

PENENTUAN SEBATIAN FENOLIK DAN ANTIOKSIDA MADU DARI SABAH

ADREA JESSICA ANAK LIDAN

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEOLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM KIMIA INDUSTRI

SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2010



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

129209

ARKIB



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENENTUAN SEBATIAN FENOLIK DAN ANTIOKSIDAN MADU DARISABAHIjazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN KIMIA INDUSTRI)SESI PENGAJIAN: 2007 - 2010Saya ADREA JESSICA ANAK LIDAN

(HURUF BESAR)

mcngaku membentarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan oleh

NURULAIN BINTI ISMAIL

LIBRARIAN

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: Kg. Temong Putah, 94760
Tebatu, SarawakPROF. MADYA DR. SUHAINI MD. YASIR
Nama PenyeliaTarikh: 11 MEI 2010Tarikh: 14/05/2010

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkewenang dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu diklasaskan sebagai SULIT

PERPUSTAKAAN UMS

ccis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau a kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda



* 1000353743 *



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



ADREA JESSICA ANAK LIDAN
(BS07110243)

09 APRIL 2010

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

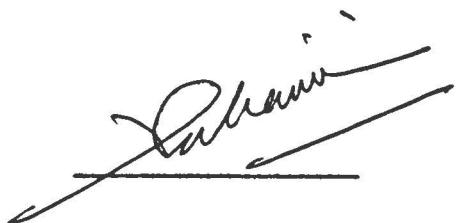


DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

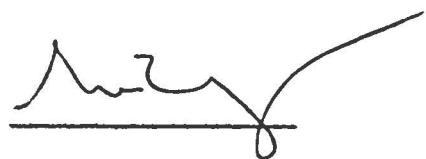
1. PENYELIA

(Prof. Madya Dr. Suhaimi Md. Yasir)



2. PEMERIKSA 1

(Prof. Madya Dr. How Siew Eng)



3. PEMERIKSA 2

(Cik Rubia Idris)



4. DEKAN

(Prof. Dr. Mohd Harun bin Abdullah)



PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dihulurkan kepada pihak Sekolah Sains dan Teknologi (SST), para pensyarah serta tidak dilupakan pembantu makmal yang telah memberikan tunjuk ajar secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan penulisan disertasi ini. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga dirakamkan kepada penyelia akademik, Prof. Madya Dr. Suhaimi Mohd Yasir dan rakan seperjuangan terutamanya Teresa anak Lasa, Brian, Zurina, Siti Maryam serta kawan seperjuangan yang lain yang telah banyak memberikan tunjuk ajar dan sokongan yang padu dalam tugas-tugas dan kajian dalam makmal. Tunjuk ajar serta kerjasama yang diberikan amat bermakna dan berguna bagi saya untuk meneruskan kerja-kerja dalam bidang ini pada masa hadapan. Sekian, terima kasih.

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

ABSTRAK

Tujuan utama kajian disertasi ini adalah untuk menentukan kandungan sebatian fenolik dan antioksida dalam madu Sabah iaitu dari Kudat, Ranau, Lawas, Nabawan, Telupid dan Moyog. Sampel-sampel madu ini dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer dan HPLC. Dalam ujian Folin-Ciocalteu didapati bahawa madu dari Lawas (5.030 mg GAE/g) mengandungi jumlah kandungan fenolik yang tinggi berbanding dengan madu-madu dari tempat lain. Manakala, penentuan antioksida iaitu kandungan antioksida bagi asid askorbik setara (*Ascorbic Acid Antioksida Content Equivalent-AEAC*) menunjukkan madu dari Lawas mempunyai kandungan antioksida yang lebih tinggi iaitu 4.329 mg AEAC/g.

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUND AND ANTIOXIDANT OF HONEY FROM SABAH

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to determine the phenolic content and antioxidative activities in honey from Sabah; Kudat, Ranau, Lawas, Nabawan, Telupid and Moyog. Honey samples were analyzed by using a spectrophotometer and HPLC. Folin-Ciocalteu test found that the honey from Lawas (5.030 mg GAE/g) contains the highest amount of phenolic content than honeys from other places. Meanwhile, antioxidant content of ascorbic acid equivalents (Ascorbic Acid Antioxidants Equivalent Content - AEAC) showed that honey from Lawas has a higher antioxidant content of 4329 mg AEAC/g.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	i
PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SENARAI KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	ix
SENARAI FOTO	x
SENARAI SIMBOL	xi
SENARAI RUMUS	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Kajian	1
1.2 Objektif Kajian	4
1.3 Skop Kajian	4
BAB 2 KAJIAN PERPUSTAKAAN	5
2.1 Pengenalan kepada Madu	5
2.1.1 Sumber dan Jenis-jenis Madu	6
2.1.2 Radikal Madu	7
2.1.3 Komposisi Kimia Madu	7
2.1.4 Ciri-ciri Fizikal dan Kimia Madu	10
2.1.5 Kebaikan dan Kegunaan Madu	12
2.2 Sebatian Fenolik dalam Madu	12
2.2.1 Asid Fenolik	14
2.2.2 Flavonoid	15
2.3 Ciri-ciri Antioksida dalam Madu	18
2.3.1 Vitamin C	18
2.3.2 Vitamin E	19
2.3.3 Beta-Karotin	19
2.3.4 Polifenol	19

