

## **Pemprosesan Madu Kelulut Secara Sistemik Menurut Piawaian Malaysia**

M.A. Amir Syariffuddeen<sup>1</sup>, H. Azman<sup>1</sup>, S. Yahya<sup>1</sup>, Z.A. Mohd Zaimi<sup>1</sup>, M.A.T Mohd Hafiz<sup>1</sup>, M.S. Azmerredzuan<sup>1</sup>, A. Shafie<sup>1</sup>, J. Muhammad Aliq<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penyelidikan Kejuruteraan,  
Ibu Pejabat MARDI,  
Persiaran MARDI-UPM,  
43400 Serdang,  
Selangor, Malaysia.

*asyariff@mardi.gov.my*

### **ABSTRAK**

Penternakan kelulut dan pengeluaran madu kelulut telah mencipta satu fenomena di Malaysia pada masa kini. Madu kelulut mengandungi bahan aktif, enzim dan khasiat yang pelbagai dan telah dikategorikan sebagai “*superfood*”. Ia mempunyai kandungan kelembapan yang tinggi dan perlu kepada pemprosesan yang sistemik untuk mengekalkan khasiat dan jangka hayatnya. Penubuhan makmal pemprosesan madu kelulut secara sistemik di Stesen MARDI Kemaman, Terengganu telah membantu para pengusaha kelulut untuk memproses madu kelulut mengikut prosedur operasi standard dan kawalan kualiti bagi penghasilan madu kelulut bermutu tinggi. Perkhidmatan yang ditawarkan meliputi proses pengeringan madu segar selepas dituai, kaedah persampelan, ujian ke atas madu kelulut, pembungkusan dan seterusnya melabel produk. Ini ialah untuk menjamin kualiti madu kelulut menepati piawaian yang telah ditetapkan dan mampu menjana pendapatan yang tinggi kepada pengusaha.

### **KATA KUNCI**

Kelulut, Madu kelulut, Makmal Pemprosesan MARDI Kemaman

**Paper presented at the 2018 MSAE Conference,  
Serdang, Selangor D. E., Malaysia.  
7 & 8 February 2018**

The society is not responsible for statements or opinions written in papers or related discussions at its meeting. Papers have not been subjected to the review process by MSAE editorial committees; therefore, are not to be considered as refereed.



## PENGENALAN

Peternakan kelulut telah mencipta satu fenomena di Malaysia dengan penglibatan ramai pengusaha terutamanya dalam penghasilan dan penjualan madu kelulut. Industri ternakan kelulut berpotensi untuk menjadi pertanian bernilai tinggi kerana madu kelulut telah dikategorikan sebagai “*Superfood*” di Malaysia dan dijadikan sebagai produk premium untuk diketengahkan di pasaran tempatan dan antarabangsa. Madu kelulut mempunyai ciri-ciri yang berbeza dibandingkan dengan lebah genus Apis, iaitu madu lebah dari segi warna, rasa dan kelikatannya (Almeida-Muradian et al., 2014; Guerrini et al., 2009).

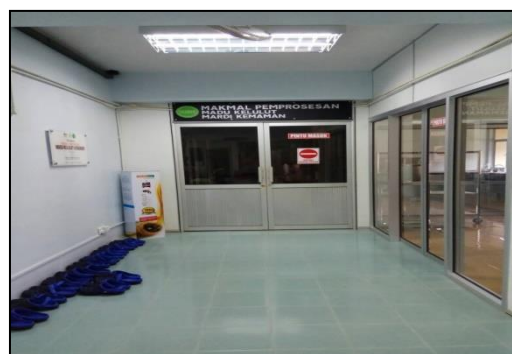
Madu kelulut mengandungi pelbagai bahan berkhasiat yang telah dibuktikan secara saintifik untuk tujuan pemakanan kesihatan dan perubatan (Souza, 2006). Kandungan bahan aktif, enzim dan nutrien yang pelbagai menjadikan madu kelulut lebih istimewa berbanding dengan madu lebah. Kajian saintifik telah membuktikan kehadiran pelbagai jenis asid fenolik dalam madu kelulut seperti asid p-koumarik, asid protokatechik dan asid vinilik yang mampu mengurangkan risiko penyakit kanser dan radang (Fahimee et.al, 2012). Kandungan bahan berkhasiat madu kelulut akan berkurangan dengan cepat jika penapaian atau fermentasi madu kelulut berlaku. Ini disebabkan oleh kehadiran yis dan mikroba lain disebabkan kandungan kelembapan yang tinggi. Akibatnya jangka hayat madu dari segi kualitinya akan menjadi singkat. Untuk melambatkan berlakunya fermentasi dalam madu kelulut maka kandungan air perlu dikurangkan sehingga  $\leq 22\%$ .

