

Penilaian ciri-ciri fizikokimia madu kelulut Malaysia

(Evaluation of physicochemical properties of Malaysian stingless bee honey)

Sharina Shamsudin, Jinap Selamat, Maimunah Sanny, Nuzul Noorahya Jambari, Shamsul Bahri Abd Razak dan Alfi Khatib

Pengenalan

Di Malaysia terdapat lebih daripada 38 spesies lebah kelulut telah dijumpai, namun begitu, hanya empat spesies saja ditenak secara komersial iaitu *Geniotrigona thoracica*, *Heterotrigona itama*, *Lepidotrigona terminata* dan *Tetragonula leviceps*. Kebanyakan madu kelulut yang terdapat di pasaran adalah daripada spesies *Heterotrigona itama* dan *Geniotrigona thoracica*. Kuantiti madu yang dihasilkan oleh lebah kelulut adalah sedikit (1 – 5 kg/sarang setahun) jika dibandingkan dengan lebah *Apis* (20 kg/sarang setahun). Madu kelulut dilaporkan mempunyai nilai nutrisi yang tinggi dan baik untuk kesihatan manusia. Nutrisi madu kelulut sangat bergantung kepada komposisi madu. Komposisi madu yang dihasilkan oleh lebah kelulut bergantung kepada beberapa faktor seperti sumber bunga, lokasi, cuaca, spesies lebah kelulut, kaedah pemprosesan dan penyimpanan madu. Faktor-faktor ini memberi kesan ke atas ciri-ciri organoleptik (contoh: warna, rasa, bau), fizikal (contoh: kandungan air, pH, aktiviti air dan kandungan abu) dan kimia (contoh: kandungan fenolik dan flavonoid) madu.

Seperti madu *Apis*, gula adalah komponen utama madu kelulut dan ia juga mengandungi komponen-komponen lain seperti asid amino, asid organik, vitamin, mineral, enzim, protein dan fitokimia (*phytochemicals*) dalam kuantiti yang sedikit. Berbeza dengan madu *Apis*, madu kelulut mempunyai kandungan air yang lebih tinggi sehingga 42%. Oleh itu, kandungan air boleh dijadikan sebagai penunjuk utama dalam membezakan madu *Apis* dan madu kelulut. Kandungan air yang tinggi dalam madu kelulut boleh mempengaruhi ciri-ciri fizikal madu seperti kelikatan, bau, rasa, warna dan penyimpanan. Oleh itu, ciri-ciri fizikokimia boleh digunakan untuk menentukan kualiti madu kelulut.

Di Malaysia, kajian ke atas madu kelulut masih kurang berbanding dengan madu *Apis*. Dengan itu, lebih banyak kajian perlu dilakukan bagi menambah pengetahuan dan memahami ciri dan sifat madu kelulut. Penentuan ciri-ciri fizikokimia madu kelulut yang dihasilkan oleh spesies dan sumber bunga berbeza adalah penting kerana ia mempengaruhi komposisi madu dan seterusnya kualiti madu. Selain itu, maklumat ini juga penting bagi memastikan kualiti madu kelulut yang dijual di pasaran tempatan dan untuk mengesan aktiviti menghasilkan madu tidak asli (campuran). Oleh itu, dalam kajian ini, penilaian ciri-ciri fizikokimia madu kelulut yang dihasilkan oleh spesies dan sumber

bunga berbeza dilaksanakan. Penentuan kualiti madu kelulut dilakukan dengan membandingkan keputusan kajian dengan spesifikasi kualiti madu kelulut yang dikeluarkan oleh Jabatan Standard Malaysia.

Penyediaan sampel madu

Sampel madu diperoleh dari tiga ladang kelulut yang terletak di Terengganu, Pahang dan Johor. Sampel madu dituai semasa musim bunga pada bulan Ogos. Sampel madu yang diperoleh berasal daripada pelbagai jenis bunga iaitu akasia (*Acacia mangium*), gelam (*Meleleuca cajaputi* Powell) dan belimbing (*Averrhoa carambola* L). Madu lebah madu (*Apis mellifera*) daripada akasia digunakan untuk perbandingan dalam kajian ini. Semua sampel dikumpulkan menggunakan pam vakum elektrik. Sampel disimpan di dalam bekas plastik kedap udara dan disimpan pada suhu 4 ± 2 °C sehingga dianalisis.