2.4	Kaitan antara Keaktifan Antioksidan dan Jumlah Kandungan Sebatian Fenolik dari Pelbagai Jenis Madu	20
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	22
3.1	Penyediaan Alat Radas dan Bahan Kimia	22
3.2	Penyediaan Sampel	23
3.3	Ujian Sebatian Fenolik	23
3.4.1	Jumlah Kandungan Fenolik	24
3.4.2	HPLC Analisis	24
a.	Persediaan Kromatografi	25
b.	Penyediaan bagi Sampel Madu	25
c.	Penyediaan Larutan Piawai	25
3.4	Ujian Antioksidan	26
3.4.1	Kandungan Antioksidan	26
3.4.2	Penurunan Ferik/Pengaruh Antioksidan Terhadap Cerakin FRAP	26
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	28
4.1	Ujian Sebatian Fenolik	28
4.1.1	Jumlah Kandungan Fenolik	28
4.1.2	HPLC Analisis	30
4.2	Ujian Antioksidan	37
4.2.1	Kandungan Antioksidan	38
4.3.2	Penurunan Ferik/Pengaruh Antioksidan Terhadap Cerakin FRAP	39
BAB 5	KESIMPULAN	41
RUJUKAN		42
LAMPIRAN		46

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Komposisi kimia bagi sejenis madu.	9
2.2 Komposisi kimia bagi madu dari U.S.	10
2.3 Ciri-ciri fizikal dan kimia bagi beberapa jenis madu tempatan.	11
3.1 Senarai alat/instrumentasi berserta jenama dan pengeluar.	22
3.2 Senarai bahan kimia berserta jenam dan pengeluar.	23
4.1 Jumlah kandungan fenolik (mg GAE/100 g).	29
4.2 Masa penahanan bagi setiap tiga jenis larutan piawai.	31
4.3 Kromatografi untuk nilai bagi masa penahanan bagi 8 jenis sampel madu Sabah.	32
4.4 Jumlah kandungan antioksida (mg AEAC/100 g).	38
4.5 Jadual ini menunjukkan nilai serapan pada 700 nm bagi 8 jenis sampel madu Sabah.	40

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Stuktur gula utama di dalam madu.	8
2.2 Struktur kimia bagi <i>kaempferol</i> dan <i>hespertine</i>	13
2.3 Struktur kimia bagi asid fenolik.	14
2.4 Struktur kimia bagi asid ellagik, asid <i>caffeic</i> , asid <i>p-coumaric</i> dan asid ferulik.	14
2.5 Struktur kimia bagi <i>pinobanksin</i> , <i>pinocembrin</i> dan <i>chrysin</i> .	15
2.6 Struktur kimia bagi kelas biasa untuk flavonoid. Sebatian yang di wakili di tunjukan dalam kurungan	17
4.1 Kromatografi untuk tiga jenis larutan piawai iaitu (i) asid galik, (ii) kafein dan b(iii) quercetin. Colum, C ₁₈ ; fasa bergerak, 80%:20% (metanol:asid nitrik) ; kadar aliran, 1.0 mL/min; injeksi sampel, 1 µL; UV, 210 nm.	32
4.2 Kromatografi untuk 8 jenis sampel madu yang diperolehi dari sekitar Sabah dan Sarawak iaitu dari (i) Kudat, (ii) Ranau, (iii) Kudat, (iv) Lawas, (v) Moyog, (vi) Kudat, (vii) Nabawan dan (viii) Telupid. Column, C ₁₈ ; fasa bergerak, 80%:20% (metanol:asid nitrik) ; kadar aliran, 1.0 mL/min; injeksi sampel, 1 µL; UV, 210 nm.	37
4.3 Penurunan Ferik/Pengaruh Antiokksida terhadap cerakin FRAP bagi lapan jenis sampel madu dari pelbagai tempat di sekitar Sabah. Nilai serapan rujukan piawai bagi 1.0 mg/L asid askorbik ialah 2.56411 dijadikan sebagai perbandingan data.	41

SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
2.1 Sampel madu yang pelbagai warna.	5

