

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN SEBATIAN-SEBATIAN MERUP DAN TIDAK MERUP
DARI BEBERAPA JENIS CENDAWAN BOLEH DIMAKAN

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN
(KIMIA INDUSTRI)

SAYA SHARIFAH LIZAWATI BINTI SHARIF SHAHSUDDIN SESI PENGAJIAN: 2005-2008
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik 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 institut 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

Disahkan Oleh

Sharifah
 (TANDATANGAN PENULIS)

Nurulain Binti Ismail
 LIBRARIAN
 UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Alamat Tetap: KAMPUNG DASAR,
PETI SURAT III, 91207
KUNAK, SABAH.

 Nama Penyalia

Tarikh: 16/5/2008

Tarikh: _____

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

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

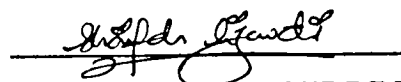
@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

Mei 2008



SHARIFAH LIZAWATI BINTI SHARIF SHAMSUDDIN

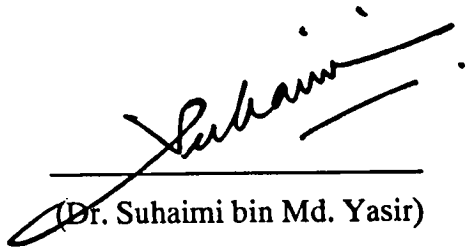
HS2005-3553



PENGESAHAN

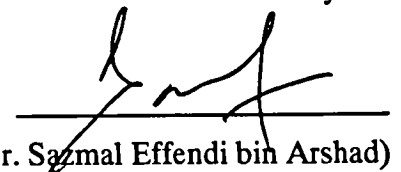
Nama: Sharifah Lizawati binti Sharif Shamsuddin

Tajuk: Kajian sebatian-sebatian meruap dan tidak meruap dari beberapa jenis cendawan boleh dimakan.



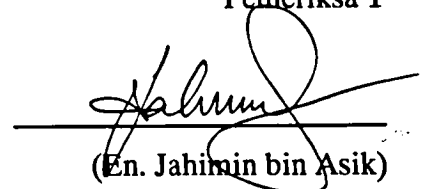
(Dr. Suhaimi bin Md. Yasir)

Penyelia



(Dr. Saizmal Effendi bin Arshad)

Pemeriksa 1



(En. Jahimin bin Asik)

Pemeriksa 2



(Prof. Madya Dr. Shariff A. Kadir S. Omang)

DEKAN

MEI 2008

PENGHARGAAN

Terlebih dahulu syukur ke hadrat Allah s.w.t. dengan izin-Nya, akhirnya saya dapat menyiapkan projek tahun akhir saya ini.

Disini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia saya, Dr. Suhaimi bin Md.Yasir di atas segala tunjuk ajar, bantuan, sokongan, dalam melaksanakan projek tahun akhir saya ini dari awal hingga akhir. Ucapan penghargaan ini juga ditujukan khas kepada pensyarah-pensyarah terutama Prof. Madya Dr. Marcus Jopony, Dr. Noumie Surugau, yang tidak jemu-jemu memberikan tunjuk ajar, serta semangat kepada diri saya. Di samping itu, jutaan terima kasih yang tidak terhingga diucapkan kepada ayah saya, En. Sharif Shamsuddin bin Sharif Sagaf, dan ibu saya, Puan Sharifah binti Sharif Hussin, serta adik beradik yang banyak memberi dorongan dan sokongan moral kepada saya untuk terus menyiapkan projek ini.

Seterusnya ucapan ini ditujukan kepada kakitangan makmal UMS Sekolah Sains dan Teknologi terutamanya Puan Azimah, dan En. Sani yang banyak membantu dalam kelengkapan alat radas dan bahan kimia yang saya perlukan. Kepada pihak Institut Penyelidikan Marin Borneo (IPMB) dan Lembaga Koko Malaysia (LKM) cawangan Kota Kinabalu dan Sepanggar, terima juga saya ucapkan di atas memberi kebenaran kepada saya untuk menggunakan alat-alat instrumentasi di sana dalam melaksanakan penyelidikan saya ini.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya Lelah, Dayang, serta Ijah di atas segala kerjasama dalam menyumbangkan idea dan galakan sepanjang menjalankan projek ini. Buat Zulraidee, terima kasih di atas segala pengorbanan, inspirasi dan semangat yang diberikan.

