produksi madu*. Kementerian Kehutanan, Jakarta.

- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy-angiosperms: An introduction to the study pollen grains and spores*. Munksgard, Copenhagen: BRILL.
- Gulfraz, M., Ifftikhar, F., Asif, S., Raja, G. K., Javaid, M., Imran, M., & Zeenat, A. (2010). Quality assessment and antimicrobial activity of various honey types of Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 9(41), c–6906. doi: 10.5897/AJB10.003.
- Hadisoesilo, S., & Kuntadi. (2014). Faktor penyebab kegagalan panen madu hutan di Taman Nasional Danau Sentarum pada Musim Panen tahun 2009-2012: Jaringan Madu Hutan Indonesia. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 11(2), 171–182.
- Harborne, J. B. (1984). *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plant analysis* (2nd Edition). New York: Chapman and Hall Ltd.
- Harder, L. D. (1986). Effects of nectar concentration and flower depth on flower handling efficiency of bumble bees. *Oecologia*, 69, 309–315.
- Julmansyah. (2010). Madu hutan menekan deforestasi. *Jaringan Madu Hutan Sumbawa*, Sumbawa. Diunduh dari <http://labbadas.sumbawakab.do.id/>. pada 2 Maret 2018.
- Kamal, A., Saeeda, R., Nouman, N., Tabassum, N., Musarrat, G., Qurehi, M., & Nasim, K. (2002). Comparative study of honey collected from different flora of Pakistan. *Journal of Biological Sciences*, 2(9), 626–627. doi: 10.3923/jbs.2002.626.627.
- Kucuk, M., Kolaylı, S., Karaoglu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2), 526–534.
- Lachman, J., Hejtmánková, L., Sýkora, J., Karban, J., Orsák, M., & Rygero Vá, B. (2010). Contents of major phenolic and flavonoid antioxidants in selected czech honey. *Czech Journal of Food Science*, 28(5), 412–426.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59, 139–157.
- Marchese, C. M., & Flottum, K. (2013). *The honey connoisseur: selecting, tasting, and pairing honey, with a guide to more than 30 varieties*. New York: Black Dog & Leventhal Publishers.
- Maun, S. (1999). Pemalsuan madu dengan sakarosa. *Jurnal Kedokteran Trisakti*, 18(1), 9–19.
- Nuryati, S. (2006). Status dan potensi pasar madu organik nasional dan internasional. *Laporan Penelitian*. Aliansi Organik Indonesia, Bogor.
- Ohe, W. V. D., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35, 18–25.
- Olaitan, P. B., & Adeleke, O. E. (2007). Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory. *African Health Sciences*, 7(3), 159–165.
- Oliveira, R. De, Ribeiro, R., Carneiro, S., Mársico, E. T., Cunha, F. L., Adam, C., and Mano, S. B. (2012). Influence of the time/temperature binomial on the hydroxymethylfurfural content of floral honeys subjected to heat. *Ciência e Agrotecnologia*, 36(2), 204–209. doi: 10.1590/S1413-70542012000200009.
- Percival, M. (1947). Pollen collection by *Apis mellifera*. *New Phytology*, 46, 142–165.
- Pribadi, A., & Purnomo. (2013). Bee management and productivity of two local honeybees (*Apis dorsata* Fabr. and *Apis cerana* Fabr.) in Riau Province. Dalam *The Second International Conference of Indonesia Forestry Researchers: Celebrating a 100-year Forestry Research in Indonesia: Forestry Research for Sustainable Forest Management and Community Welfare*.