SENARAI SIMBOL

°C	darjah celcius(suhu)
µ	mikro
%	peratus
DPPH	<i>2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazone</i>
FRAP	ferric reducing antioxidant potential
FeCl ₃	ferum trichloride
HCl	asid hidroklorik
Fe (II)	ferum (II)
FeSO ₄ .7H ₂ O	larutan akueus ferum sulphite
mL	milimeter
λ	lamda
HPLC	<i>High-performance liquid chromatography</i>
g	Gram
mg	Miligram
CZE	<i>capillary zone electrophoresis</i>
HPLC-ECD	<i>High-performance liquid chromatography-electrochemical detection</i>
MS	mass spectrometry
CZE-ESI-MS	<i>capillary zone electrophoresis, electrospray ionization-ion trap mass spectrometry</i>
GAE	gallic acid equivalent
AEAC	<i>Ascorbic acid equivalents Antioxidant Content</i>
mg/mL	miligram per mililiter
µL	mikroliter

SENARAI RUMUS

No Rumus	Muka Surat
3.1 <i>Gallic Acid equivalent, GAE</i>	24
3.2 Jumlah kandungan phenolik	24

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Madu ialah sejenis cecair manisan yang digemari ramai dan mempunyai khasiatnya tersendiri. Kemanisan madu ini diperolehi daripada kandungan fruktosa, monosakarida, glukosa dan sukrosa yang mempunyai kadar kemanisan yang sama dengan gula pasir. Dengan erti kata lain, tiada manisan yang dapat menandingi kemanisan semulajadi madu (Liang *et al.*, 2009). Selain itu, madu dihasilkan daripada sejenis serangga yang dikenali sebagai lebah madu mahupun spesies lebah-lebah yang lain. Lebah madu inilah yang memainkan peranan penting untuk menyedut madu dari nektar dari pelbagai jenis bunga-bungaan (Liang *et al.*, 2009).

Cecair manisan berwarna emas ini iaitu madu mempunyai kadar kepekatan yang tinggi sebagai kompleks gula. Selain itu, madu juga mengandungi kandungan juzuk seperti mineral, protein, vitamin, asid organik, flavonoid, asid fenolik, enzim dan sebatian fotokimia yang lain (Cutler *et al.*, 2001). Keunikan komposisi madu ini membuatkan madu berguna sebagai agen semulajadi yang berkesan untuk mengurangkan kadar risiko penyakit jantung, kanser dan lain-lain jenis penyakit (Cutler *et al.*, 2001). Malah, madu juga berpotensi untuk digunakan di dalam perubatan tradisional dan dijadikan sebagai makanan tambahan. Selain itu, madu



juga mempunyai potensi yang besar untuk digunakan sebagai sumber semulajadi agen antiokksida. Penggunaan antiokksida di dalam dietari semulajadi didapati baik dalam mengurangkan risiko penyakit serius seperti sakit jantung, kanser, kekurangan imunisasi dan sebagainya (Oszmianski & Lee, 1990). Di samping itu, enzim yang terdapat di dalam madu mampu bertindak sebagai agen antiokksida dengan menyingkirkan bahan toksik didalam badan (Oszmianski & Lee, 1990).

Menurut Blasa *et al.* (2006), madu merupakan larutan gula yang sangat tenu di mana ia membentuk campuran kompleks karbohidrat yang utama seperti fruktosa, glukosa dan monosakarida. Selain daripada kompleks karbohidrat utama tersebut, madu mengandungi komponen lain seperti vitamin C, vitamin E, enzim yang bertindak sebagai mangkin, peroksida dan sebatian fenolik serta juga mengandungi beberapa juzuk kecil yang tertentu iaitu protein, enzim, amino, dan asid organik, lipid, vitamin, sebatian kimia yang mudah meruap, asid fenolik, flavonoid dan karotenoid seperti bahan dan mineral (Blasa *et al.*, 2006). Oleh itu, komponen utama bagi madu adalah air dan gula beserta pelbagai jenis sebatian fenolik. Setiap komposisi madu bergantung kepada jenis tumbuhan yang dihinggapi oleh lebah madu dan persekitaran, pemprosesan dan keadaan penyimpanannya (Bertoncelj *et al.*, 2007; Guleret *et al.*, 2007).

Di samping itu, sebatian fenolik atau lebih dikenali sebagai polifenol di dalam madu dikatakan mempunyai tiga jenis struktur kumpulan iaitu *flavonoid aglycone*, asid fenolik dan aster fenolik (Bankova *et al.*, 1992). Namun, kehadiran sebatian ini bergantung kepada sumber floral yang berbeza mengikut kawasan botani dan geografi asalnya. Ini bermakna, sumber floral adalah amat penting untuk menentukan kualiti madu di mana ia bergantung kepada sumber floral itu sendiri (Ferreres *et al.*, 1991). Oleh itu, kehadiran sebatian fenolik samada dari asid askorbik orenzimatik antiokksida adalah bergantung kepada keputusan ciri-ciri antiokksida madu (Cutler *et al.*, 2001).