Ciri-ciri fizikokimia madu kelulut

Kandungan air

Kandungan air sampel madu diukur mengikut kaedah AOAC 969.38 dan dinyatakan dalam unit g/100 g madu. Kandungan air madu *Heterotrigona itama* ialah 19.49 – 26.28 g/100 g madu dan 21.32 – 33.93 g/100 g madu untuk madu *Geniotrigona thoracica* (Jadual 1). Madu akasia daripada kedua-dua spesies mempunyai kandungan air yang lebih tinggi daripada gelam dan belimbing. Bagi spesies *Heterotrigona itama*, madu daripada sumber bunga yang berbeza menunjukkan perbezaan yang ketara ($p < 0.05$) dalam kandungan air. Kandungan air dalam madu kelulut jauh lebih tinggi daripada madu *Apis mellifera* (14.74 g/100 g madu). Perbezaan kandungan air dalam sampel madu yang dikaji mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti kandungan air dalam nektar bunga, musim penuaian, tahap kematangan madu dan cuaca. Menurut piawaian kualiti madu kelulut Malaysia, madu yang berkualiti mempunyai kandungan air tidak melebihi 35 g/100 g madu. Kandungan air dalam madu boleh mempengaruhi jangka hayat madu semasa penyimpanan dan proses fermentasi. Secara umumnya, kandungan air madu kelulut yang dikaji menunjukkan madu berada dalam kualiti yang baik.

Aktiviti air (a_w)

Dalam kajian ini, aktiviti air (a_w) ditentukan pada suhu 25 °C menggunakan meter aktiviti air AQUA LAB Series 3. Aktiviti air (a_w) madu kelulut ialah 0.76 – 0.87 (Jadual 1). Madu akasia daripada kedua-dua spesies lebah kelulut mempunyai aktiviti air yang lebih tinggi ($p < 0.05$) berbanding dengan sampel madu lain. Semua sampel madu mempamerkan aktiviti air yang tinggi (lebih besar daripada 0.6), ini bermaksud madu kelulut mudah terfermentasi. Secara umumnya, aktiviti air dikaitkan dengan kandungan air dalam madu. Aktiviti air tinggi dapat mendorong pertumbuhan mikrob dalam madu dan menyebabkan penapaian

Jadual 1. Ciri-ciri fizikokimia madu kelulut daripada sumber bunga bagi tiga spesies lebah yang berbeza

Parameter	<i>Geniotrigona thoracica</i>			<i>Apis mellifera</i>	<i>Heterotrigona itama</i>			<i>Apis mellifera</i>
	Akasia	Belimbing	Gelam		Akasia	Belimbing	Gelam	
Kandungan air (g/100 g madu)	33.93 ^{Aa} ±1.05	21.32 ^{Ba} ±1.78	22.01 ^{Ba} ±1.37	14.74 ^C ±0.11	26.28 ^{Ab} ±0.47	19.49 ^{Cb} ±0.70	22.53 ^{Ba} ±1.22	14.74 ^D ±0.11
Aktiviti air (a _w)	0.87 ^{Aa} ±0.00	0.78 ^{Ba} ±0.02	0.79 ^{Ba} ±0.01	0.67 ^C ±0.01	0.82 ^{Ab} ±0.00	0.76 ^{Ba} ±0.01	0.77 ^{Ba} ±0.01	0.67 ^C ±0.01
pH	3.23 ^{Cc} ±0.02	3.17 ^{Cb} ±0.00	3.40 ^{Bb} ±0.07	3.55 ^A ±0.03	3.35 ^{Bb} ±0.01	3.19 ^{Cb} ±0.04	3.38 ^{Bb} ±0.02	3.55 ^A ±0.03
Keasidan (meq/kg madu)	136.50 ^{Ba} ±6.36	170.50 ^{Ab} ±4.00	101.83 ^{Ca} ±9.19	38.17 ^D ±0.23	64.50 ^{Cb} ±4.00	207.67 ^{Aa} ±3.30	103.00 ^{Ba} ±2.83	38.17 ^D ±0.23
Jumlah pepejal larut (Brix)	60.85 ^{Cc} ±0.07	71.20 ^{Bb} ±1.56	70.15 ^{Bb} ±0.63	76.70 ^A ±0.57	66.25 ^{Cb} ±0.35	72.25 ^{Bb} ±0.92	70.30 ^{Bb} ±1.27	76.70 ^A ±0.57
Abu (g/100 g madu)	0.24 ^{Aab} ±0.01	0.07 ^{Cb} ±0.007	0.13 ^{Bb} ±0.007	0.25 ^A ±0.007	0.22 ^{Bb} ±0.00	0.09 ^{Cb} ±0.007	0.23 ^{Aa} ±0.007	0.25 ^A ±0.007
HMF (mg/kg madu)	ND ^{Aa}	ND ^{Ab}	ND ^{Ab}	ND ^A	ND ^{Ba}	0.14 ^{Aa} ±0.08	0.11 ^{Aa} ±0.04	ND ^B