- Purnamasari, N., Aprilia, H., & Sukanta. (2015). Pembedingan parameter fisikokimia madu pahit (aktivitas enzim diastase, gula pereduksi (glukosa), keasaman, dan cemaran abu dan arsen) dengan madu manis murni. *Prosiding Penelitian SPeSLA*, 46–50.
- Purnomo, Aprianis, Y., Junaedi, A., Rochmayanto, Y., Winarsih, A., & Suhendar. (2008). *Standarisasi dan diversifikasi produk lebah madu hutan (Apis dorsata F.). Laporan Hasil Penelitian*. Kuok.
- Qamer, S., Ahamed, F., Ali, S. S., & Shakoori, A. R. (2013). Effect of storage on various honey quality parameters of *Apis dorsata* honey from Nepal. *Pakistan J. Zool.*, 45(3), 741–747.
- Qamer, S., Ahmad, F., Latif, F., Ali, S. S., & Shakoori, A. R. (2008). Physicochemical analysis of *Apis dorsata* honey from terai forests, Nepal. *Pakistan Journal of Zoology*, 40(1), 53–58.
- Ratnayani, K., Adhi, D.S.N.M.A., & Gitadewi, I.G.A.M.A.S. (2008). Penentuan kadar glukosa dan fruktosa pada madu randu dan madu kelengkeng dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Kimia*, 2(2), 77–86.
- Robinson, T. (1991). *The organic constituents of higher plants*. (6th eds). Departement of Biochemistry, University of Massachusetts, Massachusetts.
- Russmann, H. (1998). Hefen und glycerin in blütenhonigen– Nachweis einer gärung oder einer abgestoppten gärung. *Lebensmittelchemie*, 52, 116–117.
- Sanford, M. (2003). Honey judging and standards. Diunduh dari [http://entnemdept.ufl.edu/honeybee/extension/AA24800 Honey Judging and Standards.pdf](http://entnemdept.ufl.edu/honeybee/extension/AA24800%20Honey%20Judging%20and%20Standards.pdf). pada 13 Januari 2019.
- Sarwono, B. (2007). *Lebah madu*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Shapla, U. M., Alam, N., Khalil, I., & Gan, S. H. (2018). 5 - Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products : Effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12(35), 1–18. doi: 10.1186/s13065-018-0408-3.
- Sihombing, D. T. H. (2005). *Ilmu ternak lebah madu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Singh, I., & Singh, S. (2018). Honey moisture reduction and its quality. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 3861–3871. doi: 10.1007/s13197-018-3341-5.
- Smith, F. G. (1965). The sucrose content of western Australian honey. *Journal of Apicultural Research*, 4(3), 177–184. doi: 10.1080/00218839.1965.11100120
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2018). Madu (SNI 8664-2018). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Somerville, D. (2005). Fat bees skinny bees: A manual on honey bee nutrition for beekeepers. *Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation*, (05), 1–142. Diunduh dari <http://library.wur.nl/WebQuery/clc/1766764> pada 13 February 2019.
- Stephens, J. M., Schlothauer, R. C., Morris, B. D., Yang, D., Fearnley, L., & Greenwood, D. R. (2010). Phenolic compounds and methylglyoxal in some New Zealand manuka and kanuka honeys. *Food Chemistry*, 120, 78–86. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.09.074.
- Sudarmalik, Rochmayanto, Y., & Purnomo. (2006). Peranan beberapa hasil hutan bukan kayu (HHBK) di Riau dan Sumatera Barat. In *Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan* (pp. 199–219). Loka litbang hasil hutan bukan kayu, Kuok, Riau
- Sukmawati, Noor, A., & Firdaus. (2015). Analisis kualitas madu mallawa berdasarkan parameter fisika kimia. *Indonesia Journal of Chemistry Research*, 3, 259–262.

- Sumoprastowo, R. M., & Suprpto, R. (1987). *Beternak madu lebah modern*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Suranto, A. (2004). *Khasiat dan manfaat madu herbal*. Tangerang: AgroMedia Pustaka.
- Swiss Bee Research Centre. (2011). *Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the Work of the International Honey Commision*. Bern: Federal Dairy Research Institute.
- Thayer Jr., R. L. (2003). *Life place, bioregional thought and practice*. California: Berkeley: Universitas of California Press.
- Tuberoso, C. I., Bifulco, E., Jerkovic, I., Caboni, P., Cabras, P., & Floris, I. (2009). Methyl syringate: A chemical marker of asphodel (*Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv.) monofloral honey. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 57, 3895–3900.
- Vaissière, B. E., & Vinson, S. B. (1994). Pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), with special reference to pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Grana*, 33, 128–138. doi: 10.1080/00173139409428989.
- Wagiyono. (2003). Menguji kesukaan secara organoleptik. Diunduh dari http://psbtik.smkn1cms.net/pertanian/agroindustri/agroindustri_non_pangan/menguji_kesukaan_secara_organoleptik.pdf. pada 20 Januari 2019.
- Wright, G. A., Nicolson, S. W., & Shafir, S. (2018). Nutritional physiology and ecology of honey bees. *Annual Review of Entomology*, 63(1), 327–344. doi: 10.1146/annurev-ento-020117-043423.