Oleh kerana kelembapan persekitaran di Malaysia agak tinggi, proses mengurangkan kandungan air memerlukan proses pengeringan teliti dan sentiasa dipantau. Proses pembungkusan juga perlu dalam persekitaran yang bersih untuk mengelakkan pendedahan kepada sebarang mikroba yang boleh menyebabkan fermentasi berlaku. Oleh itu, penubuhan makmal pemprosesan madu kelulut secara sistematik di Stesen MARDI Kemaman, Terengganu merupakan satu inisiatif yang khusus untuk melakukan proses-proses tersebut.

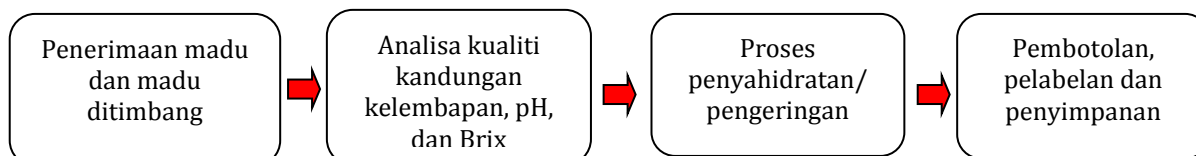
## BAHAN DAN KAEDAH KAJIAN

### Pemprosesan di Makmal Pemprosesan Madu Kelulut MARDI

Makmal Pemprosesan Madu Kelulut MARDI dibina di atas kawasan bersaiz 31” x 30” dan terdiri daripada 4 bahagian utama iaitu Ruang Penerimaan Sampel, Bilik Analisa Kualiti, Bilik Pemprosesan (Pengeringan dan Penyahidratan) serta Bilik Pembungkusan dan Penyimpanan. Rajah 1 menunjukkan struktur makmal tersebut dan Cartalir 1 ialah aliran proses madu kelulut di Makmal Pemprosesan Madu Kelulut MARDI diringkaskan seperti berikut:



Rajah 1: Struktur makmal pemprosesan madu kelulut MARDI Kemaman, Terengganu



Cartalir 1 : Aliran proses didalam makmal pemprosesan madu kelulut MARDI Kemaman, Terengganu



## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

### Penerimaan dan Analisa Kualiti Madu Kelulut

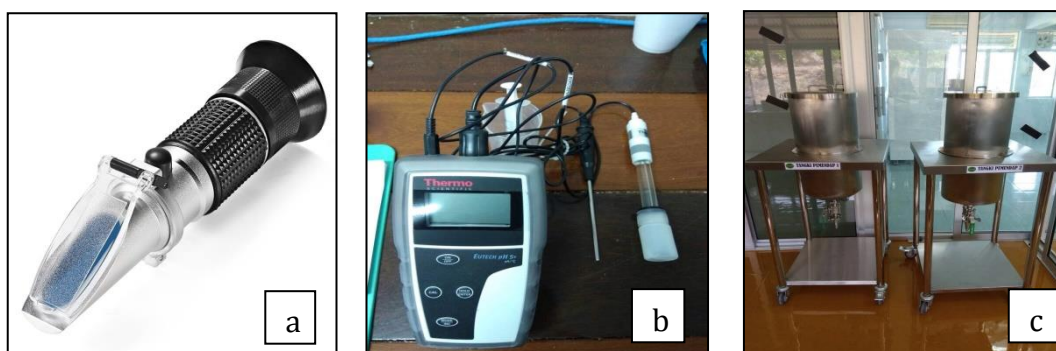
Aktiviti penerimaan sampel dan merekod maklumat usahawan bagi simpanan pengkalan data makmal akan diuruskan di dalam ruangan ini. Sampel yang dihantar akan diambil bacaan berat sebelum dianalisa. Sampel madu yang ditimbang berat akan dianalisa penciriannya di bilik kawalan kualiti. Mengikut *Standard MS 2683: 2017, Kelulut (Stingless bee)- honey: Specification*, terdapat 8 keperluan analisa kualiti dan keperluan untuk madu kelulut seperti ditunjukkan didalam Jadual 1.