ND: Tidak dikesan

Purata dengan huruf besar yang berlainan dalam baris yang sama adalah berbeza secara signifikan ($p < 0.05$) antara madu dari sumber bunga berbeza yang dihasilkan oleh spesies lebah yang sama. Huruf kecil yang berbeza dalam baris yang sama adalah berbeza secara signifikan ($p < 0.05$) antara madu yang dihasilkan oleh spesies lebah yang berbeza daripada sumber bunga yang sama

yang tidak diingini. Kajian lepas melaporkan yis *osmotolerant* dalam madu memerlukan sekurang-kurangnya aktiviti air 0.6 untuk membiak. Aktiviti air dalam madu boleh dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sumber bunga, suhu di dalam sarang dan keadaan iklim semasa penuaian.

Nilai pH dan keasidan

Nilai pH dan keasidan ditentukan mengikut kaedah AOAC 962.19 menggunakan peralatan meter pH. Keasidan dinyatakan sebagai *milliequivalents* asid per kg madu. Madu kelulut mempunyai rasa masam berbanding dengan madu *Apis mellifera* kerana pHnya yang rendah dan nilai keasidan yang tinggi. Nilai pH dan keasidan madu kelulut masing-masing ialah 3.17 – 3.40 dan 64.50 – 207.67 meq/kg madu (Jadual 1). Semua sampel madu menunjukkan nilai pH yang rendah, di mana madu belimbing mempunyai nilai pH terendah dan keasidan tertinggi untuk kedua-dua spesies. Ini menunjukkan bahawa madu yang dikaji mempunyai kestabilan yang baik terhadap kerosakan mikrob kerana nilai pH yang rendah. Namun, *Apis mellifera* pula menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi (3.55) dan keasidan yang lebih rendah (38.17 meq/kg madu) daripada madu kelulut.

Sumber bunga dan geografi boleh menyebabkan variasi dalam nilai pH kerana pH nektar bunga dan kondisi tanah boleh mempengaruhi ciri-ciri fizikokimia madu. Faktor utama yang menentukan keasidan madu adalah asid organik yang terdapat dalam madu. Asid organik dihasilkan melalui tindakan enzimatik oleh enzim glukosa-oksidadase ke atas glukosa yang menyebabkan transformasi glukosa kepada asid glukonik. Nilai pH yang ditetapkan oleh piawaian kualiti madu kelulut Malaysia ialah 2.5 – 3.8. Manakala, tiada had ditetapkan untuk nilai keasidan madu kelulut.