Akhir sekali, terima kasih juga kepada semua individu yang tidak dapat saya sebutkan di sini yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan projek akhir saya ini.

ABSTRAK

Kajian ini merupakan kajian sebatian-sebatian meruap dan tidak meruap dari beberapa jenis cendawan boleh dimakan. Cendawan yang dikaji terdiri daripada cendawan jenis Shiitake dan cendawan jenis Telinga Kera. Sebatian meruap di dalam setiap jenis sampel cendawan ini dipisahkan melalui teknik penyulingan Lickens-Nickerson, dan penentuan sebatian perasa dalam cendawan Shiitake dilakukan dengan menggunakan alat gas kromatografi-pengesan nyalaan ion atau GC-FID. Begitu juga bagi cendawan Telinga Kera yang mengandungi sebatian meruap turut dikenalpasti dengan menggunakan alat instrumentasi yang sama. Kandungan sebatian tidak meruap di dalam setiap jenis sampel cendawan ditentukan atau dikenalpasti menggunakan alat cecair kromatografi-spektrometer jisim atau LC-MS. Kedua-dua jenis sampel cendawan ini menunjukkan kandungan sebatian tidak meruap yang berbeza dari segi kandungan gula boleh larutnya.

ABSTRACT

Volatile and Nonvolatile Compounds from Edible Mushrooms

The study is about volatile and nonvolatile compounds of edible mushrooms. The contents of some important flavour components (1-octen-3-ol, soluble sugar – glucose, galactose, trehalose) were determined in 2 commercial mushroom (Shiitake and ear mushroom) obtained from Pasar Besar Bandaraya Kota Kinabalu. Volatile constituents in these samples were isolated by steam distillation Lickens-Nickerson, and the composition of the volatile constituents was determined by gas chromatography/flame ionization detector (GC-FID). The contents of non-volatile compounds or soluble sugar were determined by using liquid chromatography/mass spectrometry (LC-MS). These 2 samples investigated showed significant differences in contents of volatile flavour components, as well as different contents of the soluble sugar.

SENARAI KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	iii
PENGESAHAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SENARAI KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI FOTO	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Kepentingan Cendawan	1
1.3 Sebatian Meruap Dan Tidak Meruap Pada Cendawan	2
1.4 Objektif Kajian	3
1.5 Skop Kajian	3



BAB 2 ULASAN LITERATUR

2.1	Latar Belakang	5
2.2	Struktur Cendawan	5
2.3	Cendawan Yang Digunakan Untuk Dikaji	8
2.3.1	Cendawan Shiitake	9
2.3.2	Cendawan Telinga Kera	11
2.4	Khasiat Cendawan	12
2.5	Kepentingan Cendawan Dari Aspek Perubatan	14
2.6	Kandungan Kimia Dalam Cendawan	17
2.7	Sebatian Meruap Dalam Cendawan	18
2.8	Sebatian Tidak Meruap Dalam Cendawan	21

BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH

3.1	Jenis Sampel	23
3.2	Bahan Kimia dan Alat Radas	24
3.3	Sebatian Meruap Dalam Cendawan	25
3.3.1	Penyediaan sampel	25
3.3.2	Pengekstrakan sampel	25
3.3.3	Proses pemekatan sampel	27
3.3.4	Pengenalpastian sebatian meruap	27
3.4	Sebatian Yang Tidak Meruap Dalam Sampel	29



3.4.1	Penyediaan sampel	29
3.4.2	Pengekstrakan sampel	29
3.4.3	Pengenalpastian sebatian yang tidak meruap	30
3.5	Penentuan Peratus Kelembapan Sampel	32

BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Penentuan Kelembapan Sampel Kering	33
4.2	Analisa Sebatian Mudah Meruap Pada Cendawan	33
4.3	Analisa Sebatian Tidak Mudah Meruap Pada Cendawan	37