Pengujian kandungan kelembapan, pH dan pengukuran Brix dilakukan di sini manakala ujian-ujian lain yang melibatkan penggunaan alatan makmal yang lebih analitik akan dilakukan di makmal lain. Maklumat-maklumat yang direkodkan adalah seperti seperti nama penyumbang (usahawan/pusat pengumpulan/organisasi, atau maklumat perhubungan), spesies kelulut, tarikh pengambilan sampel, kawasan penternakan kelulut dan tumbuhan utama di kawasan penternakan kelulut. Kemudian sampel akan diberikan kod yang ditentukan serta direkodkan. Maklumat-maklumat ini akan dikumpulkan dalam pengkalan data makmal dan disimpan sekurang-kurangnya untuk tempoh 2 tahun atau lebih mengikut keperluan undang-undang.

Jadual 1: Keperluan kualiti untuk madu kelulut menurut MS 2683: 2017, Kelulut (Stingless bee)- honey: Specification

Spesifikasi Madu Kelulut	Keperluan	
	Madu Kelulut Mentah	Madu Kelulut Terproses
1. Kandungan kelembapan (%)	≤35.0	≤22.0
2. Sukrosa (g/100g)	≤7.5	≤8.0
3. Fruktosa dan Glukosa (g/100g)	≤85.0	≤90
4. Maltosa (g/100g)	≤9.5	≤10.0
5. Kandungan Ash (g/100g)	≤1.0	≤1.0
6. Kandungan HMF (mg/kg)	≤30.0	≤30.0
7. Nilai pH	2.5 ke 3.8	2.5 ke 3.8
8. Kandungan Fenolik	Sedia ada	Sedia ada

Peratus kelembapan madu diukur dan direkodkan menggunakan alat refraktometer yang spesifik untuk sampel madu, manakala peratus Brix dengan menggunakan Brix Refractometer dan pH dengan menggunakan meter pH. Kesemua peralatan yang digunakan adalah seperti ditunjukkan dalam Rajah 2. Peralatan-peralatan ini perlu dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan dan data yang diperoleh melalui bacaan hendaklah dilakukan sebanyak 3 kali replikasi dan purata bacaan diambil. Madu yang telah dianalisa kualiti seterusnya akan melalui proses penapisan sebelum dihantar ke bilik pengeringan tujuan proses penyahidratan.



Rajah 2: Peralatan-peralatan untuk analisa di bilik kawalan kualiti :  
(a) Refraktometer (b) pH meter dan (c) Tangki pemendapan

## Proses Penyahidratan Madu Kelulut

Kajian terhadap pengusaha madu kelulut didapati kebanyakan daripada mereka kurang kefahaman dan kepekaan tentang kepentingan untuk mengurangkan kandungan kelembapan madu kelulut. Ini ialah kerana tanggapan mereka bahawa madu yang telah dituai secara segar dari koloni kelulut adalah dalam keadaan kualiti yang terbaik, sedangkan madu yang baru dituai itu mempunyai kandungan air yang tinggi iaitu sekitar 30% atau mungkin lebih tinggi lagi. Kandungan air yang tinggi dalam madu kelulut berpotensi menyebabkan berlakunya penapaian madu dan secara tidak langsung boleh mengakibatkan kandungan aktif dan juga enzim merosot (Carvalho et. al, 2009). Oleh yang demikian, proses penyingkiran air atau penyahidratan perlu dilakukan supaya madu kelulut mencapai kandungan  $\leq 22\%$  yang mengikut standard piawaian madu kelulut MS2683 yang telah dibangunkan.

Nilai kelembapan ini dipertimbangkan sebagai kandungan kelembapan yang optimum yang mampu merencat dan mencegah daripada proses fermentasi. Proses penyahidratan madu kelulut dilakukan pada suhu dan nilai kelembapan yang terkawal. Proses penyahidratan madu di bilik makmal ini menggunakan teknologi alat penyahidratan yang telah dibangunkan MARDI seperti ditunjukkan Rajah 3. Teknologi ini dijana bagi menggantikan kaedah konvensional yang telah dipraktikkan oleh penternak dan pengusaha kelulut sebelum ini. Kaedah yang diamalkan oleh pengusaha madu kelulut sebelum ini ialah seperti kaedah "double-boil", pengeringan secara terbuka dan penggunaan alat pengering kabinet. Semua kaedah ini didapati tidak sesuai, tidak higienik dan tidak sistematik lebih-lebih lagi ianya mengambil masa yang lama untuk madu mencapai kelembapan yang sesuai.