Jumlah kandungan pepejal larut

Kandungan pepejal larut (TSS) dalam madu dilaporkan dalam unit Brix. Jumlah pepejal larut (TSS) diukur pada suhu 25 °C menggunakan refraktometer digital. Kira-kira 0.3 mL madu diletakkan ke permukaan prisma dan bacaan dicatat sebagai °Brix. Nilai Brix sampel madu berbeza daripada 60.85 – 72.25 (*Jadual 1*). Madu kelulut mempunyai nilai Brix yang lebih rendah berbanding dengan madu *Apis mellifera* (76.70). Variasi dalam nilai TSS mungkin disebabkan oleh perbezaan kandungan gula yang terdapat dalam madu kerana gula adalah pepejal larut paling utama dalam madu. Dilaporkan bahawa nilai Brix mempunyai kaitan secara terus dengan kandungan gula dalam madu. Ini bermakna, madu dengan kandungan gula yang lebih tinggi akan menunjukkan nilai Brix yang lebih tinggi. Selain itu, kandungan asid dan mineral dalam madu turut menyumbang kepada jumlah pepejal larut dalam madu.

Kandungan abu

Kandungan abu dalam madu ditentukan mengikut kaedah seperti yang dilaporkan oleh Colucci et al. (2016) dan dinyatakan dalam unit g/100 g madu. Kandungan abu dalam madu kelulut ialah 0.07 – 0.24 g/100 g madu dan dalam madu *Apis* sebanyak 0.25 g/100 g madu (*Jadual 1*). Semua sampel madu dari sumber berbeza menunjukkan perbezaan kandungan abu yang ketara ($p < 0.05$) bagi kedua-dua spesies. Kandungan abu dipengaruhi oleh jumlah mineral yang terdapat di dalam nektar bunga. Variasi kandungan abu dalam sampel madu mungkin disebabkan oleh sumber bunga yang berbeza digunakan oleh lebah kelulut untuk menghasilkan madu.

Ciri warna

Ciri warna diukur menggunakan spektrofotometer HunterLabUltraScan PRO, mengikut kaedah CIELAB $L^* a^* b^*$, dengan rujukan *illuminant* D65 dan sudut visual 10°. Warna semua sampel madu digambarkan seperti dalam *Jadual 2*. Madu gelam yang dihasilkan oleh *Heterotrigona itama* mempunyai nilai L^* yang jauh lebih rendah (73.98) daripada madu-madu lain. Warna sampel madu sangat dipengaruhi oleh jenis nektar bunga yang digunakan dalam penghasilan madu dan mineral yang terdapat dalam madu.

Selain itu, jenis debunga, sebatian fenolik dan 5-hidroksimetil-2-furfural (5-HMF) juga dilaporkan mempengaruhi warna madu. Terdapat kajian yang melaporkan bahawa madu yang berwarna gelap, mempunyai kandungan antioksidan yang tinggi. Kajian juga jelas menunjukkan sampel madu yang dikaji mempunyai komponen warna merah (nilai a positif), hijau (nilai e negatif) dan kuning (nilai b positif).

Kandungan 5-hydroxymethyl-2-furfural (5-HMF)

5-hydroxymethyl-2-furfural (5-HMF) boleh digunakan sebagai parameter kesegaran madu (*freshness*). 5-HMF biasanya tidak dikesan dalam madu yang baru dituai. Walau bagaimanapun, kandungannya akan meningkat jika madu disimpan dalam tempoh masa yang lama. 5-HMF terbentuk daripada tindak balas pemecahan (*breakdown*) gula, terutamanya fruktosa. Beberapa faktor yang boleh mempengaruhi kandungan 5-HMF adalah pemanasan madu, keadaan penyimpanan (suhu tinggi), pH madu dan adulterasi madu dengan larutan gula.

Dalam kajian ini, kaedah *Harmonised methods of international honey commission* (HMIHC) digunakan untuk menentukan kandungan 5-HMF dalam sampel madu. Dalam kaedah ini, kandungan 5-HMF dianalisis menggunakan kromatografi cecair berprestasi tinggi fasa terbalik (HPLC-RP). 5-HMF hanya dikesan dalam madu gelam (0.11 mg/kg madu) dan madu belimbing (0.14 mg/kg madu) yang dihasilkan oleh *Heterotrigona itama* (Jadual 1). Ini menunjukkan bahawa semua sampel madu yang dikaji adalah madu yang berkualiti baik. Menurut Piawaian kualiti madu kelulut Malaysia, kandungan 5-HMF dalam madu kelulut tidak boleh melebihi 30 mg/kg madu. Kandungan 5-HMF juga boleh digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan adulterasi madu kerana madu yang telah diadulterasi biasanya mempunyai nilai 5-HMF yang tinggi berbanding dengan madu asli.