BAB 5 KESIMPULAN

RUJUKAN	43
---------	----

LAMPIRAN

Lampiran A	48
Lampiran B	49
Lampiran C	52
Lampiran D	54

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat	
2.1	Pengelasan <i>Lentinula edodes</i> berdasarkan sistem taksonomi	9
2.2	Sebatian meruap utama yang hadir dalam cendawan	20
3.1	Maklumat Sampel	24
3.2	Senarai alat radas dan bahan kimia	25
3.3	Parameter GC-FID	28
3.4	Parameter LC-MS	31
4.1	Jisim molekul dan nilai m/z bagi sebatian tidak meruap	39

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Bahagian-bahagian utama pada cendawan	7
2.2	Struktur beta glukon di dalam <i>Pleurotus spp</i>	16
2.3	Jenis-jenis pembentukan α dan β glukon	17
2.4	Struktur kimia bagi komponen pengklorinan (a) 3,5-dikloro-4-metoksi benzaldehid (b) 3,5-dikloro-4-metoksibenzil alkohol	18
2.5	Struktur kimia bagi asid linoleik	19
2.6	Struktur kimia bagi sebatian meruap lapan-karbon (8C)	20
4.1	Gas kromatogram bagi pelarut perangkap larutan diklorometana (DCM)	34
4.2	Gas kromatogram sebatian meruap dalam cendawan Shiitake	35
4.3	Gas kromatogram sebatian meruap dalam cendawan Telinga Kera	35
4.4	Kromatogram bagi sebatian tidak meruap dalam cendawan Shiitake	38
4.5	Kromatogram bagi sebatian tidak meruap dalam cendawan Telinga Kera	38



SENARAI FOTO

No. Foto		Muka Surat
2.1	Cendawan Shiitake yang kering	10
2.2	Cendawan Jeli Hitam atau Telinga Kera	11
3.1	Kaedah Likens-Nickerson	26
3.2	Gas Kromatogram GC-2010 Shimadzu (GC-FID)	29
3.3	Mesin Pengemparan	30

SENARAI SIMBOL

α	<i>alpha</i>
β	<i>beta</i>
-	julat antara; hingga
μL	mikroliter
$\mu\text{L min}^{-1}$	mikroliter per minit
mL	mililiter
mL min^{-1}	mililiter per minit
min	minit
m	meter
mm	milimeter
μm	mikrometer
g	gram
mg	miligram
$^{\circ}\text{C}$	darjah celsius
$^{\circ}\text{C min}^{-1}$	darjah celsius per minit
%	peratus
rpm	kelajuan pusingan per unit masa dalam unit
DNA	<i>deoxyribonucleic acid</i>
AOAC	Analytical of Official Analytical Chemists



FID	<i>flame ionization detector</i>
GC	Kromatografi gas
MS	Jisim spektrometer
LC	Kromatografi cecair
m/z	nisbah jisim per cas ion
DCM	diklorometana
C ₂ H ₅ OH	etanol
CH ₃ CH ₂ OCH ₂ CH ₃	dietil ether



SENARAI LAMPIRAN

	Muka Surat
A. Peratus Kelembapan Cendawan	48
B. Kromatogram bagi Sebatian Meruap dalam Cendawan	49
C. Kromatogram bagi Sebatian Tidak Meruap dalam Cendawan	52
D. Foto Cendawan	54

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Cendawan didefinisikan sebagai makrokulat yang boleh dilihat dengan mata kasar dan dapat diambil dengan menggunakan tangan (Lindequist *et al.*, 2005). Di samping itu, pada kebiasaannya cendawan tumbuh di atas tanah, kayu atau dahan pokok yang telah reput. Merujuk kepada sistem taksonomi, kebanyakan subdivisi Basidiomikota terdiri daripada cendawan tetapi terdapat juga sesetengah spesies cendawan tergolong di bawah subdivisi Askomikota. Tempoh hayat singkat bagi cendawan kebiasaannya adalah satu hingga tiga hari pada suhu bilik (Czapski & Szudyga, 2000).

1.2 Kepentingan Cendawan

Kepentingan cendawan bukan setakat kandungan nutriennya tetapi juga penting dalam bidang perubatan. Terdapat 10 000 spesies cendawan telah dikenalpasti, dan dianggarkan 700 spesies adalah cendawan yang boleh dimakan dan lebih dari 200 spesies cendawan pula dikenalpasti mempunyai khasiat dalam perubatan (Dikeman *et al.*, 2005).