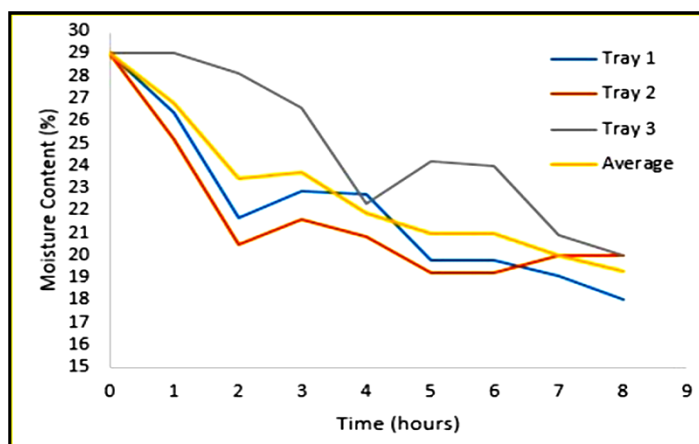
Alat penyahidrat yang dibangunkan oleh MARDI ini mampu melakukan proses penyahidratan dalam tempoh masa yang singkat di samping memastikan pemprosesan yang bersih dan pengendalian yang mudah. Alat penyahidrat madu kelulut MARDI ini berkapasiti maksimum 20 kg madu kelulut untuk satu kelompok (*batch*) pemprosesan dan mampu mengurangkan kandungan kelembapan madu sehingga  $\leq 22.0$  dalam tempoh 8-9 jam. Operasi mesin ini dilakukan pada suhu dan kelembapan yang sesuai iaitu sekitar 32-37°C dan 40-55%. Suhu rendah di bawah 40°C yang digunakan dapat mengelakkan daripada peningkatan kandungan HMF (Hydroxymethyl-furfural) disamping enzim dan bahan-bahan aktif akan terdegradasi kesan daripada suhu tinggi tersebut. Bogdanov (2008) juga melaporkan pemanasan melebihi 40°C memberi kesan terhadap kemerosotan kandungan aromatik dan menyumbang kepada aktiviti enzim yang rendah pada madu.



Rajah 3: Mesin penyahidrat madu kelulut di Makmal Pemprosesan MARDI Kemaman

Secara amnya, proses penyahidrat atau pengeringan madu kelulut adalah paling kritikal dan mengambil masa paling lama jika dibandingkan dengan proses-proses yang lain di makmal ini. Ini ialah kerana proses ini melibatkan tindakbalas tenaga haba untuk meleraikan ikatan kimia kuat molekul air pada madu. Melalui data yang dikumpulkan semasa operasi alat tersebut, profil pengurangan kelembapan

adalah seperti graf pada Rajah 4. Pada peringkat awal proses penyahidratan, iaitu pada sekitar jam pertama hingga kedua, kadar penyingkiran molekul air adalah tinggi dan drastik (penurunan 29% ke 24%). Ini disebabkan oleh penyingkiran molekul-molekul air bebas pada permukaan madu. Menghampiri ke jam yang ketiga, aras kelembapan madu menjadi statik dan mulai turun kepada 23% selepas 5 jam. Seterusnya didapati penurunan adalah pada kadar perlahan pada jam ke 5 sehingga ke 8 yang mana aras kelembapan telah mencapai dan melepasi kelembapan optimum pada 20%. Pada jam ke 5 hingga jam ke 8, dipertimbangkan kadar penyahidratan adalah pada kadar yang perlahan disebabkan proses untuk menyingkiran molekul air terikat (*bound water*) yang terikat pada madu. Ikatan molekul air terikat ini adalah molekul air yang majoriti di dalam madu dibandingkan dengan molekul air bebas (Puranik et. al., 1991) dan memerlukan tenaga yang besar untuk meleraikan ikatan ini. Disebabkan tenaga haba yang dibekalkan melalui perantaraan udara panas adalah sama sepanjang proses penyahidratan ini, justeru masa yang lama diperlukan untuk meleraikan ikatan kimia yang membentuk molekul air terikat tersebut.