Jadual 2. Ciri-ciri warna madu kelulut dan *Apis mellifera* daripada sumber bunga berbeza

Unit	<i>Geniotrigona thorocica</i>			<i>Apis mellifera</i>	<i>Heterotrigona itama</i>			<i>Apis mellifera</i>
	Akasia	Belimbing	Gelam		Akasia	Belimbing	Gelam	
L*	92.14 ^{Aa} ±1.88	92.57 ^{Aa} ±3.06	85.06 ^{Ba} ±2.35	84.66 ^B ±2.18	92.49 ^{Aa} ±0.34	86.60 ^{Ba} ±1.34	73.98 ^{Cb} ±1.34	84.66 ^B ±2.18
a*	-2.08 ^{Bb} ±0.08	-2.35 ^{Bb} ±0.52	0.01 ^{Bb} ±1.49	6.25 ^A ±2.17	-1.46 ^{Cb} ±0.18	-0.47 ^{Cb} ±1.06	16.65 ^{Aa} ±0.76	6.25 ^B ±2.17
b*	24.62 ^{Cb} ±4.75	39.06 ^{Ba} ±3.60	62.01 ^{Ab} ±0.07	41.34 ^B ±5.69	29.42 ^{Cab} ±0.77	52.70 ^{Ba} ±7.69	88.66 ^{Aa} ±3.88	41.34 ^B ^{Ca} ±5.69

a* menunjukkan tahap merah (+ a*) atau hijau (-a*). b* menunjukkan tahap kuning (+ b*) atau biru (-b*). L* menunjukkan tahap cahaya (0 untuk hitam hingga 100 untuk putih). Huruf besar yang berlainan dalam baris yang sama adalah perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$) antara madu daripada sumber bunga berbeza yang dihasilkan oleh spesies lebah yang sama. Huruf kecil yang berbeza dalam baris yang sama adalah perbezaan yang ketara ($p < 0.05$) antara madu yang dihasilkan oleh spesies lebah yang berbeza daripada sumber bunga yang sama

Kandungan gula

Karbohidrat adalah komponen utama dalam madu. Manakala, fruktosa dan glukosa (gula penurun/*reducing sugars*) merupakan gula utama dalam madu. Madu yang berkualiti mengandungi jumlah fruktosa dan glukosa tidak melebihi 85 g/100 g madu seperti yang telah ditetapkan oleh Jabatan Standard Malaysia. Kandungan fruktosa, glukosa, sukrosa dan maltosa dalam madu ditentukan dengan menggunakan kromatografi cecair berprestasi tinggi dengan pengesan indeks biasan (HPLC-RI) dan dinyatakan sebagai gram gula per 100 g madu. Jumlah fruktosa dan glukosa dalam sampel madu yang dikaji adalah dalam julat 15.38 g/100 g madu – 24.11 g/100 g madu (*Jadual 3*). Jumlah glukosa dan fruktosa paling rendah dikesan dalam madu gelam yang dihasilkan oleh *G. thoracica* manakala paling tinggi dalam madu akasia yang dihasilkan oleh *H. itama*. Jika dibandingkan dengan madu *Apis*, jumlah fruktosa dan glukosa dalam madu *Apis* adalah lebih tinggi (51.04 g/100 g madu).