Cendawan mempunyai kelebihan seperti mempunyai khasiat yang boleh digunakan dalam bidang perubatan. Ini adalah disebabkan kehadiran polisakarida dan kandungan protein di dalam cendawan. Dari segi perubatan, cendawan didapati mempunyai potensi untuk merawat penyakit seperti antitumor, antiviral, dan membantu memperbaiki sistem keimunan badan (Wasser, 2002). Menurut Manzi dan Pizzoferrato (2000), cendawan mempunyai kumpulan berfungsi seperti beta glukans, homo- dan hetero-glukans dengan $\beta(1\rightarrow3)$, $\beta(1\rightarrow4)$ dan $\beta(1\rightarrow6)$ ikatan glukosidik, ini penting untuk membantu pertumbuhan badan iaitu merawat penyakit antitumor, merangsang sistem keimunan badan.

1.3 Sebatian Meruap dan Tidak Meruap pada Cendawan

Dongkham & Srzednicki (2006) menyatakan bahawa rasa pada cendawan adalah disebabkan oleh kandungan sebatian-sebatian meruap. Terdapat lima jenis sebatian meruap lapan-karbon yang utama terdapat pada setiap cendawan (Combet *et al.*, 2006). Sebatian-sebatian tersebut adalah 1-okten-3-ol, 1-okten-3-one, 3-oktanon, 3-oktanol, dan oktanol. Selain itu terdapat juga sebatian meruap yang lain seperti sebatian aromatik iaitu benzil alkohol, benzaldehid, benzonitril, metil benzoat, dan fenil asid asetik dalam sebatian yang meruap di dalam cendawan di mana kandungannya lebih daripada 85% (Chen & Wu, 1984).

Secara lazimnya rasa pada cendawan terdiri daripada komponen sebatian meruap (Maga, 1981) dan komponen sebatian yang tidak meruap (Tseng *et al.*, 2005). Perisa yang terdapat dalam cendawan turut dipengaruhi oleh kehadiran sedikit air terlarut, termasuklah 50-nukleotida asid amino bebas, polihidrik alkohol (polyol) dan

gula terlarut. Menurut Chang *et al.* (2001), mannitol dan trehalos merupakan gula larut iaitu kandungan sebatian tidak meruap didapati di dalam cendawan.

1.4 Objektif Kajian

Kajian ini dilakukan bertujuan untuk:

1. mengenalpasti sebatian-sebatian meruap dan tidak meruap yang terdapat pada setiap jenis sampel cendawan boleh dimakan,
2. membuat perbandingan kandungan sebatian tidak meruap dalam sampel cendawan.
3. mengkaji dan membuat perbandingan kandungan kelembapan di antara sampel cendawan.

1.5 Skop Kajian

Kajian ini lebih tertumpu kepada penyelidikan dalam mengenalpasti sebatian-sebatian meruap dan tidak meruap yang terdapat pada cendawan boleh dimakan khususnya cendawan yang terdapat di sekitar bandaraya Kota Kinabalu, Sabah. Dalam kajian ini, teknik pensampelan bertujuan untuk membandingkan sebatian meruap dan tidak meruap yang terdapat pada setiap sampel cendawan yang dikaji iaitu cendawan Shiitake (*Lentinula edodes*) dan cendawan Telinga Kera (*Auricularia polytricha*).

Bagi sebatian meruap, sampel diekstrak dengan menggunakan kaedah Lickens-Nickerson dan proses pengecaman sebatian meruap dilakukan dengan menggunakan gas kromatografi-pengesan nyalaan ion atau GC-FID (Chen & Wu, 1984; Dongkham

& Szrednicki, 2006). Seterusnya bagi sebatian yang tidak meruap, kesemua sampel cendawan yang dikaji diekstrak dengan menggunakan mesin pengemparan dan proses pengecaman sebatian tidak meruap dilakukan dengan menggunakan alat cecair kromatografi-spektrometer jisim atau lebih dikenali dengan LC-MS (Guo *et al.*, 2007).