Antiokksida bermaksud sebatian yang boleh merencatkan atau melambatkan molekul antiokksida dengan merencatkan permulaan atau pembiakan proses rantai oksida dengan cara merosakkan radikal bebas dan pengoksidaan penurunan dalam badan manusia (Velioglu *et al.*, 1998). Secara amnya, terdapat banyak kebaikan yang boleh didapati dari buah, arak merah, teh dan pelbagai jenis barang makanan yang boleh bertindak sebagai agen antiokksida. Banyak kajian telah dibuat untuk menunjukkan bahawa berlakunya aktiviti pengantiokksida di dalam madu di mana madu yang lebih gelap mempunyai kemampuan yang besar untuk menyerap radikal oksigen (Cutler *et al.*, 2001).

Berdasarkan kajian yang dibuat terhadap dua jenis madu Malaysia, didapati keaktifan antiokksida dan jumlah kandungan fenolik adalah amat berbeza daripada sampel madu dari negara lain. Ini disebabkan oleh perbezaan sumber debunga atau jenis bunga yang digunakan (Aljadi & Kamaruddin, 2007). Sebahagian kecil molekul dietari antiokksida adalah seperti vitamin C, vitamin E dan karotenoid dapat menjana kelebihan terpenting sebagai pertahanan menentang penyakit degeneratif (Byers & Guerrero, 1995; Kohlmeir & Hastings, 1995; Stampfer & Rimm, 1995).

Terdapat banyak kajian yang telah dibuat oleh pengkaji dalam mengkaji jumlah kandungan sebatian fenolik dan antioksidanya dengan menggunakan beberapa jenis sampel seperti buah-buahan (Aljadi & Kamaruddin, 2004; Bertoncelj *et al.*, 2007; Socha *et al.*, 2009). Selain itu, terdapat juga penyelidikan dalam menentukan aktiviti antimakrobial dan jumlah kandungan flavonid melalui sampel tumbuhan yang pelbagai (Yee & Wen, 2008).

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah mengkaji dan menentukan sebatian fenolik dan antioksida di dalam madu yang diperolehi dari beberapa tempat di sekitar Sabah dengan menggunakan ultraviolet spektrofotometer dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

1.3 Skop Kajian

Sampel madu yang digunakan dalam kajian ini diperolehi dari kawasan sekitar Sabah iaitu dari Kudat, Telupid, Ranau, Moyog, Nabawan dan Lawas. Sebanyak lapan sampel madu yang digunakan yang berbeza dari segi warna secara kasar. Perbezaan warna sampel madu ditentukan dengan menggunakan alat ultraviolet spektrometer (UV/Vis). Sampel-sampel madu tersebut diuji dalam menentukan jumlah kandungan sebatian fenolik dengan menggunakan ultraviolet spektrofotometer (UV-vis) dan juga *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Manakala, antioksida madu pula ditentukan dengan menggunakan ultraviolet spektrofotometer.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan kepada Madu

Madu dihasilkan daripada sejenis serangga yang dikenali sebagai lebah madu dari nektar pokok bunga. Madu yang masih segar pada pandangan kasar kelihatan terang, sangat wangi dan ia adalah sejenis cecair yang berwarna kuning jingga (Sikorski, 2002).

Selain itu, madu juga ialah sejenis pemanis yang semulajadi. Ia telah digunakan sebagai bahan makanan sejak enam ribu tahun dahulu dan selama itu juga madu boleh didapati di merata-rata tempat di seluruh dunia (Graham *et al.*, 1992). Foto 2.1 dibawah adalah sampel yang digunakan oleh Yee *et al.*, (2008) untuk mengkaji ciri-ciri antioksidan dan antibakteria madu.

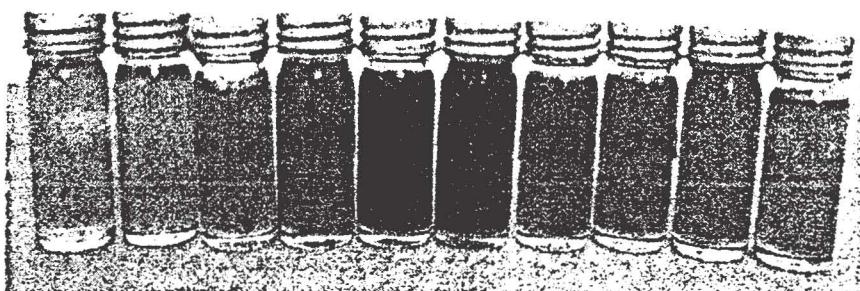


Foto 2.1 Sampel madu yang mempunyai pelbagai warna.