Selain gula penurun (fruktosa dan glukosa), gula-gula lain juga dilaporkan terdapat dalam madu iaitu sukrosa dan maltosa. Walau bagaimanapun, dalam kajian ini, sukrosa tidak dikesan dalam madu kelulut (*Jadual 3*). Hanya madu *Apis* mengandungi sukrosa (3.86 g/100 g madu). Ini menunjukkan madu-madu yang dikaji mengandungi kandungan sukrosa yang rendah dan mematuhi nilai yang ditetapkan oleh piawai kualiti madu kelulut Malaysia iaitu tidak melebihi 7.5 g/100 g madu. Kajian-kajian lepas menyatakan kandungan sukrosa dalam madu bergantung kepada aktiviti enzim invertase untuk menukar sukrosa dalam nektar bunga kepada gula ringkas (fruktosa dan glukosa), kandungan sukrosa rendah menunjukkan bahawa sukrosa sepenuhnya diubah menjadi glukosa serta fruktosa dan madu boleh dilabelkan sebagai madu matang. Enzim invertase dihasilkan oleh kelenjar *hypopharyngeal* dan jumlahnya bergantung kepada beberapa faktor seperti usia lebah, diet dan tahap fisiologi lebah, kekuatan koloni, suhu dan banyaknya aliran nektar. Sebagai tambahan, kandungan sukrosa dalam madu juga boleh digunakan sebagai penunjuk madu tidak asli (campuran). Madu tidak asli (campuran) biasanya mempunyai kandungan sukrosa yang lebih tinggi. Maltosa turut dikesan dalam madu kelulut (22.56 – 43.15 g/100 g madu). Walau bagaimanapun, maltosa tidak dikesan dalam madu *Apis*. Kandungan maksimum maltosa yang dibenarkan dalam madu kelulut ialah 9.5 g/100 g madu.

Nisbah fruktosa/glukosa (F/G) diukur dalam kajian ini untuk menentukan kemampuan penghabluran madu. Nisbah F/G dari semua sampel madu yang diuji bervariasi antara 0.83 dan 1.56 (*Jadual 2*). Menurut kajian lepas, proses penghabluran berlaku lebih perlahan dalam madu yang mempunyai nisbah F/G lebih tinggi daripada 1.3 dan lebih pantas jika nisbah F/G kurang daripada 1.0. Semua madu kelulut kecuali madu belimbing daripada *G. thoracica* mempunyai nilai F/G lebih daripada 1.0, yang bermaksud madu-madu ini akan mengkristal lebih perlahan

daripada madu belimbing. Faktor lain yang dapat menyumbang kepada penghabluran madu termasuk suhu penyimpanan, kehadiran bendasing dan kelikatan madu.

Selain nisbah F/G, nisbah glukosa/air (G/W) juga dilaporkan sebagai petunjuk yang sesuai untuk ramalan penghabluran madu. Penghabluran madu cepat apabila nisbah G/W lebih besar daripada 2.0 dan lambat apabila nisbahnya kurang daripada 1.70. Semua madu kelulut yang dikaji menunjukkan nisbah G/W kurang daripada 1.70 (*Jadual 2*). Ini menunjukkan bahawa madu kelulut akan kekal dalam keadaan cecair lebih lama daripada madu *Apis* yang mempunyai nisbah G/W lebih tinggi daripada 1.70.

Jadual 3. Kandungan gula (g/100 g madu), fruktosa/glukosa (F/G) dan glukosa/air (G/W) madu kelulut dan *Apis mellifera* daripada sumber bunga berbeza