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Latar Belakang

Sejak berkurun lama seawal 10 Tahun Masihi, cendawan telah lama diketahui akan kewujudannya bukan kerana sifatnya yang unik lagi kecil tetapi kelebihanannya memberi nutrien dan penting dalam bidang perubatan secara amnya. Cendawan didefinisikan sebagai makrokulat yang boleh dilihat dengan mata kasar dan dapat diambil dengan menggunakan tangan (Lindequist *et al.*, 2005). Kebiasaannya cendawan akan tumbuh di atas tanah, kayu atau dahan pokok yang telah reput.

Kulat ialah istilah yang diberikan kepada mana-mana ahli yang tergolong dalam alam Kulat, manakala cendawan ialah istilah umum yang biasa digunakan untuk menunjukkan sejenis kulat (Metzler *et al.*, 1992).

2.2 Struktur Cendawan

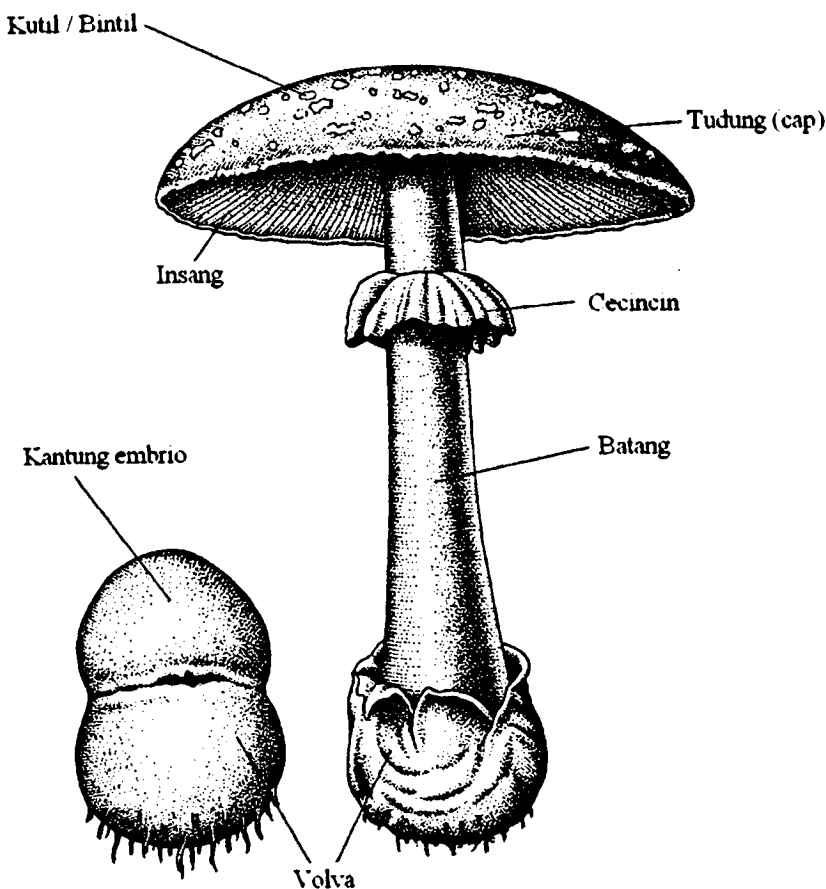
Bahagian utama kulat atau cendawan lebih dikenali sebagai miselium. Secara lazimnya miselium adalah berwarna putih dan berbentuk seperti suatu jaringan sel



yang lebih dikenali sebagai hifa. Hifa merupakan suatu jaringan halus lagi seni yang terdapat pada kayu yang reput atau daun yang lembap. Jaringan kompleks miselium ini kebiasaannya sukar untuk dilihat dengan mata kasar. Hifa akan merembeskan sejenis enzim yang akan memecahkan molekul organik kompleks dan seterusnya membebaskan sesuatu (nutrien) yang akan diserap oleh kulat sebagai sumber makanannya. Ini amat penting dalam membantu pertumbuhan miselium. Kulat memainkan peranan penting untuk membantu membekalkan nutrien kepada tumbuhan kelas tinggi dan haiwan secara amnya. Beberapa kajian telah menunjukkan bahawa nutrien yang dibekalkan oleh kulat dapat membantu pertumbuhan pokok kerana pokok akan mendapat nutrien dari kulat dan pokok pula akan membekalkan air terhadap kulat. Ini membawa kebaikan kepada kulat kerana kulat tidak mempunyai akar yang nyata untuk mendapatkan air dan nutrien yang mencukupi bagi membantu pertumbuhannya. Oleh hal sedemikian, kulat juga memainkan peranan penting untuk mengekalkan membantu pertumbuhan pokok dan hidupan lain. Pertumbuhan kulat adalah tidak menentu, ia akan tumbuh dalam masa tertentu dalam tempoh setahun. Pertumbuhan kulat juga bergantung kepada keadaan kelembapan yang sesuai (Metzler *et al.*, 1992).