2.1.1 Sumber dan Jenis-jenis Madu

Madu yang segar boleh didapati terus dari ladang ternakan lebah madu. Setiap jenis madu mempunyai rasa yang sama tetapi berlain dari segi jumlah kandungan fenolik dan ciri-ciri antioksida serta warnanya. Ini dapat ditentukan berdasarkan nektar dedunga itu sendiri (Cutler *et al.*, 2001).

Lebah madu boleh dikelaskan dalam golongan Hymenoptera disebabkan oleh sifatnya yang berlainan di mana terdapat lebah yang mempunyai bentuk pinggang yang tidak lebar di antara toraks dan abdomen. Ini dapat dibezakan melalui fungsinya di dalam koloni lebah itu sendiri (Gould, 1988). Famili bagi lebah madu ialah *Apidea* dan ia terbahagi kepada beberapa kumpulan iaitu genus *Apis*. Secara amnya, terdapat empat jenis spesies *Apis* iaitu *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsat* dan *Apis florea*. Semua spesies lebah ini boleh didapati tetapi berbeza dari segi morfologi dan geografi asalnya. Lebah madu adalah sejenis serangga yang hidup bersama secara berkumpulan dan berkongsi sarang untuk membesar anak-anak lebah (Crane, 1975).

Tambahan pula, dalam menghasilkan jenis madu yang berbeza dari segi warna dan rasa adalah bergantung kepada musim pendebungaan tanaman yang berbeza iaitu epal, avocado, beri biru, ceri, kranberi, bunga matahari, timun, buah kiwi, tembikai dan sayur-sayuran. Yang menariknya, terdapatnya kenyataan yang menyatakan bahawa tanpa madu lebah, tanaman akan hampir-hampir tidak menjadi atau tidak subur (National Honey Board). Di Malaysia, jenis madu boleh dibezakan mengikut tempat iaitu di mana madu itu dihasilkan samada di tanah rendah atau tanah tinggi (Aljady & Kamaruddin, 2004).

2.1.2 Radikal Madu

Secara amnya, kebaikan antiokksida boleh didapati daripada buah-buahan, sayur-sayuran, arak merah, teh dan lain-lain jenis makanan. Namun, satu kajian sains telah dibuat dan mendapati madu juga tergolong sebagai bahan makanan yang banyak mengandungi antiokksida. Oleh itu, jenis madu yang berwarna gelap mempunyai keupayaan yang besar untuk menyerap oksigen radikal (Cutler *et al.*, 2001).

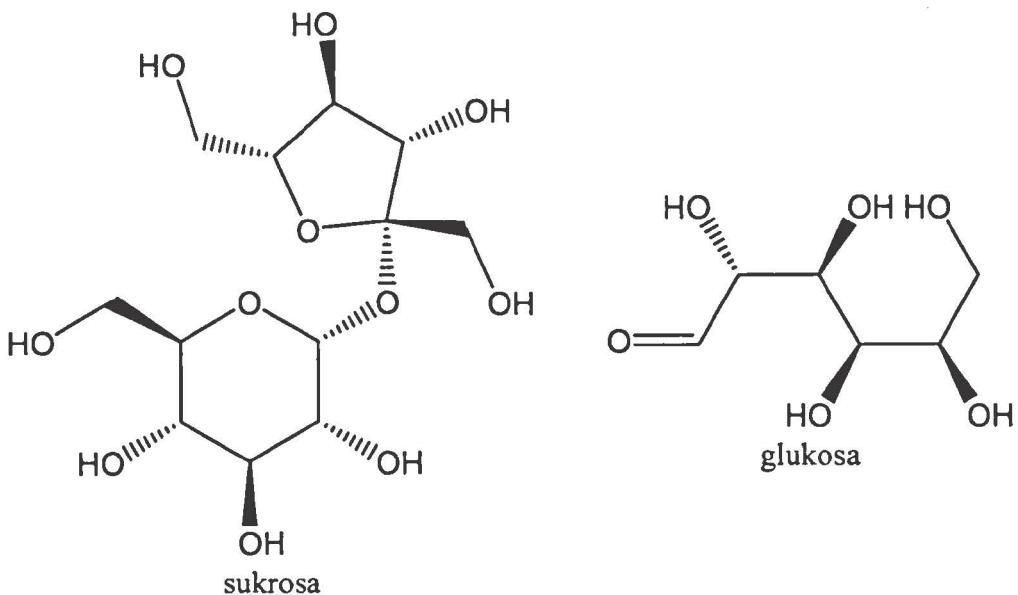
Kehadiran sebatian fenolik menonjolkan ciri-ciri antiokksida di dalam madu yang mana hadir dari asid askorbik dan antiokksida enzimatik. Kemampuan antiokksida untuk menjadi gelap dan menghimpunkan ketidakaktifan radikal bebas di dalam madu adalah bergantung kepada penelitian yang terperinci terhadap sifat antiokksida tersebut. Penelitian yang terperinci dijalankan sememangnya untuk menangani masalah kerosakan tisu badan manusia iaitu bagaimana antiokksida bertindak sebagai pertahanan terhadap serangan penyakit yang berpunca dari nutrisi makanan seharian kita atau hadir secara semulajadi (Cutler *et al.*, 2001).