Rajah 4: Profil pengurangan kelembapan pada madu semasa proses penyahidratan

### Proses pembotolan, pembungkusan dan penyimpanan

Madu yang telah selesai melalui proses penyahidratan dan telah mencapai nilai kelembapan yang ditentukan akan dibawa ke bilik pembungkusan dimana proses pembotolan, pelabelan dan penyimpanan dilakukan. Perjalanan untuk setiap proses di bilik pembungkusan ini adalah seperti prosedur yang dirujuk dalam *Standard "Amalan Pertanian Baik (ABP) - Pemeliharaan Lebah dan Kelulut"*. Ini ialah untuk memastikan kualiti madu kelulut tidak terjejas dan kandungan kelembapan dapat dikekalkan pada tahap  $\leq 22.0$  seperti yang ditetapkan di dalam standard madu kelulut yang diproses. Aktiviti pembungkusan yang dilakukan adalah merujuk kepada *MS 1514 (Amalan Pengilangan Baik)* dan *Peraturan-peraturan Kebersihan Makanan 2009*. Persekitaran dan ruang kerja harus dipastikan kering dan mempunyai kelembapan yang rendah iaitu kurang daripada 50% dan suhu lebih kurang  $25^{\circ}\text{C}$ . Untuk tujuan pemantauan suhu dan kelembapan, ruang kerja pembungkusan telah dilengkapi dengan alat *Thermohygrometer* yang diletakkan di dinding bilik pembungkusan. Madu kelulut adalah bersifat higroskopik iaitu mudah menyerap kelembapan persekitaran. Sifat higroskopik madu ini adalah merupakan salah satu faktor yang menyumbang kepada kemanisan madu kelulut tersebut (Santos dos Nascimento et. al, 2015).

Pemilihan bekas untuk mengisi madu yang sesuai amatlah dititikberatkan. Bekas yang digunakan hendaklah bersih, menepati piawai penyimpanan makanan dan tahan asid. Ini kerana madu kelulut disamping kurang likat dan berwarna gelap, ia juga mempunyai nilai keasidan yang tinggi (Garedew et. al., 2003). Pengisian madu dilakukan dengan segera selepas proses penyahidratan madu selesai bagi mengelakkan madu menyerap kelembapan persekitaran. Seterusnya botol yang telah diisi madu perlu ditutup segera menggunakan penutup botol yang diselaput dengan plastik kedap udara. Proses pelabelan dilakukan mengikut peraturan pelabelan seperti yang terkandung di dalam *Akta Makanan 1983 (Akta 281)* dan *Peraturan-Peraturan Makanan 1985* yang mana menurut standard, pelabelan hendaklah mengandungi maklumat-maklumat seperti berikut:

- i. Nama Produk
- ii. Nombor atau Kod Kelompok (*batch*)

- iii. Tarikh Pembungkusan dan Tarikh Luput
- iv. Nama dan Alamat Pembungkus
- v. Berat Bersih
- vi. Negara Asal
- vii. Arahan Penyimpanan
- viii. Tanda Dagangan (jika berkenaan)

Bagi madu kelulut yang telah diproses, perlu dinyatakan pada label untuk membezakan daripada madu mentah. Seterusnya madu akan diletakkan di dalam kotak yang dilabel sebelum disimpan pada rak penyimpanan yang disediakan sebelum diagihkan kepada usahawan. Rajah 5 menunjukkan bilik pembungkusan dan penyimpanan di Makmal Pemprosesan Madu Kelulut MARDI Kemaman.



Rajah 5: Bilik pembungkusan dan penyimpanan di Makmal Pemprosesan Madu Kelulut MARDI

## KESIMPULAN

Inisiatif yang dicetuskan oleh Menteri Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia, Yang Berhormat Dato' Sri Ahmad Shabery bin Cheek untuk pembangunan Makmal Pemprosesan Madu Kelulut yang mempunyai rantai pemprosesan sistematik menepati keperluan industri yang melibatkan penternak, usahawan dan pengusaha dalam menghasilkan madu kelulut yang tulen dan berkualiti tinggi. Rantainya pemprosesan yang mengikut prosedur operasi standard mampu memenuhi penghasilan madu kelulut yang memenuhi kualiti sebagaimana digariskan dalam standard pembangunan madu kelulut. Produk madu yang dihasilkan dapat mencegah daripada berlakunya proses fermentasi semasa proses penyimpanan dan pengedaran selain memanjangkan jangka hayat madu kelulut. Dari aspek ekonomi, ianya dapat meningkatkan pendapatan penternak dan usahawan yang terlibat dan meningkatkan lagi hasil dan kelangsungan produk madu kelulut yang mendapat permintaan tinggi di pasaran domestik dan antarabangsa. Selanjutnya, dapat memperkembangkan lagi industri berasaskan madu kelulut di Malaysia disamping mampu menggalakkan penyertaan masyarakat terutamanya golongan muda didalam bidang ini.