Cendawan terbentuk daripada nodul, yang terletak di antara miselium dengan hifa iaitu jaringan putih yang menyerupai bebenang halus sehinggalah cendawan lengkap untuk menjadi sebagai suatu organisma. Nodul akan membesar dan membentuk telur cendawan. Lapisan tisu paling luar dalam telur cendawan dikenali sebagai kantung embrio 'universal veil', yang akan menutup dan melindungi pertumbuhan embrio cendawan di dalamnya. Apabila telur mengembang, kantung embrio ini akan pecah dan membentuk volva, iaitu tapak kepada batang cendawan dan

selebihnya menjadi kutil pada bahagian tudung (cap) cendawan. Sesetengah spesies cendawan tidak mempunyai kutil dan tapak kepada batang cendawan kerana kantung embrio rosak sewaktu telur cendawan pecah. Seterusnya lapisan tisu kedua pada cendawan ialah insang (gill) yang menyimpan banyak kandungan spora di dalamnya. Selebihnya lapisan ini akan membentuk cecincin atau annulus, yang terletak mengelilingi betul-betul di tengah batang cendawan. Biasanya kedudukan batang terletak ditengah bagi meningkatkan kestabilan cendawan (Horn *et al.*, 1993). Cendawan terdiri daripada bahagian-bahagian yang dikenali sebagai kutil (wart), tudung (cap), insang (gill), cecincin (ring), batang (stalk), volva, dan kantung embrio (universal veil) seperti yang ditunjukkan pada (Rajah 2.1).



Rajah 2.1 Bahagian-bahagian utama pada cendawan

(Sumber: Metzler *et al.*, 1992)

2.3 Cendawan Yang Digunakan Untuk Dikaji

Kulat tergolong dalam alam “Myceteae” atau alam Fungi. Kulat dipisahkan dari Alam Tumbuhan kerana kulat tidak mempunyai pigmen klorofil seperti tumbuhan hijau, untuk menjalankan proses fotosintesis bagi membuat makanan sendiri. Kulat tidak boleh membuat makanan sendiri tetapi ia boleh mendapatkan makanan (nutrien) yang diperlukan dengan memecahkan bahan organik atau mendapat makanan secara terus dari tumbuhan kelas tinggi (tumbuhan hijau). Cara kulat mendapatkan makanannya dapat dikelaskan kepada tiga kumpulan iaitu saprofit, parasit, dan simbiosis. Kulat yang bersifat saprofit akan mendapatkan makanannya dari bahan organik (pokok kayu) yang telah mati, contohnya dengan tumbuh di atas pokok kayu yang telah reput bagi mendapatkan nutrien bahan organik. Kulat jenis ini juga dikenali dengan nama pengurai.

Kulat yang bersifat parasit pula mendapatkan makanannya dari perumah contohnya cendawan *Ganoderma* yang tumbuh di batang pokok-pokok kayu yang besar. *Ganoderma* ini akan mengambil nutrien secukupnya dari pokok yang di tumpang sehingga pokok tumpangan itu kekurangan air yang mencukupi bagi pertumbuhan pokok. Seterusnya kulat yang bersifat simbiosis akan mendapatkan makanan seperti karbon (gula) dari tumbuhan hijau dan kulat ini akan membekalkan tumbuhan hijau dengan kandungan fosforus dan nitrogen. Ini menunjukkan kedua-dua pihak mendapat manfaat hasil dari hubungan simbiosis ini (Metzler *et al.*, 1992).

Berdasarkan sistem taksonomi, cendawan Shiitake (*Lentinula edodes*) boleh dikelaskan seperti dalam (Jadual 2.1).