Parameter	<i>Geniotrigona thoracica</i>			<i>Apis mellifera</i>	<i>Heterotrigona itama</i>			<i>Apis mellifera</i>
	Akasia	Belimbing	Gelam		Akasia	Belimbing	Gelam	
Fruktosa	7.89 ^{Cb} ±0.36	9.34 ^{Ba} ±0.06	8.43 ^{BCb} ±0.11	24.87 ^A ±0.56	13.00 ^{Ba} ±0.21	9.68 ^{Ca} ±0.72	13.58 ^{Ba} ±0.33	24.87 ^A ±0.56
Glukosa	8.12 ^{Cb} ±0.95	11.21 ^{Bb} ±0.10	6.95 ^{Cb} ±0.34	26.17 ^A ±0.55	11.69 ^{Ba} ±0.56	8.14 ^{Ca} ±0.47	10.53 ^{Ba} ±0.22	26.17 ^A ±0.55
Sukrosa	ND ^{Ba}	ND ^{Ba}	ND ^{Ba}	3.86 ^A ±1.45	ND ^{Ba} ±0.13	ND ^{Ba} ±0.11	ND ^{Ba} ±0.12	3.86 ^A ±1.45
Maltosa	28.96 ^{Ba} ±1.17	40.82 ^{Aa} ±0.79	43.15 ^{Aa} ±2.36	ND ^C	22.56 ^{Cb} ±1.22	37.35 ^{Ab} ±0.58	31.50 ^{Bb} ±2.11	ND ^D
F/G	1.13 ^{ABa} ±0.05	0.83 ^{Bb} ±0.002	1.37 ^{Aa} ±0.26	0.95 ^B ±0.04	1.14 ^{Ba} ±0.04	1.08 ^{BCa} ±0.01	1.56 ^{Aa} ±0.07	0.95 ^C ±0.04
G/W	0.24 ^{Db} ±0.03	0.53 ^{Ba} ±0.01	0.32 ^{Cb} ±0.02	1.78 ^A ±0.04	0.45 ^{Ba} 0.02	0.42 ^{Bb} 0.02	0.47 ^{Ba} 0.01	1.78 ^A ±0.04

ND = Tidak dikesan; F/G = Fruktosa/glukosa; G/W = Glukosa/air

Purata dengan huruf besar yang berbeza dalam baris yang sama menunjukkan perbezaan yang ketara ($p < 0.05$) antara madu daripada sumber bunga yang berbeza yang dihasilkan oleh spesies lebah yang sama. Huruf kecil yang berbeza dalam baris yang sama menunjukkan perbezaan yang ketara ($p < 0.05$) antara madu yang dihasilkan oleh spesies lebah yang berbeza daripada sumber bunga yang sama

Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan ciri fizikokimia madu kelulut sangat bergantung kepada sumber bunga dan spesies lebah. Hasil kajian juga membuktikan bahawa ciri-ciri fizikokimia madu kelulut jauh berbeza daripada madu *Apis mellifera*. Secara umumnya, madu kelulut mengandungi kandungan air, keasidan dan nilai aktiviti air yang lebih tinggi berbanding dengan madu *Apis mellifera*. Selain itu, kajian juga menunjukkan madu yang dihasilkan daripada sumber bunga yang sama oleh spesies lebah yang berbeza mempunyai ciri fizikokimia yang berbeza. Ini membuktikan bahawa spesies lebah memberi kesan yang signifikan kepada ciri fizikokimia madu yang dihasilkan. Walau bagaimanapun, kajian

yang lebih luas dengan bilangan sampel yang lebih banyak perlu dijalankan untuk mendapatkan lebih banyak maklumat mengenai kesan sumber bunga dan spesies lebah kelulut ke atas parameter yang dikaji.

Penghargaan

Penyelidikan ini dibiayai oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (MOE) bawah UPM/700-2/1/FRGS/MRSA/5524985. Pengarang juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Universiti Putra Malaysia (UPM) dan Fakulti Sains dan Teknologi Makanan, UPM untuk kemudahan yang diberikan.