2.1.3 Komposisi Madu

Komposisi utama bagi madu adalah glukosa dan fruktosa. Madu juga mengandungi komponen lain seperti enzim, asid organik, unsur mineral, sebatian bernitrogen bukan protein, vitamin, sebatian pewangi dan pigmen atau bahan berwarna (Sikorski, 2002).

Larutan akueus bagi gula, amino dan asid lain, protein, lipid, mineral dan komponen lain adalah dikenali sebagai nektar debunga. Komposisi-komposisi di dalam nektar debunga adalah bergantung kepada jenis spesis tumbuhan dan bunga serta keadaan persekitaran. Contohnya, jumlah kandungan gula adalah sekitar 5 hingga 80 peratus dari nektar (Graham, 1992).

Rajah 2.1 di bawah menunjukkan struktur gula utama yang terdapat dalam madu iaitu sukrosa dan glukosa. Sukrosa adalah terdiri daripada monosakarida, glukosa dan fruktosa. Sukrosa boleh ditemui dalam pelbagai jenis tumbuhan terutamanya dalam gula tebu (McGuire *et al.*, 2007).



Rajah 2.1 Stuktur gula dalam madu

Namun, berdasarkan kajian, madu secara purata mengandungi gula sebanyak 40% yang terdiri daripada levulosa atau fruktosa, 34% gula anggur (dextrosa atau glukosa) and 2% mengandungi gula tebu (sukrosa). Selain itu, terdapat juga bahan lain seperti asid organik, protein, garam mineral seperti zat besi, kuprum, magnesium, natrium, kalium, fosforus, vitamin serta minyak yang mudah meruap.

Jadual 2.3 menunjukkan komposisi bagi madu secara terperinci mengikut peratusannya. Komposisi bagi madu terdiri daripada beberapa juzuk dan unsur yang berbeza. Ia merupakan jumlah kandungan secara mendalam atau lebih di kenali sebagai nutrisi.

Jadual 2.1 Komposisi kimia madu

Komposisi	Peratusan (%)
Kelembapan	17-22
Gula ringkas termasuk glukosa dan fruktosa	65-75
Maltose, termasuk disakarida dan sebagainya	7-8
Sukrosa	2-5
Asid	0.57
Protein	0.26
Mineral	0.17
Pigmen, perisa, enzim, vitamin dan sebagainya	2.21

Jadual 2.1 di atas menunjukkan madu mempunyai kandungan gula yang tinggi tetapi sebahagian besar madu terdiri daripada dua jenis gula penurun iaitu dextrose dan levulosa (fruktosa). Manakala, sukrosa di dalam kandungan madu biasanya di bawah 5%. Selain itu, disakarida dan maltosa penurun pada mulanya tidak menunjukkan kehadirannya di dalam komposisi kimia madu tetapi ia terbentuk melalui faktor tindak balas antara asid dan enzim terhadap gula yang lain. Ini akan membantu meningkatkan tahap penyimpanan madu. Berdasarkan analisis kajian terdahulu, menunjukkan terdapat kehadiran jenis gula yang lain iaitu isomaltosa, trehalosa, genitibiosa, panosa maltulosa dan turanosa serta sebagainya (NPCS Board of Consultants & Engineers, 2002).

Selain itu, mineral komplek bagi madu mempunyai kandungan yang berbagai-bagai iaitu kalium, kalsium, phosphorus, natrium, magnesium, mangan, kuprum, sulfur, silicon, ferum dan sebagainya. Ini menunjukkan lebih 17 kesan unsur yang boleh didapati di dalam kandungan madu. Di samping itu, kehadiran vitamin yang berbeza dalam kandungan madu termasuklah tiamina (B_1), riboflavin (B_2), asid nikotik, asid askorbik, vitamin K, asid folik, biotin, pyridoxine, asid pantotenik, dan carotene. Kekurangan tiamina, riboflavin dan asid askorbik di dalam madu adalah

berpunca daripada jenis bunga yang berbeza (NPCS Board of Consultants & Engineers, 2002).