RUJUKAN

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.) Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Assaf, S., Hadar, Y., & Dosoretz, C. G. 1997. 1-octen-3-ol and 13-hydroperoxylinoleate are products of distinct pathways in the oxidative breakdown of linoleic acid by *Pleurotus pulmonarius*. *Enzyme Microbiology Technology* **21**: 484-490.
- Bano, Z. & Rajarathnam, S. 1988. *Pleurotus* mushrooms Part II: Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *Critical reviews in food science and nutrition* **27**: 87-158.
- Caglarirmak, N. 2007. The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and an estimated approach to the volatile compounds. *Food Chemistry* **105**: 1188-1194.
- Carbonero, E.R., Gracher, A.H.P., Smiderle, F.R., Rosado, F.R., Sasaki, G.L., Gorin, P.A.J., & Iacomini, M. 2006. A beta glucan from the fruit bodies of edible mushrooms *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatoroseus*. *Carbohydrate Polymers* **66**: 252-257.
- Chakraborty, I., Mondal, S., Pramanik, M., Rout, D., & S.Islam, S. 2004. Structural investigation of a water-soluble glucan from an edible mushroom, *Astraeus hygrometricus*. *Carbohydrate Research* **339**: 2249-2254.
- Chang, H. L., Chao, G. R., Chen, C. C. & Mau, J. L. 2001. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Antrodia camphorata* and *Cordyceps militaris* mycelia. *Food Chemistry* **74**: 203-207.

- Chen, C. C. & Wu, C. M. 1984a. Studies on the enzymic reduction of 1-octen-3-one in mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal Agricultural Food Chemistry* **32**: 1342-1344.
- Chen, C. C. & Wu, M. Y. 1984b. Volatile components of mushroom (*Agaricus subrufecens*). *Journal of Food Science* **49**: 1208-1209.
- Chen, C. C., Chen, S. D., Chen, J. J., & Wu, C. M. 1984. Effects of pH value on the formation of volatiles of Shiitake (*Lentinus edodes*), an edible mushroom. *Journal Agricultural Food Chemistry* **32**: 999-1001.
- Chiang, P.D., Yen, C. T. & Mau, J. L. 2006. Non-volatile taste components of canned mushrooms. *Food Chemistry* **97**: 431-437.
- Cho, I. H., Namgung, H. J., Choi, H. K., & Kim, Y. S. 2008. Volatiles and key odorants in the pileus and stipe of pine-mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.). *Food Chemistry* **106**: 71-76.
- Combet, E., Henderson, J., Eastwood, D.C., & Burton, K.S. 2006. Eight-carbon volatiles in mushrooms and fungi: properties, analysis, and biosynthesis. *Mycoscience* **47**: 317-326.
- Czapski, J. & Szudyga, K. 2000. Frozen Mushrooms Quality as Affected by Strain, Flush, Treatment Before Freezing, and Time of Storage. *Journal of Food Science* **65**: 722-725.
- Dikeman, C.L., Bauer, L.L., Flickinger, E.A., & George C. Fahey, J. 2005. Effects of Stage of Maturity and Cooking on the Chemical Composition of Select Mushroom Varieties. *J Agric Food Chem* **53**: 1130-1138.
- Dongkham, S. & Srzednicki, G. 2005. Volatile Components as a Tool for Monitoring the Shelf Life of *Agaricus Bisporus* under Modified Atmosphere Packaging. *Acta Hort* **712** (ISHS): 413-422.

- Feng, X.M., Larsen, T.O., & Schnurer, J. 2007. Production of volatile compounds by *Rhizopus oligosporus* during soybean and barley tempeh fermentation. *International Journal of Food Microbiology* **113**: 133-141.
- Guo, L.Q., Lin, J.Y., & Lin, J.F. 2007. Non-volatile components of several novel species of edible fungi in China. *Food Chemistry* **100**: 643-649.
- Hadar, Y. & Dosoretz, C. G. 1991. Mushroom mycelium as a potential source of food flavour. *Trends in Food Science & Technologies* **2**: 214-218.
- Horn, B., Kay, R., & Abel, D. 1993. *A guide to Kansas mushrooms*. University Press of Kansas.
- Jasinghe, V.J. & Perera, C.O. 2006. Ultraviolet irradiation: The generator of Vitamin D2 in edible mushrooms. *Food Chemistry* **95**: 638-643.
- Kompany, E. & Rene, F. 1993. Aroma retention of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) during the freeze-drying process. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* **26**: 524-528.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T.H.J., and Julich, W.-D. 2005. The Pharmacological Potential of Mushrooms. *eCAM* **2**(3): 285-299.
- Lizarraga, R. G., Guth, H., & Lopez M. G. 1997. Identification of the most potent odorants in Huitlacoche (*Ustilago maydis*) and Austern Pilzen (*Pleurotus* sp.) by aroma extract dilution analysis and static head-space samples. *Journal Agricultural Food Chemistry* **45**: 1329-1332.
- MacLeod, A. J. & Panchasara, S. D. 1983. Volatile aroma components, particularly glucosinolate products, of cooked edible mushroom (*Agaricus bisporus*) and cooked dried mushroom. *Phytochemistry* **22**: 705-709.
- Maga, J. A. 1981. Mushroom Flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **29**: 1-4.