Bibliografi

- Ahmed, M., Khiati, B., Meslem, A., Aissat, S. dan Djebli, N. (2014). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of raw honey from Algeria. *J. Microbial. Biochem. Technol.* 2 – 6
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Method of Analysis*, 19th ed.; AOAC: Washington DC, 2012
- Avila, S., Beux, M.R., Ribani, R.H., dan Zambiazzi, R.C. (2018). Stingless bee honey: Quality parameters, bioactive compounds, health-promotion properties and modification detection strategies. *Trends in Food Science and Technology* 81: 37 – 50
- Bogdanov, S. (2009). Harmonised methods of the International Honey Commission; IHC. Diperoleh dari <http://www.ihcplatform.net/ihcmethods2009.pdf>
- Colucci, G., De Vito, V., Varricchio, E., De Cunzio, F. dan Coccia, E. (2016). Identification of traceability markers in Italian unifloral honeys of different botanical origin. *J. Nutr. Food Sci.* 6: 462
- Dobre, I., Georgescu, L.A., Alexe, P., Escuredo, O. dan Seijo, M.C. Rheological Behavior of different honey types from Romania. (2012). *Food Res. Int.* 49: 126 – 132
- Hossen, M.S., Ali, M.Y., Jahurul, M.H.A., Abdel-Daim, M.M., Gan, S.H. dan Khalil, M.I. (2017). Beneficial roles of honey polyphenols against some human degenerative diseases: a review. *Pharmacological Reports* 69(6): 1194 – 1205
- Idris, Y.M.A., Mariod, A.A. dan Hamad, S.I. (2017). Physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Sudanese honey. *Int. J. Food Prop.* 14: 450 – 458
- Malaysian Standards Kelulut (Stingless bee) honey – Specification. Department of Standards Malaysia. m.s. 2683
- Oddo, L.P., Piazza, M.G. dan Pulcini, P. (1999). Invertase activity in honey. *Apidologie.* 30(1): 57 – 65
- Selvaraju, K., Vikram, P., Soon, J.M., Krishnan, K.T. dan Mohammed, A. (2019). Melissopalynological, physicochemical and antioxidant properties of honey from West Coast of Malaysia. *Journal of Food Science and Technology* 56(5): 2,508 – 2,521
- Silvano, M.F., Varela, M.S., Palacio, M.A., Ruffinengo, S. dan Yamul, D.K. (2014). Physicochemical parameters and sensory properties of honeys from Buenos Aires Region. *Food Chem.* 152: 500 – 507

Ringkasan

Komposisi madu kelulut boleh dipengaruhi oleh sumber bunga dan spesies lebah kelulut. Oleh itu, dalam kajian ini, ciri-ciri fizikokimia madu yang dihasilkan oleh *Heterotrigona itama* dan *Geniotrigona thoracica* daripada tiga sumber bunga berbeza (gelam, akasia dan belimbing) dikaji. Madu *Apis mellifera* digunakan sebagai perbandingan. Hasil kajian menunjukkan madu daripada spesies dan sumber bunga berbeza mempunyai perbezaan yang signifikan dalam ciri-ciri fizikokimia. Berdasarkan hasil kajian, semua madu yang dikaji mematuhi ciri-ciri kualiti madu kelulut yang ditetapkan dalam spesifikasi madu kelulut Malaysia oleh Jabatan Standard Malaysia. Tambahan pula, data-data yang diperolehi boleh digunakan sebagai rujukan dan panduan oleh penternak lebah kelulut.

Summary

The composition of honey can be influenced by the source of nectar and species of bees. Therefore, in this study, the physicochemical properties of honey produced by *Heterotrigona itama* and *Geniotrigona thoracica* from three different flower sources (*gelam*, acacia and starfruit) were studied. *Apis mellifera* honey was used as a comparison. The results showed that honey from different species and flower sources had significant differences in physicochemical properties. Based on the results of the study, all the honey studied complied with the quality characteristics of stingless bee honey set in specification of stingless bee (*kelulut*) honey by the Department of Standards Malaysia. Furthermore, the data obtained can be used as a reference and guideline by stingless bee breeders.

Pengarang

Dr. Sharina Shamsudin

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan

Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM

43400 Serdang, Selangor, Malaysia

E-mel: sharina@mardi.gov.my

Prof. Dr. Jinap Selamat, Prof Madya Dr. Maimunah Sanny dan Dr. Nuzul Noorahya
Jambari

Fakulti Sains dan Teknologi Makanan

Universiti Putra Malaysia (UPM)

43400 Serdang, Selangor, Malaysia

Prof. Madya Dr. Alfi Khatib

Universiti Islam Antarabangsa Malaysia

Fakulti Farmasi,

Kuantan 25200, Pahang, Malaysia

Prof. Madya Dr. Shamsul Bahri Abd Razak

Sekolah Sains Makanan dan Teknologi

Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Terengganu, Malaysia