Jadual 2.2 di bawah menunjukkan kajian lain yang telah dibuat bagi menentukan komposisi kimia bagi madu dari Amerika Syarikat (Ball, 2007). Berdasarkan jadual di bawah, didapati peratus kandungan fruktosa adalah lebih tinggi berbanding glukosa. Ini menunjukkan sebahagian besar kandungan madu adalah terdiri daripada fruktosa dan sukrosa serta kandungan air (Yao et al., 2003).

Jadual 2.2 Komposisi kimia bagi madu dari Amerika Syarikat

Komponen	Purata (%)	Julat (%)
Air	17.2	12.2-22.9
Fruktosa	38.4	30.9-44.3
Glukosa	30.3	22.9-40.7
Sukrosa	1.3	0.2-7.6
Disakarida lain	7.3	2.7-16.0
Gula tertinggi	1.4	0.1-3.8
Asid glukonik	0.57	0.17-1.17
Asid (tidak termasuk asid glukonik)	0.43	0.13-0.92
Laktone	0.14	0.0-0.37
Mineral	0.17	0.02-1.03
Nitrogen	0.04	0.0-0.13

2.1.4 Ciri-ciri Fizikal dan Kimia Madu

Madu adalah sejenis larutan yang sangat tepu dengan kandungan glukosa, fruktosa dan mudah untuk menghablur. Selepas penghabluran berlaku, warna madu akan berubah menjadi lebih cerah dan stabil. Pada suhu antara 8°C hingga 10°C dan kelembapan antara 65% hingga 75%, madu boleh bertahan selama beberapa tahun

RUJUKAN

- Andrade, P., Ferreres, F., Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A. 1997. Determination of phenolic compounds in honeys with different floral origin by capillary zone electrophoresis. *Food Chemistry*. **60** (1): ms.79–84.
- Ajay, M., Ghalani, A. H. & Mustafa, M. R. 2003. Effects of flavonoids on vascular smooth muscle of the isolated rat thoracic aorta. *Life Science*. **74**: ms. 603-612.
- Al, M.L., Daniel, D., Moise., A., Bobis., O., Laslo., L., & Stefan Bogdanov. 2009. Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*. **112** (4): ms. 863-867.
- Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., Al-Habori, M. 2002. Antioxidant activities and total phenolic of different types of honey. *Nutrition Research*. **22**: ms. 1041–1047.
- A.M. Aljadi, M.Y. Kamaruddin. 2007. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry*. **85**: 822–828.
- Arraez-Roman, D., Gomez-Caravaca, A. M., Gomez-Romero, M., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. 2006. Identification of phenolic compounds in rosemary honey using solid-phase extraction by capillary electrophoresis-electrospray ionization-mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **41**: ms. 1648–1656.
- Ball, D. W. 2007. The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Education*. **84**: ms. 1643-1646
- Bankova, V. S., Popov, S. S. & Marekov, N. L. 1982. High Performance liquid chromatography analysis of flavonoid from propolis. *Journal of Chromatography*. **242** (1): ms. 135-143.
- Basu, T. K., Temple, N. J., Garg, M. L. 1999. Antioxidant in Human Health and Disease. London: British Library.
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. **239**: ms.70–76.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M., & Maffei Facino, R. 2005. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*. **533**: ms. 185–191.



- Birt, B., D' Arcy, B. & Chow, S. 1999. Rheology of selected Australia honey. *Journal of Food Engineering*. **41**: ms. 65-68
- Blasa, M., Candiracci, M., Accorsi, A., Piacentini, M.P., Albertini, M.C., & Piatti, E. 2006. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry*. **97**: ms. 217-222.
- Brand-Williams, W., Culivier, M. E., & Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*. **28**: ms. 25-30.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Reviews*. **56**: ms. 317-333.
- Chen L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangerl, A. R., Engeseth, N. J. 2000. Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. *J. Agric. Food Chem.* **48**: ms. 4997-5000
- Compas, M. D. G. R., Sabatier, S., Amior, M. J., Aubert, S. 1990. Characterisation of flavonoids in three hive products bee pollen propolis and honey. *Planta Medica*. **56**: ms. 580-581.
- Cutler, D., Barbier, A., & Pestell, K. 2001. News & Comment. *TRENDS in Pharmacological Sciences*. **22**(9): ms. 49.
- Crane, E. 1975. Honey: A Comprehensive Survey. London:Heinemann.
- Drummond, K. E. & Brefere, L. M. 2007. Nutrition for Foodservice and Culinary Professional. Ed. ke-6. USA.
- Dumronglert, E. 1983. A follow-up study of the cronic wound healing dressing with pure natural honey. *Journal of National Research Council of Thailand*. **15** (2): ms. 39-66.
- Estupin, S. & Sanjuan, E. 1998. Quality Parameter of Honey II Chemical Composition. *Alimentaria*. **297**: ms. 117-122
- Ginter, E. 1995. The role of antioxidants in the prevention of tumor. *Brastisl Lek Listy*. **96**: ms. 192-206.
- Gheldorf, N., Wang, X. H., Engeseth, N. J. 2002. *Agric. Food Chem.* **50**: ms. 5870.
- Guleret, A., Bakan, A., Nisbet, C., & Yavuz, O. 2007. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry*. **105**: 1119-1125.