- Mallavadhani, U.V., Sudhakar, A.V.S., Satyanarayana, K.V.S., Mahapatra, A., Li, W., & vanBreenen, R.B. 2006. Chemical and analytical screening of some edible mushrooms. *Food Chemistry* **95**: 58-64.
- Manzi, P. & Pizzoferrato, L. 2000. Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chemistry* **68**: 315-318.
- Mattila, P., Suonpaa, K., & Piironen, V. 2000. Functional Properties of Edible Mushrooms. *Nutrition* **16**: 694-696.
- Mau, J.L., Beelman, R.B., & Ziegler, G.R. 1993. Factors Affecting 1-Octen-3-ol in Mushrooms at Harvest and During Postharvest Storage. *Journal of Food Science* **58**: 331-334.
- Mau, J.L., Lin, Y.P., Chen, P.T., Wu, Y.H., & Peng, J.T. 1998a. Flavor Compounds in King Oyster Mushrooms *Pleurotus eryngii*. *J Agric Food Chem* **46**: 4587-4591.
- Mau, J. L., Wu, K. T., Wu, Y. H. & Lin, Y. P. 1998b. Nonvolatile taste components of ear mushrooms. *Journal Agricultural Food Chemistry* **46**: 4583-4586.
- Mau, J. L., Lin, H. C. & Chen, C. C. 2001a. Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Research International* **34**: 521-526.
- Mau, J. L., Lin, H. C., Ma, J. T. & Song, S. F. 2001b. Non-volatile taste components of several speciality mushrooms. *Food Chemistry* **73**: 461-466.
- Metzler, S. & Metzler, V. 1992. *Texas mushrooms: a field guide*. University of Texas Press, Austin.
- Mizuno, T., Ohsawa, K., Hagiwara, N., & Kuboyama, R. 1986. Fractionation and Characterization of Antitumor Polysaccharides from Maitake, *Grifola frondosa*. *Agric Biol Chem* **50**: 1679-1688.
- Steineck, H. 1984. *Mushrooms in the garden*. Mad River Press, Inc., Eureka, California.

- Tsai, S. Y., Wu, T. P., Huang, S. J. & Mau, J. L. 2007. Nonvolatile taste components of *Agaricus bisporus* harvested at different stages of maturity. *Food Chemistry* **103**: 1457-1464.
- Tseng, Y. H., Lee, Y. L., Li, R. C. & Mau, J. L. 2005. Non-volatile flavour components of *Ganoderma tsugae*. *Food Chemistry* **90**: 409-415.
- Wasser, S.P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol* **60**: 258-274.
- Wood, W. F. & Lefevre, C. K. 2007. Changing volatile compounds from mycelium and sporocarp of American matsutake mushroom, *Tricholoma magnivelare*. *Biochemical Systematics and Ecology* **35**: 634-636.
- Yang, J. H., Lin, H. C. & Mau, J. L. 2001. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chemistry* **72**: 465-471.
- Zhang, M., Cui, S.W., Cheung, P.C.K., & Wang, Q. 2007. Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science & Technology* **18**: 4-19.

**KAJIAN SEBATIAN-SEBATIAN MERUAP DAN TIDAK MERUAP DARI
BEBERAPA JENIS CENDAWAN BOLEH DIMAKAN**

SHARIFAH LIZAWATI BINTI SHARIF SHAMSUDDIN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

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

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

MEI 2008