## PENGHARGAAN

Kajian ini disokong oleh peruntukan Geran Jangka Pendek (GJP) MARDI untuk pembangunan alat penyahidratan madu kelulut dan dana khas Stesen MARDI Kemaman untuk pembangunan makmal pemprosesan madu kelulut MARDI di Stesen MARDI Kemaman, Terengganu. Terima kasih kepada Pn. Rushidah Wan Zain, En. Fazliraimi, En. Ashadi Yaacob, En. Saiful dan En. Abdul Razak dari MARDI Terengganu. Penghargaan juga untuk En. Arif Zaidi Jusoh dari Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan MARDI, Dr. Rosliza Jajuli dari Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran MARDI, En. Nur Hafiz Azmin dan Khairul Hafifi Maidin dari Pusat Penyelidikan Teknikal dan Perkhidmatan MARDI atas sumbangan di dalam kajian dan projek ini.

## RUJUKAN

1. Akta 281, Akta Makanan (1983), Bahagian III: Pelabelan- Kesalahan dan Keterangan, Seksyen 15: Pelabelan dll yang tidak menepati Standard Makanan, Seksyen 16: Pelabelan yang palsu dll, pp: 27-28



2. Almeida-Muradian, L. B. (2013). *Tetragonisca angustula* pot-honey compared to *Apis mellifera* honey from Brazil. In P. Vit et al. (Eds.), *Pot-honey a legacy of stingless bees* New York: Springer, pp: 375–382.
3. Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. (2008), *Honey for nutrition and health: a review*, *Journal of the American College of Nutrition*, Vol: 27, pp. 677-689
4. Carlos A.L. Carvalho, Geni S. Sodr  , Antonio A.O. Fonseca, Rog rio M.O. Alves, Bruno A. Souza And Lana Clarton (2009), *Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process*, *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* Vol: 81(1): pp: 143-149
5. Fahimee J, Hamdan S, Rosliza J and Suri R (2012), *Manual Teknologi Penternakan Lebah Kelulut*, Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
6. Garedeew, A., Schmolz, E., Lamprecht, I. (2003), *The antimicrobial activity of honey of stingless bee Trigona spp.*, *Journal of Agriculture Science*, Vol: 47(1), pp: 37-48
7. Guerrini, A., Bruni, R., Maietti, S., Poli, F., Rossi, D., Paganetto, G. (2009). *Ecuadorian stingless bee (Meliponini) honey: A chemical and functional profile of an ancient health product*. *Food Chemistry*, Vol:114, pp:1413–1420
8. MS 1514: 2009 *Amalan Pengilangan Baik*, Edisi Pertama
9. *Peraturan-peraturan Kebersihan Makanan 2009*
10. Puranik, S., Kumbharkhane, A., Mehrotra, S., 1991. *Dielectric properties of honey–water mixtures between 10 MHz to 10 GHz using time domain technique*. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 26 (4), 196–201
11. Santos do Nascimento, A., Carlos Marchini, L., Lopez de Carvalho, C.A., Dias Araujo, D.F., Alves de Olinda, R., Antonia da Silvera, T. (2015), *Physical-chemical parameters of honey of stingless bee (Hymenoptera:Apidae)*, *American Chemical Science Journal*,
12. Souza, B., Roubik, D., Barth, O., Heard, T., Enriquez, E., Carvalho, C., et al. (2006). *Composition of stingless bee honey: Setting quality standards*. *Interciencia*, Vol: 31,pp:867–875
13. Standard Malaysia: MS 2679: 2017, “*Amalan Pertanian Baik (ABP)- Pemeliharaan Lebah (tribus Apini.) dan Kelulut (tribus Meliponini)*. Vol:7 (3), pp: 139-149
14. Standard Malaysia: MS 2683: 2017, “*Kelulut (Stingless bee) honey- Specification*