- Gould, G. L. 1988. Ethology: The Macheism and Evolution of Behaviour. New York: Norton Press.
- Graham, J. M. 1992. The Hive and the Honeybee. Ed; Dadant & Sons: Hamilton, IL.
- Kohlmeir, L., & Hastings, S. B. 1995. *American Journal of Clinical Nutrition*. **62**: ms. 1370–1376.
- Kucuk, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F. 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*. **100**: ms.526–534.
- Liang, Y., Cao, W., Chen, W. J., Xiao, X. H., Zheng, J. B. 2009. Simultaneous determination of four phenolic components in citrus honey. *Food Chemistry*. **114**: ms. 1537-1541.
- McKibben, J., Engeseth, N. J., 2002. Honey as a protective agent against lipid oxidation in ground turkey. *J. Agric. Food Chem.* **50**: ms. 592–595.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O.G. 2005. Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*. **91**: ms. 571–577.
- Mellon, F., Self, R. & Startin, J. R. 2000. Mass Spectrometry of Natural Substances in Food. *RSC Food Analysis Monographs*.
- MacGuire, M., Beeerman, K. A. 2007. Nutritional Sciences from Fundamentals to Food. Thomson Higher Education, USA.
- Morton, L. W., Caccetta, R. A., Puddcy, I. B., & Croft, K. D., 2000. Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: Relevance to cardiovascular disease. *Clin. Exp. Pharmacol. & Physiol.* **27**: ms. 152-159.
- NPCS Board of Consultants & Engineers. 2002. The Complete Book on Beekeeping and Honey Process. Kamla Nagar, Delhi: Niir Project Consultancy Services.
- Oszmianski, J., & Lee, C.Y. 1990. Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. *Journal of Agricultural Food Science*. **38**: 1892-1895.
- Oyaizu, M. 1986. Antioxidative activity of browning ptoducts of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. **35**: ms. 771-775.
- Perez-Arguillue, C., Conchello, P., Arino, A. Juan, T. & Herresa, A. 1994. Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosomarinus Officinalis*) honey. *Food Chemistry*. **51**: ms 207-210.

Press release from the National Honey Board.
[Http://www.honey.com/media/presskit/industry/asp](http://www.honey.com/media/presskit/industry/asp)

Resurreccion, A. 1995. Effect of enhancement of basic taste and desirable flavor by honey. Department of Food Science, University of Georgia. Athen, Greogia.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. 1996. Free Radic. Biol. Med. **20**: ms. 933.

Robard, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swalsitang, P. & Glover, W. 1999. Phenolic compound and their fole in oxidative process in fruit. *Food Chemistry*. **66**: ms. 401-436.

Saxena, S., Gautam, S., Sharma, A. 2009. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*.

Shadidi, F., Janitha, P. K. & Wanasundara, P. D., 1992. Phenolic antioxidant. *CRC Critical Reviews in Food and Science Nutrition*. **32**: ms. 67-103.

Sikorski Z. E. 2002. Chemical and functional properties of food components. Ed. ke-2.

Stampfer, M. J., & Rimm, E. B. 1995. *American Journal of Clinical Nutrition*. **62**: ms. 1365-1369.

Topham, J. 2002. Why do some cavity wound treated with honey and sugar paste heal witout scarring? *Journal of Wound Care*. **11**: ms. 242-247.

Wahdan, H. A. L. 1998. Causes of the antimicrobial activity of honey. *Infection*. **26**: ms.30-35.

Wilson, R. B. & Crane. 1975. Use and products of honey. In Crane, E.(ed). Honey: A comprehensive survey. London:Heinemann.

Yee, C. L., Wen, N. X. 2008. Antioxidant and antibacterial properties of honey. Universiti Malaysia Sabah.

Liang, Y., Cao,W., Chen, W., Xiao, X., Zheng, Z. 2009. Simultaneous determination of four phenolic components in citrus honey by high performance liquid chromatography using electrochemical detection. *Food Chemistry*. **114** : ms. 1537-1541

Yao, L., Datta, N., Tomás-Barberán, F.A., Ferreres, F., Martos, I., Singanusong, R. 2003. Flavonoids, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand Leptospermum honeys. *Food Chemistry*. **81**: ms. 159-168.